



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

ANDRÉ LUIS BARBOSA RODRIGUES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO  
**MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA**

Campina Grande, PB  
Outubro de 2023

André Luis Barbosa Rodrigues

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 Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de concentração: Eletrotécnica

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

Campina Grande, PB

Outubro de 2023

André Luis Barbosa Rodrigues

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 Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Aprovado em 31/10/2023

**Pablo Bezerra Vilar, D. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador, UFCG

**Célio Anésio da Silva, D. Sc.**

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

Campina Grande, PB

Outubro de 2023

*Dedico este trabalho aos meus pais e aos meus irmãos, os quais sempre me incentivaram e apoiaram em meus estudos.*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por ter me dado forças para superar os momentos de dificuldades e serenidade para reconhecer os erros. Foram diversos momentos de fraqueza que me fizeram pensar em desistir, mas o apoio incondicional da família e amigos permitiram chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Josélia e Marcelino, que sempre estiveram presentes e mesmo em momentos difíceis nunca deixaram de incentivar os estudos. Aos meus irmãos, Nathália, Raylander, Renam e Victor, que sempre deram forças e incentivos para que eu pudesse continuar e que juntos formam a base da minha família.

Agradeço ao Professor e Engenheiro Eletricista Célio Anésio da Silva, primeiramente por ter me concedido esta valiosa oportunidade de estágio e, principalmente, por todos os conhecimentos teóricos, técnicos e de vida que foram transmitidos, dentro e fora da sala de aula, contribuindo para minha formação pessoal e como Engenheiro Eletricista.

Agradeço a todo o time da MCS Projetos Elétricos e Engenharia: Emmanoel, Samara, Vinicius, Vítor e Joseilton. Obrigado por todo o conhecimento compartilhado, pelo respeito mútuo e o ótimo ambiente de trabalho. Menciono também o pessoal da SELMAN: Vicente, Valdir e os demais colaboradores, que foram parceiros na realização deste projeto.

Agradeço a todos os meus amigos de graduação, em especial: Francisco Maerle, Alberto Fontan e Vinicius Augusto. E, por fim, agradeço a alguns amigos que a vida me presenteou: Felipe Damasceno, Jonas Romeiro, Mathews Lima, Diego Trajanu, Ranyere Soares, Denisson Oliveira e Rodrigo Monteiro.

## RESUMO

Neste relatório são descritas as principais atividades realizadas pelo estagiário André Luis Barbosa Rodrigues, aluno de graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante seu estágio supervisionado na empresa MCS Projetos Elétricos e Engenharia LTDA no período compreendido entre 01 de agosto de 2023 a 12 de setembro de 2023. O estágio foi realizado no setor de engenharia da empresa, sob a supervisão do Engenheiro Emmanoel Nascimento Ferreira. As principais atividades desenvolvidas foram a elaboração e a readequação do projeto de quadro de distribuição industrial de instalações elétricas e acompanhamento da montagem e instalação do quadro.

**Palavras-chave:** Instalações Elétricas. Quadro de Distribuição Industrial. Projetos Elétricos. MCS ENGENHARIA.

## **ABSTRACT**

This report describes the main activities carried out by intern André Luis Barbosa Rodrigues, an undergraduate student Electrical Engineering at the Federal University of Campina Grande (UFCG), during his supervised internship at MCS Projetos Elétricos e Engenharia LTDA from August 01, 2023, to September 12, 2023. The internship was accomplished in the engineering department of the company, under the supervision of Engineer Emmanoel Nascimento Ferreira. The main activities developed were the elaboration and readjustment of the industrial distribution board project for electrical installations and monitoring of the assembly and installation of the board.

Keywords: Electrical Installations. Industrial Distribution Board. Electrical Projects. MCS ENGENHARIA.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Logo da MCS Engenharia.....	11
Figura 2 – Escritório de Engenharia da MCS Engenharia.....	11
Figura 3 – Logo da Cachaçaria Matuta. ....	13
Figura 4 – Foto aérea do engenho da Matuta. ....	14
Figura 5 – Layout dos motores. ....	15
Figura 6 – Imagens .....	15
Figura 7 – Layout do quadro de alimentação elétrica dos motores .....	18
Figura 8 – Layout final do quadro de alimentação dos motores. ....	19
Figura 9 – Diagrama de linha do painel esquerdo e central .....	27
Figura 10 – Diagrama de linha do painel direito .....	28
Figura 11 – Esquema elétrico do painel esquerdo. ....	29
Figura 12 – Bornes de saída dos circuitos de comando das <i>soft starters</i> . ....	30
Figura 13 – Esquema elétrico do painel central. ....	30
Figura 14 - Esquema elétrico do painel direito.....	31
Figura 15 - Bornes do painel direito da saída de alimentação dos motores. ....	32
Figura 16 – Bornes do painel direito da saída de alimentação dos motores (continuação).....	32
Figura 17 – Imagem do quadro completo instalado na Matuta. ....	33
Figura 18 – Painel Esquerdo Instalado .....	34
Figura 19 – Painel central instalado. ....	35
Figura 20 – Painel direito instalado .....	36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos motores elétricos da moenda. ....	16
Tabela 2 – Relação dos motores instalados pela MCS. ....	17
Tabela 3 – Capacidade condução de corrente barra chata de cobre. ....	20
Tabela 4 – Disjuntor-Motor Termomagnético MPW18 – Proteção contra sobrecarga e curto-circuito. ....	21
Tabela 5 – Especificação da corrente nominal dos dispositivos da instalação. ....	22
Tabela 6 – Capacidade de condução de corrente para condutores em PVC a 30°C. ....	24
Tabela 7 – Capacidade de condução de corrente para condutores em EPR a 30°C. ....	25
Tabela 8 – Condutores dos circuitos de alimentação. ....	26

# SUMÁRIO

1	Introdução.....	9
1.1	Objetivos do Estágio.....	9
1.2	Estrutura do Relatório.....	10
2	A Empresa.....	11
3	Atividades Desenvolvidas.....	13
3.1	O empreendimento.....	13
3.1.1	Localização.....	13
3.1.2	Objetivo da Matuta.....	14
3.1.3	Serviço a ser realizado pela MCS Projeto Elétrico e Engenharia.....	14
3.2	Identificação dos motores da instalação.....	15
3.2.1	Layout dos motores na instalação elétrica.....	15
3.2.2	Classificação e identificação dos motores.....	16
3.3	Cálculo das correntes dos circuitos motores.....	17
3.4	Layout do quadro de alimentação dos motores.....	18
3.5	Especificação dos principais materiais e dispositivos elétricos.....	19
3.5.1	Barras retangulares de cobre.....	19
3.5.2	Disjuntores e disjuntores motores.....	20
3.5.3	Contatores.....	21
3.5.4	<i>Soft starters</i> .....	21
3.6	Dimensionamento dos condutores.....	23
3.6.1	Dimensionamento dos condutores internos ao quadro de alimentação.....	23
3.6.2	Dimensionamento dos condutores externos.....	25
3.7	Projeto e esquemas elétricos utilizando Solidworks Electrical.....	26
3.7.1	Diagrama de Linha.....	27
3.7.2	Esquemas Elétricos.....	28
3.8	Montagem e instalação do quadro de alimentação.....	32
4	Considerações Finais.....	37
	Referências.....	38

# 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas pelo estudante de graduação André Luis Barbosa Rodrigues realizado no setor de engenharia da empresa MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA, sob a supervisão do Engenheiro Emmanoel Nascimento Ferreira, no período 01 de agosto de 2023 a 12 de setembro de 2023, com carga horária semanal de 30 horas.

A ideia principal é mostrar como foi feito o desenvolvimento do quadro de distribuição de alimentação dos motores da moenda de cana de açúcar da Cachaçaria Matuta. Como o projeto foi idealizado, como foi realizado e instalado, o dimensionamento e a parceria entre a MCS e SELMAN para realização da montagem e instalação. E possíveis alterações que possam ter ocorrido durante todo este processo de montagem do quadro de distribuição.

## 1.1 Objetivos do Estágio

O objetivo principal do estagiário foi acompanhar o processo de montagem e instalação do quadro de distribuição, coletando informação de possíveis alterações e realizando alterações no projeto base conforme necessário.

As principais atividades desenvolvidas pelo aluno de graduação durante o estágio foram:

- Readequação do projeto provisório e elaboração do novo projeto com as correções necessárias.
- Elaboração de diagramas elétricos.
- Acompanhamento da montagem do quadro de alimentação industrial.
- Acompanhamento da instalação do quadro de alimentação industrial

## **1.2 Estrutura do Relatório**

Esse relatório encontra-se dividido em 4 capítulos. No Capítulo 1, foram apresentadas informações gerais sobre o estágio e seus objetivos. No Capítulo 2, a empresa concedente do estágio é apresentada. No Capítulo 3, são descritas as principais atividades realizadas durante o estágio. Por fim, o Capítulo 4 encerra o trabalho com as conclusões e considerações finais acerca do estágio realizado.

