

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Ícaro José Souza Torres de Vasconcelos

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA ALPARGATAS
S.A.

CAMPINA GRANDE
2019

ÍCARO JOSÉ SOUZA TORRES DE VASCONCELOS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA ALPARGATAS
S.A.

**Relatório de Estágio Supervisionado
submetido à Coordenação de Gradu-
ação em Engenharia Elétrica da Uni-
versidade Federal de Campina Grande,
Campus Campina Grande, como parte
dos requisitos necessários para obten-
ção do título de Graduado em Engenha-
ria Elétrica.**

Campina Grande, 1º março de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE

ÍCARO JOSÉ SOUZA TORRES DE VASCONCELOS

Este Relatório de Estágio Integrado foi julgado adequado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, sendo aprovado em sua forma final pela banca examinadora:

Orientador(a): Prof. Dr. Jaidilson Jó da
Silva,
Universidade Federal de Campina Grande -
UFCG

Prof. D. Sc. Saulo Oliveira Dornellas Luiz,
Universidade Federal de Campina Grande -
UFCG

Campina Grande, 1º de março de 2019

*Dedico este trabalho à minha família pela
dedicação e amor com os quais me criou e formou meu caráter.*

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus por olhar por mim em todos os momentos de minha vida e por mais essa graça concedida.

Agradeço aos meus pais e irmão, por todo amor e carinho, por ajudar a tornar esse sonho uma realidade.

Agradeço ao meu orientador Professor Jaidilson Jó da Silva, tanto pela oportunidade quanto por todos os conselhos, paciência e ajuda nesse período.

Aos meus amigos e colegas de curso pelo suporte e companheirismo ao longo da graduação.

Agradeço a Matrizaria ALPARGATAS S.A. representada em Santa Rita pelo Gestor Ivan Gomes de Souza Filho, e mais diretamente no setor de Tecnologia e Inovação pelo Gestor Nivaldo Lavezzo, por tudo que aprendi diretamente nesses oito meses e pela oportunidade de estagiar numa empresa que é uma das maiores da região e que é líder do seu seguimento no mercado nacional.

Agradeço aos meus colegas de trabalho do setor de Tecnologia e Inovação da ALPARGATAS S.A.: Tharick Brito, José Sirlon, Paulo Quirino, entre outros, que muito me ensinaram e fizeram um ambiente saudável além de bastante produtivo.

Aos meus professores, todos os meus professores, cuja dedicação e conhecimento contribuíram significativamente para a minha formação como aluno.

*“Não fui eu que ordenei a você? Seja forte e corajoso!
Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus,
estará com você por onde você andar.
(Bíblia Sagrada, Josué 1, 9)*

Resumo

Este relatório descreve as atividades desenvolvidas no estágio integrado do aluno de Engenharia Elétrica Ícaro J. S. T. de Vasconcelos realizado no setor de Tecnologia e Inovação e Matrizaria da ALPARGATAS S.A. Santa Rita. Como atividade do estágio na Matrizaria foi feito um levantamento das características e composição de máquinas e instalações elétricas industriais. Com o intuito de preparar o setor para expansão foi projetado todo o *layout* e instalações elétricas industriais para alimentar as máquinas de acordo com normas como NR-10, NR-12, NBR-5410 e seguindo os procedimentos da empresa.

Palavras-chave: NR-10, NR-12, NBR-5410.

Abstract

This report describes the activities developed in the integrated traineeship of Electrical Engineering of the student Ícaro J. S. T. de Vasconcelos performed in the Technology and Innovation sector and Matrizaria of ALPARGATAS S.A. Santa Rita. As traineeship activity in Matrizaria a survey was made of the characteristics and composition of machines and industrial electrical installations. In order to prepare the sector for expansion, we designed all industrial electrical layout and installations to power the machines. According to standards such as NR-10, NR-12, NBR-5410 and following the company procedures.

