



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

Rivanildo Alves Soares

Relatório de Estágio Supervisionado  
**MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA**

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2020

Rivanildo Alves Soares

Relatório de Estágio Supervisionado  
**MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA**

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

Orientador: Prof. Célio Anésio da Silva, D.Sc.

Campina Grande, Paraíba

Novembro de 2020

Rivanildo Alves Soares

Relatório de Estágio Supervisionado  
**MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA**

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

Aprovado em 05/11/2020

---

**Prof. Jalberth Fernandes de Araújo, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

---

**Prof. Célio Anésio da Silva, D.Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador

Campina Grande, Paraíba

Novembro de 2020

*Dedico este trabalho a todos que me inspiram e ensinam a ser um ser humano e profissional cada vez melhor: família, amigos e professores.*

# Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a minha mãe, Marilene, e a minha avó, Rita, que não mediram esforços para me proporcionar a oportunidade de caminhar com minhas próprias pernas, literalmente. Sem elas, tenho certeza de que não seria possível chegar onde cheguei.

A minha namorada Rakel, pelo apoio e ajuda na realização deste trabalho e por todos os momentos de felicidade, afeto, companheirismo e paciência nesses oito anos juntos (de muitos de virão).

Ao meu orientador, Prof. Célio Anésio, por todos os conhecimentos transmitidos, dentro e fora de sala de aula, pela paciência, amizade e atenção ao longo do curso e na construção deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de curso, agradeço pelos conhecimentos compartilhados e apoio durante toda a graduação. Em especial a José Domingos, José Patrício, Maurilio, Paulo Vitor e William Santos. Particularmente, sou grato pela amizade que construímos.

A todos que fazem parte do cotidiano da MCS Engenharia: André, Felipe, Izadora, Vinicius, Vítor, Dn. Socorro, Sr. Biu e Rinaldo. Obrigado pela troca de conhecimentos, pelo acolhimento e pela integração na equipe da MCS.

E por fim, agradeço à Universidade Federal de Campina Grande, por todo o suporte dado durando os cinco anos de curso. E a todos os profissionais que desta fazem parte, em especial os professores, por todo o conhecimento transmitido e ao setor de assistência social, por todo o apoio.

*Se fracassar, ao menos que fracasse  
ousando grandes feitos, de modo que a sua  
postura não seja nunca a dessas almas frias e  
tímidas que não conhecem nem a vitória nem a  
derrota.*

Theodore Roosevelt

# Resumo

Nesse relatório são descritas as principais atividades realizadas pelo estagiário Rivanildo Alves Soares, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande, durante o estágio supervisionado na empresa MCS Projetos Elétricos e Engenharia LTDA no período de 09 de março de 2020 a 09 de julho de 2020 com total de 530 horas. O estágio foi realizado no setor de projetos da empresa, sob a supervisão de Izadora Soares Cardoso. As principais atividades desenvolvidas dizem respeito à elaboração de projetos de instalações elétricas prediais, industriais e sistemas fotovoltaicos. Com a conclusão do estágio, o estagiário conseguiu aprofundar conhecimentos técnicos obtidos durante a graduação e obteve considerável evolução profissional, tornando-o cada vez mais capaz e independente, permitindo-o entregar projetos com mais qualidade em um menor tempo.

**Palavras-chave:** Instalações Elétricas, Geração de Energia, MCS Projetos Elétricos.

# Abstract

This report describes the main activities carried out by the intern Rivanildo Alves Soares, majoring in Electrical Engineering at the Federal University of Campina Grande, during the supervised internship at MCS Projetos Elétricos e Engenharia LTDA from March 9, 2020 to July 9, 2020 with a total of 530 hours. The internship was carried out in the company's project sector, under the supervision of Izadora Soares Cardoso. The main activities carried out are related to the design of building electrical installations, industrial installations and photovoltaic systems. With the completion of the internship, the intern managed to deepen technical knowledge obtained during graduation and obtained considerable professional evolution, making him increasingly capable and independent, allowing him to deliver projects with more quality in a shorter time.

**Keywords:** Electrical Installations, Power Generation, MCS Projetos Elétricos.

## Lista de Ilustrações

Figura 1 - MCS Projetos Elétricos e Engenharia.....	14
Figura 2 – Principais serviços da MCS. ....	15
Figura 3 – Descrição dos símbolos utilizados no projeto residencial.....	18
Figura 4 – Trecho da planta de pontos elétricos.....	19
Figura 5 – Quadro de cargas do QD-AR. ....	19
Figura 6 – Quadro de cargas do QD-AG.....	20
Figura 7 – Quadro de cargas do QDG. ....	20
Figura 8 – Diagrama unifilar do QGD da residência.....	21
Figura 9 – Tabela 17 da NDU-001. ....	22
Figura 10 – Vistoria e coleta de informações das instalações da indústria. ....	24
Figura 11 – Cabeamento das máquinas. ....	25
Figura 12 – Casa de bombas.....	25
Figura 13 – Quadros de comando e distribuição. ....	26
Figura 14 – Conexão dos circuitos nos disjuntores. ....	26
Figura 15 – Descrição dos símbolos utilizados no projeto industrial.....	27
Figura 16 – Trecho da planta de pontos elétricos da indústria. ....	28
Figura 17 – Quadro de cargas do QDBM.....	28
Figura 18 – Quadro de cargas do QDMQ.....	29
Figura 19 – Quadro de cargas do QGBT.....	29
Figura 20 – Diagrama unifilar do QGBT. ....	30
Figura 21 – Subestação da indústria. ....	31
Figura 22 – Tabela 02 da NDU-002. ....	31
Figura 23 – Caixas de passagem existentes no condomínio.....	32
Figura 24 – Planta do projeto de interfonia. ....	34
Figura 25 – Edificação para instalação do sistema fotovoltaico. ....	35
Figura 26 – Projeto tridimensional do sistema fotovoltaico.....	36
Figura 27 – Planta elétrica de ligação entre os painéis fotovoltaicos.....	36
Figura 28 – Execução do projeto do sistema fotovoltaico.....	37
Figura 29 – Instalação do inversor. ....	37
Figura 30 – Parâmetros configurados exibidos no <i>display</i> do inversor.....	39
Figura 31 – Processo de substituição do medidor. ....	39

Figura 32 – Cabeçalho do <i>site</i> da MCS Projetos.....	40
Figura 33 – Algumas funcionalidades do <i>site</i> . ....	41
Figura 34 – Algumas funcionalidades do <i>site</i> . ....	42
Figura 35 – Portifólio de sistemas fotovoltaicos. ....	43

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1 - Dimensionamento do padrão de entrada da residência. ....	23
Tabela 2 – Divisão do condomínio em “Ilhas”. ....	33
Tabela 3 – Quadros das “Ilhas”. ....	33
Tabela 4 - Parâmetros de proteção do inversor exigidos pela Energisa. ....	38

# Sumário

<b>1. Introdução .....</b>	<b>13</b>
1.1 Objetivos .....	13
1.2 Estrutura do Relatório .....	13
<b>2. A Empresa .....</b>	<b>14</b>
<b>3. Atividades Desenvolvidas .....</b>	<b>17</b>
3.1 Projeto de Instalação Elétrica de uma Residência.....	17
3.1.1 Planta de Pontos Elétricos .....	17
3.1.2 Quadros de Carga e Diagramas Unifilares .....	19
3.1.3 Dimensionamento do Atendimento.....	21
3.2 Projeto de Instalações Elétricas de Máquinas de Uma Indústria .....	23
3.2.1 Vistoria das Instalações Preexistentes.....	23
3.2.2 Planta de Pontos Elétricos .....	27
3.2.3 Quadros de Carga e Diagramas Unifilares .....	28
3.2.4 Dimensionamento do Atendimento.....	30
3.3 Projeto de Interfonia de Um Condomínio Residencial .....	31
3.3.1 Visita ao Condomínio .....	32
3.3.2 Detalhes do Projeto .....	32
3.4 Projeto de Sistema de Energia Solar Fotovoltaica .....	34
3.5 Vistoria e Troca do Medidor em Sistemas Fotovoltaicos .....	38
3.6 Desenvolvimento do Site da Empresa.....	40
<b>4. Considerações Finais .....</b>	<b>44</b>
<b>Referências .....</b>	<b>45</b>

# 1. Introdução

Na etapa final da formação de um profissional, o estágio é essencial para proporcionar ao aluno, ainda durante o curso, experiências profissionais que o habilitam a atuar no mercado de trabalho. Assim, no estágio a atividade prática proporciona a aquisição de conhecimentos e experiências que apenas são possíveis por meio do contato diário com a rotina de um profissional com experiência de sua área. Tendo em vista essa necessidade, para obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), uma das etapas necessárias é a realização do estágio como componente curricular obrigatória.

Diante do exposto, o presente relatório tem como objetivo apresentar as principais atividades desenvolvidas pelo estudante de graduação Rivanildo Alves Soares durante o estágio, realizado como parte dos requisitos básicos para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia Elétrica. O estágio foi do tipo Supervisionado e foi realizado no setor de projetos elétricos da empresa MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA, sob a supervisão de Izadora Soares Cardoso, no período de 09 de março de 2020 a 09 de julho de 2020, com carga horária semanal de 30 horas, totalizando 530 horas.

## 1.1 Objetivos

O objetivo principal deste relatório é descrever as principais atividades desenvolvidas no ambiente da empresa, no período de Estágio Supervisionado.

## 1.2 Estrutura do Relatório

De forma resumida, no capítulo 1, foram apresentadas as principais características do ambiente no qual foi realizado o estágio e os seus objetivos.

No capítulo 2, apresenta-se as principais partes que constituem a MCS Projetos e Engenharia, com ênfase nos funcionários e principais segmentos de atuação da empresa concedente do estágio.

No capítulo 3, são descritas as principais atividades realizadas no durante todo o Estágio Supervisionado.

Por fim, no capítulo 4, são apresentadas as conclusões e dificuldades obtidas por meio da participação no Estágio Supervisionado.

## 2. A Empresa

A empresa MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA tem seu escritório localizado na rua Manoel Leonardo Gomes, 555, no bairro Jardim Paulistano, na cidade de Campina Grande, Paraíba. A Figura 1 apresenta a edificação onde está o escritório da empresa, que fica no piso térreo do imóvel.

Figura 1 - MCS Projetos Elétricos e Engenharia.



Fonte: RAMOS, 2019.

A MCS teve suas atividades iniciadas em maio de 2008 e atualmente conta com mais de 12 anos de experiência no mercado, sendo bem consolidada nas suas áreas de atuação. A empresa atua no desenvolvimento de projetos elétricos principalmente no Nordeste brasileiro, com foco principal nos estados da Paraíba (PB), Pernambuco (PE) e Rio Grande do Norte (RN).

