

Universidade Federal de Campina Grande
Centro de Engenharia Elétrica e Informática
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DANTAS&GOMES SOLUÇÕES ELÉTRICAS LTDA

Tayrone Araujo Dantas

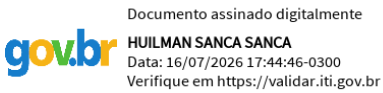
Campina Grande-PB
2026

TAYRONE ARAUJO DANTAS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DANTAS&GOMES SOLUÇÕES ELÉTRICAS LTDA

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Relatório de Estágio Supervisionado apresentado e aprovado em 10 de julho de 2026, pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Huilman Sanca Sanca, D.Sc. – Orientador
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Prof. Célio Anésio da Silva, D.Sc - Examinador
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela saúde e dicernimento que foi me dado para que eu pudesse concluir o estágio e este trabalho.

Aos meus pais, João Dantas da Silva e Maria da Conceição Araujo Dantas, pelo apoio que foi me dado em todas as etapas da minha vida.

À minha irmã Mariana Araujo Dantas, pelo apoio e pelos momentos de descontração durante a minha jornada na graduação.

Aos amigos que fiz durante o curso, entre eles Jackson, Victor, Raniere, Lucas figueira, Geraldo, Douglas, Matheus Torres, Tobias, Matheus Petrúcio, Luiz, Lucas Henrique Lucas Jales, Emanuel e Bruno. Pelas palavras de apoio nos momentos difíceis da graduação.

Aos engenheiros e sócios Yves Dantas e José Gomes, da empresa Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda, por ter me dado a oportunidade de realizar o estágio na empresa. Além disso, por todo o conhecimento me passado durante a realização das atividades do estágio na empresa.

Ao meu orientador, Professor Huilman Sanca Sanca, pela orientação e paciência com que teve comigo durante a realização do estágio e elaboração do relatório de estágio, bem como por todos os seus conhecimentos e dicas a mim passado.

Ao professor Célio Anésio da Silva, por ter aceitado o convite para partipar da banca avaliadora do trabalho.

Resumo

Neste relatório descrevem-se as atividades realizadas durante o Estágio Supervisionado, desenvolvidas pelo estudante Tayrone Araújo Dantas, aluno do curso em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande. O estágio foi realizado na empresa Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda e teve uma carga horária de 520 horas, sendo realizado de 26/11/2025 a 26/05/2026. Na empresa onde foi realizado o estágio, o estudante foi orientado pelos engenheiros Yves Clemente e José Gomes. Durante o estágio, realizou-se, entre atividades de campo e escritório, tais como: Análise do Fio B, elaboração de projetos elétricos, elaboração e dimensionamento de projeto fotovoltaico, auxílio no levantamento de resistividade do solo para um projeto de uma malha de aterramento de uma torre de transmissão de 230 kV da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF) e inspeções técnicas. Ao final do estágio, conseguiu-se desenvolver habilidades como elaborar um projeto elétrico de forma mais rápida, gestão do tempo, realizar análise tarifária de contas de energia através do Fio B, elaboração e dimensionamento de projeto fotovoltaico desde sua concepção até sua execução e realização de inspeção técnica em obras que fazem parte do dia a dia do engenheiro e desenvolveu competências profissionais exigidas pelo mercado de trabalho.

Palavras-chave: Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda, Estágio Supervisionado, Projetos Elétricos, Análise do Fio B.

Lista de Figuras

3.1 Empresarial Tavares, local onde está localizada a empresa. 12

4.1 Níveis de tensão secundária das unidades consumidoras da Energisa. 14
4.2 Célula monocristalina. 15
4.3 Curva I-V de duas células fotovoltaicas de silício cristalino conectadas (a) em série (b) em paralelo. 16
4.4 Composição de um módulo fotovoltaico. 17
4.5 Curva característica IxV e curva de potência PxI dem módulo de 100 Wp. 18
4.6 Curvas I-V de um módulo para vários níveis de irradiância(W/m²) a temperatura constante de 25°C. 18
4.7 Gráfico do efeito causado pela variação de temperatura em um módulo fotovoltaico. 19
4.8 Sistema on-grid. 19
4.9 Arranjo de Wenner. 21
4.10 Área do terreno e número de linhas de medição. 22
4.11 Croquis para medição de resistividade. 22

5.1 Fatura de energia de um dos clientes da empresa. 23
5.2 Perfil de consumo em um ano do cliente. 24
5.3 Residência do projeto. 26
5.4 Planta elétrica residencial em baixa tensão. 27
5.5 Simbologia instalação. 28
5.6 Trecho da planta elétrica. 29
5.7 Planta de tomadas de uso específico. 30
5.8 Quadro de cargas do quadro geral de baixa tensão (QGBT). 30
5.9 Tabela 18 da NDU 001 da Energisa Paraíba. 32
5.10 Diagrama unifilar do quadro geral de baixa tensão. 33
5.11 Padrão de entrada da instalação 34
5.12 Fachada do Residencial Paris. 35
5.13 Centro de medição 2. 36
5.14 Vista do telhado. 37
5.15 Software SolarEdge Designer. 37
5.16 Vista do sistema sobre telhado. 38
5.17 Possíveis pontos de sombreamento. 39
5.18 Diagrama unifilar das cargas. 40
5.19 Datasheet do módulo fotovoltaico. 41
5.20 Datasheet do inversor. 42
5.21 Desenho do sistema 43
5.22 Planilha de materiais e preços. 43
5.23 Montagem do sistema do inversor. 44

5.24 Sistema montado. 45
5.25 Desenho do sistema atualizado. 45
5.26 Montagem do sistema. 46
5.27 Torre de transmissão. 47
5.28 Linhas de medição. 47
5.29 Linha de medição A 48
5.30 Linha de medição B 49
5.31 Comprimento da haste. 50
5.32 Haste de aterramento. 51
5.33 Arranjo de Wenner montado. 51

Lista de Tabelas

5.1 Projeção da fatura média de um cliente da empresa. 25
5.2 Demanda da instalação. 32
5.3 Resistências medidas no terreno nas direções da linhas imaginárias A e B. 52
5.4 Resistividade do solo medidas no terreno nas direções da linhas imaginárias A e B. 52

Lista de Abreviaturas

A	Amperes
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
BT	Baixa Tensão
DR	Disjuntor Diferencial Residual
CA	Corrente Alternada
CC	Corrente Contínua
DPS	Dispositivo de Proteção Contra Surto Elétrico
GD	Geração Distribuída
kW	Quilowhatt
kWh	Quilowhatt-hora
kVA	Quilovolt Ampere
QGBT	Quadro Geral de Distribuição e Baixa Tensão
NDU	Norma de Distribuição Unificada
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descarga Atmosférica
TUE	Tomada de Uso Específico
TUG	Tomada de Uso Geral
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande

Lista de Símbolos

I_{sc}	Corrente de curto circuito
V_{oc}	Tensão de circuito aberto
I_{mp}	Corrente de máxima potência
V_{mp}	Tensão de máxima potência

Índice

Lista de Figuras **5**

Lista de Tabelas **6**

Lista de Abreviaturas **7**

1 Introdução **10**

2 Objetivos **11**
2.1 Objetivo geral . . . 11
2.2 Objetivos específicos . . . 11

3 A Empresa **12**

4 Fundamentação teórica **13**
4.1 Fio B . . . 13
4.2 Norma de Distribuição Unificada . . . 14
4.3 Energia Fotovoltaica . . . 15
4.3.1 Células fotovoltaicas . . . 15
4.3.2 Módulos fotovoltaicos . . . 16
4.3.3 Sistema on-grid . . . 19
4.4 Aterramento . . . 20
4.4.1 NBR 7117 . . . 20

5 Atividades Realizadas **23**
5.1 Análise de Fio B em conta de energia . . . 23
5.1.1 Elaboração de Projeto Elétrico . . . 26
5.1.2 Planta baixa de pontos elétricos . . . 27
5.2 Quadro de cargas e diagramas unifilares . . . 30
5.3 Cálculo da demanda . . . 31
5.4 Projeto geração distribuída . . . 34
5.4.1 Análise de consumo e vistoria do local . . . 36
5.4.2 Pré-projeto e apresentação ao cliente . . . 37
5.4.3 Desenvolvimento do projeto . . . 39
5.4.4 Montagem do sistema . . . 44
5.5 Atividade de campo . . . 46
5.5.1 Aplicação do método de Wenner . . . 50

6 Conclusão **53**

Capítulo 1

Introdução

O estágio se constitui como um importante momento do estudante colocar em prática aquilo que aprendeu nas disciplinas, durante a graduação, pois é a partir do estágio que o estudante tem seu primeiro contato com o mercado de trabalho. Além disso, o estágio proporciona o desenvolvimento de novas habilidades para formação profissional e ter contato com a rotina de profissionais que já possuem experiência na área de atuação. Dessa forma, a realização do estágio faz-se necessário, pois faz parte da grade curricular do curso e o cumprimento de sua carga horária é requisito obrigatório para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Assim, o presente relatório de Estágio Supervisionado visa apresentar as atividades realizadas pelo estagiário Tayrone Araújo Dantas, na empresa Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda, sob a supervisão do Engenheiro Yves Clemente Dantas Reis, durante o período de 26/11/2025 a 26/05/2026, com uma carga horária semanal de 20 horas, totalizando uma carga horária de 520 horas.

Para o desenvolvimento das atividades do estágio, as disciplinas Técnicas de medição, Instalações Elétricas, Geração de Energia Elétrica e Equipamentos Elétricos foram de fundamental importâcia, servindo de base teórica para a execução das atividades.

Portanto, este relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o estágio, mostrando como elas foram executadas do ponto de vista teórico, bem como do ponto de vista prático. Além disso, busca-se demonstrar a relação entre os conhecimentos adquiridos na sala de aula com projetos reais da engenharia, bem como a contribuição do estágio para a formação profissional do estagiário.

Capítulo 2

Objetivos

Os objetivos do relatório e estágio apresentam-se a seguir.

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral do estagiário foi desenvolver atividades de escritório e de campo, por meio da elaboração de projetos elétricos, projeto fotovoltaico, análise tarifária e sistemas de aterramento, através de atividades práticas realizadas na empresa Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda, necessárias para o desenvolvimento de habilidades técnicas de um engenheiro eletricista exigidas pelo mercado de trabalho.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar análise do Fio B em contas de energia de clientes da empresa.
- Elaborar projetos elétricos de baixa tensão utilizando o software AutoCAD.
- Realizar visita a obras para entender como os projetos são executados.
- Elaborar projeto de geração distribuída utilizando o software SolarEdge Designer.
- Realizar levantamentos de dados de resisitividade do solo em campo para elaboração de um projeto de malha de aterramento.

Capítulo 3

A Empresa

A empresa Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda está localizada no Empresarial Tavares, na AV. Manoel Tavares, 1435, sala 11, Alto Branco, na cidade de Campina Grande, Paraíba, CEP: 58401-490. Na Figura 3.1, mostra-se a fachada do Empresarial Tavares, em que a empresa fica localizada no primeiro andar.

Figura 3.1: Empresarial Tavares, local onde está localizada a empresa.



Fonte: Autoria própria, 2026

A empresa Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda foi fundada em dezembro de 2023, sendo uma empresa recente no mercado. Entre as principais atividades realizadas pela empresa estão a elaboração de projetos elétricos em baixa tensão e média tensão, elaboração de projetos de geração distribuída, elaboração de projetos de SPDA, monitoramento de geração fotovoltaica de usinas solares, projeto de malha de aterramento, consultoria, perícia e laudos técnicos.

A empresa atua em todo o Nordeste, em especial no estado da Paraíba, prestando também serviços de consultoria. O portfólio da empresa possui uma gama de serviços, como mencionado anteriormente. A empresa possui dois engenheiros eletricistas, dois estagiários de Engenharia Elétrica, uma estagiária de administração, além de três eletricistas que executam os projetos da empresa.

Capítulo 4

Fundamentação teórica

Neste capítulo serão descritos alguns conceitos que foram utilizados durante a realização deste trabalho.

4.1 Fio B

O Fio B corresponde à tarifa cobrada pela concessionária de energia, pelo uso do sistema de distribuição. Essa tarifa é cobrada a consumidores de Geração Distribuída (GD) que injetam energia na rede e visa custear a manutenção da rede de distribuição. Para um melhor entendimento do Fio B é necessário entender alguns pontos da lei n° 14.300/2022, que foi o marco legal da geração distribuída no Brasil, que trata da geração distribuída de energia local e remota, bem como os níveis de potência instalada. A geração distribuída pode ser considerada como a geração de energia elétrica próxima ao local de consumo, em que se utilizam fontes renováveis conectadas à rede da distribuidora. Além disso, de acordo com a lei n° 14.300/2022, a geração distribuída pode ser dividida em algumas categorias, entre elas, a modalidade de microgeração distribuída e minigeração distribuída. De acordo com a lei n° 14.300/2022, temos as seguintes definições.

- **Microgeração distribuída**: é a central geradora de energia elétrica, que possui potência instalada de até 75 kW, que utiliza cogeração qualificada ou fontes renováveis de energia elétrica, que se conectam à rede de distribuição através de instalações de unidades consumidoras
- **Minigeração distribuída:** É a central geradora de energia elétrica, que possui potência instalada, em corrente alternada, maior que 75 kW, menor ou igual a 5 MW para fontes despacháveis e menor ou igual a 3 MW para fontes não despacháveis, que utilizam fontes renováveis ou de cogeração

Para projetos fotovoltaicos protocolados até 7/01/2023, estes seguirão a antiga Resolução Normativa da ANEEL 482/2012, ou seja, são isentos do Fio B, que é a taxa adicional na conta de energia, paga pelo uso do sistema de distribuição da concessionária. Além disso, para projetos protocolados após 7/01/2023, estarão sujeitos ao pagamento do Fio B de maneira gradual até 2029 conforme art 27, lei n° 14.300/2022.

As taxas de distribuição (Fio B), são cobradas de forma gradual diretamente na conta de energia do cliente, essas taxas são apresentadas a seguir, de acordo com a lei n° 14.300/2022.