Keywords: NR-10, NR-12, NBR-5410.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Unidade Santa Rita, onde são produzidos principalmente artigos esportivos e produtos Havaianas. Fonte: https://www.google.com/maps	15
Figura 2 – Marcas produzidas pela Alpargatas atualmente. Fonte: https://www.alpargatas.com.br	16
Figura 3 – Unidade Montes Claros. Fonte: https://www.alpargatas.com.br	16
Figura 4 – Matriz modelo técnico. Fonte: http://dwc.ind.br	17
Figura 5 – Matriz modelo de tira das sandálias havaianas, com material de PVC. Fonte: http://matrizminas.com.br	17
Figura 6 – Matriz modelo de sola Mizuno, com material de EVA. Fonte: http://dwc.ind.br	18
Figura 7 – Funcionamento de uma máquina injetora de plástico. Fonte: https://www.automataweb.com.br	18
Figura 8 – Oficina Matrizaria. Fonte: autor.	20
Figura 9 – Máquina Serra-Fita Timemaster SAV460. Fonte: Catálogo Timemaster.	21
Figura 10 – Representação 3D da máquina Romi CNC D1250. Fonte: Manual de Providências Inicias Romi [Romi].	22
Figura 11 – Representação 3D da máquina Romi CNC DCM 620-5X. Fonte: Manual de Providências Inicias Romi [Romi].	22
Figura 12 – Máquina retífica Timemaster RT4080. Fonte: Catálogo Timemaster.	23
Figura 13 – <i>Layout</i> da Oficina Matrizaria antes da reforma. Fonte: Autor.	24
Figura 14 – <i>Layout</i> da Oficina Matrizaria após a reforma. Fonte: Autor.	25
Figura 15 – QGBT de máquinas (QGDF311) da oficina matrizaria. Fonte: Autor.	26
Figura 16 – QGBT de iluminação da oficina matrizaria e prédios associados. Fonte: Autor.	26
Figura 17 – Diagrama Unifilar de QGBT NPE. Fonte: Autor.	28
Figura 18 – QGBT de força da oficina matrizaria (NPE) para as novas máquinas. Fonte: Autor.	28
Figura 19 – Projeto Elétrico da oficina matrizaria. Fonte: Autor.	30

Lista de tabelas

Tabela 1 – Pesos das máquinas novas para	24
Tabela 2 – Potências e Corrente nominal de disjuntores das máquinas dimensionadas ou redimensionadas.	27
Tabela 3 – Material utilizado no QGBT NPE da matrizaria. Fonte [Schneider]. . .	29
Tabela 4 – Seção segundo NBR 5410, Tomadas e tamanhos mínimos necessários dos cabos.	29
Tabela 5 – QGBT (QGDF311) da matrizaria antes da reforma.	34
Tabela 6 – QGBT NPE (Novo Painel Elétrico) da matrizaria.	34
Tabela 7 – QGBT de iluminação (QDLF331) da matrizaria antes da reforma. . . .	35

Lista de abreviaturas e siglas

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
NBR	Norma Brasileira aprovada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas
NR	Norma Regulamentadora
A	Ampère
V	Volt
W	Watt
VA	volt ampère
kg	quilograma
mm	milímetro
CC	Corrente Contínua
CA	Corrente Alternada
DPS	Dispositivo de Proteção contra Surtos
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
NPE	Novo Painél Elétrico

Sumário

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Organização	13
2	ALPARGATAS S.A.	15
2.1	A História	15
2.2	Marcas e Processo Produtivo	15
2.3	Setor Matrizaria	17
3	EMBASAMENTO TEÓRICO	19
3.1	Normas de Segurança	19
3.2	NBR 5410	19
3.3	Oficina Matrizaria	19
4	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	21
4.1	Máquinas	21
4.2	Posicionamento de máquinas e <i>Layout</i>	23
4.3	Projeto Elétrico	25
4.3.1	Quadros Gerais de Energia	25
4.3.2	Distribuição	27
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32
	APÊNDICES	33
	APÊNDICE A – QUADROS GERAIS DE BAIXA TENSÃO	34
	APÊNDICE B – PLANTAS DA MATRIZARIA ANTES DA REFORMA, DEPOIS E PROJETO ELÉTRICO	36
	ANEXOS	40
	ANEXO A – MEDIDOR DE ENERGIA SCHNEIDER	41

1 Introdução

O objetivo desse relatório é apresentar algumas das atividades desempenhadas durante o estágio supervisionado do estudante Ícaro José Souza Torres de Vasconcelos, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa ALPARGATAS S.A., sob supervisão do Engenheiro Nivaldo Lavezzo e, na UFCG, sob orientação do professor Jaidilson Jó da Silva.

O estágio supervisionado mencionado iniciou no dia 22 de agosto de dois mil e dezoito e encerrou no dia 21 de fevereiro de dois mil e dezenove, somando um total de 762 horas, como requerido nos termos desta instituição.