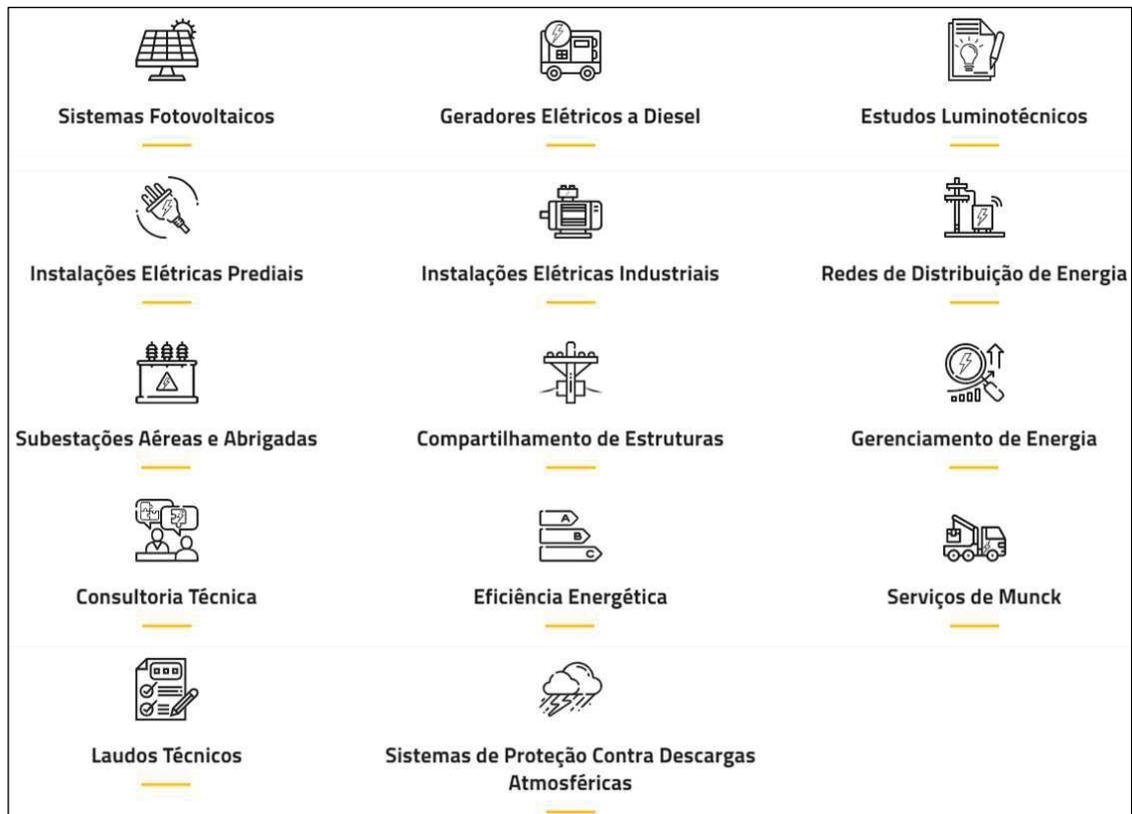
O portfólio da empresa é composto por projetos na área instalações elétricas prediais e industriais, de subestações, de instalações de geração própria de energia, de compartilhamentos de estruturas de postes, além de prestar consultorias. Algumas das principais atividades oferecidas pela empresa são listadas na Figura 2.

A equipe de trabalho da empresa é composta por oito pessoas, sendo uma administradora, um engenheiro eletricista, uma engenheira e um engenheiro eletricista júnior, um engenheiro de minas, dois técnicos em desenho e um estagiário. Além da equipe de trabalho própria, a empresa gera mais de 30 empregos indiretos a partir da contratação de eletricistas para a execução dos projetos elaborados.

A sócia administradora, é responsável por toda a administração da empresa. O engenheiro eletricista, que faz parte da empresa desde sua fundação, é o responsável técnico de todos os projetos executados pela empresa, presta serviços de consultoria e supervisiona os projetos

elaborados pelo demais funcionários. Além disso, ele também desenvolve projetos elétricos diversos, que na maior parte dos casos são mais complexos e que exigem mais conhecimento e experiência.

Figura 2 – Principais serviços da MCS.



Fonte: Autoria Própria.

A engenheira eletricista júnior também elabora projetos elétricos e de compartilhamento de estruturas. No entanto, suas principais atividades se dão no controle do setor financeiro, intermediação na compra de materiais para execução de projetos e pelas solicitações encaminhadas às concessionárias de energia.

O engenheiro eletricista júnior é responsável, principalmente, pela elaboração de projetos na área de geração de energia solar fotovoltaica, bem como pelo acompanhamento das obras relacionadas a tais projetos a ao acompanhamento periódico do funcionamento e da geração de cada sistema instalado. Além disso, também desenvolve projetos diversos sempre que necessário, como projetos de instalações elétricas prediais e industriais.

O engenheiro de minas, que também tem formação técnica em telecomunicações, é responsável por atividades de georreferenciamento e topografia de imagens e mapas, de modo a identificar pontos em estradas e terrenos nos quais as instalações elétricas estão presentes ou serão inseridas. Ele desenvolve, ainda, projetos de compartilhamento de estruturas.

Os técnicos em desenho são responsáveis pela elaboração de diagramas elétricos e projetos de compartilhamento de estruturas. Além disso, um deles também é o responsável por todos os serviços de caminhão *munch* prestados pela empresa.

O estagiário é responsável, principalmente, pela elaboração de projetos de instalações elétricas prediais e industriais e de sistemas de geração solar fotovoltaica, sob supervisão de um dos profissionais capacitados da empresa, especificamente, da engenheira júnior, Izadora Soares Cardoso.

## 3. Atividades Desenvolvidas

No presente capítulo, as principais atividades desenvolvidas pelo estagiário são apresentadas e descritas. Vale salientar que todas as atividades, a princípio, foram sempre supervisionadas por um dos profissionais capacitados da equipe e, por fim, pelo engenheiro responsável da empresa, de forma a garantir todas as condições de aprendizado e segurança necessárias.

### 3.1 Projeto de Instalação Elétrica de uma Residência

Durante o período de estágio, foi solicitada a elaboração de um projeto de instalações elétricas de uma residência em processo de construção, na cidade de Campina Grande – PB. A residência possui área total de 1.020,00 m<sup>2</sup>, dos quais 416,00 m<sup>2</sup> são de área construída. A edificação se divide, basicamente, em salas de jantar e estar, cozinha, área de serviço, três suítes, biblioteca, garagem, dois terraços, área *gourmet*, piscina, depósitos e canil.

O projeto elétrico elaborado incluiu o cálculo da provável demanda da unidade consumidora, bem como o dimensionamento dos condutores, eletrodutos e elementos de proteção, a disposição dos pontos elétricos, diagramas unifilares e a lista de material para execução da instalação. Todo o projeto foi baseado nas exigências especificadas pela Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (NBR 5410) (ABNT, 2004) e pela concessionária local de energia elétrica, a Energisa, na Norma de Distribuição Unificada (NDU) 001 (ENERGISA, 2019a).

#### 3.1.1 Planta de Pontos Elétricos

Uma das partes principais de um projeto de instalações elétricas é a planta de pontos elétricos. Toda planta de pontos é elaborada a partir de uma série de símbolos que representa itens usados nas instalações elétricas de uma edificação como tomadas, interruptores, quadros, lâmpadas, chuveiros entre outros.

A simbologia adotada no projeto pode ser verificada na Figura 3 a seguir. Na simbologia está indicado o símbolo gráfico que representa cada ponto elétrico e a descrição de cada um desses símbolos. Na descrição, busca-se sempre indicar parâmetros elétricos do ponto, dimensões e altura em relação ao piso acabado. A simbologia apresentada na figura foi elaborada a com base na extinta norma NBR 5444.

Figura 3 – Descrição dos símbolos utilizados no projeto residencial.

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO	SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Indicação de haste de aterramento Ø5/8"x2,40 m		Tomada para comunicação instalada à 0,40 m do piso acabado, em caixa 4x4
	Quadro de Distribuição Energia (QDE) 380/220 V, instalado a 1,70 m do piso acabado		Tomada para comunicação instalado a 1,20 m do piso acabado, em caixa 4x2 - Interfone
	Quadro de Distribuição de Comunicação, instalado a 1,50 m do piso acabado. Dim.: 60x60x10 cm		Tomada para comunicação instalado a 2,20 m do piso acabado, em caixa 4x2
	Eletroduto de PVC, embutido no piso: Energia / Comunicação / Câmera		Tomada para antena de TV, instalada a 1,20 m do piso acabado, em caixa 4x4
	Eletroduto de PVC, embutido na parede ou teto: Energia / Comunicação / Câmera		Arandela instalada de led, 20 W, 220 V, instalada à 1,80 m do piso acabado (área interna)
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), instalada a 0,40 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral		Arandela de led, 20-30 W, 220 V, instalada à 1,40 m do piso acabado (área externa)
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), instalada a 1,10 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral		Caixa de PVC sextavada instalada no teto
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), instalada a 2,20 m do piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral		Caixa de passagem de PVC 15x15 cm instalada no teto
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), instalada no piso acabado, em caixa 4x2. Uso geral		Caixa de passagem de PVC 20x20 cm instalada no teto
	Tomada 2P+T (25 A) + Interruptor bipolar para chuveiro instalado na parede (VER DETALHE)		Relé fotoelétrico com base, 220 V, 1.000 VA, instalado na área externa
	Interruptor com 1 seção, instalado a 1,20 m do piso acabado em caixa 4x2		Projetor de led 30-40 W, 220 V, instalado à 2,30 m do piso acabado (área externa)
	Interruptor com 2 seções, instalado a 1,20 m do piso acabado, em caixa 4x2		Luminária subaquática 10 W, 220 V, instalado na borda da piscina, modelo a definir
	Interruptor com 3 seções, instalado a 1,20 m do piso acabado em caixa 4x2		Caixa de passagem 4x2, altura indicada
	Interruptor three-way, instalados a 1,20 m do piso acabado, caixa 4x2		Caixa de passagem 20x20x10 cm, altura indicada
	Interruptor four-way, instalados a 1,20 m do piso acabado, caixa 4x2		Indicação de ponto para ar condicionado
	Caixa de passagem, em alvenaria, construída no piso, Dim.: 500x500x400 mm		Circuito número 1: Condutores de fase, neutro, terra e retorno, respectivamente