- 15% a partir de 2023

- 30% a partir de 2024
- 45% a partir de 2025
- 60% a partir de 2026
- 75% a partir de 2027
- 90% a partir de 2028
- a regra disposta no art. 17 desta Lei a partir de 2029

4.2 Norma de Distribuição Unificada

A Norma de Distribuição Unificada NDU 001 (Energisa, 2024), trata do fornecimento de energia elétrica em baixa tensão, para unidades consumidoras individuais com potência instalada de até 75 kW, na qual, essas unidades são atendidas em nível de tensão secundário. Para tensões de fornecimento em unidades de baixa tensão que são atendidas pela Energisa, conforme mostra-se com a Figura 4.1, tem-se os níveis de tensão de fornecimento em unidades de baixa tensão por estado atendidos pela Energisa.

Figura 4.1: Níveis de tensão secundária das unidades consumidoras da Energisa.

Tensão (V)		Empresas do Grupo Energisa							
Tensão BT Rede Trifásica	380 / 220		EMR		EMT	EPB	ESE		ETO
	220 / 127	EAC		EMS				ERO ESS	
Tensão BT Rede Monofásica	440 / 220								ETO
	254 / 127			EMS	EMT		ESE	ESS	
	240 / 120	EAC						ERO	
	230*		EMR			EPB			
	230 / 115						ESE		

Fonte: NDU 001 Energisa, 2024

Para o caso da Paraíba, denominado como EPB, temos que para a rede trifásica os níveis de tensão são 380/220 V, ou seja, 220 V por fase. Considerando agora a rede monofásica, temos que, a tensão BT é 230 V, mas que normalmente essa tensão é de 220 V. Como foi dito anteriormente para o fornecimento de energia secundária, os consumidores devem possuir carga instalada igual ou inferior a 75 kW, os tipos de atendimento são os seguintes.

- **Tipo M:** dois fios- uma fase e um neutro.
- **Tipo B:** três fios - duas fases e um neutro.
- **Tipo T:** quatro fios - três fases e um neutro.

Sabendo dos tipos de atendimento, podemos agora saber quais são as categorias de atendimento, que são os casos monofásico e bifásico classificadas de acordo com a carga instalada, e de acordo com a demanda para unidades trifásicas. Então, de acordo com a NDU 001 (Energisa, 2024), temos as seguintes definições para a carga instalada e demanda.

- **Carga instalada:** É a soma das potências nominais em kW dos equipamentos elétricos instalados na unidade consumidora.

- **Demanda:** É a média das potências elétricas, ativas ou reativas, solicitadas ao sistema elétrico, por uma parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo, que pode ser em kW ou kVA.

No processo de determinação dos limites de fornecimento de energia elétrica (monofásico, bifásico, trifásico), o consumidor deverá definir a carga instalada como a soma das potências em kW, dos aparelhos eletrodomésticos, sistemas de iluminação, aquecimento, refrigeração, motores e máquinas de solda que possam ser conectados à instalação elétrica da sua unidade consumidora.

4.3 Energia Fotovoltaica

A geração distribuída tem crescido bastante nos últimos anos, em especial a geração fotovoltaica, quando esse tipo de sistema é instalado em centros urbanos e conectados diretamente à rede elétrica, o sistema fotovoltaico é capaz de produzir eletricidade a um custo bastante competitivo podendo ser adotado para a conta de energia do consumidor (VILLALVA, 2012).

Para um melhor entendimento sobre energia fotovoltaica vamos entender um pouco sobre essa tecnologia até suas especificações técnicas.

4.3.1 Células fotovoltaicas

A célula fotovoltaica é um dispositivo semicondutor capaz de produzir energia advinda do sol em energia elétrica, através do efeito fotovoltaico. O efeito fotovoltaico ocorre através da conversão da energia advinda da luz solar em energia elétrica, utilizando a célula fotovoltaica para se fazer essa conversão, que na maioria das vezes é fabricada a partir de silício cristalino e outros produtos químicos (MARIANO et al, 2022). As tecnologias mais usadas para células fotovoltaicas são as de silício monocristalino (m-SI), silício policristalino (p-SI) e filme fino de silício. As células de silício monocristalino são consideradas as mais eficientes e produzidas em larga escala, bem como, disponíveis comercialmente (VILLALVA, 2012). Na Figura 4.2, apresenta-se uma célula monocristalina.

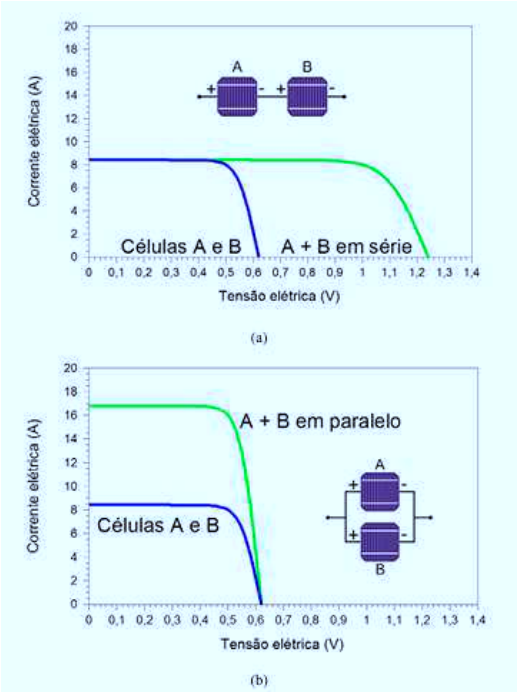
Figura 4.2: Célula monocristalina.



Fonte: (MARIANO, 2022)

As células fotovoltaicas podem ser interligadas eletricamente tanto em série quanto em paralelo, mas geralmente as células fotovoltaicas são interligadas em série, pois produzem níveis de tensão maior e a corrente é a mesma. Já quando as células fotovoltaicas são interligadas em paralelo ocorre o contrário, pois a tensão é a mesma e a corrente tende a aumentar. Na Figura 4.3 mostran-se os dois tipos de ligação.

Figura 4.3: Curva I-V de duas células fotovoltaicas de silício cristalino conectadas (a) em série (b) em paralelo.



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014)

Conforme apresentado anteriormente as células interligadas em série possuem tensão final como soma das tensões individuais e mesma corrente.

$$I = I_1 = I_2 = \cdots = I_n \tag{4.1}$$

$$V = V_1 + V_2 + \cdots + V_n \tag{4.2}$$

Já para a associação em paralelo ocorre o contrário, a tensão é a mesma e a corrente é a soma das correntes individuais.

$$I = I_1 + I_2 + \cdots + I_n \tag{4.3}$$

$$V = V_1 = V_2 = \cdots = V_n \tag{4.4}$$

4.3.2 Módulos fotovoltaicos

Um módulo fotovoltaico é composto de um conjunto de células fotovoltaicas interligadas eletricamente, em que geralmente essas células são interligadas em série com o objetivo de produzir tensões maiores na saída do módulo fotovoltaico, como também tem a função de

proteger as células fotovoltaicas de intempéries, bem como, isolá-las eletricamente e fornecer proteção mecânica (MARIANO et al, 2022). Assim como nas células fotovoltaicas, os módulos fotovoltaicos podem também ser interligados eletricamente tanto em série quanto em paralelo. Na Figura 4.4, mostram-se os detalhes que compõem um módulo fotovoltaico.

Figura 4.4: Composição de um módulo fotovoltaico.



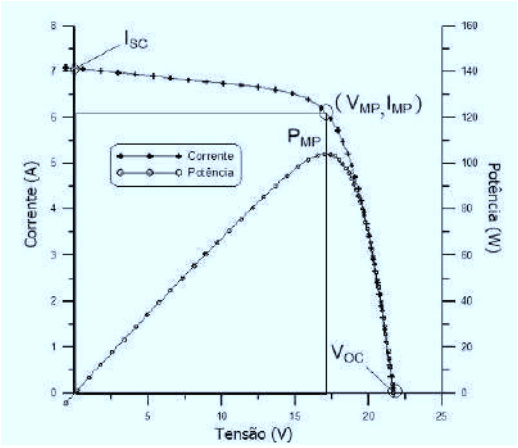
Fonte: (MARIANO, 2022)

Os módulos fotovoltaicos possuem algumas características elétricas importantes, dentre essas características estão, tensão de circuito aberto (V_{oc}), corrente de curto circuito (I_{sc}), tensão de máxima potência (V_{mp}), potência máxima (P_{mp}) e corrente de máxima potência (I_{mp}). Logo, de acordo com (VILLALVA, 2012), temos as seguintes definições para esses parâmetros.

- **Tensão de circuito aberto V_{oc}:** é a tensão elétrica medida em volts [V] nos terminais do módulo, quando os terminais estão em aberto.
- **Corrente de curto circuito I_{sc}:** é a corrente elétrica que o módulo fornece quando seus terminais estão em curto-circuito.
- **Corrente de máxima potência I_{mp}:** é a máxima corrente que circula nos terminais do módulo, quando este fornece sua potência máxima, na condição padronizada de teste .
- **Tensão de máxima potência V_{mp}:** é a tensão medida nos terminais do módulo quando este fornece sua potência máxima.
- **Potência máxima P_{mp}:** é a potência máxima que o módulo consegue produzir, na condição padronizada de teste.

O gráfico abaixo mostra o comportamento dos parâmetros elétricos para um módulo de 100 Wp

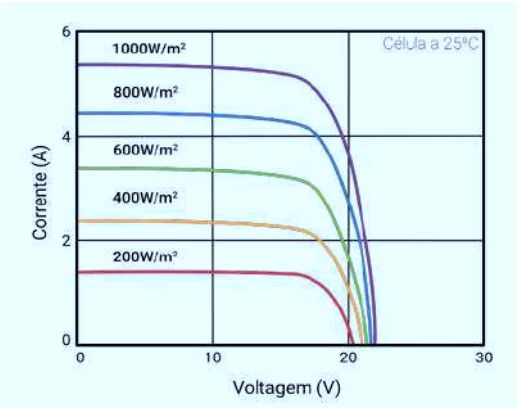
Figura 4.5: Curva característica IxV e curva de potência PxI dem módulo de 100 Wp.



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014)

As condições de teste que os módulos são submetidos, estão de acordo com as condições padrão de ensaio (STC), que do inglês significa (*Standard Test Conditions*), considerando uma irradiância solar de 1.000 W/m^2, sob uma distribuição espectral padrão AM 1,5 e a célula a uma temperatura de 25°C. Alguns fatores influenciam no desempenho de um módulo fotovoltaico, entre eles está a irradiância e temperatura. A medida que a irradiância aumenta, a corrente de saída no módulo também aumenta, conforme mostra-se na figura 4.6.

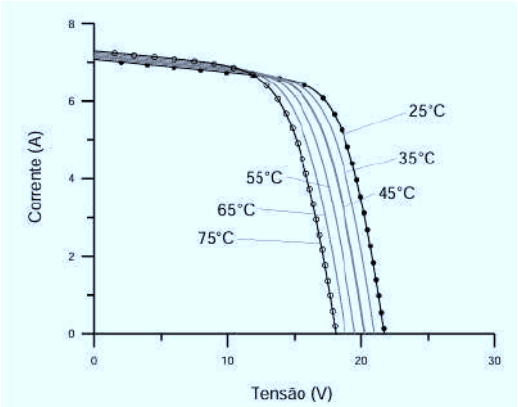
Figura 4.6: Curvas I-V de um módulo para vários níveis de irradiância(W/m^2) a temperatura constante de 25°C.



Fonte: (MARIANO, 2022)

Com a temperatura ocorre o contrário, ou seja, quanto maior a temperatura, menor é o nível de tensão na saída do módulo, mostra-se na figura 4.7.

Figura 4.7: Gráfico do efeito causado pela variação de temperatura em um módulo fotovoltaico.



Fonte: (PINHO e GALDINO, 2014)

4.3.3 Sistema on-grid

O sistema on-grid mais conhecido como sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR) é um sistema que se conecta à rede de energia elétrica através de um inversor, que é responsável por fazer a conversão de corrente contínua (CC) proveniente dos módulos fotovoltaicos em corrente alternada (CA), que é a corrente utilizada pelas cargas. O sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR) possui a vantagem de produzir energia elétrica próximo ao local de consumo, bem como dar maior sustentabilidade econômica, social e ambiental para estes locais (MARIANO, 2022). Na Figura 4.8, apresenta-se o esquemático de um sistema on-grid.

Figura 4.8: Sistema on-grid.



Fonte: https://integracaosolar.com.br/funcionamento-de-um-sistema-on-grid

De acordo com VILLALVA (2012) temos as seguintes definições para elementos que compõem um sistema on-grid.

- **Inversor:** Equipamento essencial para fazer a injeção de energia elétrica produzida pelos módulos fotovoltaicos na rede elétrica.
- **Stringbox:** É responsável por proteger o inversor contra descargas atmosféricas.
- **Quadro CA:** Tem a função de conectar o inversor á rede elétrica.

4.4 Aterramento

O aterramento de equipamentos ou estruturas de massa metálica é muito importante para a segurança tanto de equipamentos quanto de pessoas, pois aterrar os sistemas, ou seja, ligar intencionalmente a carcaça de um equipamento ou estrutura, o condutor fase ou o neutro à terra tem como objetivo controlar o nível de tensão dentro dos limites previsíveis. Assim, o principal objetivo do aterramento é detectar e fornecer um caminho para circulação de corrente, pois irá permitir a detecção indesejada entre os condutores vivos e a terra, provocando a detecção automática por parte de dispositivos de proteção e removendo tensões indesejadas nos condutores (COSTA et al, 2014).

Para se ter um bom sistema de aterramento é preciso muitas vezes a construção de uma malha de aterramento para o sistema, pois a malha de aterramento funciona ao distribuir uniformemente a corrente elétrica no solo minimizando a resistência de aterramento e evitando a concentração de corrente que poderia causar danos aos equipamentos e risco às pessoas. Quando ocorre uma falha elétrica, como um curto-circuito, a corrente é direcionada para o solo através da malha, protegendo as pessoas e equipamentos de possíveis choques elétricos. Assim, segundo (COSTA et al, 2014) podemos citar algumas finalidades da malha de aterramento.