O estágio tem caráter obrigatório e o cumprimento de sua carga horária é requisito para aprovação e obtenção de diploma de bacharel em Engenharia Elétrica. A finalidade do estágio é integrar o saber acadêmico à prática profissional, possibilitando ao estagiário aplicar todo o conhecimento teórico adquirido no ambiente escolar a uma realidade industrial de grande porte.

Dentre as atividades desenvolvidas pelo estagiário, podem-se destacar as no setor Matrizaria:

- Acompanhamento de projetos de Automação de Processos fabris em fábricas ALPARGATAS Satélites.
- Colhimento de dados técnicos elétricos, de proteção e dimensional do setor;
- Projeto de infraestrutura para novos processos do local;
- *Layout* do setor de acordo com as normas NR-10 e NR-12;
- Projeto Elétrico Industrial;
- Acompanhamento de serviços relacionados ao projeto elétrico industrial;
- Acompanhamento de serviços de manutenção preventiva, preditiva e corretiva;

Nos capítulos seguintes será mostrado o trabalho feito com relação ao projeto do *layout* e do projeto elétrico do setor da Matrizaria.

1.1 Organização

O presente trabalho está organizado em 5 capítulos, dos quais este é o primeiro com a introdução. No próximo será apresentada a empresa desse estágio, sua estrutura e

as atividades que são realizadas no setor Matrizaria, e Tecnologia e Inovação. No terceiro capítulo será mostrado um embasamento teórico com a normas que foram seguidas para o desenvolvimento dos trabalhos. No quarto capítulo será mostrado o projeto do *Layout* e Elétrico feito nesses 6 meses de estágio: tanto o desenvolvimento quanto o acompanhamento da obra. Por último no quinto capítulo é apresentada a conclusão.

2 ALPARGATAS S.A.

2.1 A História

A empresa foi fundada em 1907 na cidade de São Paulo por um escocês Robert Fraser vindo da Argentina, onde já existia uma fábrica de Alpargatas. No Brasil se desenvolveu sendo uma das maiores indústrias calçadistas do país. Em 1982 houve um gradativo processo de nacionalização do capital iniciado em 1948, e então deixou de ser controlada por um grupo argentino e passou a ser do grupo Camargo Corrêa. Na década de 90 adquiriu boa parte da Alpargatas Argentina passando a ser a maior da América do Sul.

As maiores fábricas estão localizadas em Montes Claros (MG), Campina Grande (PB) e Santa Rita (PB), esta última apresentada na Figura 1. Na Paraíba há também algumas fábricas satélites onde é feito parte da produção e mandada para as maiores.

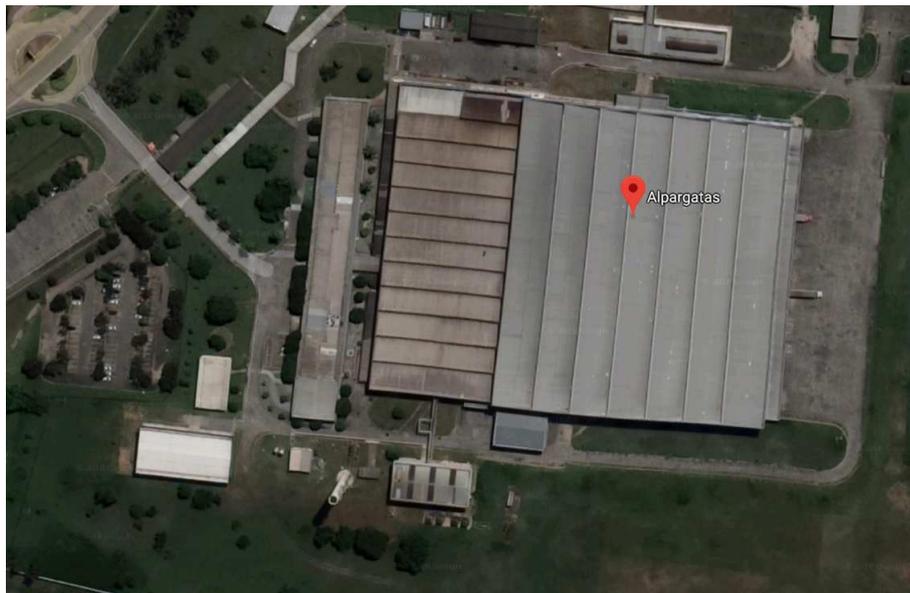


Figura 1 – Unidade Santa Rita, onde são produzidos principalmente artigos esportivos e produtos Havaianas. Fonte: <https://www.google.com/maps>.