## 2 A EMPRESA

A empresa MCS PROJETOS ELÉTRICOS E ENGENHARIA LTDA, cuja logo é mostrada na Figura 1, possui registro ativo sob o atual CNPJ desde 06 de maio de 2014. Sua natureza jurídica é Sociedade Empresária LTDA e seu quadro de sócios e administradores é composto por dois integrantes.

Figura 1 – Logo da MCS Engenharia.



Fonte: MCS Engenharia.

A MCS é localizada na Rua Manoel Leonardo Gomes, 555, Jardim Paulistano, Campina Grande, Paraíba. É composta por uma edificação e um escritório que foi incorporado recentemente e é onde está localizado o setor de projetos e engenharia da empresa. A Figura 2 mostra a sede da empresa.

Figura 2 – Escritório de Engenharia da MCS Engenharia.



Fonte: MCS Engenharia.

A principal atividade da empresa são serviços de engenharia. Estando habilitados a realizarem os seguintes serviços:

- Manutenção e reparação de geradores, transformadores e motores elétricos;
- Manutenção de redes de distribuição de energia elétrica;
- Instalação e manutenção elétrica;
- Outras obras de acabamento da construção;

- Serviços de operação e fornecimento de equipamentos para transporte e elevação de cargas e pessoas para uso em obras;
- Consultoria em tecnologia da informação.

A empresa tem diversos projetos realizados e seu principal foco é o desenvolvimento de projetos elétricos, compartilhamento de rede e geração fotovoltaica no Nordeste brasileiro, em especial nos estados da Paraíba (PB), Pernambuco (PE) e Rio Grande do Norte (RN).

O quadro de colaboradores da empresa é composto por 12 pessoas, sendo uma administradora, 5 engenheiros eletricitas, um engenheiro de minas, 3 técnicos de desenho e 2 eletricitas. Além da equipe de trabalho presente no escritório, a empresa gera mais de 40 empregos indiretos a partir da contratação de eletricitas, pedreiros, serventes e ajudantes para a execução dos projetos elaborados.

### 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo são mostrados o desenvolvimento do projeto e as atividades realizadas pelo estagiário. Todas as atividades foram supervisionadas pelo engenheiro responsável da empresa, cumprindo todas as normas de segurança vigente, em especial a NR10.

#### 3.1 O empreendimento

A CACHAÇARIA MATUTA LTDA, cuja logo é apresentada na Figura 3, aproveitou a entre safra para modernizar o processo da moenda da cana de açúcar usado na fabricação de cachaça.

Figura 3 – Logo da Cachaçaria Matuta.



Fonte: Matuta.

##### 3.1.1 Localização

A CACHAÇARIA MATUTA LTDA está situada no Engenho Vaca Brava na zona rural do município de Areia - PB. Conhecer o Vaca Brava é adentrar num mundo de coisas, fazeres e saberes seculares. Seja na casa grande, cujas paredes foram erguidas há mais de 140 anos e que, dentre outros personagens, abrigou o escritor José Américo de Almeida; seja por sua moenda a vapor, importada da França em 1884, construída pela mesma empresa que instalou os elevadores da Torre Eiffel, ou pelas histórias choradas e sorridas pelos personagens que viveram e trabalharam sobre suas terras. A Figura 4 mostra uma visão aérea do engenho.

Figura 4 – Foto aérea do engenho da Matuta.



Fonte: Cachaçaria Matuta no Google Maps. Jul 2021.

### 3.1.2 Objetivo da Matuta

Os processos, antes controlados e acionados no painel de comando por meio de botoeiras, agora passariam a ser controlados por Controladores Lógicos Programáveis (CLP) e Interface Homem-Máquina (IHM).

A empresa MATUTA optou pela contratação de três empresas para desenvolver o projeto em conjunto, duas responsáveis por instalações dos painéis de distribuição (força) e por alimentação dos motores disponíveis e uma responsável pelo painel de comando e pela automação dos processos. A Matuta só pode realizar manutenções programadas durante o período de entressafra e devido à proximidade da colheita o tempo era escasso, a opção de contratação de várias empresas visava a diminuição do tempo de execução do serviço.

### 3.1.3 Serviço a ser realizado pela MCS Projeto Elétrico e Engenharia

Ao realizar a vistoria foi identificado que deveria ser feito a confecção e instalação de um novo quadro de alimentação dos motores, o quadro de comando seria desativado e os novos quadros seriam instalados em uma sala de comando a ser construída.

A MCS ficou responsável apenas pelo projeto do quadro de alimentação dos motores e a instalação de alguns motores.

Para tornar o projeto possível a MCS lançou mão da parceria com a SELMAN - Serviços Elétricos de Manutenção e Montagem, que foi a empresa responsável pela confecção e a instalação do quadro conforme projetado.





### 3.2.2 Classificação e identificação dos motores

A identificação dos motores foi realizada por meio de verificação com o pessoal da manutenção da Cachaçaria Matuta, pois a maioria dos motores não possuíam a placa de identificação.

Sabendo que os motores são do fabricante WEG S. A. e tendo em base as informações coletadas com os técnicos de manutenção da Cachaçaria Matuta da potência de cada motor, foi verificado o catálogo da fabricante em busca de referências técnicas para o dimensionamento dos equipamentos e condutores. Pondera-se que alguns motores não são exatamente o do catálogo pois são antigos, mas possuem características próximas que validam o dimensionamento correto. A Tabela 1 evidencia a relação de motores disponíveis na instalação.

Tabela 1 – Relação dos motores elétricos da moenda.

<b>Descrição</b>	<b>Potência (cv)</b>	<b>Nº de polos</b>	<b>Carcaça</b>	<b>Velocidade (rpm)</b>
Navalha 1	150	6	315S/M	1160
Navalha 2	200	4	315S/M	1790
Moendas 1 e 2	150	4	280S/M	1730
Moenda 3	75	4	225S/M	1780
Esteira Intermediária 1	3	4	L90L	1735
Esteira Intermediária 2	3	4	L90L	1735
Bomba de Calda 1	3	6	L100L	1145
Bomba de Calda 2 (Reserva da 1)	3	6	L100L	1145
Peneira Rotativa	3	4	L90L	1715
Esteira Metálica	7,5	4	L112M	1750
Esteira de Borracha	4	2	L90L	3450
Galego	7,5	4	L112M	1750
Rolo Alimentador	5	4	L100L	1715
Bomba de Lubrificação. 1 (Graxa)	4	4	L100L	1750
Bomba de Lubrificação. 2 (Óleo)	4	4	L100L	1750
Bomba do Hidráulico	10	4	132S	1750
Bomba de Calda 3	5	2	100L	3450
Bomba de Calda 4 (Reserva da 3)	5	2	100L	3450
Esteira de Bagaço	10	4	132S	1750

Fonte: De autoria própria.

### 3.3 Cálculo das correntes dos circuitos motores

Determinar a corrente que circulará por cada circuito elétrico é fundamental para o dimensionar os dispositivos elétricos e a bitola dos cabos de alimentação de cada circuito.

Com os dados de potência do motor, sabendo que a tensão trifásica da rede de alimentação é  $V_L = 380$  V. Pode-se calcular a corrente nominal ( $I_n$ ) de cada motor por meio da Equação (1).

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \times \eta \times FP \times V_L} \quad (1)$$

Onde  $P$  é a potência dada em kW,  $\eta$  é o rendimento do motor,  $FP$  é o fator de potência do motor e  $V_L$  é a tensão entre fases da rede.

A Tabela 2 mostra os dados dos motores com as respectivas correntes necessários para dimensionamento. Esta é a relação de motores que é de responsabilidade da MCS e que foi utilizada no projeto do quadro de alimentação dos motores elétricos.

Tabela 2 – Relação dos motores instalados pela MCS.