- Limitar as sobretensões em caso de falta.
- Permitir a circulação de correntes de falta mais elevadas ocasionando a atuação das proteções de maneira mais rápida e eficiente.
- Manter os valores de tensão nas partes metálicas de estrutura dentro de valores considerados admissíveis garantindo segurança .
- Escoar para terra descargas atmosféricas e/ou sobretensões causadas por manobra de chaveamento.

Para que sistemas de aterramento funcionem de maneira eficiente é preciso ter algumas características, como por exemplo, como as estruturas estão distribuídas, quais são os eletrodos utilizados, eficiência de todas as conexões existentes na malha e resistividade do solo. Dessa forma, se faz necessário estudar a resistividade do solo para poder projetar um bom sistema de aterramento, diante disto, no tópico a seguir é apresentado alguns conceitos para o estudo de resistividade do solo, tomando como base a ABNT NBR 7117:2012.

4.4.1 NBR 7117

A ABNT NBR 7117:2012 é a norma que estabelece procedimentos para o estudo de resistividade do solo, sendo essencial para a elaboração de sistemas de aterramento que garantem a segurança de sistemas, como linhas de transmissão, subestações, grandes unidades geradoras e de pessoas contra descargas atmosféricas. Sendo dois parâmetros considerados fundamentais na segurança em sistema de aterramento, que é tensão de passo e tensão de toque, de acordo com a ABNT NBR 7117:2012 temos as seguintes definições.

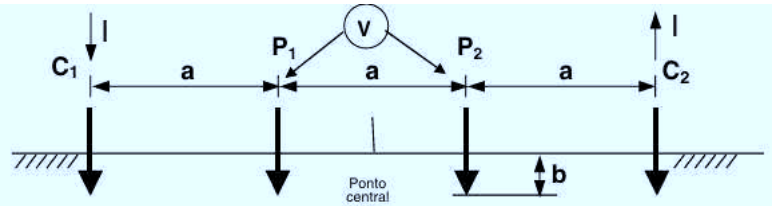
- **Sistema de aterramento:** Conjunto de todos os eletrodos e aterramento interligados entre si, assim como parte metálicas que atuem com a mesma função, como pés de torre, armadura de fundações, estacas metálicas e outros.
- **Tensão de passo:** Diferença de potencial entre dois pontos da superfície do solo, separados pela distância de um passo de uma pessoa, considerando igual a 1m.

- **Tensão de toque:** Diferença de potencial de uma estrutura metálica aterrada e um ponto na superfície do solo, que está separado por uma distância horizontal equivalente ao alcance normal do braço de uma pessoa, e considerado igual a 1m.

A determinação dos valores de resistividade do solo é de fundamental importância para o projeto de um bom sistema de aterramento, bem como, para conhecer as características do solo onde a malha vai ser implementada.

Um método bastante utilizado para medição de resistividade do solo é o método de Wenner, que de acordo com a ABNT NBR 7117:2012 consiste em cravar eletrodos no solo igualmente espaçados sendo ***a*** a distância entre os eletrodos adjacentes e ***b*** a profundidade de cravação do eletrodo. Na Figura 4.9, mostra-se o arranjo de Wenner.

Figura 4.9: Arranjo de Wenner.



Fonte: (NBR 7117, 2012)

Durante a execução do método de Wenner, as hastes verticais devem estar firmemente cravadas, pois as hastes criam um maior contato com o solo e toda a sua extensão, onde geralmente se coloca os eletrodos a uma profundidade de 50 cm a partir da superfície do solo (COSTA et al, 2014). A profundidade b das hastes não deve exceder 10% de a. Os eletrodos C_1 e C_2 são eletrodos de corrente, já os eletrodos P_1 e P_2 são eletrodos de tensão. O cálculo da resistividade do solo é dado pela seguinte equação

$$\rho = \frac{4\pi aV/I}{1 + (2a/\sqrt{a^2 + 4b^2}) - (a/\sqrt{a^2 + b^2})} \tag{4.5}$$

Quando b $\leq$ a/10, a equação 4.5 se torna

$$\rho = 2\pi aV/I \tag{4.6}$$

Quando se vai realizar as medições de resistividade do solo é importante saber a área do terreno, para a partir daí definir qual será a topologia adotada, e saber quais serão a quantidade de linhas de medição. De acordo com ABNT NBR 7117:2012. Na Figura 4.10, mostra-se a quantidade de linhas de medição de acordo com a área do terreno.

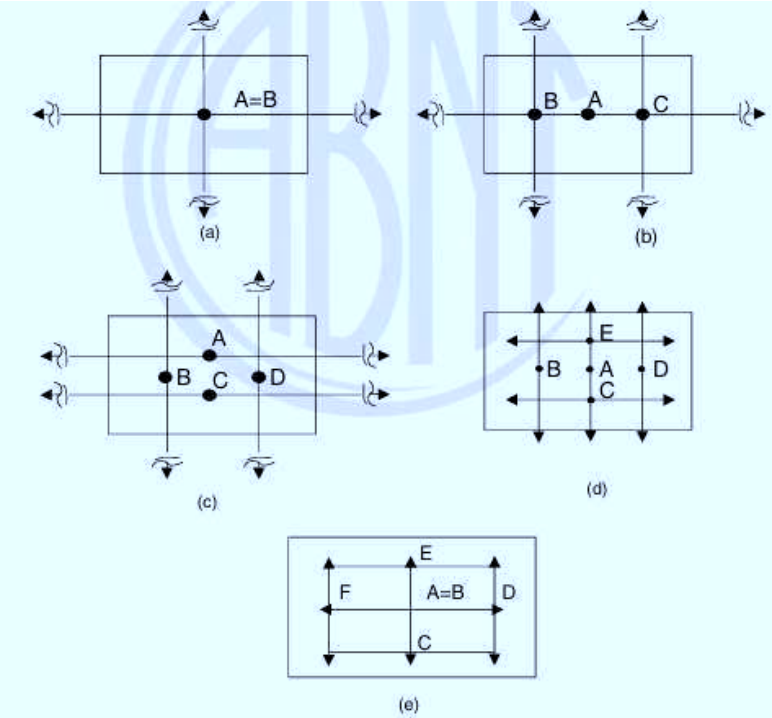
Figura 4.10: Área do terreno e número de linhas de medição.

Área do terreno m^2	Número mínimo de linhas de medição	Croquis para as linhas de medição
$S \leq 1\,000$	2	Figura 11-a
$1\,000 < S \leq 2\,000$	3	Figura 11-b
$2\,000 < S \leq 5\,000$	4	Figura 11-c
$5\,000 < S \leq 10\,000$	5	Figura 11-d
$10\,000 < S \leq 20\,000$	6	Figura 11-e
NOTA Para medições em áreas acima de 20 000 m^2, recomenda-se dividir o terreno remanescente em áreas de até 10 000 m^2, acrescentando-se linhas de medição equivalentes às descritas nesta tabela. Assim, para uma área de 25 000 m^2, executam-se 6 + 4 = 10 linhas de medição.		

Fonte: (NBR 7117, 2012)

Sabendo da área do terreno e consequentemente o número de linhas de medição, então tem-se as seguintes topologias de linhas de medição.

Figura 4.11: Croquis para medição de resistividade.



Fonte: NBR 7117, 2012

A partir disso, é possível realizar um estudo adequado do solo e consequentemente a construção da malha de aterramento do sistema.

Capítulo 5

Atividades Realizadas

Neste capítulo descrevem-se as atividades realizadas durante o período de estágio, as atividades contaram com a supervisão do engenheiro responsável da empresa, garantindo que as atividades fossem realizadas de forma segura.

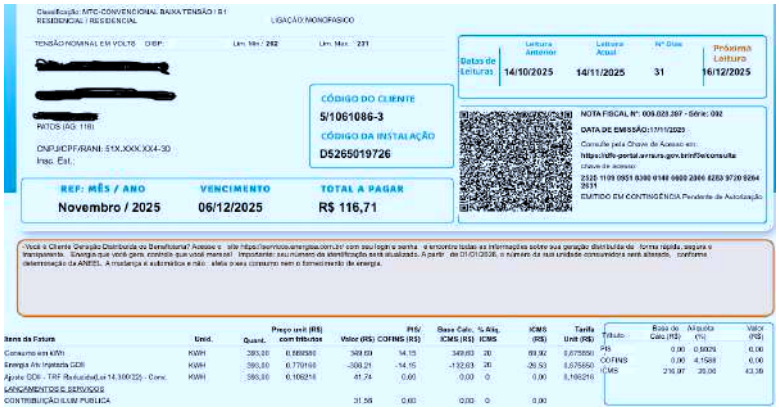
5.1 Análise de Fio B em conta de energia

Durante a realização do estágio, foi solicitada a análise do Fio B em contas de energia dos clientes da empresa que possuem geração própria. Essa análise visa prever quanto em média o consumidor terá que pagar de Fio B até o ano de 2028. Para compreender melhor o que é o Fio B é necessário entender alguns pontos da lei 14.300/2022, que trata da geração distribuída de energia local e remota, bem como, os níveis de potência instalada.

Para um melhor entendimento do cálculo do Fio B, foi feito um estudo de caso na fatura de energia de um dos clientes da Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda. O cliente possui microgeração distribuída localizada na cidade de Patos - PB.

Como o cliente protocolou o projeto após 7/01/2023, haverá cobrança do Fio B. Na figura 5.1, observa-se o consumo do cliente em um mês específico através da sua fatura.

Figura 5.1: Fatura de energia de um dos clientes da empresa.



Fonte: Autoria própria, 2025

Na Figura 5.2, tem-se o perfil de consumo do cliente no intervalo de um ano.

Figura 5.2: Perfil de consumo em um ano do cliente.



MÊS	CONSUMO FATURADO
NOV/25	393,00 *
OUT/25	406,00 *
SET/25	347,00 *
AGO/25	436,00 *
JUL/25	413,00 *
JUN/25	446,00 *
MAI/25	504,00 *
ABR/25	386,00 *
MAR/25	469,00 *
FEV/25	465,00
JAN/25	429,00 *
DEZ/24	473,00 *
NOV/24	444,00 *

Fonte: Autoria própria, 2025

De acordo com a Figura 5.2, considerando os últimos 12 meses, temos um consumo médio de 441 kWh. A energia média injetada foi considerada com sendo o valor que está na fatura que é de 393 kWh, este valor é o maior das ultimas faturas, visto que a geração distribuída desse cliente só começou em 2025. A taxa base de Fio B padrão para Energisa Paraíba de 2025 era de R$0,23603/kWh. Considerando a ausência de reajustes nos impostos e que também não houve mudança no padrão de consumo. O valor do Fio B para 2025 é calculado de acordo com a equação 5.1.

$$\textbf{Valor Fio B} = (\text{Energia Injetada kWh}) \times (\%\ \text{do ano}) \times (\text{Taxa Base Padrão da Energisa}) \tag{5.1}$$

$$= 393\ \text{kWh} \times 45\% \times \text{R\$ } 0{,}23603/\text{kWh} \tag{5.2}$$

$$= \text{R\$ } 41{,}74 \tag{5.3}$$

Com o valor do Fio B calculado podemos calcular o valor médio da fatura até o ano de 2028. A tabela 5.1 apresenta a previsão de fatura até o ano de 2028, usando uma planilha eletrônica e levando em conta o Fio B. Portanto o valor da fatura fica de acordo com a equação.

$$\begin{aligned}\textbf{Valor da fatura} = &(\text{Consumo médio ativo} \times \text{Tarifa no consumo médio ativo}) \\ &- (\text{Energia média injetada} \times \text{Tarifa na energia média injetada}) \\ &+ \text{Valor Fio B} \\ &+ \text{Contribuição iluminação pública}\end{aligned} \tag{5.4}$$

$$\begin{aligned}\textbf{Valor da fatura} &= 441,00 \times 0,889580 - (393 \times 0,779160) + 41,74 + 31,58 \\ &= \text{R\$}\,159,41\end{aligned} \tag{5.5}$$

A tabela 5.1, apresenta os valores da fatura de energia até 2028, levando em consideração o Fio B.

Tabela 5.1: Projeção da fatura média de um cliente da empresa.

Projeção em porcentagem do Fio B	**2025 (45%)**	**2026 (60%)**	**2027 (75%)**	**2028 (90%)**
Fio B padrão – Energisa Borborema	R$ 0,23603/kWh	R$ 0,23603/kWh	R$ 0,23603/kWh	R$ 0,23603/kWh
Consumo médio	441 kWh	441 kWh	441 kWh	441 kWh
Energia ativa injetada	393 kWh	393 kWh	393 kWh	393 kWh
Preço unit. com tributos (consumo)	0,889580	0,889580	0,889580	0,889580
Preço unit. com tributos (Energia injetada)	0,779160	0,779160	0,779160	0,779160
Contribuição de iluminação pública	R$ 31,58	R$ 31,58	R$ 31,58	R$ 31,58
Impacto do Fio B na tarifa	R$ 41,74	R$ 55,66	R$ 69,57	R$ 83,48
Valor médio total da fatura	**R$ 159,41**	**R$ 173,33**	**R$ 187,24**	**R$ 201,15**

Fonte: Autoria própria, 2026

Conforme mostra-se na Tabela 5.1, o valor do Fio B impacta no valor da fatura, comparando 2025 com 2028 tem-se um aumento percentual de 26,18% na conta de energia, sendo considerado um valor significativo, pois este valor tem um aumento gradual até 2028 conforme a lei n° 14.300/2022.

5.1.1 Elaboração de Projeto Elétrico

No decorrer do estágio, foi solicitado ao estagiário a realização de um projeto elétrico em baixa tensão de uma residência de um dos clientes da empresa. A residência fica situada na cidade de Lagoa Seca-PB, Rua Sítio Araticum, 173. Na Figura 5.3, apresenta-se a fachada da residência.