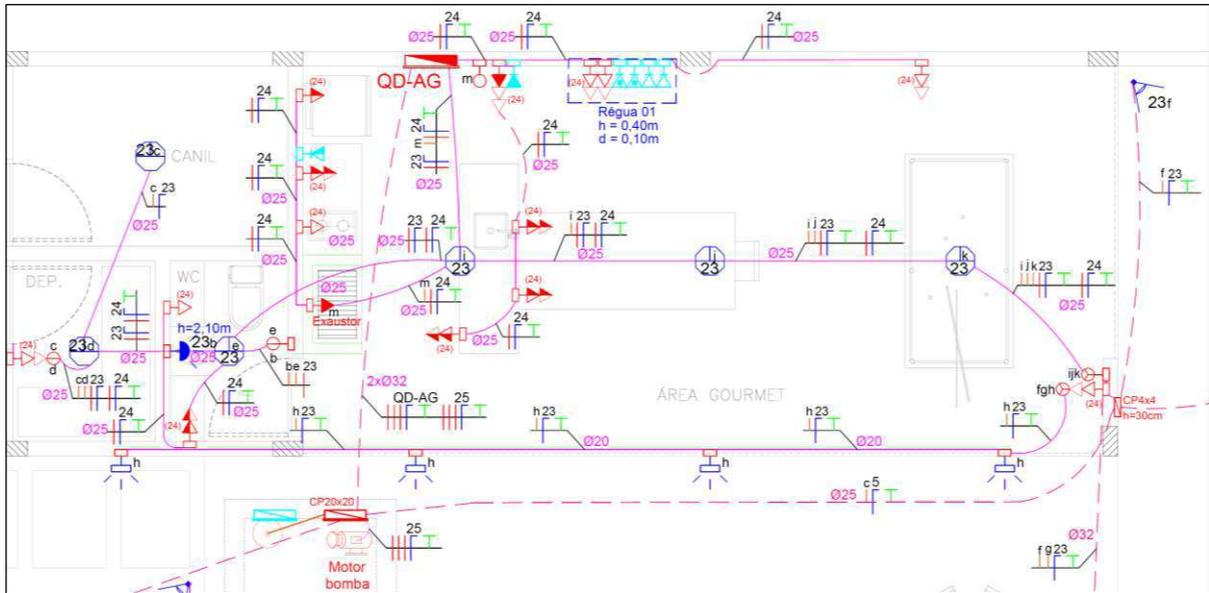
\*h = altura em relação ao piso acabado.      \*d = distancia horizontal entre os pontos.

Fonte: Autoria Própria.

Com base na simbologia adotada e nos critérios das normas citadas anteriormente, elabora-se então a planta elétrica da residência. Nesse tipo de planta estão indicados todos os itens necessários para o correto funcionamento das instalações. Além da indicação dos pontos, a planta também apresenta sugestões de percurso dos eletrodutos o seu diâmetro em cada trecho, bem como circuitos elétricos dentro dos mesmos.

Devido às dimensões do imóvel, a Figura 4 ilustra apenas um trecho pertencente a planta elétrica da residência. Na figura, é possível verificar os cômodos da edificação, a disposição dos pontos elétricos de iluminação, tomadas de uso geral e de uso específico, dos eletrodutos, de quadros e das caixas de passagem, além da indicação dos condutores elétricos de cada circuito.

Figura 4 – Trecho da planta de pontos elétricos.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.1.2 Quadros de Carga e Diagramas Unifilares

Para dimensionar corretamente os condutores dos circuitos e dispositivos de proteção deles, foram elaborados quadros de carga, conforme indicado nas Figura 5, 6 e 7. A Figura 5 ilustra o quadro de cargas do quadro de distribuição dos circuitos de condicionadores de ar (QD-AR), a Figura 6 o do quadro de distribuição dos circuitos da área gourmet (QD-AG), e a Figura 7 o do quadro de distribuição geral (QDG).

Em cada quadro de cargas está indicado o número do circuito, sua destinação, a quantidade de lâmpadas, tomadas de uso geral e específicas bem como suas potências individuais e totais, além da tensão, corrente, condutores e disjuntores. Na última linha do quadro está indicada a demanda prevista para cada quadro, bem como o dimensionamento dos condutores e do disjuntor principal do respectivo quadro físico.

Figura 5 – Quadro de cargas do QD-AR.

Nº do Circuito	Lâmpadas (VA)				TUGs (VA)			TUEs (VA)			Total		Tensão Nominal	Corrente (A)		Condutores S(mm) <sup>2</sup>		I <sub>disjuntor</sub>	Função	Carga
	16	2x16	4x16	150	100	600	1.400	2.800	4.500	W	VA	V	I <sub>carga</sub>	I <sub>transit.</sub>	Vivos	PE	A			
15	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	8,81	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 01	
16	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	9,36	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 02	
17	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	9,36	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 03	
18	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	9,36	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 04	
19	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	9,36	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 05	
20	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	9,36	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 06	
21	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1.400	1.647	220	7,49	9,36	2,5	2,5	10	TUE	Ar - 07	
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	0	0	7	0	0	9.800	11.529									
<b>DEMANDA PREVISTA</b>											11.529	380	17,52	17,52	6	6	25	-	Quadro de Distribuição	

Fonte: Autoria Própria.

Figura 6 – Quadro de cargas do QD-AG.

Nº do Circuito	Lâmpadas (VA)				TUGs (VA)		TUEs (VA)			Total		Tensão Nominal	Corrente (A)		Condutores S(mm) <sup>2</sup>		I <sub>disjuntor</sub>	Função	Carga	
	16	2x16	4x16	150	100	600	1.400	2.800	4.500	W	VA	V	I <sub>carga</sub>	I <sub>transit.</sub>	Vivos	PE	A			
22	-	-	6	-	-	-	-	-	-	384	420	220	1,91	2,38	1,5	1,5	16	ILUM.	A. Gourmet / Canil / WC / DEP.	
23	-	-	-	-	24	-	-	-	-	2400	2400	220	10,91	13,64	2,5	2,5	20	TUG	A. Gourmet / Canil / WC / DEP.	
24	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1400	1400	220	6,36	7,95	2,5	2,5	10	TUE	Bomba P.	
<b>TOTAL</b>	0	0	6	0	24	0	1	0	0	4.184	4.220									
<b>DEMANDA PREVISTA</b>												4.220	380	6,41	6,41	6	6	25	-	Quadro de Distribuição

Fonte: Autoria Própria.

Figura 7 – Quadro de cargas do QDG.

Nº do Circuito	Lâmpadas (VA)				TUGs (VA)		TUEs (VA)			Total		Tensão Nominal	Corrente (A)		Condutores S(mm) <sup>2</sup>		I <sub>disjuntor</sub>	Função	Carga	
	16	2x16	4x16	150	100	600	1.400	2.800	4.500	W	VA	V	I <sub>carga</sub>	I <sub>transit.</sub>	Vivos	PE	A			
1	-	-	12	-	-	-	-	-	-	768	839	220	3,82	4,77	1,5	1,5	16	ILUM.	DCE / S.Master	
2	-	-	15	-	-	-	-	-	-	960	1.049	220	4,77	5,96	1,5	1,5	16	ILUM.	A. Serviço / Cozinha / Garagem	
3	-	-	10	-	-	-	-	-	-	640	699	220	3,18	3,97	1,5	1,5	16	ILUM.	Suite 1 / BWC 1 / Suite 2 / BWC 2	
4	-	-	17	-	-	-	-	-	-	1.088	1.189	220	5,40	6,76	1,5	1,5	16	ILUM.	Salas / Biblioteca / Terraço 2	
5	24	-	-	-	-	-	-	-	-	384	420	220	1,91	2,38	1,5	1,5	16	ILUM.	Jardim Lateral / Jardim Frontal	
6	-	-	-	-	35	-	-	-	-	3.500	3.500	220	15,91	19,89	2,5	2,5	20	TUG	DCE / S.Master	
7	-	-	-	-	35	-	-	-	-	3.500	3.500	220	15,91	19,89	2,5	2,5	20	TUG	A. Serviço / Cozinha / Garagem	
8	-	-	-	-	36	-	-	-	-	3.600	3.600	220	16,36	20,45	2,5	2,5	20	TUG	Suite 1 / BWC 1 / Suite 2 / BWC 2	
9	-	-	-	-	36	-	-	-	-	3.600	3.600	220	16,36	20,45	2,5	2,5	20	TUG	Salas / Biblioteca / Terraço 2	
10	-	-	-	-	-	-	-	1	4.500	4.500	220	20,45	25,57	6	6	32	TUE	Chuveiro - ch1		
11	-	-	-	-	-	-	-	1	4.500	4.500	220	20,45	25,57	6	6	32	TUE	Chuveiro - ch2		
12	-	-	-	-	-	-	-	1	4.500	4.500	220	20,45	25,57	6	6	32	TUE	Chuveiro - ch3		
13	-	-	-	-	-	-	-	1	4.500	4.500	220	20,45	25,57	6	6	32	TUE	Chuveiro - ch4		
14	-	-	6	-	24	-	1	-	4.184	4.220	380	6,41	8,01	6	6	6	QD	QD-AG		
21	-	-	-	-	-	-	7	-	9.800	11.529	380	17,52	21,90	6	6	6	QD	QD-AR		
<b>TOTAL</b>	24	0	60	0	166	0	8	0	4	50.024	52.146									
<b>DEMANDA PREVISTA</b>												26.073	380	39,61	39,61	10	10	50	-	Quadro de Distribuição

Fonte: Autoria Própria.

A partir dos quadros de carga, são elaborados então os diagramas unifilares que representam cada quadro de distribuição física dos circuitos elétricos. A Figura 8 ilustra o diagrama para o quadro geral de distribuição da residência. No diagrama é possível observar a divisão das fases, a divisão dos circuitos e quais cômodos são atendidos por cada um, a seção transversal e o número de condutores destes, além dos dispositivos de proteção como disjuntores e Dispositivos de Proteção Contra Surtos (DPS).

Na figura, é possível perceber, na parte superior, a indicação dos cabos que chegam da medição (10mm<sup>2</sup>), alimentando o disjuntor geral de 50A. Em seguida, os disjuntores de cada circuito e seus respectivos cabos. Além disso, no circuito 5 (C-05) é possível ver o uso de um *timer digital* para realizar o acionamento da iluminação do jardim no horário desejado pelo proprietário da residência.



- $d6(kW)$  = Demanda dos motores elétricos e máquinas de solda tipo motor gerador, conforme Tabelas 10 e 11 da NDU-001;
- $d7(kW)$  = Demanda de máquinas de solda a transformador e aparelhos de raios-X, calculadas conforme Tabela 12 da NDU-001.