Descrição	Potência (cv)	Potência (kW)	Rendimento (%)	FP	Tensão (V)	Corrente Nominal (A)
Navalha 1	150	110,0	95,80%	0,83	380	210,19
Navalha 2	200	150,0	96,20%	0,85	380	278,71
Moendas 1 e 2	150	110,0	95,80%	0,86	380	202,85
Moenda 3	75	55,0	95,40%	0,84	380	104,28
Rolo Alimentador	5	3,7	89,50%	0,77	380	8,16
Esteira Metálica	7,5	5,5	91,00%	0,77	380	11,93
Bomba de Lubr. 1 (Graxa)	4	3,0	89,50%	0,77	380	6,61
Bomba de Lubr. 2 (Óleo)	4	3,0	89,50%	0,77	380	6,61
Bomba do Hidráulico	10	7,5	91,70%	0,84	380	14,79
Galego	7,5	5,5	91,00%	0,77	380	11,93

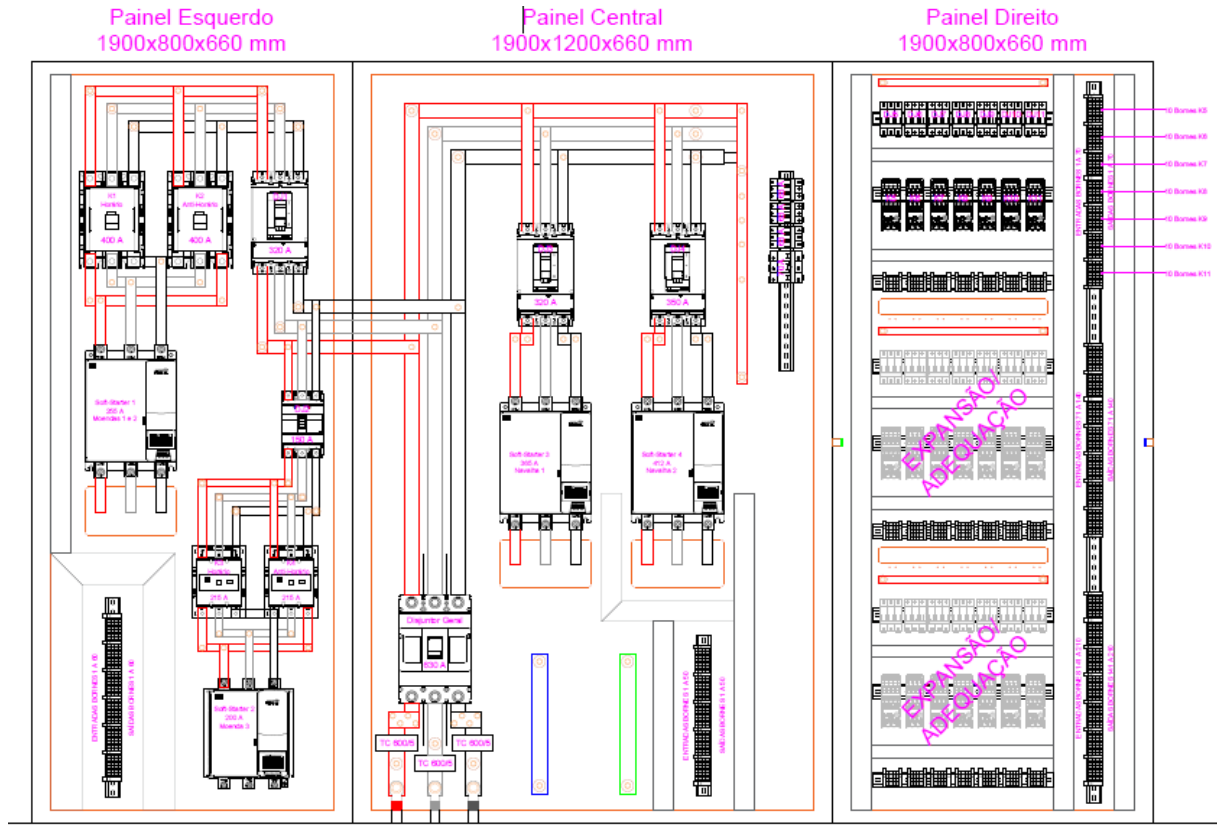
Fonte: De autoria própria.

Foi considerado um fator de serviço dos motores de 1,15. Ou seja, cada motor poderá atuar com 15% de sobrecarga sem a proteção térmica atuar.

### 3.4 Layout do quadro de alimentação dos motores

Existia um projeto preliminar do quadro de alimentação desenvolvido, como pode ser visto na Figura 7.

Figura 7 – Layout do quadro de alimentação elétrica dos motores



Fonte: MCS Projetos Elétrico e Engenharia.

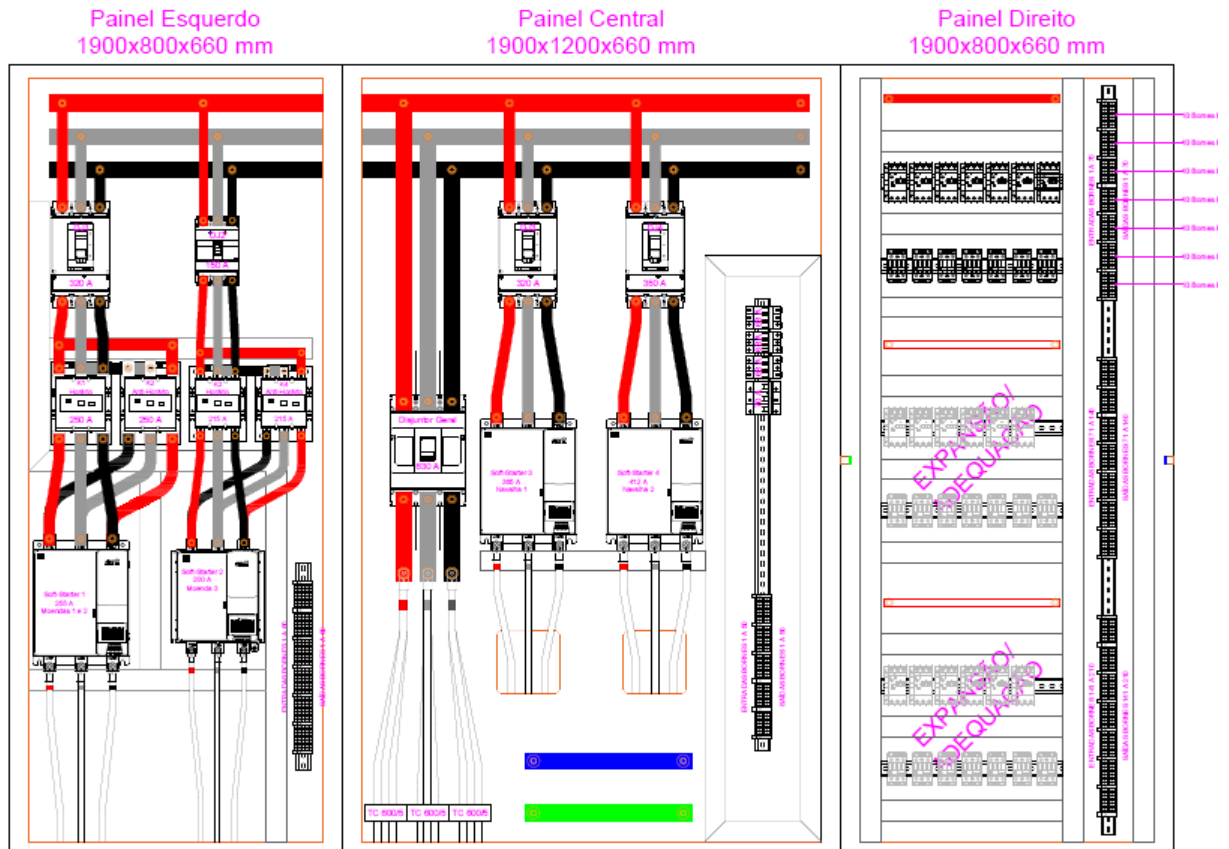
O quadro é composto por três painéis elétricos. O painel esquerdo e o painel central foram utilizados para a instalação dos equipamentos que compõe os circuitos de alimentação dos motores de maiores potências. O painel direito foi utilizado para os demais motores

Em contato com a empresa parceira, SELMAN, foi sugerido uma revisão no layout do projeto. O layout da Figura 7 exigia pelo menos sei tipos de barras de cobre diferentes, com muitas conexões e pedaços pequenos de barra que poderiam resultar em pontos quentes. Ao fazer essa alteração, reduziu para 3 tipos de barras de cobre em função da disponibilidade de barras de cobre que a própria SELMAN possuía em seu estoque.

Alterações no circuito do quadro de alimentação ocorreram também em função de mudanças de planejamento da própria Matuta durante o período de montagem do quadro. O layout final de como foi montado o quadro pode ser visto na Figura 8. Uma aparência mais

limpa, mais intuitiva e com menos detalhes facilitando o trabalho dos colaboradores que iriam realizar a montagem do quadro.

Figura 8 – Layout final do quadro de alimentação dos motores.



Fonte: De autoria própria.