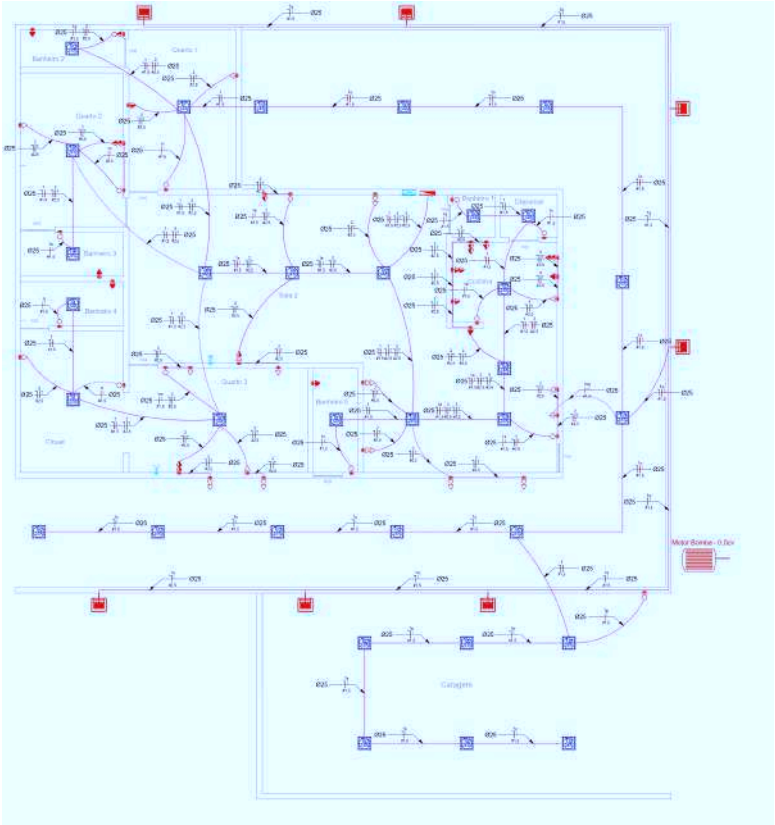
Figura 5.3: Residência do projeto.



Fonte: Autoria própria, 2025

Esta residência já possuía uma instalação elétrica preexistente, ou seja, os pontos de tomada e iluminação já existiam. Sendo enquadrada na faixa de demanda monofásica M2, ou seja, seu disjuntor geral era de 50 A conforme a NDU 001 (Energisa, 2024). Como a residência passou por reformas e teve aumento de carga instalada, foi necessária a elaboração de um novo projeto elétrico visto que, a residência recebeu 4 novos banheiros cada um com um chuveiro elétrico de 6.500 W e também a inserção de uma moto-bomba de 0,5 cv. Na Figura 5.4, observa-se como ficou o novo projeto elétrico da residência em planta baixa.

Figura 5.4: Planta elétrica residencial em baixa tensão.



Fonte: Autoria própria, 2026

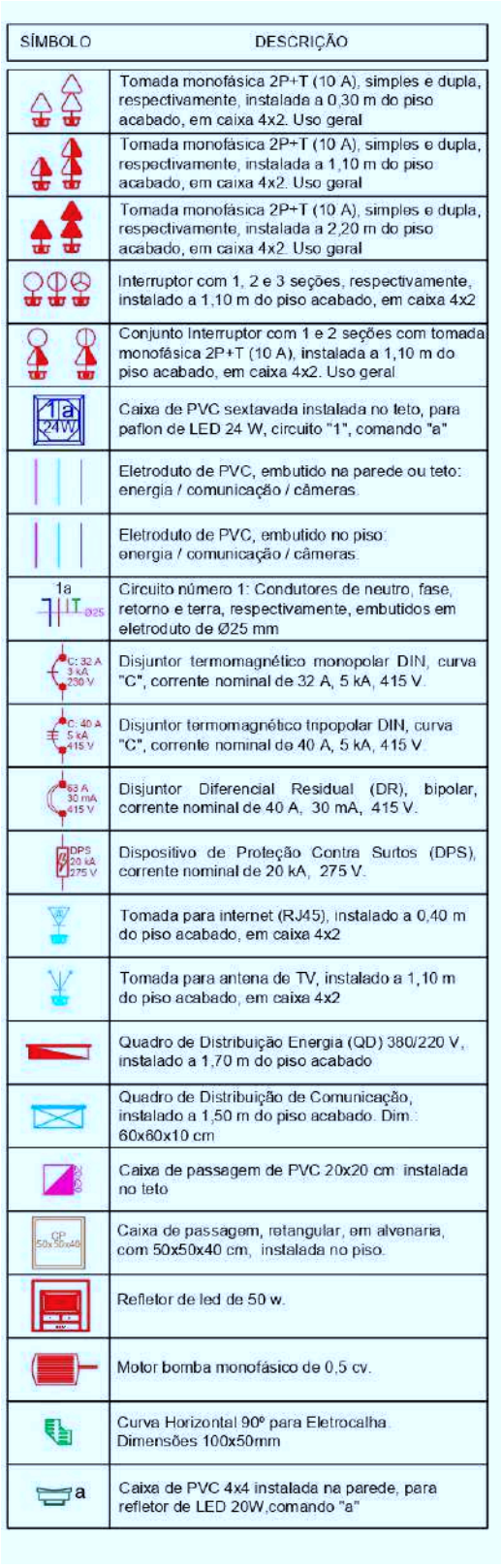
Para a elaboração do projeto se tomou como base a Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão ABNT NBR 5410:2004, bem como a Norma de Distribuição Unificada NDU 001 da Energisa, que visa auxiliar no cálculo da demanda do projeto da instalação elétrica, e também houve a utilização do software AutoCAD.

5.1.2 Planta baixa de pontos elétricos

Durante a elaboração de um projeto elétrico uma das principais ações é a distribuição dos pontos elétricos existentes, pois os pontos elétricos de uma instalação elétrica indicam quais itens serão utilizados. Como por exemplo, interruptores, lâmpadas, tomadas, chuveiros elétricos, ar condicionado, motor bomba, lâmpadas led, quadro de disjuntores, disjuntores, pontos de dados e etc. Dessa forma, identificar quais são os níveis de tensão e corrente que cada ponto elétrico suporta, bem como, a potência de cada um.

A simbologia dos pontos elétricos de uma instalação elétrica geralmente são dispostos em uma tabela, em que, tem-se a descrição gráfica do ponto e também a descrição técnica, como os níveis de tensão, corrente e potência. A Figura 5.5, ilustra a simbologia dos pontos elétricos utilizados na realização do projeto elétrico de baixa tensão presente neste relatório.

Figura 5.5: Simbologia instalação.



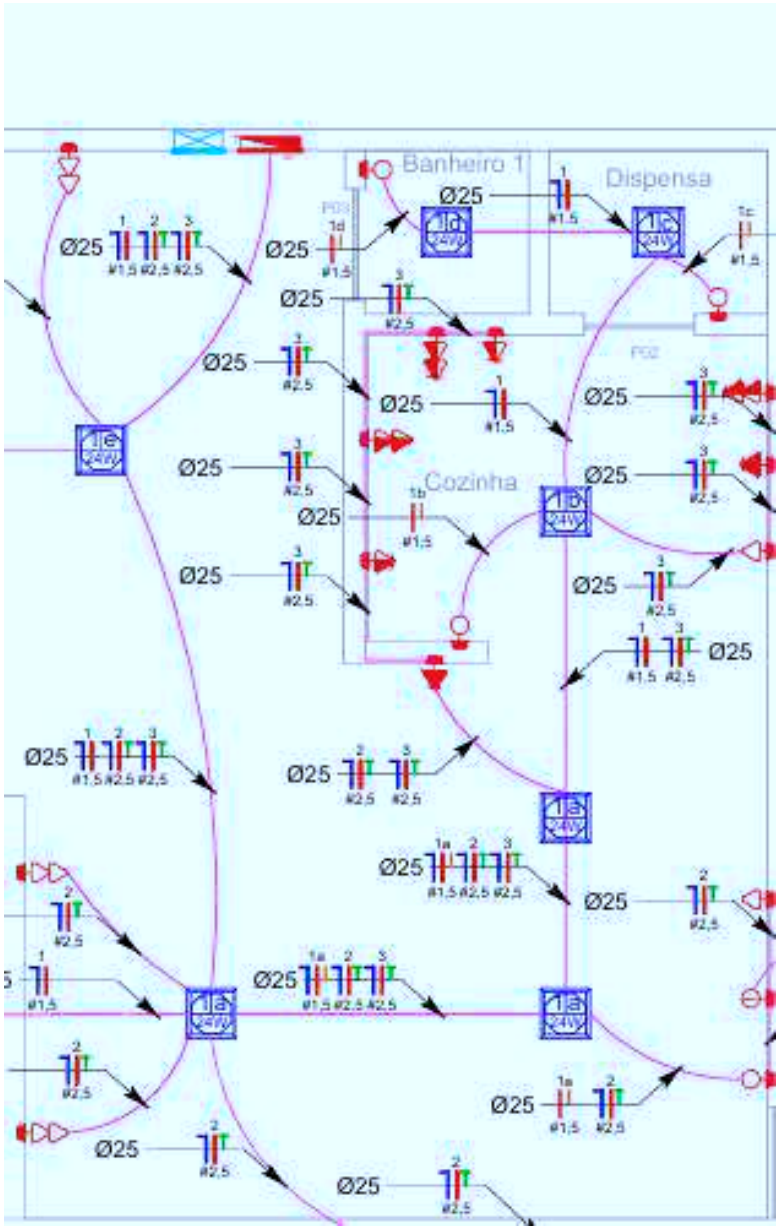
SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), simples e dupla, respectivamente, instalada a 0,30 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), simples e dupla, respectivamente, instalada a 1,10 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), simples e dupla, respectivamente, instalada a 2,20 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral
	Interruptor com 1, 2 e 3 seções, respectivamente, instalado a 1,10 m do piso acabado, em caixa 4x2
	Conjunto Interruptor com 1 e 2 seções com tomada monofásica 2P+T (10 A), instalada a 1,10 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral
1 a 24W	Caixa de PVC sextavada instalada no teto, para plafon de LED 24 W, circuito "1", comando "a"
	Eletroduto de PVC, embutido na parede ou teto: energia / comunicação / câmeras.
	Eletroduto de PVC, embutido no piso: energia / comunicação / câmeras.
1a Ø25	Circuito número 1: Condutores de neutro, fase, retorno e terra, respectivamente, embutidos em eletroduto de Ø25 mm
C: 32 A 3 kA 230 V	Disjuntor termomagnético monopolar DIN, curva "C", corrente nominal de 32 A, 5 kA, 415 V.
C: 40 A 5 kA 415 V	Disjuntor termomagnético tripolar DIN, curva "C", corrente nominal de 40 A, 5 kA, 415 V.
63 A 30 mA 415 V	Disjuntor Diferencial Residual (DR), bipolar, corrente nominal de 40 A, 30 mA, 415 V.
DPS 20 kA 275 V	Dispositivo de Proteção Contra Surtos (DPS), corrente nominal de 20 kA, 275 V.
	Tomada para internet (RJ45), instalado a 0,40 m do piso acabado, em caixa 4x2
	Tomada para antena de TV, instalado a 1,10 m do piso acabado, em caixa 4x2
	Quadro de Distribuição Energia (QD) 380/220 V, instalado a 1,70 m do piso acabado
	Quadro de Distribuição de Comunicação, instalado a 1,50 m do piso acabado. Dim.: 60x60x10 cm
	Caixa de passagem de PVC 20x20 cm instalada no teto
CP 50x50x40	Caixa de passagem, retangular, em alvenaria, com 50x50x40 cm, instalada no piso.
	Refletor de led de 50 w.
	Motor bomba monofásico de 0,5 cv.
	Curva Horizontal 90º para Eletrocalha. Dimensões 100x50mm
a	Caixa de PVC 4x4 instalada na parede, para refletor de LED 20W,comando "a"

Fonte: Autoria própria, 2026

Para elaboração da planta elétrica, tomou-se como base a simbologia mostrada na Figura 5.5, onde se observam os principais elementos que compõem a instalação e faz com que os

equipamentos da instalação sejam alimentados de maneira correta. Na Figura 5.6, tem-se um trecho da instalação, onde é possível nesta figura, perceber com mais detalhes a simbologia dos pontos elétricos.

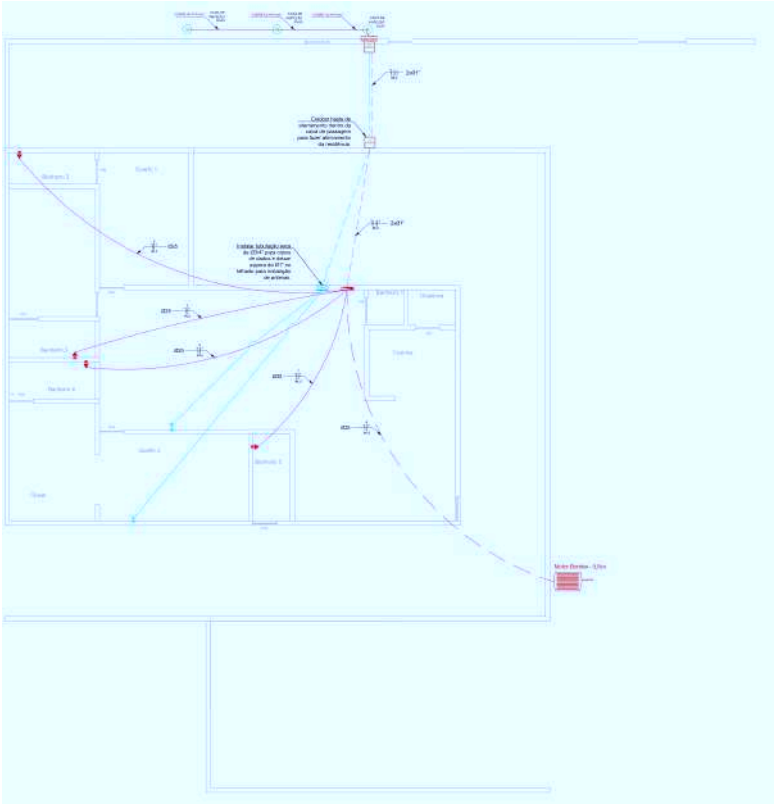
Figura 5.6: Trecho da planta elétrica.



Fonte: Autoria própria, 2025

A partir da Figura 5.6, pode-se observar com mais detalhes a simbologia dos pontos elétricos da instalação, percebendo quais tipos de condutores são utilizados, simbologia de tomadas de uso geral (TUG's), potência das lâmpadas, seção dos condutores e seção dos eletrodutos. Na figura 5.7, nota-se como estão distribuídas as tomadas de uso específico (TUE's) e tomadas de dados.