Conforme indicação da Figura 7, a demanda de carga calculada foi de 26,07 kW. Assim, de acordo com a Tabela 17 da NDU-001, indicada na Figura 9, a carga se enquadra na categoria de instalação trifásica T2. No condomínio onde se localiza a residência, a rede de distribuição interna é subterrânea, logo o ramal de entrada deve ser subterrâneo, com cabo de cobre PVC 70° de 10 mm<sup>2</sup> para as três fases e neutro e terra, disjuntor termomagnético tipo DIN de 50 A; eletroduto de PVC rígido de 32 mm, haste de aterramento de 2,4 m e cabo de cobre nu de 10 mm. A Tabela 1 resume as principais características do ramal de entrada da unidade consumidora.

Figura 9 – Tabela 17 da NDU-001.

Energisa Borborema, Energisa Nova Friburgo, Energisa Sergipe, Energisa Paraíba, Energisa Tocantins e Energisa Mato Grosso.																		
CATEGORIA	N.º DE FIOS	N.º DE FASES	DEMANDA (kW)	CARGA INSTALADA (kW)	CONDUTORES (mm <sup>2</sup> )					HASTE PARA ATERRAMENTO AÇO COBRE	DISJUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo (A))	ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (mm)		POSTE (5 ou 7 metros)		PONTA-LETE		
					RAMAL DE LIGAÇÃO MULTIPLEX (ALUMÍNIO)	RAMAL DE LIGAÇÃO CONCÊNTRICO (ALUMÍNIO)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE PVC 70°C)	RAMAL DE ENTRADA EMBUTIDO E SUBTERRÂNEO (COBRE EPR/XLPE/HEPR 90°C)	ATERRAMENTO (COBRE)			ELETRODUTO DE PVC RÍGIDO (mm)	ELETRODUTO DE AÇO GALVANIZADO (mm)	POSTE DT (daN)	POSTE TUBO DE AÇO GALVANIZADO (φ - mm)		Poste de aço galvanizado quadrado (mm)	FIXAÇÃO COM PARAFUSO OU FIXAÇÃO EMBUTIDO NA PAREDE (mm)
MONOFÁSICO	M1	2	1	-	0 < C ≤ 6,0	1x1x10+10	2x10	6(6)	6(6)	6	1H 16X2400	30/32	25	20	150	80	80x80	40
	M2	2	1	-	6,0 < C ≤ 11,0	1x1x10+10	2x10	10(10)	10(10)	10	1H 16X2400	50	25	20	150	80	80x80	40
	M3	2	1	-	11,0 < C ≤ 15,4	1x1x16+16		16(16)	16(16)	10	1H 16X2400	70	25	25	150	80	80x80	40
BIFÁSICO	B1	3	2	-	0 < C ≤ 17,6	2x1x10+10		2#10(10)	2#6(6)	6	1H 16X2400	40	32	25	150	80	80x80	50
	B2	3	2	-	17,6 < C ≤ 22,0	2x1x16+16		2#10(10)	2#10(10)	10	1H 16X2400	50	32	25	150	80	80x80	50
	B3	3	2	-	22,00 < C ≤ 26,30	2x1x25+25		2#16(16)	2#16(16)	16	1H 16X2400	70	40	40	150	80	80x80	50
TRIFÁSICO	T1	4	3	0 < D ≤ 24,00	0 < C ≤ 75	3x1x10+10		3#10(10)	3#6(6)	6	*H 16X2400	40	32	32	150	80	80x80	50
	T2	4	3	24,01 < D ≤ 30,00		3x1x16+16		3#10(10)	3#10(10)	10	*H 16X2400	50	32	32	150	80	80x80	50
	T3	4	3	30,01 < D ≤ 42,39		3x1x25+25		3#25(25)	3#16(16)	10	*H 16X2400	70	40	40	150	100	90x90	50
	T4	4	3	42,40 < D ≤ 60,54		3x1x35+35		3#35(35)	3#25(25)	16	*H 16X2400	100	50	50	300	100	90x90	50
	T5	4	3	60,55 < D ≤ 75,00		3x1x70+70		3#70(35)	3#50(35)	25	*H 16X2400	125	65	75	600			

Fonte: ENERGISA, 2019a.

Tabela 1 - Dimensionamento do padrão de entrada da residência.

Carga (kW)	Ramal de ligação Multiplex	Condutores	Disjuntor	Eletroduto
26,06	M3x1x10+10	3#10(10)10 mm <sup>2</sup> PVC	In = 50 A V <sub>n</sub> = 240 V	32 mm em PVC rígido

Fonte: ENERGISA, 2019a.

## 3.2 Projeto de Instalações Elétricas de Máquinas de Uma Indústria

Uma outra solicitação durante o período de estágio foi a elaboração de um projeto de instalações elétricas de máquinas de uma indústria na cidade de Campina Grande – PB. Na indústria são fabricados uma série de itens usados, principalmente na construção civil como treliças, telhas metálicas, telas para pisos, entre outros.

A edificação se divide, basicamente, em uma sala administrativa, casa de bombas, estoque e ambiente das máquinas elétricas. No entanto, o projeto restringe-se as instalações elétricas das máquinas da indústria, assim, não contempla o setor administrativo.

Semelhantemente ao projeto elétrico anteriormente descrito, o projeto elaborado para a indústria incluiu os quadros de carga, bem como o dimensionamento dos condutores, eletrodutos e elementos de proteção, a disposição das máquinas, diagramas unifilares e a lista de material para execução da instalação. Todo o projeto foi baseado nas exigências especificadas pela Norma Brasileira de Instalações Elétricas de Baixa Tensão (NBR 5410) (ABNT, 2004).

### 3.2.1 Vistoria das Instalações Preexistentes

Diferentemente do projeto residencial descrito no item 3.1, onde a residência estava em processo de construção, a indústria já existia e estava em funcionamento, sendo necessário, portanto, uma visita para conhecer as instalações e máquinas existentes no ambiente. Durante a visita foi observado todos os possíveis pontos em desconformidade com as normas além da coleta de dados das máquinas para correto dimensionamento dos circuitos e dispositivos de proteção.

Além disso, circuitos elétricos situados, de uma forma geral, fora da possibilidade de análise por qualquer motivo, como dentro de eletrodutos, forros, embutidos em alvenaria ou no piso, não dizem respeito a vistoria. A vistoria também não contemplou a continuidade de circuitos, desde sua proteção até a carga.

O procedimento utilizado na inspeção foi o de registrar, através de imagens, todos os componentes do sistema. Além das imagens, foram registrados numa planilha e em uma planta

baixa (cedida pela empresa) todos os detalhes observados, identificando, quantificando e qualificando todos os componentes das instalações para que fosse possível apontar as necessidades de correção das inconformidades apuradas, por meio de um projeto de adequação das instalações elétricas da indústria.

Na Figura 10a pode ser observado o estagiário realizando vistoria em um dos quadros de comando de uma máquina. Dentro dos quadros buscou-se sempre observar os dispositivos de proteção dos circuitos e os respectivos condutores elétricos desses circuitos. Já a Figura 10b apresenta uma das máquinas presente dentro da indústria. Esse equipamento é responsável pela fabricação de telhas metálicas.

Figura 10 – Vistoria e coleta de informações das instalações da indústria.

a) Vistoria dos quadros das máquinas.



b) Máquina tipo perfiladeira.



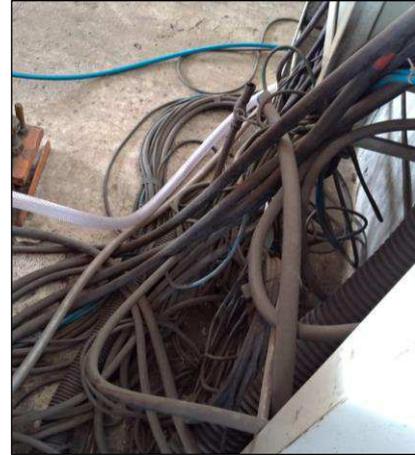
Fonte: Autoria Própria.

O primeiro ponto importante que vale destacar é o aglomerado de cabos nas instalações, conforme apresenta Figura 11 a seguir. Os cabos não apresentam qualquer tipo de identificação, dificultando qualquer tipo de manutenção ou inspeção. Outro fator importante é a presença de tubulações estranhas sobre os cabos. Pela verificação, acredita-se que a maioria são de ar comprimido que alimentam as máquinas e mangueiras de água para refrigeração das mesmas.

Figura 11 – Cabeamento das máquinas.

a) Quadro de uma máquina.

b) Quadro geral das máquinas



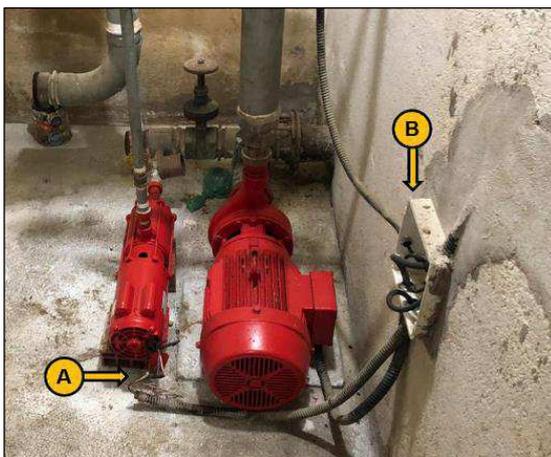
Fonte: Autoria Própria.

Nas instalações da casa de bombas, conforme Figura 12 a seguir, foi detectado presença de cabos com emendas mal feitas (A) e com fitas de isolamento soltando dos cabos. Também foi verificado a falta de tampa na caixa de passagem (B) e até mesmo a falta de eletroduto, sendo alguns cabos dispostos sobre os encanamentos de água (C). Esses pontos, além da possibilidade de ocasionar curto-circuito nas instalações, também existe a possibilidade de choque elétrico nos usuários do ambiente.

Figura 12 – Casa de bombas.

a) Detalhe da caixa de passagem.

b) Circuito sobre tubulação de água.



Fonte: Autoria Própria.