### 3.5 Especificação dos principais materiais e dispositivos elétricos

#### 3.5.1 Barras retangulares de cobre

As barras de cobre disponíveis, informado pela SELMAN, para montagem do quadro de alimentação elétrica foram:

- Barra chata de cobre 1 ½" x ¼";
- Barra chata de cobre 1" x 3/8";
- Barra chata de cobre ¾" x ¼".

É possível fazer o cálculo da corrente que uma barra de cobre pode conduzir. Porém, a maneira prática é consultar tabelas que os próprios fabricantes disponibilizam. Um exemplo dessas tabelas consultivas é mostrado na Tabela 3

Tabela 3 – Capacidade condução de corrente barra chata de cobre.

Pol/ Mm	Colun a1	1/8" 3,17mm	1/4" 6,35mm	3/8" 9,53mm	1/2" 12,70mm	5/8" 15,87mm	3/4" 19,05mm	1" 25,40mm
1/4"	6,35	40	---	---	---	---	---	---
3/8"	9,53	60	121	---	---	---	---	---
1/2"	12,7	81	161	242	---	---	---	---
5/8"	15,87	101	202	302	403	---	---	---
3/4"	19,05	121	242	363	484	---	---	---
7/8"	22,22	141	282	423	564	---	---	---
1"	25,4	161	323	484	645	806	968	---
1.1/4"	31,75	201	403	605	806	1008	1210	1613
1.1/2"	38,1	242	484	725	968	1209	1452	1935

Fonte: De autoria própria.

Uma ressalva importante é que no projeto anterior era previsto uma barra retangular de cobre 1 ½" x ½" para o barramento principal, o qual foi substituído por duas barras retangulares de 1 ½" x ¼". As barras de 1" x 3/8" foram utilizadas nos circuitos dos motores da Moenda 1 e 2, Navalha 1 e Navalha 2. As barras de ¾" x ¼" foram utilizados no circuito da Moenda 3 e no barramento trifásico que alimenta os disjuntores motores no painel elétrico direito.

### 3.5.2 Disjuntores e disjuntores motores

A Matuta disponibilizou quatro disjuntores de caixa moldada da Schneider Electric do quadro anterior que ligavam os quatro motores principais e um disjuntor geral de caixa moldada da Soprano.

Foram adquiridos sete disjuntores motores tripolar da marca WEG MPW18 para alimentação dos motores. Os disjuntores motores foram selecionados de acordo com a corrente nominal de cada circuito. Disjuntores motores são dispositivos robustos no que diz respeito as suas características físicas, possuem alta capacidade de interrupção de corrente, controle ajustável de corrente para proteção de sobrecarga e proteção contra curto-circuito. A Tabela 4 mostra a tabela para seleção dos disjuntores motores adaptada do catálogo da WEG MPW Disjuntores Motores.

Tabela 4 – Disjuntor-Motor Termomagnético MPW18 – Proteção contra sobrecarga e curto-circuito.

Tabela orientativa para seleção da proteção de motores trifásicos 60 Hz – 4 polos			Corrente nominal  In (A)	Faixa de ajuste da corrente nominal  In (A)	Disparo magnético 13x In  In (A)	Referência
220-240V cv / kW	380-415V cv / kW	440-480V cv / kW				
-	-	-	0,16	0,1...0,16	2,08	MPW18-3-C016
-	-	-	0,25	0,16...0,25	3,25	MPW18-3-C025
-	-	0,16 / 0,12	0,4	0,25...0,4	5,2	MPW18-3-D004
-	0,16 / 0,12	0,25 / 0,18	0,63	0,4...0,63	8,2	MPW18-3-C063
0,16 / 0,12	0,33 / 0,25	0,33 / 0,25	1	0,63...1	13	MPW18-3-U001
0,33 / 0,25	0,5 / 0,37	1 / 0,75	1,6	1...1,6	20,8	MPW18-3-D016
0,5 / 0,37	1 / 0,75	1,5 / 1,1	2,5	1,6...2,5	32,5	MPW18-3-D025
1 / 0,75	2 / 1,5	2 / 1,5	4	2,5...4	52	MPW18-3-U004
1,5 / 1,1	3 / 2,2	4 / 3	6,3	4...6,3	82	MPW18-3-D063
3 / 2,2	6 / 4,5	7,5 / 5,5	10	6,3...10	130	MPW18-3-U010
5 / 3,7	10 / 7,5	12,5 / 9,2	16	10...16	208	MPW18-3-U016
6 / 4,5	10 / 7,5	12,5 / 9,2	18	12...18	234	MPW18-3-U018

Fonte: Catálogo WEG MPW Disjuntores Motores.

### 3.5.3 Contatores

Foram reaproveitados quatro contatores da instalação anterior, sendo dois de 250 A e dois de 215 A, utilizador para reversão dos motores das Moendas 1 e 2 e da Moenda 3. Foram adquiridos sete contatores WEG, sendo dois CWM18A e cinco CWM25A. Estes contatores foram utilizados em série com os disjuntores motores.

Nota-se que os contatores WEG utilizados no projeto suportam a corrente de qualquer circuito dos motores pequenos, significando que a ordem deles não importam na montagem. Se fossem dimensionados por circuitos a corrente de cada contator seria ligeiramente superior a corrente nominal do circuito associado a ele.

### 3.5.4 *Soft starters*

Durante a partida do motor, para vencer a inercia do rotor inicialmente parado é necessária uma corrente muito elevada para que o motor acelere. Essa corrente inicial elevada

pode trazer algumas consequências, tanto para o motor elétrico quanto para o sistema em que ele se encontra inserido. Os sistemas, no geral, são projetados para funcionarem dentro de um limite estabelecido pela corrente nominal, caso uma corrente elevada atue mesmo que por um instante a proteção deverá atuar de forma a proteger o circuito. Projetar um sistema para suportar a corrente inicial de um motor de potência demasiadamente alta elevaria meu custo tornando qualquer projeto inviável. A solução seria limitar essa corrente inicial de partida.

O Soft-Start é um dispositivo que atua na partida e na proteção de motores, garantindo uma partida suave limitando a corrente de partida do motor. A Matuta disponibilizou quatro *soft-starters* WEG SSW-007 para o acionamento dos quatro motores de maiores potência. Os demais motores possuem potência igual ou menor a 10 cv e o sistema de acionamento é partida direta.

A Tabela 5 mostra a relação dos motores com as correntes dos equipamentos que compõe cada circuito.

Tabela 5 – Especificação da corrente nominal dos dispositivos da instalação.

<b>Descrição</b>	<b>Potência (cv)</b>	<b>Corrente Máxima (A)</b>	<b>Disjuntor (A)</b>	<b>Disjuntor Motor (A)</b>	<b>Soft-Start (A)</b>	<b>Contator (A)</b>
Navalha 1	150	241,71	320	-	365	-
Navalha 2	200	320,52	320	-	412	-
Moendas 1 e 2	150	233,28	320	-	255	2x250
Moenda 3	75	119,92	150	-	200	2x215
Rolo Alimentador	5	9,38	-	6,3 - 10 (9,3)	-	25
Esteira Metálica	7,5	13,71	-	10 - 16 (13,5)	-	25
Bomba de Lubr. 1 (Graxa)	4	7,61	-	6,3 - 10 (7,5)	-	18
Bomba de Lubr. 2 (Óleo)	4	7,61	-	6,3 - 10 (7,5)	-	18
Bomba do Hidráulico	10	17,01	-	12 - 18 (17)	-	25
Galego	7,5	13,71	-	10 - 16 (13,5)	-	25

Fonte: De autoria própria.



### 3.6 Dimensionamento dos condutores

Ter conhecimento da corrente nominal do circuito motor é o primeiro passo na determinação dos condutores, porém há outros fatores que podem influenciar. A temperatura e a distância influenciam inversamente a capacidade de condução de corrente do condutor metálico. A NBR 5410 é a norma técnica brasileira que regulamenta as Instalações Elétricas de Baixa Tensão e fornece informações e tabelas para dimensionamentos de condutores, além de fatores de correção que possibilitam o dimensionamento correto para cada tipo de instalação elétrica.

A Tabela 6 e a Tabela 7 mostram a capacidade de condução de corrente dos condutores, em PVC e em EPR respectivamente, para uma temperatura de 30°C. Dependendo do tipo de referência de instalação existe ainda outras tabelas previstas na NBR 5410. Se as condições aplicadas na instalação coincidirem com as condições estabelecidas na norma, uma consulta simples permitirá a determinação adequada do condutor. Os condutores utilizados no projeto são de cobre.

#### 3.6.1 Dimensionamento dos condutores internos ao quadro de alimentação

Os condutores utilizados para comando dos circuitos possuem uma corrente muito baixa, por isso foi selecionado condutores de 1,0 mm<sup>2</sup> com isolamento em PVC para todos os circuitos de comando.