Figura 5.7: Planta de tomadas de uso específico.



Fonte: Autoria própria, 2026

A Figura 5.7, destaca com mais detalhes as tomadas de uso específico (TUE's), bem como, as tomadas de dados. Essas tomadas de uso específico tiveram papel relevante no projeto, pois a sua inserção acabou colocando a demanda da residência para a categoria trifásica T1, tendo que modificar o padrão de entrada de energia existente.

5.2 Quadro de cargas e diagramas unifilares

O quadro de cargas é bastante importante quando se está realizando um projeto elétrico, pois é a partir dele que se tem uma ideia do quantitativo de tomadas de uso geral, luminárias, tomadas de uso específico e de como ficou a divisão dos circuitos da instalação. A partir daí calcular a demanda da instalação de acordo com a potência instalada em Watts (W) e a potência aparente em volt-ampére (VA). No caso desse projeto que está contido neste relatório, o quadro de cargas referente ao projeto pode ser observado na Figura 5.8.

Figura 5.8: Quadro de cargas do quadro geral de baixa tensão (QGBT).

Nº do Circuito	TUGs (W)				TUE (W)		Total			Potência por Fase (VA)			Tensão Nominal	Corrente (A)		Condutores		Idisjuntor	Função	Carga	Fase
	24	50	100	600	368	6.500	W	VA	FP	A	B	C	V	I_{carga}	$I_{transit.}$	Vivos	PE	A			
1	32	7	-	-	-	-	1.118	1.215	0,92	1.215	0	0	220	5,52	5,80	1,5	1,5	16	ILUM	ILUMINAÇÃO	A
2	-	-	34	-	-	-	3.400	3.696	0,92	0	3.696	0	220	16,80	17,64	2,5	2,5	20	TUG	TOMADAS CASA	B
3	-	-	7	3	-	-	2.500	2.717	0,92	0	0	2.717	220	12,35	12,97	2,5	2,5	20	TUG	TOMADAS COZINHA	C
4	-	-	-	-	-	1	6.500	6.500	1,00	6.500	0	0	220	29,55	31,02	4	4	32	TUE	CHUVEIRO 01	A
5	-	-	-	-	-	1	6.500	6.500	1,00	0	6.500	0	220	29,55	31,02	4	4	32	TUE	CHUVEIRO 02	B
6	-	-	-	-	-	1	6.500	6.500	1,00	0	0	650	220	29,55	31,02	4	4	32	TUE	CHUVEIRO 03	C
7	-	-	-	-	-	1	6.500	6.500	1,00	650	0	0	220	29,55	31,02	4	4	32	TUE	CHUVEIRO 04	A
8	-	-	-	-	1	-	368	368	1,00	0	368	0	220	1,67	1,76	4	4	32	TUE	MOTOR BOMBA - 0.5 CV	B
TOTAL	32	7	41	3	0	4	33.018	20.628	0,92	7715	10196	2717	380	50,17	52,67						
DEMANDA PREVISTA							19.616	19.616	0,92				380	29,80	31,29	6	6	40	-	QDG	ABC

Fonte: Autoria própria, 2026

Com o quadro de cargas bem definido é possível determinar quais são as seções mínimas dos condutores para cada circuito, bem como selecionar os disjuntores adequados para cada circuito, de acordo com a capacidade de condução de corrente, utilizando o método de referência B1 da Tabela 36, da ABNT NBR 5410:2004.

Para a construção do diagrama unifilar toma-se como base o quadro de cargas e sua representação é em forma de um diagrama unifilar, que mostra o valor em amperes do disjuntor de cada circuito, e os cabos de alimentação do disjuntor, como cada circuito da instalação está distribuído entre as fases, valor em amperes dos disjuntores de cada circuito, seção mínima dos condutores de cada circuito, além do Dispositivo Diferencial Rsidual (DR) e Dispositivo de Proteção Contra Surtos Elétricos (DPS). Além disso, a partir do cálculo da demanda é possível definir o ramal de conexão, ramal de entrada e o disjuntor geral da instalação.

5.3 Cálculo da demanda

Para a realização do cálculo da demanda do projeto tomou-se como base a NDU 001 (Energisa, 2024), considera-se a seguinte expressão para o cálculo da demanda em kVA

$$d(kVA) = d(kW)/0,92 \tag{5.6}$$

Onde 0,92 é o fator de potência adotado, para o cálculo da demanda em kW temos a seguinte expressão de acordo com a NDU 001 (Energisa, 2024)

$$d(kW) = d_1 + d2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7 \tag{5.7}$$

em que:

- d1 = demanda de iluminação e tomadas, em kW, calculada conforme os fatores de demanda da Tabela 5;
- d2 = demanda dos aparelhos para aquecimento de água (chuveiros elétricos, aquecedores, torneiras elétricas etc.), em kW, calculada conforme Tabela 6;
- d3 = demanda de secadores de roupa, forno de micro-ondas, máquinas de lavar louça e hidromassagem, em kW, calculada conforme Tabela 7;
- d4 = demanda de fogões e fornos elétricos, em kW, calculada conforme Tabela 8;
- d5 = demanda dos aparelhos de ar-condicionado tipo janela ou centrais individuais, em kW, calculada conforme Tabelas 10 e 11;
- d6 = demanda dos motores elétricos e máquinas de solda tipo motor gerador, em kW, conforme Tabelas 12 e 13;
- d7 = demanda de máquinas de solda a transformador e aparelhos de Raios-X, em kW, calculada conforme Tabela 14.

De acordo com o quadro de cargas da figura 5.8, a demanda do projeto em kW é dada por

$$d(kW) = d_1 + d_2 + d_6 \tag{5.8}$$

Utilizando a potência total de cada circuito do quadro de cargas e aplicando os fatores de demanda das tabelas 5, 6, 12 e 13 NDU 001 (Energisa,2024), obteve-se a demanda total apresentada na tabela 5.2.

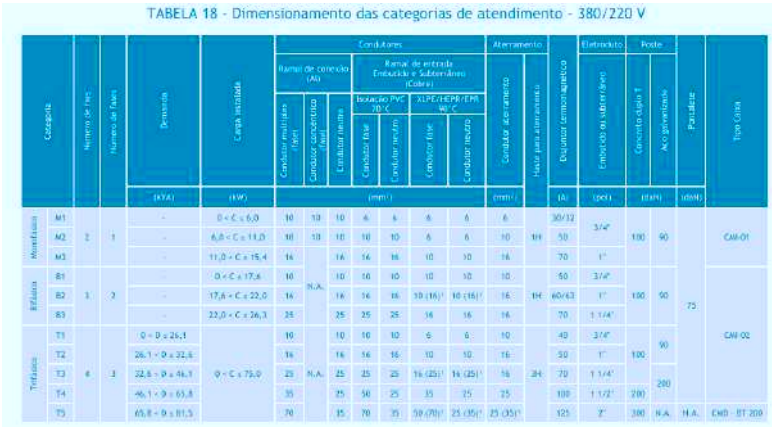
Tabela 5.2: Demanda da instalação.

Carga	Potência total (kW)	Fator de demanda (FD)	Demanda (kW)	Demanda (kV
TUG's e ILUM	7,018	35%	2,456	2,67
4 TUE's - Chuveiro	26,000	66%	17,160	18,65
1 TUE- Motor bomba	368	-	-	0,91
Total			**19,62**	**22,63**

Fonte: Autoria própria, 2025

Após o cálculo da demanda, verifica-se em que faixa de demanda a instalação se enquadra, conforme a tabela 18 da NDU 001 (Energisa, 2024), que pode ser observada na Figura 5.9.

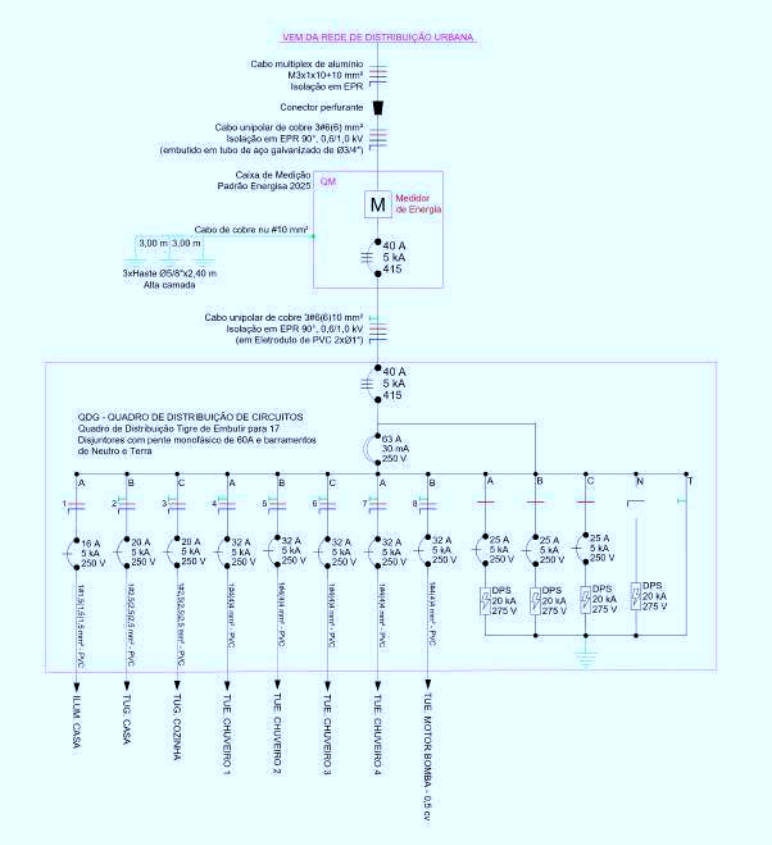
Figura 5.9: Tabela 18 da NDU 001 da Energisa Paraíba.



Fonte: NDU 001 Energisa Paraíba

Com a demanda calculada em 19,62 kW, dividindo essa demanda pelo fator de potência 0,92, e somando com a demanda do motor de 0,5 cv que é de 0,91 kVA, temos que a demanda da instalação em kVA é de 22,63 kVA. Dessa forma, de acordo com a tabela da Figura 5.9, a instalação se enquadra na categoria trifásica T1. A partir dessa classificação podemos elaborar o projeto do padrão de entrada que contém os ramais de conexão e de entrada, para ser posteriormente aprovado pela concessionária local. O ramal de conexão será composto por condutores 3#10(10) mm^2, ou seja, composto por 3 condutores de fases e 1 neutro, todos em Alumínio (Al) e isolação XLPE/HEPR/EPR. Já o ramal de entrada será composto por condutores 3#6(6)10 mm^2, 3 fases, 1 neutro e o terra, todos em Cobre (Cu), com isolação em XLPE/HEPR/EPR, com eletroduto em PVC de ϕ 3/4" de polegadas. O disjuntor geral é do tipo termomagnético tripolar de 40 A. Por fim, o condutor de aterramento é de 10 mm^2, sendo necessária 3 hastes de 2,40 m para fazer o aterramento. A figura 5.10, apresenta em detalhes de como é o diagrama unifilar do quadro geral de baixa tensão, incluindo o ramal de entrada e o disjuntor geral.

Figura 5.10: Diagrama unifilar do quadro geral de baixa tensão.

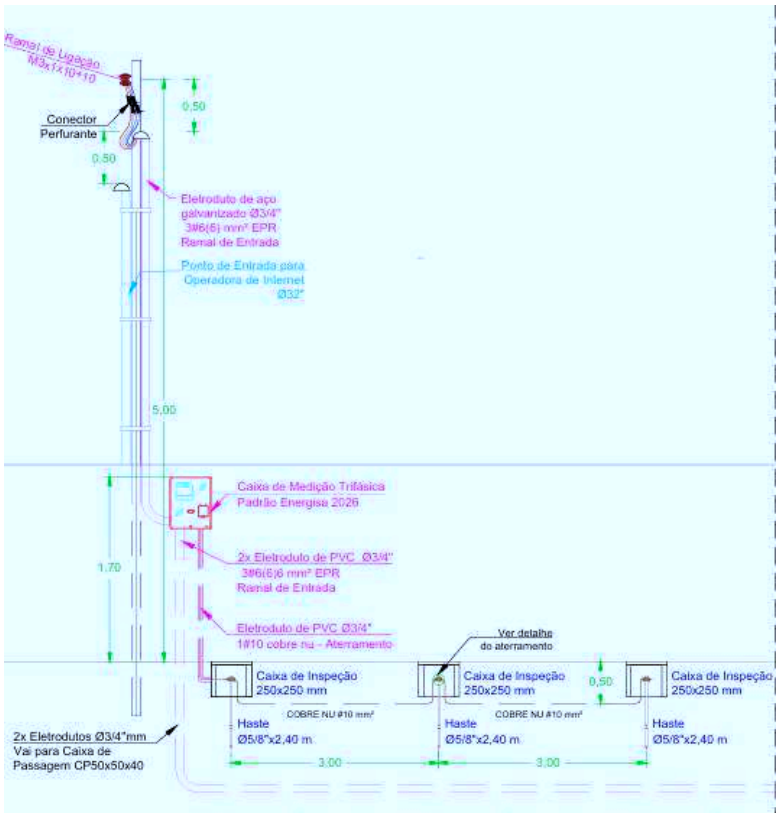


Fonte: Autoria própria, 2026

A partir do diagrama unifilar da Figura 5.10, verifica-se o valor em amperes do disjuntor termomagnético tripolar que é de 40 A, a seção dos cabos que alimenta o disjuntor é de 6 mm^2, onde essa seção é definida de acordo com a tabela 18 NDU 001 (Energisa, 2024), é possível perceber também como está a divisão dos circuitos, a seção em mm^2 dos condutores de cada circuito, bem como, o valor nominal em amperes do Dispositivo Diferencial Residual (DR), que visa proteger pessoas contra choques elétricos e possui corrente diferencial-residual nominal I_{Δ_n} igual ou inferior a 30 mA, bem como os Dispositivos de Proteção Contra Surtos Elétricos (DPS) que protege a instalação de sobrecargas no sistema.