2.2 Marcas e Processo Produtivo

A Alpargatas é uma empresa com fábricas em vários estados brasileiros como também na Argentina, escritórios em países como EUA, Hong Kong, Colômbia, em 6 países da Europa. A empresa é campeã no mercado de calçados, roupas e artigos esportivos. Hoje possui marcas como Havaianas (que é a mais conhecida), Osklen, Mizuno, Dupé e

Topper, apresentadas na Figura 2. Antes já possuiu os direitos de produzir marcas como Rainha, Timberland, Conga, entre outras.



Figura 2 – Marcas produzidas pela Alpargatas atualmente. Fonte: <https://www.alpargatas.com.br>.

As fábricas da Paraíba produzem principalmente calçados das Havaianas e Mizuno. Na unidade de Santa Rita são produzidos produtos da marca Mizuno e alguns da Havaianas. O mais importante da produção são as solas que são produzidas com misturas de borracha, EVA (Etil, Vinil e Acetato), entre outras substâncias. A partir de injetoras é feita a injeção da borracha em matrizes (moldes), que são produzidos internamente ou em Matrizarias terceirizadas.

A Alpargatas possui um setor chamado Tecnologia e Inovação que engloba o desenvolvimento de ideias para melhorar o processo produtivo (automação, ergonomia, eficiência energética, qualidade, redução de custos, etc.) e Matrizaria para produção de moldes protótipos (na maioria das vezes). Este setor trabalha ao lado da produção de todas as fábricas Alpargatas do Brasil, por exemplo fornecendo protótipos e manutenção de matrizes para a fábrica de Montes Claros em Minas Gerais, na Figura 3.



Figura 3 – Unidade Montes Claros. Fonte: <https://www.alpargatas.com.br>.

Durante o estágio supervisionado em questão houve um projeto de renovação de matrizes para a marca Havaianas, aumentando assim a necessidade de novas máquinas e consequentemente maior distribuição de energia. A partir daí entrava a necessidade de

um estagiário em Engenharia Elétrica para ajudar nessa renovação da planta do setor Matrizaria.

2.3 Setor Matrizaria

Matrizarias, ou oficinas para usinagem, são oficinas especializadas na confecção e reparos de matrizes. A sede da Alpargatas, localizada em São Paulo, faz o desenho do produto e manda para a Matrizaria que irá fazer o projeto da matriz utilizando o *software* PowerShape (no caso da Alpargatas) e depois produzir o protótipo para ser testado e liberado para produção em massa. Exemplos de matrizes podem ser vistos nas Figuras 4, 5 e 6.

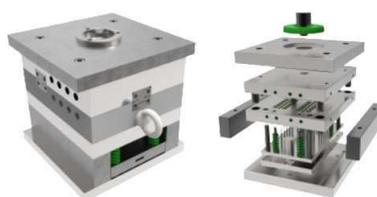


Figura 4 – Matriz modelo técnico. Fonte: <http://dwc.ind.br>.

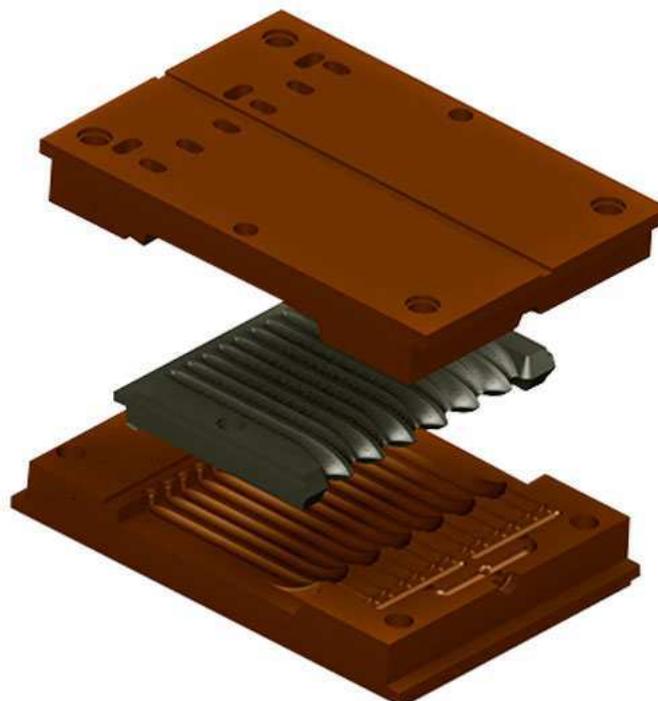


Figura 5 – Matriz modelo de tira das sandálias havaianas, com material de PVC. Fonte: <http://matrizminas.com.br>.