A maior corrente projetada dos motores de porte menor é 17 A, como pode ser verificado na **Error! Reference source not found.** O menor condutor que podemos utilizar para circuitos de força é o de 2,5 mm<sup>2</sup>, o que atende aos requisitos da norma e do projeto. Portanto, todos os condutores dos circuitos de alimentação dos motores menores são de 2,5 mm<sup>2</sup> (PVC).

Tabela 6 – Capacidade de condução de corrente para condutores em PVC a 30°C.

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Números de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336

Fonte: NBR 5410.

Entre o barramento principal e o barramento que interliga os circuitos motores do painel direito existe um disjuntor Schneider de 63 A, localizado no painel central, que tem função de disjuntor geral. Os condutores associados a este dispositivo têm que suportar a corrente dos circuitos motores. As correntes nominais dos motores menores giram em torno de 69 A, considerando todos a plena carga, mas não é o que acontece na prática. Fatores de demanda podem ser aplicados para correção deste valor. Escolhendo o condutor que suporte a corrente do disjuntor, ambos respeitarão as normas vigentes. Neste caso, foi utilizado o condutor de cobre de 10 mm<sup>2</sup> em HEPR, que possui uma isolação melhor permitindo aumentar a capacidade de condução de corrente e suporta uma temperatura de até 90° C.

Tabela 7 – Capacidade de condução de corrente para condutores em EPR a 30°C.

Seções nominais Mm <sup>2</sup>	Métodos de Referência											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Números de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396

Fonte: NBR 5410.

### 3.6.2 Dimensionamento dos condutores externos

A alimentação dos motores pequenos, da saída dos bornes para os motores não fazia parte do escopo da MCS e da SELMAN. Uma consideração importante é a distância entre o quadro de alimentação e o circuito terminal de cada motor é relativamente baixa, uma vez que o motor mais distante está a 30 metros, o cabo multipolar 4 fios de 2,5 mm<sup>2</sup> atende a situação. A seleção dos condutores é feita baseada nos critérios para dimensionamento de condutores previsto na norma NBR 5410: seção mínima, capacidade de condução de corrente e queda de tensão admissível.

A Tabela 8 mostra a relação dos condutores com os seus correspondentes circuitos. Todos os cabos possuem isolamento em HEPR. Os cabos dos motores das Navalhas e das Moendas são cabos unipolares, os demais são cabos multipolares 4 fios.

Tabela 8 – Condutores dos circuitos de alimentação.

<b>Descrição</b>	<b>Condutores (mm<sup>2</sup>)</b>
Navalha 1	3#1x70(35)
Navalha 2	3#1x95(50)
Moendas 1 e 2	3#1x70(35)
Moenda 3	3#1x35(25)
Rolo Alimentador	3#2,5(2,5)
Esteira Metálica	3#2,5(2,5)
Bomba de Lubr. 1 (Graxa)	3#2,5(2,5)
Bomba de Lubr. 2 (Óleo)	3#2,5(2,5)
Bomba do Hidráulico	3#2,5(2,5)
Galego	3#2,5(2,5)

Fonte: De autoria própria.

### 3.7 Projeto e esquemas elétricos utilizando Solidworks Electrical

A documentação de um projeto elétrico é necessária e fundamental para se ter clareza de como a instalação elétrica de um determinado local foi realizada. Por isso, quando se trabalha na área de projeto toda informação é importante. Tudo tem que estar detalhado e especificado de forma a evitar erros, pois o mínimo erro pode ocasionar em perda de tempo ou até prejuízo financeiro.

No mercado, existem vários softwares que prometem um desempenho satisfatório na questão de documentação de esquemas elétricos. Hoje em dia, devido ao nível de informação e detalhe que se pode entregar apenas os diagramas elétricos pode não ser suficientes. Pode ser necessário uma representação de como estão organizados os componentes dos quadros elétricos de uma instalação ou até mesmo uma representação em três dimensões. Para fazer isso, poderia utilizar o Autocad Electrical de forma integrada com o Inventor, ou o Revit. Uma outra opção seria o E3 Series, da Zuken. Porém, o software utilizado foi o Solidworks Electrical. Todas essas ferramentas permite um nível de detalhamento profissional de forma a agilizar o processo de projetos elétricos

O Solidworks Electrical, como os demais softwares, permite o design de projeto 3D e a elaboração de documentos elétricos, relatórios, listas de materiais. A vantagem do Solidworks Electrical é que a ferramenta permite associar os componentes reais ao projeto de maneira fácil,

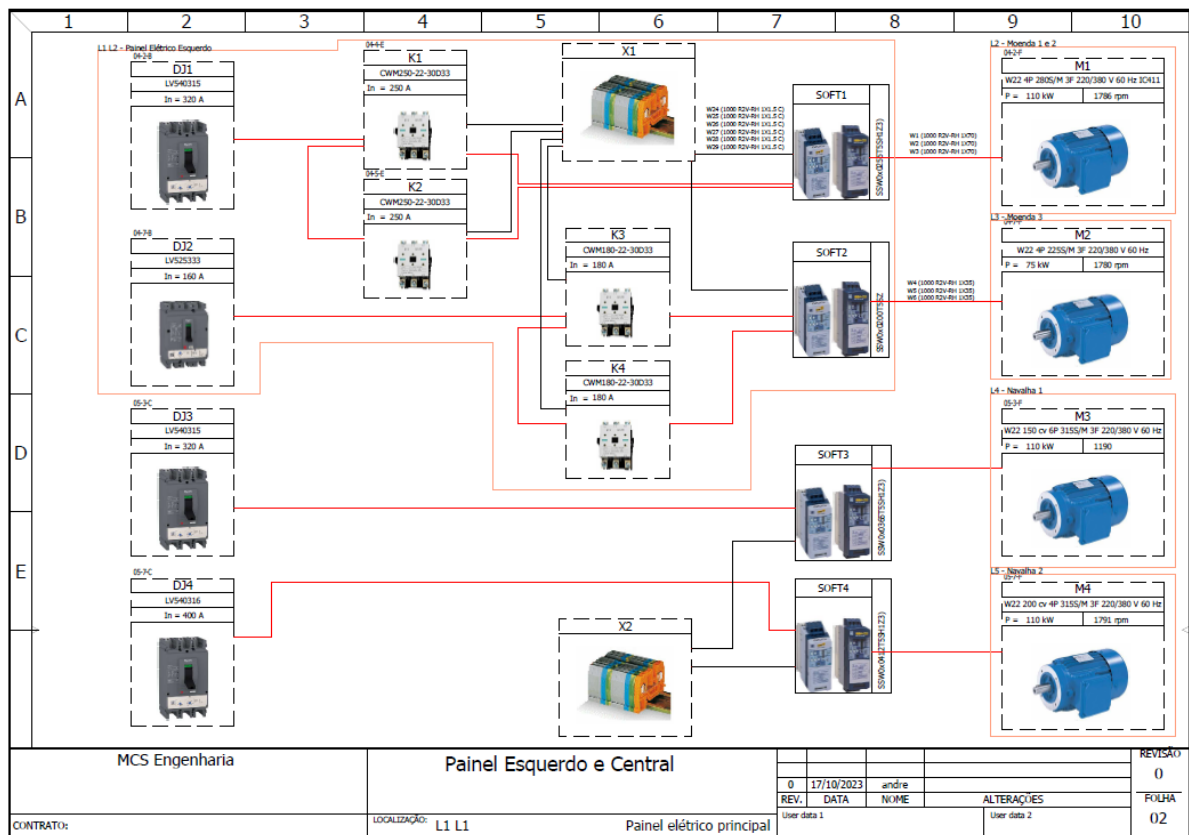
principalmente componentes da Schneider Electric e da Siemens, e várias outras empresas. As outras duas ferramentas são boas, mas requerem um tempo maior de aprendizado, já que são menos intuitivas.

### 3.7.1 Diagrama de Linha

O primeiro esquema que o software propõe é basicamente o diagrama de linha da instalação elétrica. Estabelece a relação entre cada componente do sistema, fornecendo uma informação intuitiva e de fácil entendimento.

O primeiro esquema encontra-se na Figura 9 e contém os dispositivos que fazem dos circuitos de alimentação dos motores Navalha 1 e 2 e dos motores das Moenda 1 e 2 e da Moenda 3. Nessa folha é possível indicar a localização dos equipamentos quando estão em locais diferentes por meio de uma polilinha ou um retângulo que neste exemplo está definido pela cor laranja claro.