Todos os circuitos de TUG's e TUE's estão a jusante do DR. De acordo com a ABNT NBR 5410:2004 o valor do DR é definido como sendo o valor de corrente maior ou igual ao disjuntor que está a jusante do DR. De acordo com a NDU 001 (Energisa, 2024), este dispositivo tem como função seccionar um circuito sempre que observar fuga de corrente maior ou igual ao seu valor nominal. Por fim, tem-se o Dispositivo de Proteção Contra Surto Elétrico (DPS), que serve para proteger os circuitos contra sobre tensões transitórias na rede elétrica, desviando correntes de surto (CLAMPER, 2026).

Figura 5.11: Padrão de entrada da instalação



Fonte: Autoria própria, 2026

Com o padrão de entrada bem definido é possível submeter o projeto a Energisa, para possível aprovação e consequentemente troca do padrão de entrada monofásico M1 existente pelo padrão de entrada trifásico T1, conforme dimensionado neste projeto.

5.4 Projeto geração distribuída

Ao longo do estágio foi designado ao estagiário a realização de um projeto de geração distribuída para uma unidade consumidora localizada na cidade de Campina Grande - PB, conhecida como Residencial Paris. Esta unidade fica localizada na R. Absalão Emerenciano, Nº 295, Cruzeiro, Campina Grande - PB. A Figura 5.12, apresenta-se a fachada do residencial.

Figura 5.12: Fachada do Residencial Paris.



Fonte: Autoria própria, 2026

O residencial é uma unidade coletiva composto por 60 apartamentos mais o condomínio, possuindo dois quadros de medição, em que, no primeiro quadro fica um total de 30 medidores para os primeiros 30 apartamentos, e o segundo quadro fica um total de 31 medidores, sendo 30 para o restante dos apartamentos e 1 para o condomínio. O projeto da geração distribuída foi realizado para o condomínio, o quadro de medição onde está localizado o medidor do condomínio pode ser visto na Figura 5.13.

Figura 5.13: Centro de medição 2.



Fonte: Autoria própria, 2026

O medidor do condomínio possui um disjuntor de 100 A, possuindo motores de piscina, motor de portão, iluminação e tomadas, como cargas.

5.4.1 Análise de consumo e vistoria do local

Nesta etapa é feita a análise da fatura de energia do cliente para se ter uma previsão de quantos módulos fotovoltaicos devem ser utilizados no projeto, para isto se estuda o padrão de consumo do cliente, mas esta etapa foi feita pelos engenheiros da empresa, e ficou acordado que se colocasse uma quantidade de 25 módulos fotovoltaicos de 610 W no espaço pré-definido. Outro ponto importante que se leva em conta é a vistoria do local para saber se o local suporta a estrutura dos módulos fotovoltaicos, bem como, saber quantos módulos fotovoltaicos o local comporta. Para isto, são feitas imagens do local em que vão ser instalados os módulos, as imagens são feitas utilizando um drone. Na vistoria do local do projeto temos a seguinte imagem da Figura 5.14, onde seriam montados os módulos fotovoltaicos.

Figura 5.14: Vista do telhado.



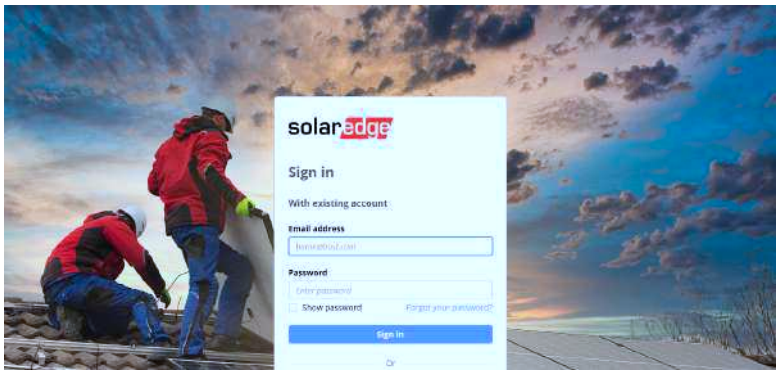
Fonte: Autoria própria, 2026

Com esta vista foi possível modelar no software SolarEdge Designer o sistema fotovoltaico e saber qual sua capacidade em kW.

5.4.2 Pré-projeto e apresentação ao cliente

Nesta etapa de posse das imagens feitas pelo drone do local onde vão ser instalados os módulos fotovoltaicos, é possível dimensionar a quantidade de módulos fotovoltaicos para o projeto, para isso, é utilizado o software SolarEdge Designer, que pode ser observado na figura 5.15.

Figura 5.15: Software SolarEdge Designer.



Fonte: SolarEdge Designer, 2026

A Figura 5.16, mostra como ficou a disposição dos módulos fotovoltaicos no telhado do residencial.

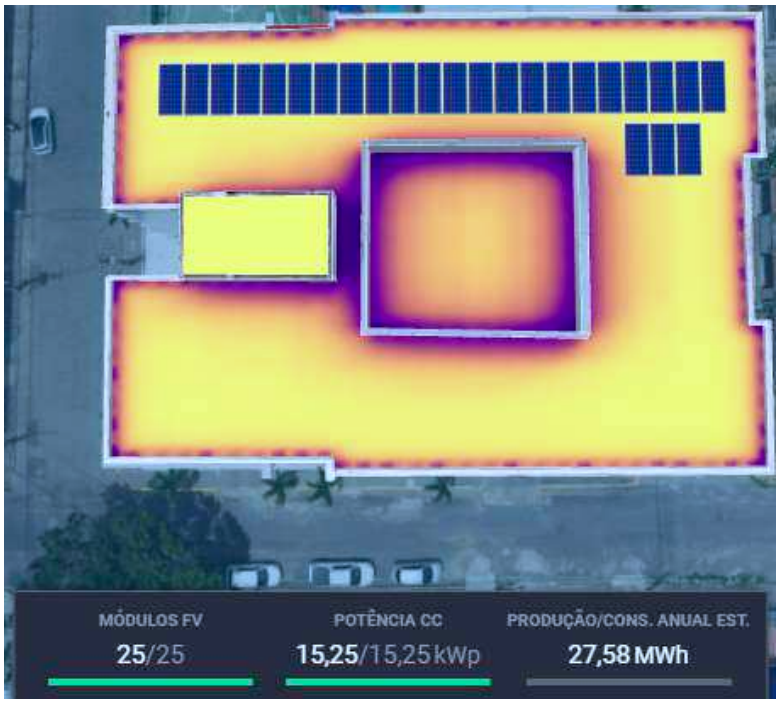
Figura 5.16: Vista do sistema sobre telhado.



Fonte: Autoria própria, 2026

A partir da Figura 5.17, percebe-se como ficou o sistema fotovoltaico, indicando um total de 25 módulos fotovoltaicos de 610 W cada, com uma potência de pico instalada de 15,25 kWp. Com esses dados, é possível definir o inversor adequado ao sistema fotovoltaico dimensionado. No software é também possível ver todos os pontos de sombreamento, para saber como dispor os módulos sem que haja perda na geração. Na figura 5.16, verifica-se quais são os principais pontos de sombreamento.

Figura 5.17: Possíveis pontos de sombreamento.



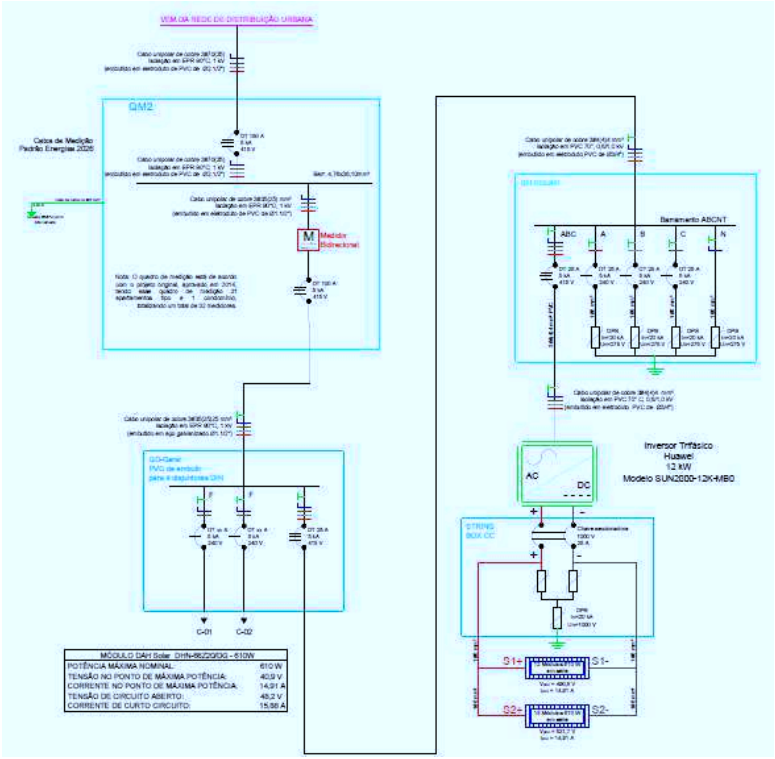
Fonte: Autoria própria, 2026

Com as imagens bem definidas do sistema é possível fazer uma proposta comercial para o cliente, para que se analise possíveis modificações, bem como, serve como base para os eletricistas que vão trabalhar na montagem do sistema.

5.4.3 Desenvolvimento do projeto

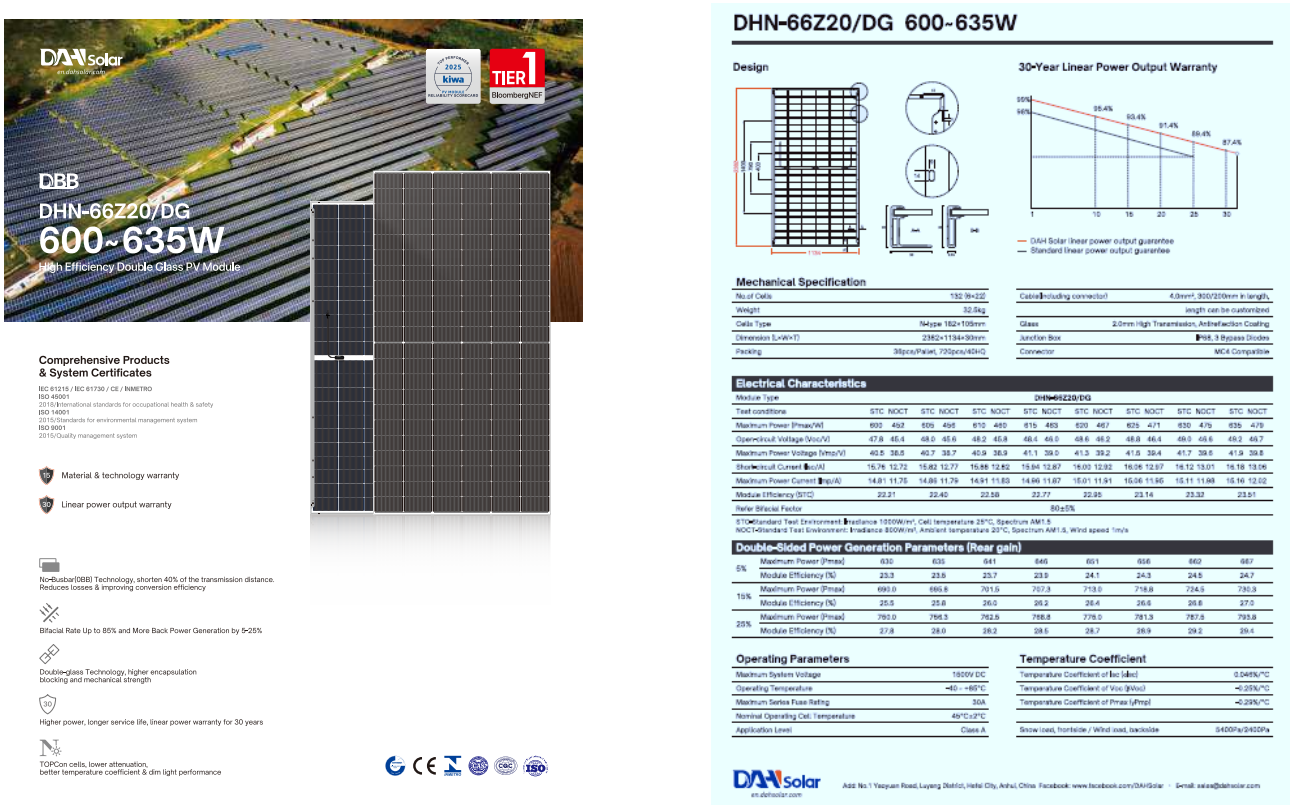
A elaboração do projeto se dá a partir do momento que o cliente aprova sua execução. Portanto, o projeto presente neste relatório teve como base a quantidade de módulos fotovoltaicos descritas anteriormente que é de 25 módulos. Com a carga instalada do sistema que é de 15,25 kWp, o diagrama unifilar que melhor representa o sistema é o da Figura 5.18. Com este diagrama é possível dar entrada na concessionária local no caso Energisa, para aprovação do projeto.

Figura 5.18: Diagrama unifilar das cargas.



Fonte: Autoria própria, 2026

A partir do diagrama unifilar da Figura 5.18, é possível perceber a quantidade de conjuntos de módulos fotovoltaicos associados em série, em que, esses conjuntos são denominados de *string*. O sistema possui 2 *strings*, a primeira string possui 12 módulos e a segunda 13 módulos. Um dos critérios para a composição da string é reunir a maior quantidade de módulos em série, de tal forma que a tensão total na saída da string não ultrapasse os limites de entrada CC do inversor (CREDER, 2022). Além disso, a utilização de duas strings foi definida com base nas especificações técnicas do inversor, uma vez que, conforme o seu datasheet, cada MPPT (*Maximum Power Point Tracking*) opera com tensões de entrada compreendidas entre 200 V e 1000 V. O datasheet do módulo utilizado no projeto pode ser visualizado na Figura 5.19.



(a) Vista frontal do módulo. (b) Informações técnicas.

Figura 5.19: Datasheet do módulo fotovoltaico.