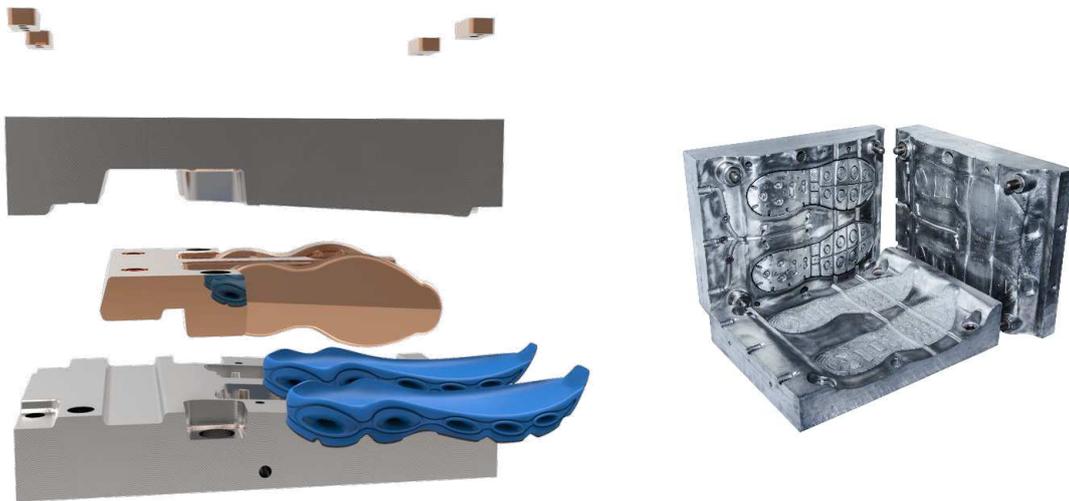


Figura 6 – Matriz modelo de sola Mizuno, com material de EVA. Fonte: <http://dwc.ind.br>.

Matrizes são usadas em máquinas injetoras que prensam o molde e através de um bico injetor introduzem o material do produto na cavidade. Um modelo de injetora pode ser visto na Figura 7.