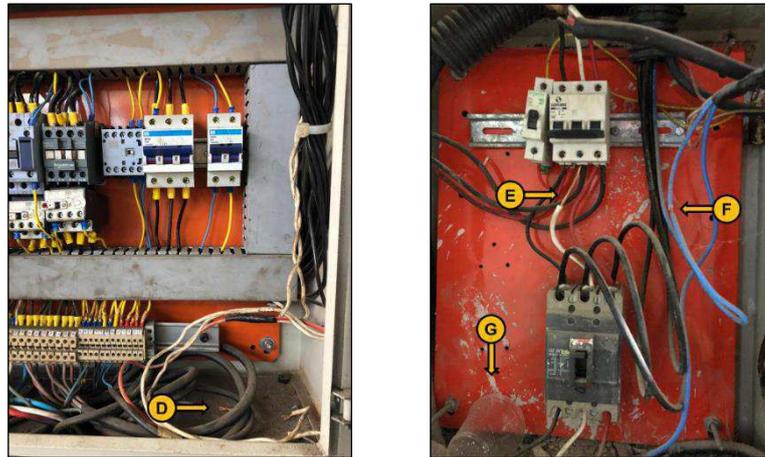
Nos quadros de distribuição e de comando das máquinas (Figura 13), foram verificadas diversas desconformidades. Verificou-se a presença comum de cabos desencapados dentro dos quadros (E e F), em alguns casos, em contato com as partes metálicas dos quadros (D). O cabo

em questão não é de proteção (terra), como verificado no local. Além disso, todos os quadros apresentam sujeira exagerada e, alguns quadros foram encontrados objetos avulsos, como copos descartáveis, por exemplo (G), mostrando a falta de manutenção das instalações.

Figura 13 – Quadros de comando e distribuição.

a) Quadro de comando.

b) Quadro das bombas.



Fonte: Autoria Própria.

Conforme pode ser visto na Figura 14, nos quadros também não foram encontrados qualquer tipo de identificação, além da presença de conexões mal feitas e sem uso de conectores (H e I), possibilitando a ocorrência de pontos quentes ou de curto-circuito nas instalações. Também se verificou a presença circuitos aleatórios e sem disjuntores específicos para sua proteção ou até mesmo sendo “protegidos” por disjuntores não compatíveis com as características de condução de corrente dos cabos, como indicado em (J).

Figura 14 – Conexão dos circuitos nos disjuntores.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.2.2 Planta de Pontos Elétricos

Após toda vistoria e recolhimentos de informações pertinentes, elaborou-se então o projeto elétrico de adequação das instalações elétricas da indústria. A simbologia adotada no projeto pode ser verificada na Figura 15 a seguir. Na simbologia está indicado o símbolo gráfico que representa cada ponto elétrico e a descrição de cada um desses símbolos.

Figura 15 – Descrição dos símbolos utilizados no projeto industrial.

SÍMBOLO	DESCRIÇÃO
	Indicação de haste de aterramento Ø5/8"x2,40 m
	Quadro de Distribuição Energia (QDE) 380/220 V, instalado a 1,70 m do piso acabado
	Quadro de comando das máquinas.
	Eletroduto de PVC, embutido no piso
	Eletroduto de PVC, embutido na parede ou teto: Energia / Comunicação / Câmera
	Interruptor com 1 (uma) seção, instalado à 1,20 m do piso acabado, caixa 4x2. Comanda o ponto (a).
	Tomada monofásica 2P+T (10 A), instalada à 1,10 m do piso acabado, caixa 4x2. Uso geral. Circuito (n).
	Tomada trifásica 3P+N+T (32 A), instalada à 1,10 m do piso acabado. Uso geral. Circuito (n).
	Condutores de retorno, fase, terra e neutro, respectivamente.
	Lâmpada fluorescente suspensa no teto. Potência de 85W. Circuito (n), comando (a).
	Mão francesa e suporte em metalon para eletrocalha, respectivamente. (VER DETALHE)
	Eletrocalha metálica. 150x100mm x 3m
	Ponto de força para instalação de motor, localizado no piso
	Caixa de passagem, em alvenaria, construída no piso. Dim.: 500x500x400 mm

Fonte: Autoria Própria.

Devido às dimensões da indústria, a Figura 16 ilustra apenas um trecho pertencente a planta elétrica. Na figura, é possível verificar a divisão física da edificação, a disposição dos pontos elétricos de iluminação, tomadas de uso específico como de motores, dos eletrodutos, de quadros e das caixas de passagem além da indicação dos condutores elétricos de cada circuito.



Figura 18 – Quadro de cargas do QDMQ.

Nº do Circuito	Lâmpadas (VA)	TUGs (VA)	Maquina (cv)	Total		Tensão Nominal	Corrente (A)		Condutores S(mm) <sup>2</sup>		I <sub>disjuntor</sub>	Função	Carga
				W	VA	V	I <sub>carga</sub>	I <sub>transit.</sub>	Vivos	PE	A		
12	-	-	110,00	80.905	80.905	380	123,07	153,83	120	120	250	TUE	Máquina - TC-02
13	-	-	110,00	80.905	80.905	380	123,07	153,83	120	120	250	TUE	Máquina - TC-04
14	-	-	5,00	3.677	3.677	380	5,59	6,99	2,5	2,5	20	TUE	Máquina - Prensa
15	-	-	20,00	14.710	14.710	380	22,38	27,97	6	6	32	TUE	Máquina - CT-01
16	-	-	36,00	26.478	26.478	380	40,28	50,35	70	70	150	TUE	Máquina - TR-02
17	-	-	36,00	26.478	26.478	380	40,28	50,35	70	70	150	TUE	Máquina - TR-01
18	-	-	110,00	80.905	80.905	380	123,07	153,83	120	120	250	TUE	Máquina - TC-03
19	-	-	34,00	25.007	25.007	380	38,04	47,55	10	10	50	TUE	Máquina - Ponte Rolante
20	-	-	8,00	5.884	5.884	380	8,95	11,19	6	6	32	TUE	Máquina - ES-03
<b>TOTAL</b>	0	0	469	344.949	344.949								
<b>DEMANDA PREVISTA</b>				275.959	380	419,29	419,29	120	120	400	-	Quadro de Distribuição	

Fonte: Autoria Própria.

Figura 19 – Quadro de cargas do QGBT.

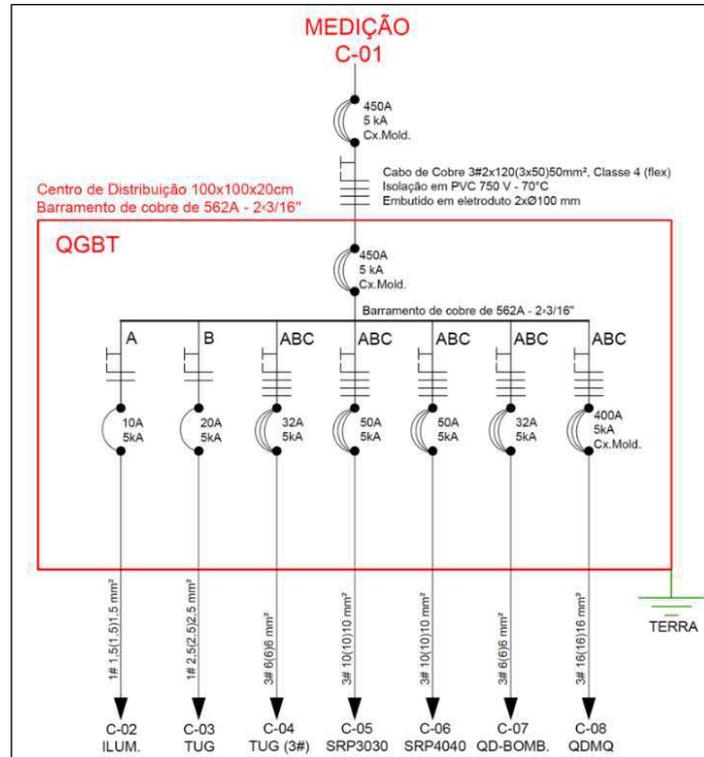
Nº do Circuito	Lâmpadas (VA)	TUGs (VA)	Maquina (cv)	Total		Tensão Nominal	Corrente (A)		Condutores S(mm) <sup>2</sup>		I <sub>disjuntor</sub>	Função	Carga
				W	VA	V	I <sub>carga</sub>	I <sub>transit.</sub>	Vivos	PE	A		
2	1100	-	-	1.100	1.200	220	5,45	6,82	1,5	1,5	10	ILUM.	Iluminação
3	-	1000	-	1.000	1.100	220	5,00	6,25	2,5	2,5	20	TUG	Tomadas de Usos Geral
4	-	-	20	14.710	14.710	380	22,38	27,97	6	6	32	TUE	Máquina - Guillotina mecânica
5	-	-	30	22.065	22.065	380	33,56	41,95	10	10	50	TUE	Compressor - SRP3030
6	-	-	40	29.420	29.420	380	44,75	55,94	16	16	63	TUE	Compressor - SRP4040
7	-	-	12	8.826	8.826	380	13,43	13,43	6	6	32	TUE	QDBM
8	-	-	469	344.949	344.949	380	524,72	524,72	120	120	400	TUE	QDMQ
<b>TOTAL</b>	1.100	1.000	571	422.070	422.270								
<b>DEMANDA PREVISTA</b>				295.589	380	449,11	449,11	120	120	450	-	Quadro de Distribuição	

Fonte: Autoria Própria.

Assim como no residencial, em cada quadro de cargas está indicado o número do circuito, sua destinação, bem como suas potencias individuais e totais, além da tensão, corrente, condutores e disjuntores. Na última linha do quadro está indicada a demanda prevista para cada quadro, bem como o dimensionamento dos condutores e do disjuntor principal do respectivo quadro físico.

A partir dos quadros de cargas, são elaborados então os diagramas unifilares que representam cada quadro de distribuição física dos circuitos elétricos. A Figura 20 ilustra o diagrama para o quadro geral da indústria. No diagrama é possível observar a divisão das fases, a divisão dos circuitos, a seção transversal e o número de condutores destes, além dos dispositivos de proteção.

Figura 20 – Diagrama unifilar do QGBT.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.2.4 Dimensionamento do Atendimento

Para este projeto não houve necessidade de dimensionamento do padrão de entrada. A indústria já é atendida por uma subestação de 300 kVA recentemente construída, conforme ilustra a Figura 21. A última linha do quadro presente na Figura 22 ilustra as características dos principais componentes para construção dessas subestações.

Como pode ser verificado, a medição é do tipo indireta, por meio de um Transformador de Corrente (TC) com relação de transformação de 400:5, disjuntor principal de 500A, circuito duplo com cabos de fase com 120 mm<sup>2</sup> e cabo de neutro de 70 mm<sup>2</sup>, instalados em 2 eletrodutos de 100 mm e poste com capacidade para 1000 daN.

Figura 21 – Subestação da indústria.

a) Transformador de 300 kVA.

b) Quadro de medição.



Fonte: Autoria Própria.

Figura 22 – Tabela 02 da NDU-002.