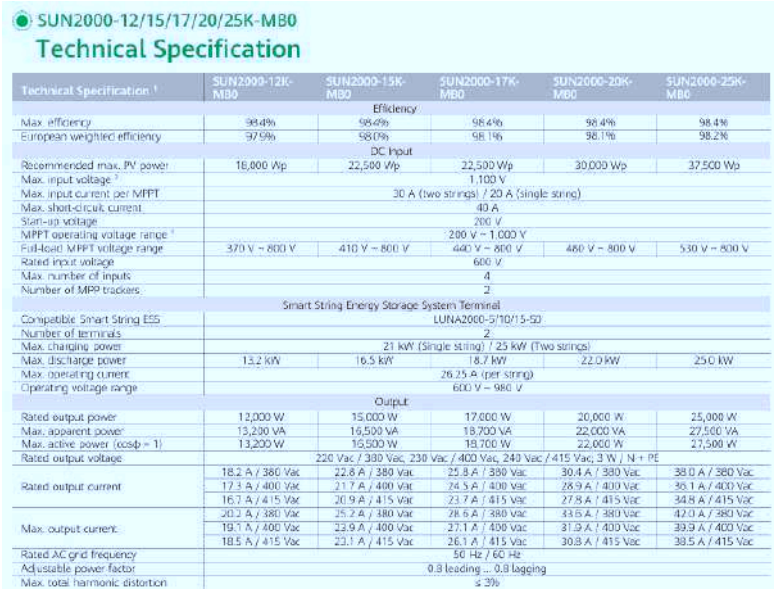
Fonte: DAH Solar, 2026.

Como cada módulo possui tensão de 40,9 V no ponto de máxima potência, então só uma *string* de 25 módulos daria 1022,5 V o que violaria a condição de entrada em cada MPPT do inversor.

O diagrama unifilar serve também para perceber como as *strings* se conectam com a *stringbox*, que é a proteção do sistema contra descargas atmosféricas, e fica no lado de corrente-contínua (CC) do inversor. A *stringbox* possui um conjunto de Dispositivo de Proteção Contra Surtos Elétricos (DPS) nos quais se conectam os pólos positivos e negativos do sistema fotovoltaico que vem através dos cabos, sendo S1+ e S2+ os polos positivos, e S1- e S2- os polos negativos. A saída em corrente alternada CA do inversor se conecta com o quadro CA, que contém o disjuntor de proteção do sistema, bem como, os seus respectivos dispositivos DPS.

O inversor escolhido foi o da Huawei modelo SUN2000-12K-MBO, embora seja um inversor de 12 kW, este inversor consegue trabalhar até 18 kW na saída CA, conforme datasheet do inversor representado na Figura 5.20. Como a potência máxima do sistema é de 15,25 kWp, então ele atende a esta potência.

Figura 5.20: Datasheet do inversor.



SUN2000-12/15/17/20/25K-M80

Technical Specification

Technical Specification [1]	SUN2000-12K-M80	SUN2000-15K-M80	SUN2000-17K-M80	SUN2000-20K-M80	SUN2000-25K-M80
Efficiency					
Max. efficiency	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%	98.4%
European weighted efficiency	97.9%	98.0%	98.1%	98.1%	98.2%
DC Input					
Recommended max. PV power	18,000 Wp	22,500 Wp	22,500 Wp	30,000 Wp	37,500 Wp
Max. input voltage [3]	1,100 V				
Max. input current per MPPT	30 A (two strings) / 20 A (single string)				
Max. short-circuit current	40 A				
Start-up voltage	200 V				
MPPT operating voltage range [4]	200 V – 1,000 V				
Full-load MPPT voltage range	370 V – 800 V	410 V – 800 V	440 V – 800 V	480 V – 800 V	530 V – 800 V
Rated input voltage	600 V				
Max. number of inputs	4				
Number of MPP trackers	2				
Smart String Energy Storage System Terminal					
Compatible Smart String ESS	LUNA2000-5/10/15-S0				
Number of terminals	2				
Max. charging power	21 kW (Single string) / 25 kW (Two strings)				
Max. discharge power	13.2 kW	16.5 kW	18.7 kW	22.0 kW	25.0 kW
Max. operating current	26.25 A (per string)				
Operating voltage range	600 V – 980 V				
Output					
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W	25,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA	27,500 VA
Max. active power (cosφ = 1)	13,200 W	16,500 W	18,700 W	22,000 W	27,500 W
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 240 Vac / 415 Vac; 3 W / N + PE				
Rated output current	18.2 A / 380 Vac	22.8 A / 380 Vac	25.8 A / 380 Vac	30.4 A / 380 Vac	38.0 A / 380 Vac
	17.3 A / 400 Vac	21.7 A / 400 Vac	24.5 A / 400 Vac	28.9 A / 400 Vac	36.1 A / 400 Vac
	16.1 A / 415 Vac	20.9 A / 415 Vac	23.7 A / 415 Vac	27.8 A / 415 Vac	34.8 A / 415 Vac
Max. output current	20.2 A / 380 Vac	25.2 A / 380 Vac	28.6 A / 380 Vac	33.6 A / 380 Vac	42.0 A / 380 Vac
	19.1 A / 400 Vac	23.9 A / 400 Vac	27.1 A / 400 Vac	31.9 A / 400 Vac	39.9 A / 400 Vac
	18.5 A / 415 Vac	23.1 A / 415 Vac	26.1 A / 415 Vac	30.8 A / 415 Vac	38.5 A / 415 Vac
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz				
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging				
Max. total harmonic distortion	≤ 3%				

Fonte: Huawei, 2026

Para saber qual tipo de disjuntor utilizar para a proteção do sistema, deve-se calcular o valor da corrente a partir da máxima potência ativa de saída do inversor. A Figura 5.19, mostra o datasheet que contém essa potência que é de 13.200 W, como o medidor do condomínio é de 100 A então o sistema é trifásico, portanto, a corrente é calculada de acordo com a expressão abaixo. Considerando $\cos\phi = 1$.

$$\mathrm{I} = \frac{\mathrm{P}}{\sqrt{3} \times 380 \times \cos\phi} \tag{5.9}$$

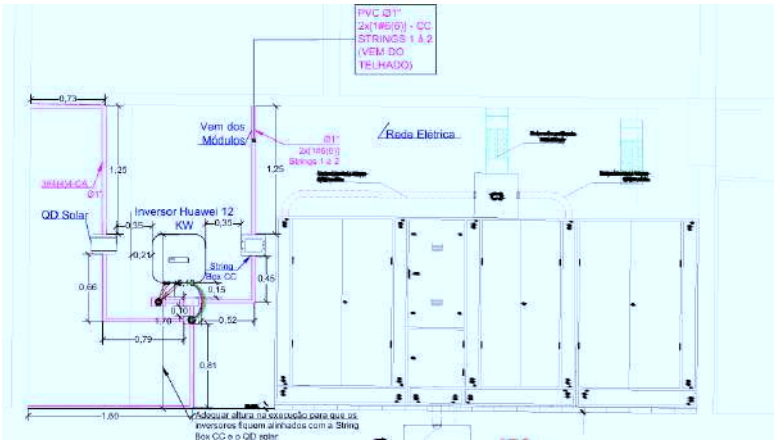
$$= \frac{13.200}{\sqrt{3} \times 380 \times 1} \tag{5.10}$$

$$= 20{,}1 \text{ A} \tag{5.11}$$

De acordo com o método de referência B1 para capacidade de condução de corrente da tabela 36 da ABNT NBR 5410:2004, para condutores com isolação em PVC, foram adotados os condutores com seção mínima de 4 mm², ou seja #4(4)4 mm² para os condutores de fase, neutro e terra, pois pelo método de referência B1 estes conseguem conduzir até 28 A. Assim, foi utilizado um disjuntor termomagnético tripolar de 25 A e seus respectivos dispositivos DPS. Após a determinação do disjuntor do quadro CA, existe uma outra etapa que é a do levantamento do material para a execução do projeto. Os módulos fotovoltaicos, as estruturas de fixação dos módulos e inversor foram adquiridos pelos engenheiros da empresa.

O estagiário ficou responsável por fazer o levantamento do material a ser utilizado para a montagem do sistema que compõem o inversor, quadro CA e stringbox. Para isso foi feito pelo estagiário um esboço antes no software AutoCAD, para se ter uma ideia de como ficariam as conexões do sistema, o desenho feito no AutoCAD percebe-se onde seria montado o sistema, que pode ser visto na Figura 5.21.

Figura 5.21: Desenho do sistema



Fonte: Autoria própria, 2026

A Figura 5.21, mostra como ficou em detalhes o sistema onde iria ficar o inversor, este desenho é importante para se ter uma ideia do quantitativo de material que seria gasto. Consequentemente, foi designado ao estagiário realizar o levantamento da quantidade de material e seus respectivos preços.

Para isso, foi feita a cotação do material junto as lojas especializadas da cidade, e a partir daí fazer um levantamento do gasto total, pois é muito importante em um projeto de engenharia os custos associados a sua execução. Depois de ter feito a cotação do material junto aos vendedores das lojas, foi colocado em uma planilha o detalhamento do orçamento. A planilha pode ser vista na figura 5.22.

Figura 5.22: Planilha de materiais e preços.

Item	Descrição	Marca	Quant.	Unid.	Valor Unitário	Subtotal
	TUBOS E CONEXÕES					
1	ELETRODUTO BRANCO 1	INPOL	7	unid	20,92	146,44
2	JOELHO/COTOVELO BRANCO 1	INPOL	11	unid	4,63	50,93
3	LUVA BRANCA ENCAIXE 1	INPOL	8	unid	2,02	16,16
4	TAMPA CEGA BRANCA 1	INPOL	4	unid	3,21	12,84
5	ABRAC BRANCA 1	INPOL	12	unid	0,75	9,00
6	ADAPT BRANCO 1	INPOL	15	unid	1,14	17,10
7	PRENSA CABO 1 CZ	LUKMA	1	unid	5,76	5,76
8	PRENSA CABO V2 CZ	LUKMA	0	unid	2,30	0,00
9	CX CONDULETE 7 ENTRADAS BC 1	INPOL	4	unid	8,07	32,28
10	CONECTOR BOX RETO BRANCO 1	INPOL	6	unid	3,05	18,30
11	CONECTOR PERFURANTE	TAF	4	unid	8,52	34,08
12	Outros		1	unid	0,00	0,00
	TOTAL DO MATERIAL (R$)					342,89
	QUADRO CA					
1	QD DISTRIBUIÇÃO SOBREPOR 12 DIN PROCTIBOX BC	KRONA	1	unid	100,50	100,50
2	BARRAM NEUT 12 PAR C/BASE AZUL FIX TRILH	ROHDINA	1	unid	10,35	10,35
3	BARRAM TERR 12 PAR C/BASE VERDE FIX TRILH	ROHDINA	1	unid	10,36	10,36
4	BARRAM TERR 12 PAR C/BASE VERDE FIX PARAF	ROHDINA	1	unid	10,45	10,45
5	BARRAM PENTE 3P 12 POLOS 63 AMP	ROHDINA	1	unid	31,50	31,50
6	BARRAM PENTE 1P 12 POLOS 63 AMP	ROHDINA	1	unid	10,90	10,90
7	DISJ TRIF 3P 25 A C 3000 A	SCHNEIDER	2	unid	56,55	113,10
8	DPS CLAMPER FRONT V 275 V 20 kA	CLAMPER	5	unid	35,19	175,95
9	Outros			unid	0,00	0,00
	TOTAL DO MATERIAL (R$)					463,11
	CABOS					
1	CABO FLEX 4MM AZ BOBINA COBRECOM	COBRECOM	20	MT	3,32	66,40
2	CABO FLEX 4MM VM BOBINA COBRECOM	COBRECOM	20	MT	3,32	66,40
3	CABO FLEX 4MM VD BOBINA COBRECOM	COBRECOM	22	MT	3,32	73,04
4	CABO FLEX 4MM PT BOBINA COBRECOM	COBRECOM	20	MT	3,32	66,40
5	CABO FLEX 4MM BC BOBINA COBRECOM	COBRECOM	20	MT	3,32	66,40
6	Outros		1	unid	0,00	0,00
	TOTAL DO MATERIAL (R$)					338,64
	ATERRAMENTO					
1	CX DE INSPEÇÃO ATERR. CONICA	POLIX	1	unid	3,40	3,40
2	HASTE DE ATERRAM 10,00MM X 1,9MM	TAF	1	unid	14,30	14,30
3	MASSA P/CALAFETAR ELASTOMERICA 350 G	PULVITEC	0	unid	12,70	0,00
4	GRAMPO P/HASTE GTDU REFORCADO 3/4	BETEL	1	unid	12,70	12,70
5	Outros		1	unid	0,00	0,00
	TOTAL DO MATERIAL (R$)					30,40
	RESUMO					
1	Tubos e conexões		1	unid	342,89	342,89
2	Quadro CA		1	unid	463,11	463,11
3	Cabos		1	unid	338,64	338,64
4	Aterramento		1	unid	30,40	30,40
	TOTAL DO MATERIAL (R$)					1.175,04

Fonte: Autoria própria, 2026

5.4.4 Montagem do sistema

Após o levantamento de todo material necessário para a realização do projeto, é dado início a última etapa do projeto, que é a sua montagem tanto do sistema que compõe o inversor quanto a dos painéis fotovoltaicos. Em primeiro lugar se deu início a montagem do sistema que compõe o inversor, no local pré determinado. Na Figura 5.23, observa-se o eletricista da empresa fazendo a montagem dos equipamentos.

Figura 5.23: Montagem do sistema do inversor.



Fonte: Autoria própria, 2026

Durante a montagem do sistema que compõe o inversor alguns imprevistos acabaram surgindo, entre eles a realização das conexões que se utilizava joelho de 1"polegada, Logo teve que se mudar o layout de montagem. O sistema montado com o novo layout pode ser visto na Figura 5.24. na qual podem ser observados o quadro CA, Inversor, Stringbox e todas as conexões de PVC por onde passam os cabos CC e os cabos do quadro CA.