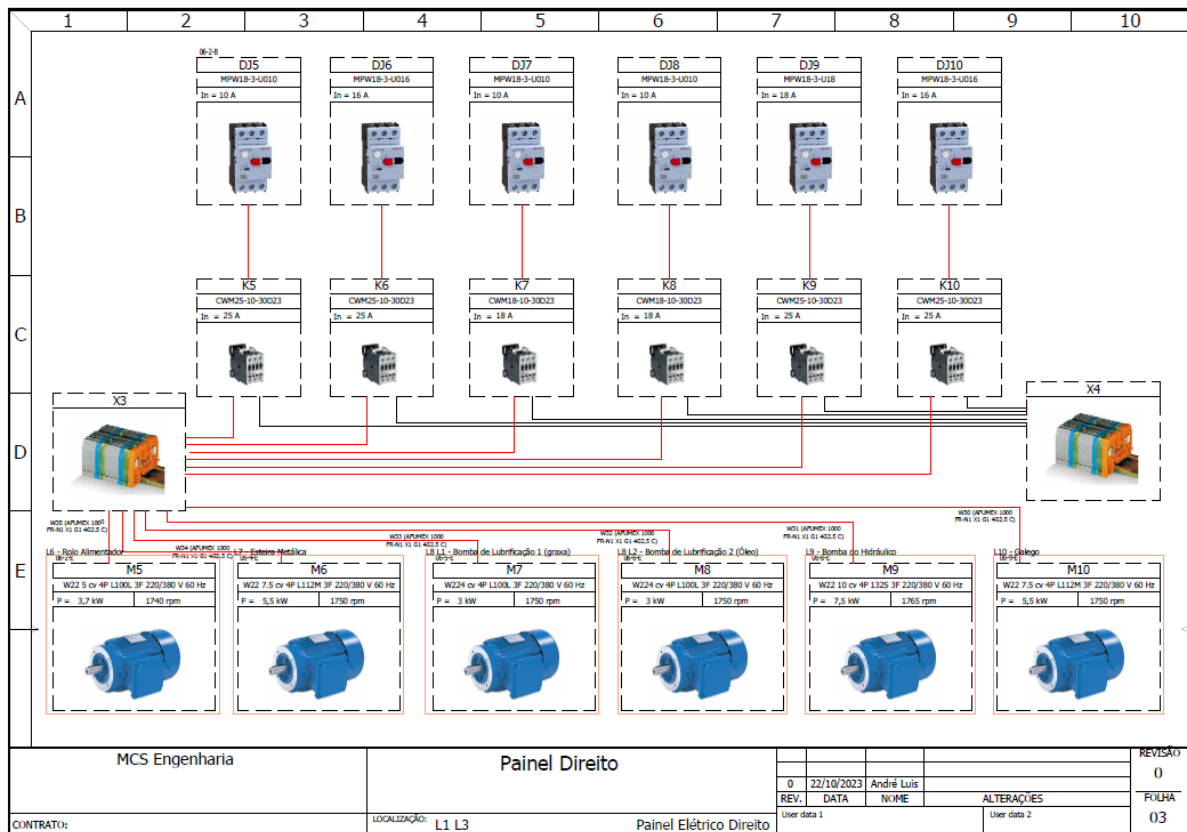
Figura 9 – Diagrama de linha do painel esquerdo e central



Fonte: De autoria própria.

O segundo diagrama de linha completa as informações básicas necessárias para o entendimento geral da montagem dos quadros. Encontra-se nesse quadro, os disjuntores motores, os contatores, os bornes de saída para os motores e os bornes associados as bobinas e contatos auxiliares dos contatores, permitindo uma possível conexão para ser controlado por CLP.

Figura 10 – Diagrama de linha do painel direito



Fonte: De autoria própria.

O software permite uma integração entre todos os esquemas desde que os dispositivos sejam associados corretamente. A medida que montamos os circuitos no diagrama de linha e no esquema elétrico as informações cruzadas de referência facilitam e ajudam a não esquecer algo sem conectar.

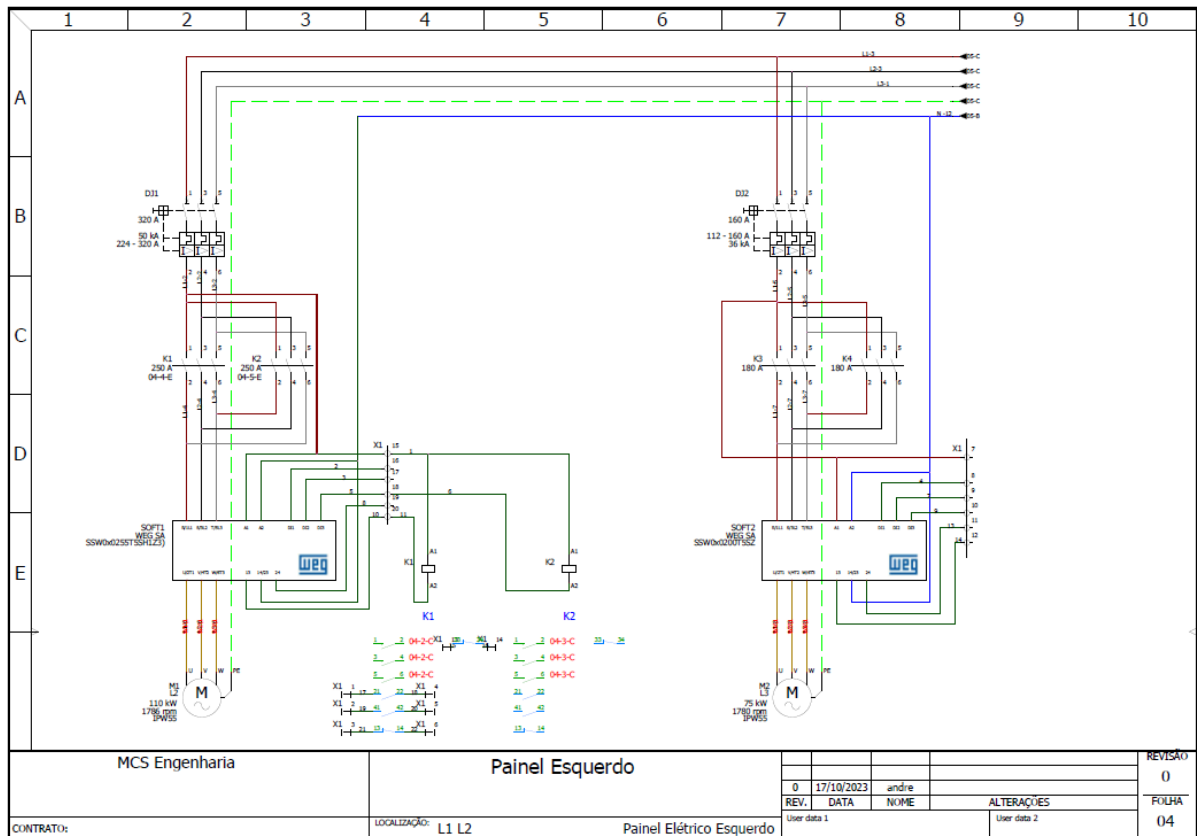
### 3.7.2 Esquemas Elétricos

Os esquemas elétricos foram feitos conforme informações coletadas com os técnicos da SELMAN. A medida que a montagem do quadro era desenvolvida, era coletadas as informações

de como seriam instalados os dispositivos elétricos e como seriam feitas as ligações, permitindo a criação dos diagramas elétricos.

Os esquemas elétricos desse projeto foram divididos conforme a divisão física do quadro de alimentação. Portanto, um esquema elétrico para cada um dos três painéis. A Figura 11, a Figura 13 e a Figura 14 correspondem aos esquemas elétricos de ligação do painel esquerdo, painel central e painel direito respectivamente.

Figura 11 – Esquema elétrico do painel esquerdo.



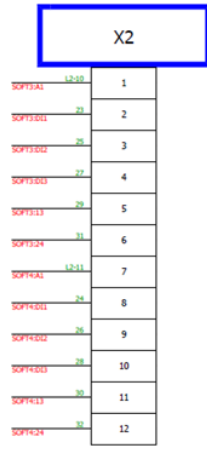
Fonte: De autoria própria.

Durante a construção do desenho elétrico, caso não tenha o dispositivo eletrônico ou a simbologia que necessite, o mesmo poderá ser criado.