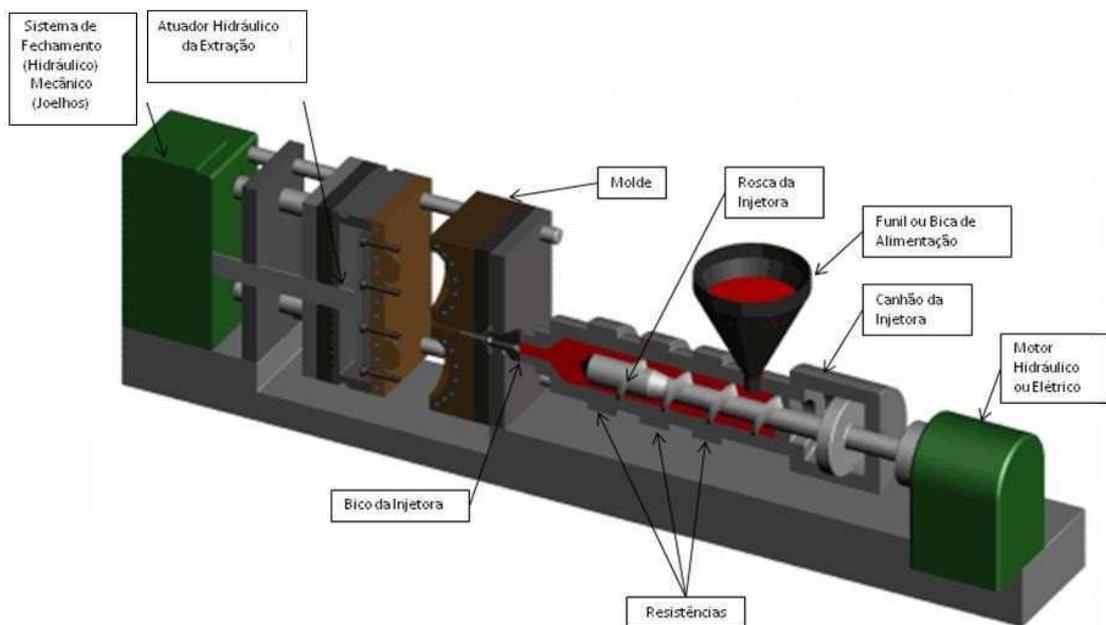


Figura 7 – Funcionamento de uma máquina injetora de plástico. Fonte: <https://www.automataweb.com.br>.

3 Embasamento Teórico

Este trabalho embasou suas atividades em normas relacionados a instalações elétricas residenciais e industriais, sempre com segurança e de acordo com as necessidades da Matrizaria onde o estágio foi realizado. Entre essas normas as principais são a NR 10, NBR 5410 [CREDER 2008].

3.1 Normas de Segurança

As normas Regulamentadoras 10 e 12 são de: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade, Segurança no Trabalho em máquinas e Equipamentos. A NR 10 estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade, sendo assim muito útil em qualquer serviço que for feito em uma fábrica [ABNT 2004]. Os artigos da NR 12 definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos [ABNT 2016]. Na Matrizaria há tornos, serras fitas, CNC, entre outras máquinas que se mal utilizadas podem provocar acidentes a operadores.

3.2 NBR 5410

Esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens [ABNT 2004].

No prédio da Matrizaria há todo o sistema de SPDA e aterramento TN-Sn TN porque possui um ponto da alimentação diretamente aterrado, sendo as massas (máquinas) ligadas a esse ponto através de condutores de proteção, e S porque o condutor neutro e o condutor de proteção são distintos. Todas as instalações novas devem ser feitas seguindo a regra desse aterramento.

3.3 Oficina Matrizaria

Na oficina, Figura 8, o trabalho segue o seguinte cronograma: se recebe a matéria prima, blocos de alumínio ou aço; esses blocos são cortados em uma máquina Serra-Fita

no tamanho mais próximo do tamanho do molde; com o projeto em mãos é programada a usinagem no centro de usinagem CNC (Fresadora CNC); são feitas ferramentas como porcas e suportes para o molde nas outras máquinas (torno ou fresas); e por último é feito o acabamento com matrizeiros (operadores), com máquina CNC de eletro erosão, ou com a máquina Retífica e "Bate-Arroz"(CNC).

Até o começo do estágio, os trabalhos referentes às máquinas Serra-Fita e Retífica eram feitos por terceirizados, e o da "Bate-Arroz" era feito manualmente na fábrica de Campina Grande.



Figura 8 – Oficina Matrizaria. Fonte: autor.

A máquina Serra-Fita é uma máquina cuja fita de serra se movimenta continuamente, pela rotação de volantes e polias acionadas por um motor elétrico, dependendo da referência da lâmina da serra (comprimento, largura, número de dentes por polegada) ela pode serrar materiais de plástico, alumínio e aço.

Os CNCs estão presentes na Matrizaria como fresadora, eletro erosão e Bate-arroz. Para essas se tem um programador técnico em moldes que faz a programação da usinagem e a manda para a máquina CNC, e na máquina fica um operador observando a usinagem se está nos conformes do que foi planejado. A CNC fresadora para o grosso dos moldes, a eletro erosão para detalhes como logos (Havaianas), e a Bate-Arroz para fazer os "arrozés"(gomos) nos moldes das sandálias Havaianas. A Retífica é uma máquina que passa um rebolo na parte superior dos moldes para que as faces estejam o mais retificado possível.

4 Atividades Desenvolvidas

As atividades desenvolvidas no período de estágio tiveram como foco o desenvolvimento de um projeto elétrico industrial para o setor da oficina Matrizaria, e outras atividades mais relacionadas a gestão de projetos de automação em fábricas satélites como: uma máquina de costura automática em Mogeiro e uma máquina de aplicação de cola automática em Guarabira.

4.1 Máquinas

Algumas das atividades do setor da Matrizaria eram feitas por empresas terceirizadas, o que demorava um pouco por que eram empresas geralmente localizadas no Sudeste e Sul, e a entrega das matrizes poderia demorar semanas, causando perda de tempo para produção. Por motivos de tempo e do aumento da demanda do setor, se fazia necessário que a maior parte possível do trabalho fosse feito localmente.