TABELA 02 - FORNECIMENTO TRIFÁSICO EM MÉDIA TENSÃO COM MEDIÇÃO NA BT								
Baixa Tensão em 380/220 V								
TRANSFORMADOR kVA	MEDIÇÃO		DIS JUNTOR TERMOMAGNÉTICO (Limite Máximo) (A)	CONDUTOR EPR OU XLPE 0,6/1 kV 90°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	CONDUTOR PVC 0,6/1 kV 70°C (MM2)	ELETRODUTO AÇO (mm)	POSTE (daN)
	MEDIDOR	TC						
15	Direto de 120A	-	25	3#10(10)	40	3#10(10)	40	300
30	Direto de 120A	-	50	3#10(10)	40	3#16(16)	40	300
45	Direto de 120A	-	70	3#25(25)	50	3#35(35)	50	300
75	Direto de 200A	-	125	3#50(25)	65	3#70(35)	80	600
112.5	Direto de 200A	-	175	3#70(35)	80	3#95(50)	80	600
150	Trifásico	200:5	225	3#120(70)	100	3#150(95)	100	1000
225	Trifásico	400:5	350	3#240(120)	100	2x{3#120(70)}	2 x 100	1000
300	Trifásico	400:5	500	2x{3#120(70)}	2x100	2x{3#150(95)}	2 x 100	1000

Fonte: ENERGISA, 2019b.

### 3.3 Projeto de Interfonia de Um Condomínio Residencial

Além dos projetos de instalações elétricas descritos anteriormente, uma outra solicitação foi a elaboração de um projeto de instalações de um sistema de interfonia para um condomínio residencial na cidade de Campina Grande – PB. O condomínio se divide, basicamente, em seis quadras. A quadra **A** engloba a portaria, academia, piscina e salão de jogos. As quadras de **B** a

F são compostas basicamente por blocos, sendo 31 blocos com 4 andares e 16 apartamentos por andar, totalizando 496 apartamentos dentro do condomínio.

### 3.3.1 Visita ao Condomínio

Antes do início do projeto, foi necessário realizar uma visita para analisar previamente o andamento das obras. A intenção de tal visita era se familiarizar com as edificações do condomínio e analisar possibilidade de trajetos para os eletrodutos bem como verificar a possibilidade de aproveitamento de estruturas construídas, como caixas de passagem, por exemplo. A Figura 23 ilustra as caixas de passagem construídas dentro do condomínio, na frente de cada bloco.

Figura 23 – Caixas de passagem existentes no condomínio.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.3.2 Detalhes do Projeto

Para facilitar a distribuição dos circuitos e elaboração do projeto, o condomínio foi dividido em conjuntos de blocos denominados “Ilhas”, conforme a definição indicada na Tabela 2. A partir dessa divisão, foi proposto em projeto a instalação de um quadro de Distribuição Geral na Portaria do condomínio (DG – Portaria), um quadro para cada ilha (cinco no total) e um quadro para cada bloco (trinta e um no total). Assim, o DG – Portaria é responsável por fazer a distribuição para cinco outros quadros instalados nas ilhas e estes são responsáveis por distribuir para os respectivos blocos que compõem cada ilha.

Tabela 2 – Divisão do condomínio em “Ilhas”.

<b>Ilha</b>	<b>Quadra</b>	<b>Blocos</b>
1	B	01, 02, 03, 04, 05 e 06
2	C	01, 02, 03, 04 e 05
3	C	06, 07, 08, 09, 10 e 11
4	E	01, 02, 03, 04, 05, 06 e 07
5	F	01, 02, 04, 04, 05, 06 e 07

Fonte: Autoria Própria.

A Tabela 3 abaixo indica o local de instalação dos cinco quadros das ilhas.

Tabela 3 – Quadros das “Ilhas”.

<b>Quadro</b>	<b>Local da Instalação</b>
DG – 01	Instalado na Ilha 1, Quadra B, Bloco 02
DG – 02	Instalado na Ilha 2, Quadra C, Bloco 03
DG – 03	Instalado na Ilha 3, Quadra C, Bloco 09
DG – 04	Instalado na Ilha 4, Quadra E, Bloco 04
DG – 05	Instalado na Ilha 5, Quadra F, Bloco 02

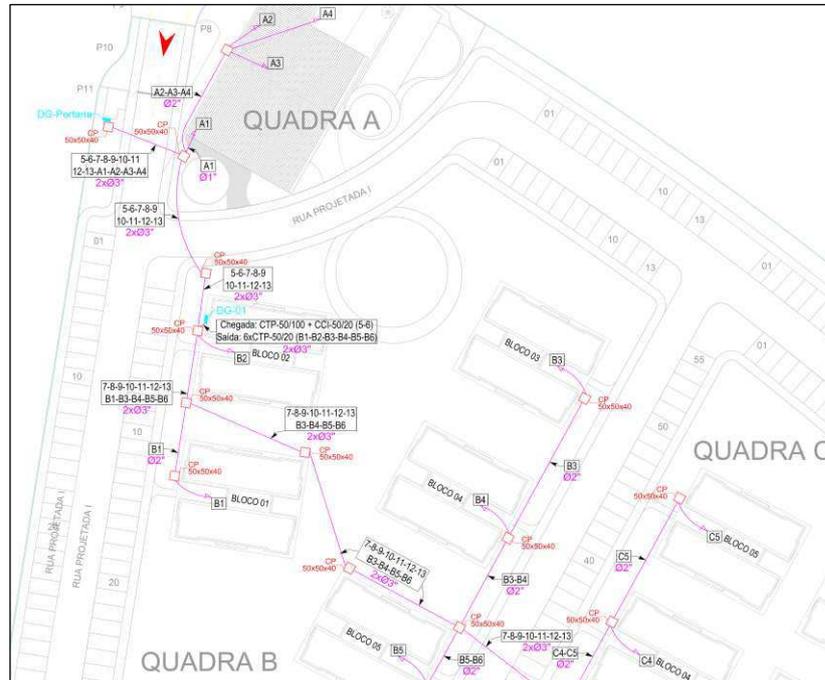
Fonte: Autoria Própria.

Após a divisão do condomínio em setores e a designação da instalação e distribuição dos quadros nos seus receptivos blocos, elaborou-se então a planta com a localização dos quadros, com as caixas de passagem a serem construídas, com sugestões de percurso dos eletrodutos, o seu diâmetro em cada trecho, bem como circuitos dentro dos mesmos. Devido às grandes dimensões do condomínio, a Figura 24 ilustra apenas um trecho da edificação.

Na Figura 24, os circuitos apenas numerados como, por exemplo, 7-8-9, indicam os cabos que saem do DG – Portaria para os quadros de distribuição das ilhas. Já as indicações B1-B2, por exemplo, indicam os cabos que saem dos quadros de distribuição das ilhas em direção a cada bloco. Assim, B1 indica o cabo que sai do DG-01 para atender o bloco 1, da quadra B.

No projeto foi indicado que todos os cabos instalados em eletrodutos subterrâneos deveriam ser do tipo CTP APL, apropriados para esse tipo de instalação e por oferecerem maior resistência mecânica a intemperes. Já os cabos instalados em eletrodutos embutidos nas paredes e no teto da edificação poderiam ser do tipo CCI.

Figura 24 – Planta do projeto de interfonia.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.4 Projeto de Sistema de Energia Solar Fotovoltaica

Os sistemas de geração própria de energia do tipo fotovoltaicos estão cada vez mais populares no Brasil e muitos consumidores têm adquirido sistemas desse tipo para suas residências e, principalmente, para seus pontos comerciais. A grande procura por esse tipo de sistema se dá principalmente pelos elevados gastos com energia elétrica adquirida da concessionária de energia. Um outro fator relevante é o baixo tempo médio de recuperação do investimento, que está entre 3 e 5 anos.

Para projetar um sistema fotovoltaico completo e que satisfaça a necessidade de cada cliente, inicialmente é necessário que se faça um levantamento do consumo mensal do cliente. Essa informação pode ser obtida por meio da fatura de energia elétrica fornecida pela concessionária local.

A próxima etapa é realizar uma visita ao local de instalação do sistema, conforme Figura 25, denominada pela empresa de levantamento de campo, cujo objetivo é colher dados de extrema importância para o projeto como dimensões da área onde serão instalados os módulos, localização de ambiente para a instalação do inversor, localização dos quadros de distribuição da edificação, identificação da categoria de atendimento da unidade consumidora entre outros aspectos importantes como possíveis obstáculos no telhado ou edificações vizinhos que causem sombreamento no local da instalação dos módulos fotovoltaicos.

Figura 25 – Edificação para instalação do sistema fotovoltaico.



Fonte: Disponibilizada pela empresa.

Após a verificação da área disponível para instalação dos módulos fotovoltaicos, a próxima etapa é o cálculo da quantidade de placas necessárias para atender ao consumo do cliente. De posse dessa informação, as etapas subsequentes estão relacionadas com a escolha do tipo de placa fotovoltaica a ser utilizada e a escolha do inversor de frequência compatível com a capacidade instalada. Essas etapas são realizadas pelo engenheiro responsável pela empresa.

Neste projeto, sistema dimensionado foi instalado em um provedor de internet localizado na cidade de Nova Floresta – PB. Basicamente, o sistema dimensionado é constituído por 27 módulos fotovoltaicos de 400 W, totalizando uma potência de pico de 10,8 kW. Para o sistema, foi dimensionado 1 inversor de 8,2 kW.

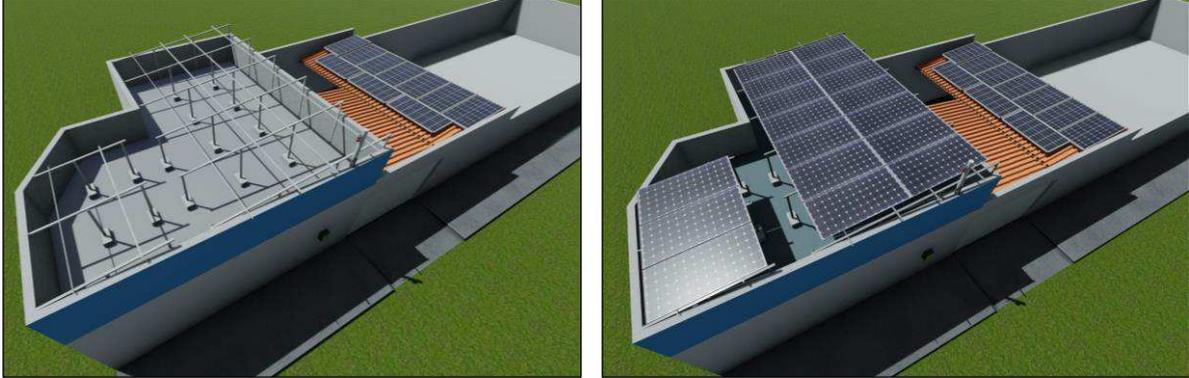
Uma outra etapa, introduzida durante o período de estágio na empresa, é a modelagem tridimensional (3D) do local de instalação do sistema fotovoltaico. A Figura 26 ilustra uma imagem renderizada do projeto 3D da edificação, apresentada na Figura 25, com a disposição dos painéis fotovoltaicos sobre a laje e o telhado do imóvel. A modelagem 3D é feita, inicialmente, usando-se o software *SketchUp* e, quando é necessário enviar imagens realistas aos clientes, é feito o processo de renderização no *software Lumion*.