Depois de finalizado os esquemas elétricos de força e de comando, software possui um layout para representação do painel em 2D possibilitando a montagem de quadros simples de maneira rápida. Como todo o software possui integração, pode-se fazer o download dos arquivos referente as vistas 2D e 3D, associando os arquivos com os existentes no Solidworks Electrical. Dessa forma, pode-se vincular os desenhos de objetos 3D do Solidworks com a ferramenta Solidworks Electrical. Uma vez vinculado, consegue-se fazer a montagem do

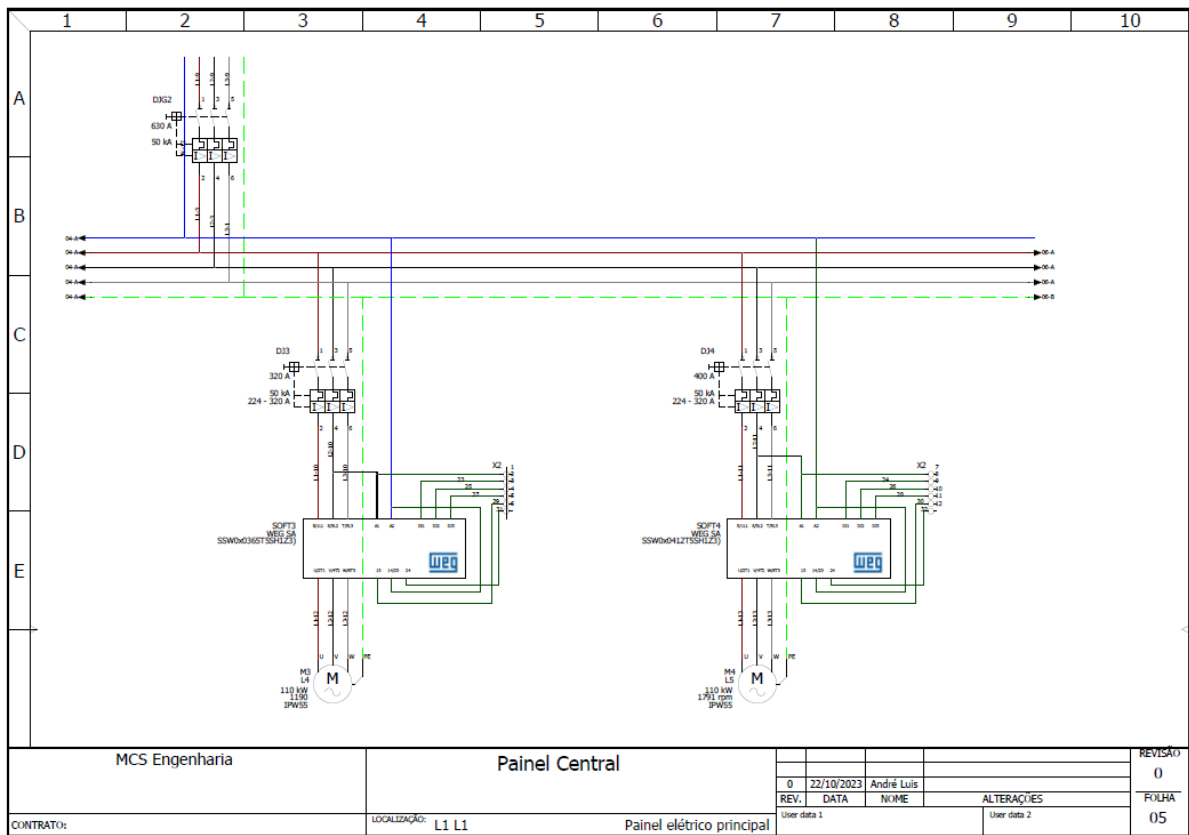
quadro em 3D de forma prática e rápida. O quadro da Matuta poderia ser feito em 3D já que a maioria dos dispositivos tem o layout 3D, mas alguns elementos teriam que ser criados o que implicaria em uma demanda excessiva de tempo já que o quadro tem sua complexidade.

Figura 12 – Bornes de saída dos circuitos de comando das *soft starters*.



Fonte: De autoria própria.

Figura 13 – Esquema elétrico do painel central.

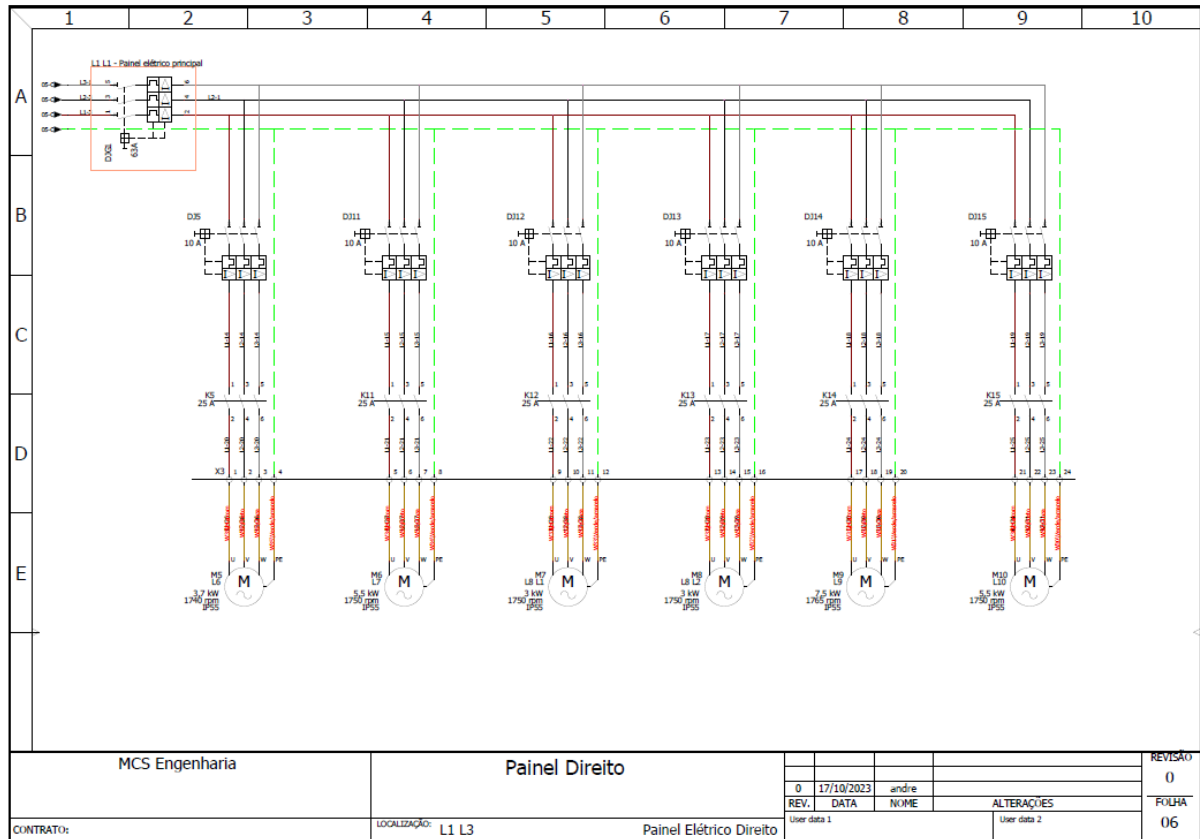


MCS Engenharia	Painel Central	REVISÃO	0
CONTRATO:	LOCALIZAÇÃO: L1 L1	REV. DATA	22/10/2023
	Painel elétrico principal	NOME	André Luis
		ALTERAÇÕES	
		User data 1	
		User data 2	
		FOLHA	05

Fonte: De autoria própria.



Figura 14 - Esquema elétrico do painel direito.

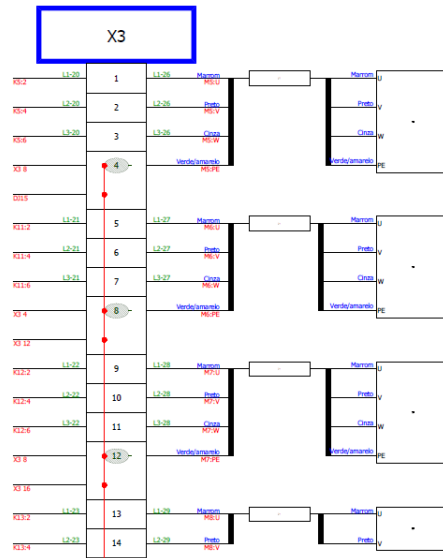


Fonte: De autoria própria.

Também é possível a representação da ligação dos bornes. A Figura 12 representa a saída a ser controlada para os acionamentos do motor por meio da programação do CLP. Nota-se, que nestes bornes só possuem ligação de um lado, e este tipo de conexão indica que são fios que estão ligados na entrada dos bornes.

A Figura 15 e a Figura 16 representam os bornes de saídas dos motores do painel direito, observa-se que a representação é diferente neste caso pois os motores são alimentados por cabos multipolares a 4 fios, três fases e um terra.