Era necessária uma Serra-Fita para melhor aproveitamento da matéria prima, mais duas Fresadoras CNCs para receber a demanda de moldes, a máquina CNC "Bate-Arroz" desenvolvida especialmente para a Alpargatas para diminuir o tempo do acabamento de moldes Havaianas, assim como a máquina Retífica para acabamento. A matéria prima pode ter dimensões variadas desde blocos de 600x400x50 mm a 1000x800x30 mm. Alguns moldes já usinados como o de cabedais (parte superior dos tênis Mizuno) têm dimensões de 500x400x46 mm, e o de sola de sandálias Havaianas são de 800x700x20 mm. Sabendo-se dessas dimensões foram propostas duas máquinas de marcas consolidadas nesse mercado e com cursos adequados para os blocos metálicos da matéria prima, a Franho e a Timemaster, onde a segunda ganhou por ter máquinas para pronta entrega. A máquinas Timemaster é apresentada na Figura 9 [Timemaster].



Figura 9 – Máquina Serra-Fita Timemaster SAV460. Fonte: Catálogo Timemaster.

Para fresadora CNC foi escolhido uma marca brasileira de Santa Bárbara d’Oeste (SP), com entrega rápida e que atende as necessidades das matrizes da Alpagatas. São elas: ROMI D1250 e a ROMI DCM 620-5X, apresentadas nas Figuras 10 e 11 [Romi].

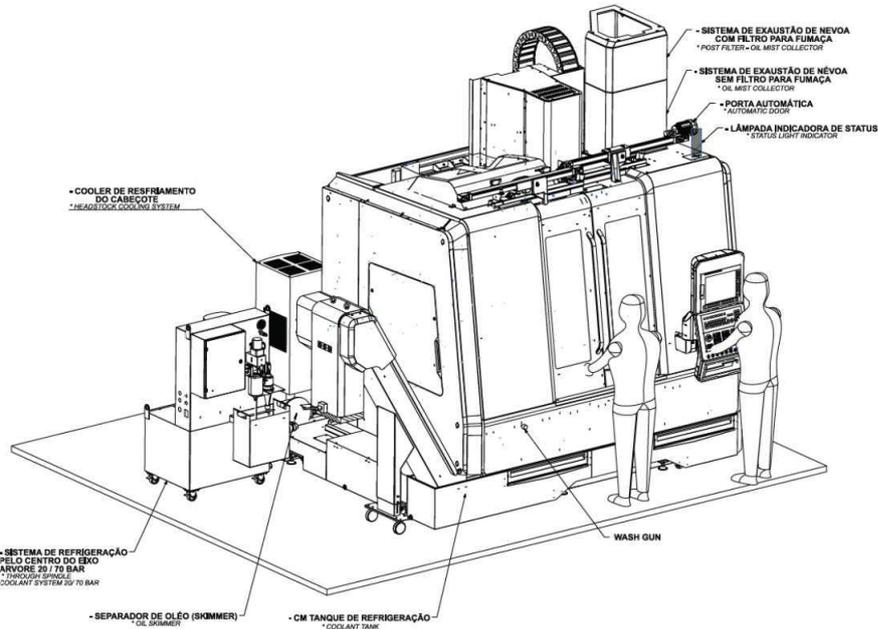


Figura 10 – Representação 3D da máquina Romi CNC D1250. Fonte: Manual de Providências Iniciais Romi [Romi].