A modelagem 3D tornou-se primordial para facilitar o projeto das estruturas de suporte dos módulos, para realizar estudo de sombreamento, bem como para facilitar a montagem do sistema e fornecer uma previa do resultado final desejado pela empresa aos eletricitistas responsáveis pela instalação.

De posse dessas definições anteriores, é projetado então as demais partes que compõem um sistema fotovoltaico, partindo do dimensionamento dos dispositivos de proteção dos equipamentos a serem instalados (disjuntores, DPS, fusíveis, chaves de acionamento etc),

trajeto dos condutores de alimentação do sistema, quais os condutores a serem utilizados bem como os locais nos quais serão instalados os equipamentos.

Figura 26 – Projeto tridimensional do sistema fotovoltaico.



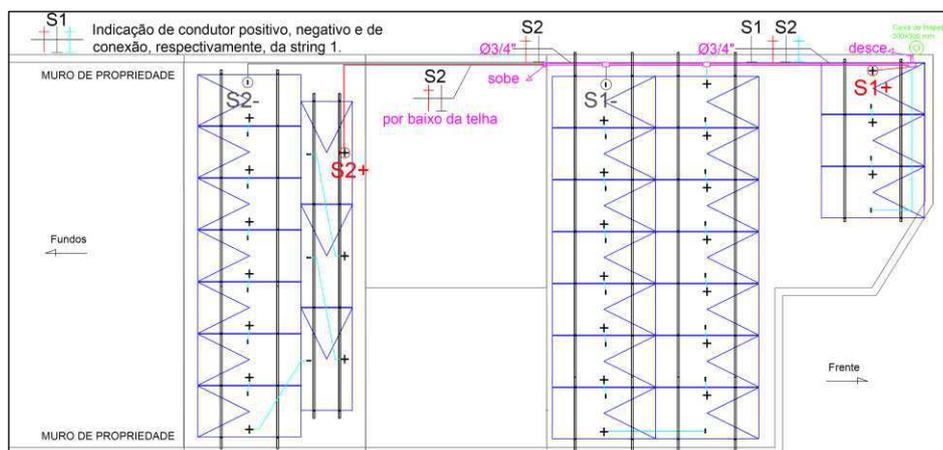
Fonte: Disponibilizada pela empresa.

A Figura 27 ilustra parte da planta elétrica de conexão dos módulos. Na figura, é possível ver a indicação dos módulos e suas conexões. As denominações S1+, S2+ indicam os pólos positivos, enquanto S1-, S2- indicam os polos negativos referentes a cada um dos conjuntos de placas ligadas em série, denominadas de *string*.

Conforme pode ser visto na planta, o projeto foi dividido em duas *strings*, sendo S1 composta por 10 módulos fotovoltaicos instalados no telhado com telha cerâmica, S2 e composta por 17 módulos instalados sobre estrutura de alumínio construída em cima da laje. Ambos os conjuntos possuem inclinações diferentes.

Um dos principais critérios para composição da *string* é reunir a maior quantidade de módulos, em série e com a mesma inclinação, de modo que a tensão total do conjunto não ultrapasse os limites das entradas do inversor. Assim, pode-se instalar o sistema com a menor quantidade de conjuntos no total, o que implica em um menor gasto com condutores.

Figura 27 – Planta elétrica de ligação entre os painéis fotovoltaicos.



Fonte: Autoria Própria.

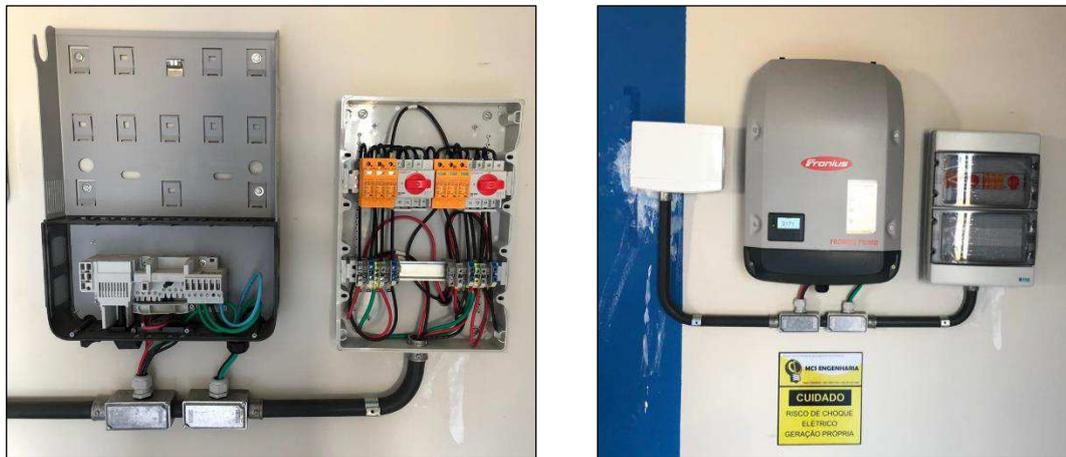
Depois de todas as etapas anteriores concluídas, o sistema é então montado. As Figuras 28 e 29 ilustram a disposição final dos principais componentes do sistema projetado. Na Figura 28, é possível verificar a estrutura em alumínio montada para suportar os módulos e posteriormente o resultado final da montagem. Já na Figura 29, é possível observar os detalhes da instalação do inversor e dos dispositivos de proteção citados anteriormente.

Figura 28 – Execução do projeto do sistema fotovoltaico.



Fonte: Disponibilizada pela empresa.

Figura 29 – Instalação do inversor.



Fonte: Autoria Própria.

Por fim, o projeto contendo todas as informações necessárias, descritas em normas da concessionária de energia responsável pelo atendimento do cliente, deve ser enviado para que seja analisado e aprovado. Esta etapa do processo é realizada pelo engenheiro responsável pela empresa.

Após a aprovação do projeto pela concessionária local, as etapas subsequentes são a vistoria do sistema e a troca do medidor de energia, ambas realizadas pela concessionária de energia. Para esse projeto, essas duas etapas ainda não foram realizadas.

### 3.5 Vistoria e Troca do Medidor em Sistemas Fotovoltaicos

Após todo processo de projeto e instalação dos sistemas fotovoltaicos, as duas últimas etapas são a vistoria dos sistemas e a troca do medidor unidirecional por um bidirecional. Como já mencionado, essas etapas são de responsabilidade da distribuidora de energia. No entanto, sempre que a concessionária enviava equipes para vistoriar os projetos instalados, algum dos funcionários da MCS, na maioria dos casos o engenheiro eletricista júnior, se desloca ao local para realizar o acompanhamento do serviço e para auxiliar no acesso aos parâmetros do inversor e, eventualmente, sanar qualquer dúvida da equipe de vistoria. Em duas ocasiões o estagiário pode acompanhar todo o processo.

No ato da inspeção, o funcionário da concessionária observa, principalmente, a conformidade da execução com o projeto entregue na solicitação e com as normas próprias da empresa de energia. No caso da Energisa, verifica-se, principalmente a conformidade do modelo do inversor e suas configurações de proteção principais, conforme indicados na Tabela 4.

Tabela 4 - Parâmetros de proteção do inversor exigidos pela Energisa.

Item	Condição	Ação	Tempo de Atuação
Tensão mínima no ponto de conexão	$V < 0,8 \text{ pu}$	Desligar	$t \leq 0,2 \text{ s}$
Tensão máxima no ponto de conexão	$V > 1,1 \text{ pu}$	Desligar	$t \leq 0,2 \text{ s}$
Subfrequência	$f < 57,5 \text{ Hz}$	Desligar	$t \leq 0,2 \text{ s}$
Sobrefrequência	$f > 62 \text{ Hz}$	Desligar	$t \leq 0,2 \text{ s}$
Teste de ilhamento	Ilhamento	Desligar	$t \leq 2 \text{ s}$
Reconexão após desligamento por condição anormal da rede	$59,9 < f < 60,1 \text{ Hz}$ $0,8 < V < 1,1 \text{ pu}$	Ligar	$t > 180$

Fonte: ENERGISA, 2019c.

Na Figura 30, pode-se observar o *display* de um inversor da marca *Fronius* configurado com os parâmetros de tensão e frequência indicados na Tabela 4. O inversor vistoriado é apresentado na Figura 30a, enquanto os limites referentes à tensão bem como os limites de frequência admitidos são apresentados na Figura 30b.

Figura 30 – Parâmetros configurados exibidos no *display* do inversor.

a) Inversor da Fronius vistoriado.                      b) Limites de frequência.



Fonte: Autoria Própria.

Após a aprovação da vistoria, a última etapa antes da conexão final do sistema na rede da concessionária de energia é a troca do medidor. O medidor bidirecional bem como seu processo de substituição pode ser visto na Figura 31b.

A substituição do medidor antigo é importante pois ele foi projetado para medir o consumo de energia em um único sentido, que acontece da rede da Energisa para a unidade consumidora. Com um sistema fotovoltaico instalado, além de consumir, a unidade agora também injeta potência na rede da distribuidora. Assim, é necessário um medidor capaz de mensurar esse fluxo bidirecional de potência.

Figura 31 – Processo de substituição do medidor.

a) Medidor bidirecional.                      b) Substituição do medidor.



Fonte: Autoria Própria.

### 3.6 Desenvolvimento do *Site* da Empresa

Durante o período de estágio, constatou-se a necessidade da empresa em ter um endereço eletrônico (*site*) que servisse como mecanismo digital de contato e de divulgação dos serviços oferecidos e, principalmente, como portfólio de projetos desenvolvidos pela empresa. Nesse sentido, foi desenvolvido o *site* da MCS com todas as funcionalidades desejadas pelos responsáveis pela empresa. A Figura 32 ilustra o cabeçalho do *site*.

Figura 32 – Cabeçalho do *site* da MCS Projetos.



Fonte: Autoria Própria.

O *site* apresenta uma série de informações pertinentes sobre a empresa como horários de funcionamento, endereço e principalmente, meios de contato como números de telefones, e-mails e *links* para redes sociais, conforme pode ser visto na Figura 32. Além disso, o *site* conta ainda com uma serie de *menus* para facilitar a navegação, *slides* animados, listas e *banners* indicando os principais serviços oferecidos, formulários para contato, lista dos principais clientes entre outras funcionalidades, conforme Figura 33.