Figura 15 - Bornes do painel direito da saída de alimentação dos motores.



Fonte: De autoria própria.

Figura 16 – Bornes do painel direito da saída de alimentação dos motores (continuação).



Fonte: De autoria própria.

### 3.8 Montagem e instalação do quadro de alimentação

A montagem do quadro durou um pouco mais de 20 dias e foi montado pela SELMAN, durante todo o processo, algumas revisões precisaram ser feitas de modo a atender o interesse em comum que era a realizar o projeto de maneira eficiente.

O quadro foi instalado na Cachaçaria Matuta, no local devidamente apropriado e projetado para ser a sala de controle da Moenda. Durante os testes duas bobinas dos *soft-starters* apresentaram problemas e foram reparados. O motor de 200 cv também ocorreu em falha. Com os reparos feitos e os testes concluídos a Selman informou que estava tudo funcionando na perfeita ordem.

As imagens do quadro instalado podem ser vistas nas Figura 17, Figura 18. Nota-se que o quadro possui em sua porta um multimedidor de grandezas elétricas e que os TC's estão conectados na entrada do circuito do disjuntor geral.

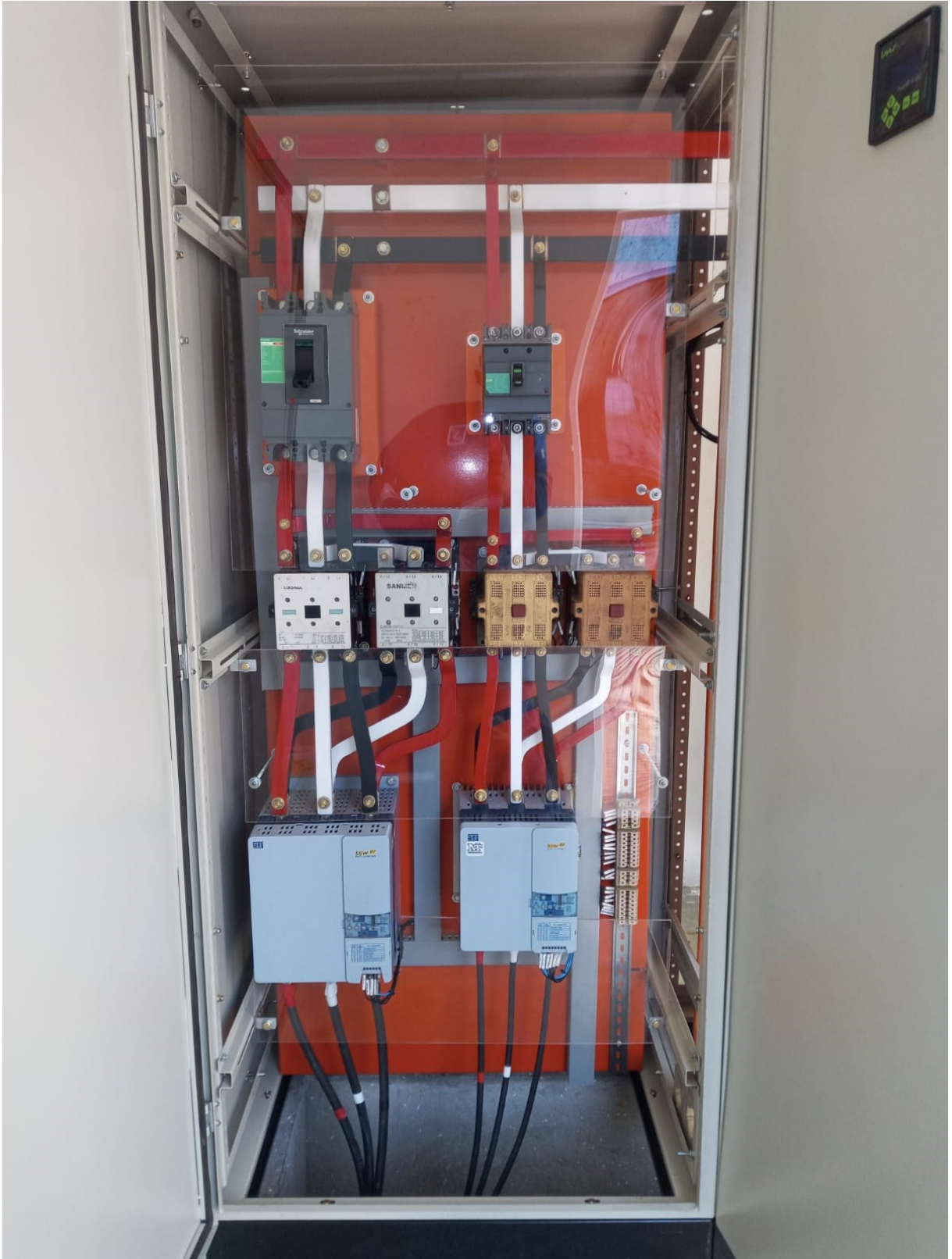
Figura 17 – Imagem do quadro completo instalado na Matuta.



Fonte: De autoria própria.

Na Figura 20, nota-se um enorme espaço. Isso ocorreu porque o projeto previa a expansão gradual dos motores de forma a contemplar a todos no mesmo quadro.

Figura 18 – Painel Esquerdo Instalado



Fonte: De autoria própria.

Figura 19 – Painel central instalado.



Fonte: De autoria própria.

Figura 20 – Painel direito instalado



Fonte: De autoria própria.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância que tem os detalhes quando se trabalha na elaboração de projetos. Quanto mais detalhado e simples for o projeto para que o profissional que for executar entenda o que é proposto melhor. Ter a noção que um bom engenheiro precisa ter como habilidades não só a parte técnica, mas também a habilidade de gerir pessoas, materiais, equipamentos e principalmente tempo. Estar sempre atento as mudanças no mercado de trabalho e procurar sempre melhorar e buscar conhecimento, pois tecnologias novas sempre surgirão.

A interrelação entre as empresas proporcionou uma troca de informações constantes, de forma que fosse possível a realização deste projeto. É muito comum, que várias equipes trabalhem em conjunto, mesmo sendo de empresas diferentes. É essencial manter um diálogo, tentar entender a dificuldade de cada um e tentar achar a solução que se adeque da melhor maneira. Nem sempre é fácil construir essa solução, mas tem que desenvolver habilidade para contornar as diferenças que possam surgir e conseguir desenvolver as atividades conforme planejadas.

Nem sempre os projetos são realizados exatamente da forma que são projetados, mudanças podem ocorrer. Existem muitos aspectos que podem influenciar em sutis mudanças no projeto, como por exemplo a disponibilidade do material ou equipamento disponível na região. Por exemplo, a barra de cobre que precisou ser substituída por duas barras devido a não disponibilidade da barra que estava no projeto, um disjuntor pode ser substituído por outro de outra marca desde que atenda aos parâmetros do projeto.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão**, 2004.

WEG. **MPW Disjuntores Motores**. Disponível em <https://static2.weg.net/medias/downloadcenter/h1b/h43/WEG-disjuntores-motores-linha-mpw-50009822-catalogo-portugues-br-dc.pdf> Acesso em 21/10/2023.

RAMOS, Vitor. **Relatório de Estágio Integrado: MCS Projetos Elétricos e Engenharia**. Campina Grande, 2019.

WEG. **Soft starters: Tecnologia avançada para partida suave de motores elétricos**. Disponível em <https://static2.weg.net/medias/downloadcenter/hca/h04/WEG-soft-starters-10525004-catalogo-pt.pdf> Acesso em 21/10/2023.

WEG. **W22 Motor trifásico catálogo comercial**. Disponível em <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hb7/h10/WEG-w22-motor-trifasico-50025536-brochure-portuguese-web.pdf> Acesso em 21/10/2023.

WEG. **CWM Contatores. Alta segurança e tecnologia**. Disponível em <https://static.weg.net/medias/downloadcenter/hac/hb5/WEG-CWM-50051271-catalogo-pt.pdf> Acesso em 21/10/2023.

SCHNEIDER ELECTRIC. **Easy Pact CVS. Molded-case circuit breakers and switch-disconnectors from 16 to 630A**. Disponível em [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=Catalog&p\\_File\\_Name=LVED210011EN-EasyPact+CVS+Catalog-2023-09-22.pdf&p\\_Doc\\_Ref=LVED210011EN](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=Catalog&p_File_Name=LVED210011EN-EasyPact+CVS+Catalog-2023-09-22.pdf&p_Doc_Ref=LVED210011EN) Acesso em 21/10/2023.

COPPERMETAL. **Cobre**. Disponível em <https://www.coppermetal.com.br/catalogos/catalogo-cobre.pdf> Acesso em 21/10/2023.