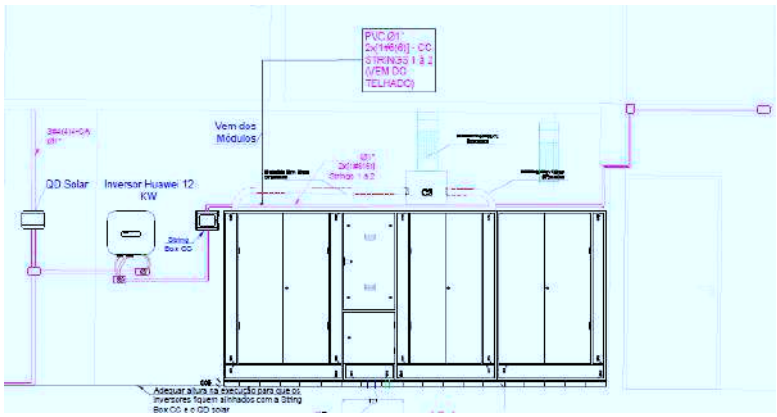
Figura 5.24: Sistema montado.



Fonte: Autoria própria, 2026

Com a mudança do layout houve também uma atualização do desenho feito no AutoCAD, essa atualização na engenharia é chamada de *As Built*, ou seja, significa fazer o desenho novamente de acordo de como foi construída a montagem no local. Essa atualização do desenho em AutoCAD pode ser vista na Figura 5.25.

Figura 5.25: Desenho do sistema atualizado.



Fonte: Autoria própria, 2026

Por fim houve a montagem dos módulos fotovoltaicos sobre a estrutura do telhado da edificação, essa etapa teve que ser bastante cuidadosa visto que o telhado tinha pontos frágeis. Então, após o término da montagem do sistema, ele foi posteriormente conectado ao sistema que compõem o inversor através da stringbox e cabos CC que vem dos módulos fotovoltaicos.

A figura 5.26, mostra os eletricistas da empresa montando os módulos fotovoltaico no telhado da edificação.

Figura 5.26: Montagem do sistema.



Fonte: Autoria própria, 2026

5.5 Atividade de campo

Durante a realização do estágio, foi solicitado ao estagiário auxiliar no processo de levantamento de dados de resistividade do solo, com o objetivo de os engenheiros da empresa projetar uma malha de aterramento para uma torre de transmissão de 230 kV da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), localizada na Rua Mário Rodrigues Coura, nº 588, Serrotão, Campina Grande-PB. A torre pode ser vista na Figura 5.27.

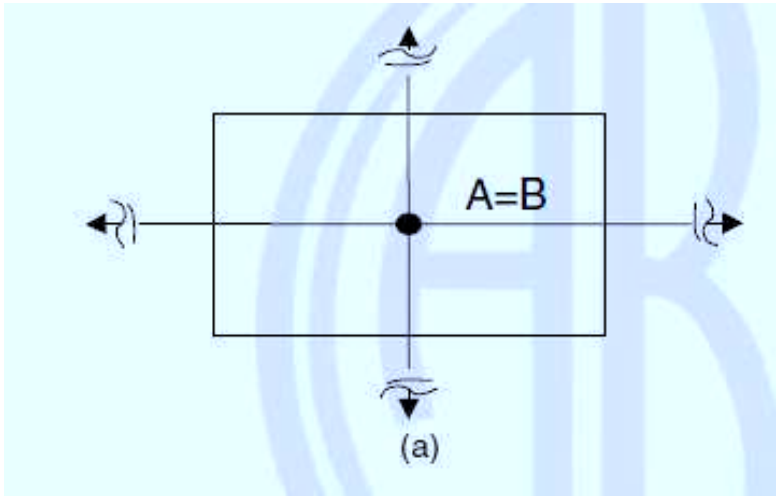
Figura 5.27: Torre de transmissão.



Fonte: Arcevo próprio, 2025

O terreno onde a torre se encontra é um terreno que tem 20mx20m, possuindo uma área de 400 m², portanto de acordo com a tabela apresentada na Figura 4.9, o número de linhas de medição será 2. Além disso, de acordo com os croquis em função da área do terreno apresentado na Figura 4.10, o croqui utlizado é o da letra (a) da ABNT NBR 7117:2012, que está representado na Figura 5.28.

Figura 5.28: Linhas de medição.



Fonte: NBR 7117, 2012

Temos logo abaixo todo o material que foi utilizado para fazer as medições de resistividade do solo.

- Terrômetro HI-TECH-HTTR-02.
- Hastes de aterramento.
- Condutores elétricos.
- Fita métrica.

Ao chegar ao local onde seriam feitas as medições, observou-se que o terreno era pedregoso, ou seja, apresentava uma quantidade consíderável de pedras, então se traçou a primeira linha um pouco acima do centro do terreno, a linha de medição A foi traçada como pode ser visto na Figura 5.29.



(a) Linha de medição A primeira parte.



(b) Linha de medição A segunda parte.

Figura 5.29: Linha de medição A

A Figura 5.30, mostra a construção da linha de medição B, para a realização de medição de resistividade do solo. Tanto para a linha de medição A quanto para a linha de medição B, as hastes foram colocadas a 8 m de distância do ponto central, pos a partir de 8 m já não se conseguia cravar as haste no solo, devido ao terreno ser muito pedregoso nesta parte.



(a) Linha de medição B primeira parte.



(b) Linha de medição B segunda parte.

Figura 5.30: Linha de medição B

Após traçar a primeira linha de medição, foram medidos 30 cm em cada haste de aterramento e demarcada, pois este foi o valor designado pelo engenheiro responsável para ser cravada abaixo do solo. Como pode ser visto na Figura 5.31.

Figura 5.31: Comprimento da haste.



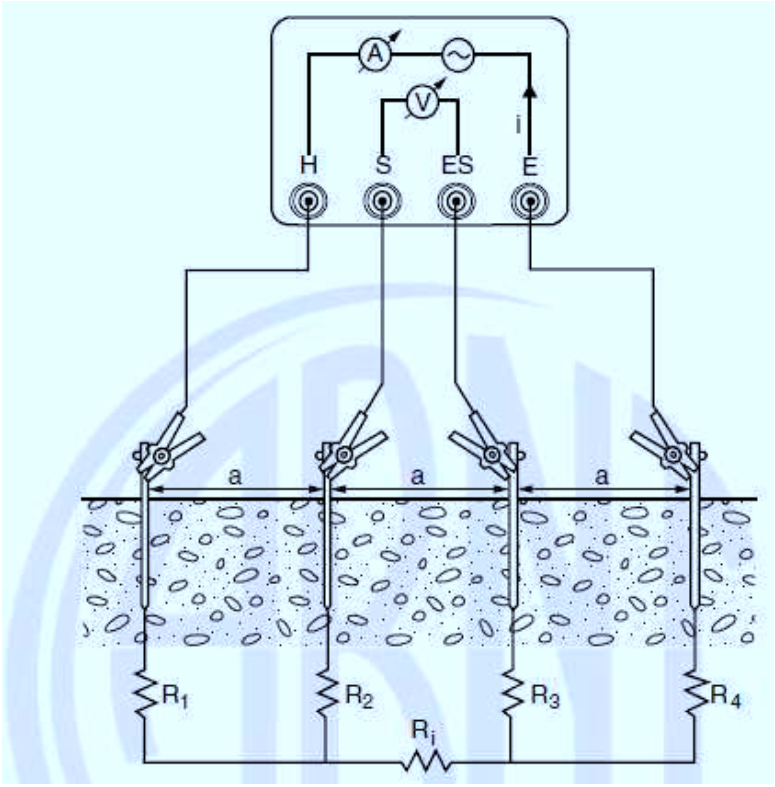
Fonte: Autoria própria, 2025

Passando toda fita métrica na primeira linha de medição e tendo feito as marcações nas hastes, a próxima etapa foi a disposição das hastes de aterramento de acordo com o Arranjo de Wenner.

5.5.1 Aplicação do método de Wenner

Como foi mostrado anteriormente na Figura 4.8, o arranjo de Wenner consiste de quatro hastes de aterramento separadas pela mesma distância. Além disso, foi colocado os eletrodo de tensão e corrente nas hastes através do terrômetro, de acordo com a ABNT NBR 7117:2012 o arranjo com o terrômetro fica de acordo como é mostrado na Figura 5.32.

Figura 5.32: Haste de aterramento.



Fonte: NBR 7117, 2012

Os eletrodo H e E são onde circula corrente e os eletrodos E e ES circula uma diferença de potencial, onde as resistências R1, R2, R3 e R4 são do eletrodos auxiliares e Ri é a resistencia oferecida a uma determinada profundidade das hastes. Então o método de Wenner foi aplicado na primeira linha de medição como pode ser visto na Figura 5.33.

Figura 5.33: Arranjo de Wenner montado.



Fonte: Autoria própria, 2025

Variando a distância das hastes de corrente e tensão, se obteve os valores de resistência para as distâncias de acordo com a tabela a seguir.

Tabela 5.3: Resistências medidas no terreno nas direções da linhas imaginárias A e B.

a (m)	**A**	**B**
0.5 m	360 Ω	384Ω
1 m	283 Ω	83,1 Ω
2 m	43,7 Ω	84,1 Ω
4 m	8,38 Ω	6520 Ω
6 m	1246 Ω	2220 Ω
8m	21,7 Ω	81,8 Ω

Fonte: Autoria própria, 2026

Aplicado a equação 4.5, para o cálculo da resisitividade do solo em função do espaçamento entre as haste e da profundidade das hastes, obtemos os seguintes valores.

Tabela 5.4: Resistividade do solo medidas no terreno nas direções da linhas imaginárias A e B.

a (m)	**A**	ρ **(Ω.m)**	**B**	ρ **(Ω.m)**
0.5 m	360 Ω	3,70x10^3	384Ω	3,95x10^3
1 m	283 Ω	2,91x10^3	83,1 Ω	855,37
2 m	43,7 Ω	449,82	84,1 Ω	865,66
4 m	8,38 Ω	86,26	6520 Ω	669,06
6 m	1246 Ω	1,82x10^4	2220 Ω	2,28x10^4
8m	21,7 Ω	216,16	81,8 Ω	841,98

Fonte: Autoria própria, 2026

Após a coleta destes dados de resistividade do solo, observase que na linha de medição A há um valor muito alto para o afastamento de 6m e na linha B também possui dois valores considerados altos que é o para o espaçamento de 4 m e espaçamento de 6 m, uma das razões para isso occorrer é que o solo é bastante heterogêneo e pedregoso, fazendo com que tenha pontos de maior resistividade. O tratametto final dos dados de resistividade do solo ficou a cargo dos engenheiros da empresa fazer esse tratamento desses valores de resistividade encontrado, utilizando um software específico, como também se analisar se era necessário fazer mais medições em dias distintos, para posteriormente analisar se o solo está apto para a realização do projeto da malha de aterramento para a torre de transmissão.

Capítulo 6

Conclusão

O estágio supervisionado se constitui como um componente curricular obrigatório para a conclusão do curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica da UFCG. Durante a realização do estágio, foi possível ter contato com profissionais experiente da área, proporcionando assim um aprendizado prático do que se aprende nas disciplinas do curso, e desenvolver novas habilidades que o mercado exige.

O estágio realizado na Dantas&Gomes Soluções Elétricas Ltda, permitiu a aplicação de algumas disciplinas da graduação, elas foram importantes para que os objetivos propostos pelo estágio fossem alcançados, pois permitiu o entendimento das aplicações em situações reais da Engenharia Elétrica, seja em projetos , em atividades de campo etc. entre as disciplinas que foram fundamentais para a relazição das atividades são: Circuitos Elétricos, Instalações Elétricas, Técnicas de Medição, Equipamentos Elétricos, Geração de Energia Elétrica. Além disso, o estágio proporcionou uma vivência diária do estagiário diante de situações reais da área, fazendo com que o estagiário ganhasse mais confiança ao executar atividades.

As atividades desenvolvidas no dia dia do estágio foi de grande importância, pois promoveu ao estagiário o desenvolvimento de novas habilidades técnicas, dentre elas, a realização de projetos elétricos em menor tempo a partir da elaboração de projetos elétricos utilizando o software AutoCAD, elaboração de projeto de geração distribuída utilizando o software SolarEdge Designer, independência na realização de tarefas através da realização de atividades de campo a partir de medições realizadas em campo para elaboração de um projeto de uma malha de aterramento.

O estágio também proporcionou o entendimento do cálculo do Fio B em faturas de energia, executar projetos em menor tempo, capacidade de trabalho em equipe, gestão de tempo e interpretação de normas técnicas. Além disso, o estágio proporcionou ao estagiário indentificar as dificuldades do dia dia do engenheiro eletricista e saber como superar essas dificuldades.

Por fim, o estágio supervisionado cumpriu seu papel de integrar o elo entre teoria e prática, fazendo com que o estudante esteja preparado para o exercício da profissão e preparado para enfrentar as dificuldades do dia dia do engenheiro eletricista, bem como fazer o estgiário enxergar de como exercer a profissão de forma ética.

Referências

[1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 5410:2004: Instalações elétricas de baixa tensão.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

[2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7117:2012: medição da resistividade e determinação da estratificação do solo.** Rio de Janeiro: ABNT, 2012.

[3] BRASIL. **Lei nº 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).

[4] CLAMPER. **O que é um DPS**? Lagoa Santa: CLAMPER, [s.d.]. Disponível em: https://clamper.com.br/o-que-e-dps/. Acessado em: 10 jun. 2026.

[5] ENERGISA. NDU 001 – Fornecimento de energia elétrica em tensão secundária a edificações individuais ou agrupadas em até três unidades consumidoras. Versão 7.0. João Pessoa, 2024.

[6] CREDER, Hélio. **Instalações elétricas.** 17 ed. Editora LTC, 2022, 392p.

[7] PINHO, J.T.; GALDINO, M.A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos.** Grupo de trabalho de energia solar-GTES. [S.I], 2014.

[8] MACÊDO, Ana Vitória de Almeida; COSTA, Edson Guedes da. *Guia de experimento: medição de resistência de um sistema de aterramento e de resistividade do solo.* Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Departamento de Engenharia Elétrica, Laboratório de Equipamentos Elétricos, 2014.

[9] MARIANO, J.D.A.; JUNIOR, J.U. **Energia Solar Fotovoltaica: Princípios fundamentais**. Ponta Grossa-PR: Atena editora, 2022.

[10] VILLALVA, M.G.; GAZOLI, J. R **Energia Solar Fotovoltaica: Conceitos e Aplicações - Sistemas Isolados e Conectados à Rede**. 1ª. ed. São Paulo: Érica/Saraiva, v.1, 2012.