Levando-se em conta a demanda crescente de projetos de sistemas de geração própria de energia, como os fotovoltaicos, houve a necessidade de uma página específica para conter as principais características e sanar quaisquer dúvidas dos clientes da empresa a cerca desse tipo de sistema. A Figura 34 ilustra algumas seções disponíveis na página específica para sistemas fotovoltaicos.

O *site* conta ainda com a funcionalidade de portfólio, onde é possível cadastrar projetos elaborados pela empresa. No momento, a funcionalidade está em uso para 12 (doze) sistemas fotovoltaicos elaborados pela empresa. A Figura 35a ilustra a página principal do portfólio de sistemas fotovoltaicos.

Figura 33 – Algumas funcionalidades do site.

## a) Lista de alguns serviços oferecidos pela empresa.

NOSSOS SERVIÇOS

## Projetos e Engenharia



**Sistemas Fotovoltaicos**

Gere sua própria energia e reduza sua conta de energia em até 95%. Temos soluções completas para residências, comércios, agronegócios e indústrias.



**Geradores Elétricos a Diesel**

Evite a interrupção dos seus processos por falta de energia elétrica. Projetamos sistemas geradores para alimentar os mais diversos tipos de instalações.



**Estudos Luminotécnicos**

Garanta maior eficiência na sua iluminação. Tenha um ambiente com iluminação elegante, funcional, confortável e que garanta gastos reduzidos com eletricidade.



**Instalações Elétricas Prediais**

Garanta a segurança contra choques elétricos, curtos-circuitos e até incêndios dos seus imóveis. Um projeto elétrico dentro das normas pode prevenir todos esses problemas.



**Instalações Elétricas Industriais**

Desenvolvemos soluções completas para sua empresa buscando sempre redução de custos com eletricidade e garantia de continuidade dos seus processos de produção.



**Redes de Distribuição de Energia**

Elaboramos projetos completos de redes de distribuição de energia elétrica que fazem a energia elétrica chegar até você, seja em casas, empresas, indústrias ou propriedades rurais.

## b) Slide com os principais clientes da empresa.

NOSSOS CLIENTES

## Os clientes aprovam

Há 12 anos oferecendo as melhores soluções para nossos clientes. Temos orgulho de cada uma delas!






**Silvana**  
ASSA ABLOY



## c) Formulário para contato sobre sistemas fotovoltaicos.

**VOCÊ PRECISA DE UM SISTEMA FOTOVOLTAICO?**

Se você está cansado de pagar caro na sua fatura de energia, nos temos a solução perfeita para VOCÊ ou sua EMPRESA!

**TELEFONES:**  
(83) 3065 – 5494  
(83) 99979 – 5091

**NOSSOS E-MAILS:**  
mcsprojetos@outlook.com  
celioanesio@hotmail.com

**ENDEREÇO**  
Rua Manoel Leonardo Gomes, 555  
Jardim Paulistano, Campina Grande - PB

**COMO CHEGAR?**  
Clique no mapa e confira!



Nós temos a solução completa em

## Sistemas Fotovoltaicos

que você ou a sua empresa precisa!

Caso não tenha, pode deixar em branco.

Para quem é o Sistema?\*

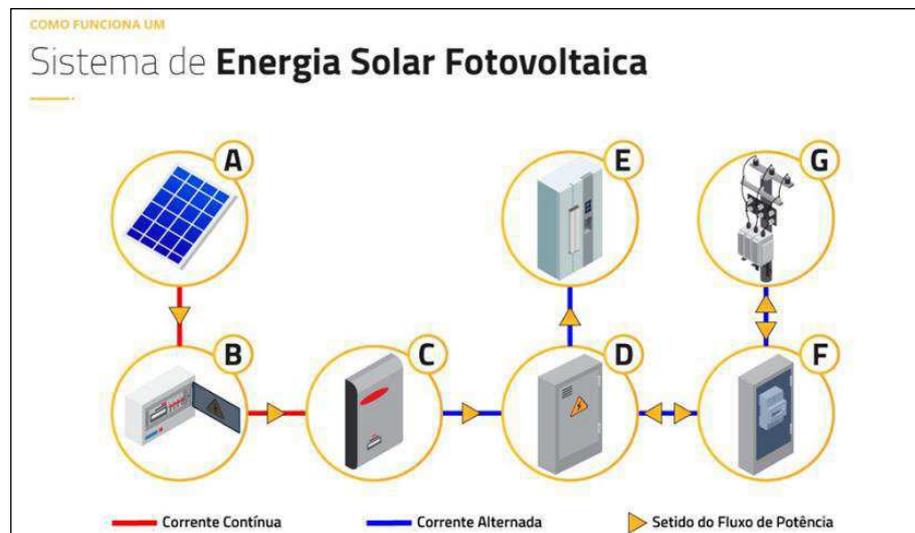
Precisamos que nos envie a última fatura de energia!\*

Mais algum arquivo importante? (caso deseje, pode enviar compactado: ZIP ou RAR)

Deseja fazer alguma observação importante?

Fonte: Autoria Própria.

Figura 34 – Algumas funcionalidades do site.  
a) Esquema básico de um sistema fotovoltaico.



b) Fatura antes e depois da instalação de um sistema fotovoltaico.

GERE SUA PRÓPRIA ENERGIA E

### Livre-se de vez da sua Fatura de Energia Elétrica

**TENHA ATÉ 95% de ECONOMIA**

Você não suporta mais pagar sua conta de energia elétrica e só vê o valor subir? Seja para sua residência, agronegócio, empresa ou indústria, a MCS Projetos e Engenharia tem a solução ideal para esse problema!

Invista em um sistema de geração solar fotovoltaica. Com ele é possível reduzir em até 95% o valor da sua fatura de energia. O melhor de tudo é que o sistema possui uma vida útil em torno de 25 anos e em apenas de 3 a 5 anos, você consegue o retorno do valor investido. Dessa forma, é possível que você economize em até 95% na sua conta de luz por durante 25 anos, sendo mais de 20 anos sem se preocupar com o retorno do investimento ou conta de energia.

c) Seção com as principais dúvidas sobre sistemas fotovoltaicos.

SAIBA QUAIS SÃO AS

### Principais Dúvidas Sobre Energia Solar Fotovoltaica

— 01) Quanto vou economizar adquirindo um sistema de geração fotovoltaico?

Você consegue reduzir até 95% do valor da sua fatura de energia elétrica. Na sua fatura, virá apenas o custo da tarifa mínima de energia. Na prática, a tarifa mínima é uma taxa cobrada pela concessionária para manter seu padrão de energia ligado na sua casa. Essa taxa varia entre R\$ 30,00 a R\$ 100,00 reais, dependendo do tipo de conexão do padrão de energia do seu imóvel (Monofásico, Bifásico ou Trifásico).

+ 02) Quanto meu sistema vai gerar por mês?

+ 03) Em quanto tempo vou recuperar o valor investido?

+ 04) Posso compensar meus créditos de energia em outro endereço?

Fonte: Autoria Própria.

Ao clicar sobre a foto de um dos sistemas fotovoltaicos, na página principal do portfólio, o usuário é então redirecionado a uma nova página. Nessa página, conforme Figura 35b, é possível ter acesso a algumas fotos do sistema, bem como as principais características, como número de módulos, potência instalada, geração, economia com a fatura de energia elétrica e tempo para retorno do investimento.

Figura 35 – Portfólio de sistemas fotovoltaicos.

a) Página principal do portfólio de sistemas fotovoltaicos.



b) Página com fotos e características de um sistema fotovoltaico.

Principais Características do Sistema				
				
<b>402</b> Módulos Instalados	<b>152,76 kWp</b> Potência Instalada	<b>19.109 kWh</b> Geração Média/Mês	<b>R\$ 188.037,10</b> Economia Média/Ano	<b>24 a 36 meses</b> Retorno do Investimento

Fonte: Autoria Própria.

## 4. Considerações Finais

Diante do exposto, o estágio se mostra como ferramenta essencial para fornecer ao aluno, ainda durante o curso, experiências profissionais que o habilitam a atuar no mercado de trabalho, uma vez que proporciona a aquisição de conhecimentos e experiências que apenas são possíveis por meio do contato diário com a rotina de um profissional com experiência de sua área.

Durante a realização do estágio, foi notória a importância de muitos conceitos e conteúdos abordados ao longo das disciplinas da graduação, principalmente no que diz respeito a Geração de Energia, Instalações Elétricas, Sistemas Elétricos e seus respectivos laboratórios.

Com relação a área de concentração do estágio, também foi possível perceber a carência entre o perfil profissional do engenheiro eletricista formado pela UFCG e as necessidades impostas pelo mercado de trabalho, onde se necessita de muito mais conhecimentos práticos, principalmente em relação a execução de obras e em relação a projetos de redes de comunicação cabeadas.

No que diz respeito ao estágio, as atividades desenvolvidas promoveram contato direto com o dia-dia de um engenheiro eletricista, possibilitando para o estagiário uma considerável evolução nos conhecimentos e nas habilidades, tornando-o cada vez mais capaz e independente, permitindo-o entregar projetos com mais qualidade em um menor tempo.

Com relação à empresa, pode-se constatar que a mesma apresenta excelente estrutura organizacional e que todo o acompanhamento e auxílio proporcionados pela equipe da empresa ao estagiário resultou uma série de ganhos profissionais e pessoais, principalmente no desenvolvimento de competências como gestão de atividades, organização, criatividade, responsabilidade, trabalho em equipe e comunicação.

Por fim, expressa-se à gratidão a Universidade Federal e Campina Grande e à empresa MCS Projetos Elétricos e Engenharia pela incrível experiência de atuação no mercado de trabalho bem como pela significativamente contribuição para a formação e crescimento de um profissional de Engenharia Elétrica.

## Referências

ABNT, NBR. 5410. Instalações Elétricas de Baixa Tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ENERGISA. Norma de Distribuição Unificada 001: Fornecimento de Energia Elétrica a Edificações Individuais ou Agrupadas até 3 Unidades Consumidoras. João Pessoa. 2019.

ENERGISA. Norma de Distribuição Unificada 002: Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária. João Pessoa. 2019.

ENERGISA. Norma de Distribuição Unificada 013: Critérios para a Conexão de Acessantes de Geração Distribuída ao Sistema de Distribuição: Para Conexão em Baixa Tensão. João Pessoa. 2019.

RAMOS, V. de M. Relatório de Estágio Integrado: MCS Projetos Elétricos e Engenharia LTDA. Campina Grande, Paraíba, 2019.

MCS. MCS Projetos Elétricos e Engenharia Ltda, 2020. Página inicial. Disponível em: < <https://projetosmcs.com.br/> >. Acesso em: 20 de Ago. de 2020.