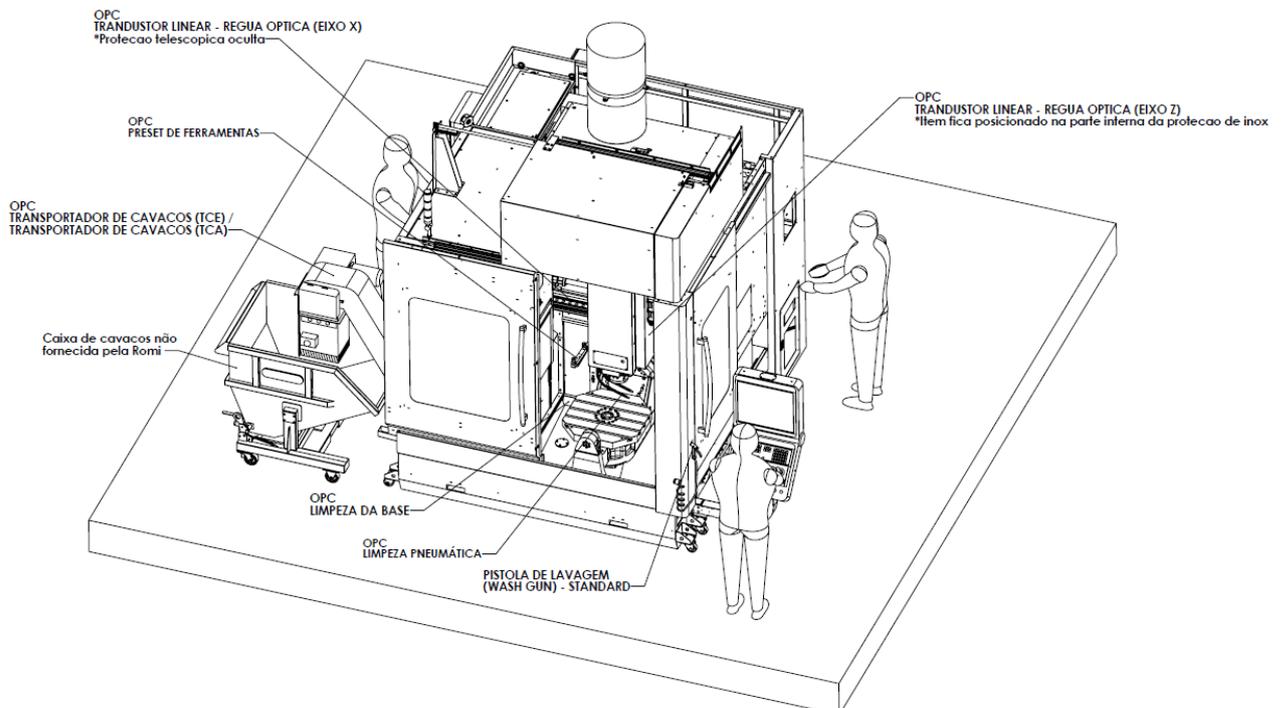


Figura 11 – Representação 3D da máquina Romi CNC DCM 620-5X. Fonte: Manual de Providências Iniciais Romi [Romi].

Para manutenção de moldes, foi comprada uma solda trifásica da marca *Weld Vision* e modelo WSME 315/380V. E para acabamento a Puncionadeira CNC "Bate-Arroz" modelo BP7076dc e a retífica da marca Timemaster modelo RT4080, apresentada na Figura [Timemaster].



Figura 12 – Máquina retífica Timemaster RT4080. Fonte: Catálogo Timemaster.

4.2 Posicionamento de máquinas e *Layout*

Com a reforma e adição de novas máquinas, se faz necessário um novo projeto para o *layout* de forma que obedeça às regras da norma NR 12 como por exemplo larguras de corredores, distâncias entre máquinas, diferenciação dos corredores, etc. O *layout* e todos os desenhos técnicos mostrados nesse trabalho são feitos através do software ZWCAD. A Matrizaria antes da reforma é mostrada na Figura 13 ou em mais detalhes no apêndice B.

Ao refazer o *layout* foram encontrados 4 problemas: primeiro o posicionamento das máquinas programáveis deve ficar o mais próximo possível da sala dos programadores, segundo é o estoque que antes possuía espaço para pelo menos 46 paletes, e agora deverão ser feitas estantes para sustentar paletes de até 3 toneladas de material, assim como deve-se ter uma empilhadeira. O terceiro é que as máquinas novas são grandes e é preciso que seja deixado um espaço para que um dia possam ser retiradas do prédio da melhor maneira. Esse terceiro problema pode ser resolvido com um *layout* modular que é fácil desmontar e instalar novamente. E como não se podia usar pergolados por causa de uma Ponte Rolante, foi decidido usar colunas metálicas com as eletrocalhas para a distribuição da força.

O quarto e último é que máquinas de usinagem normalmente liberam resíduos chamados de cavacos (no caso da Matrizaria são de metal tanto aço quanto alumínio), promovido pela ação de uma ferramenta, os quais são quentes inicialmente e afiados. O *layout* então deve também prever o caminho que esses cavacos serão lançados quando

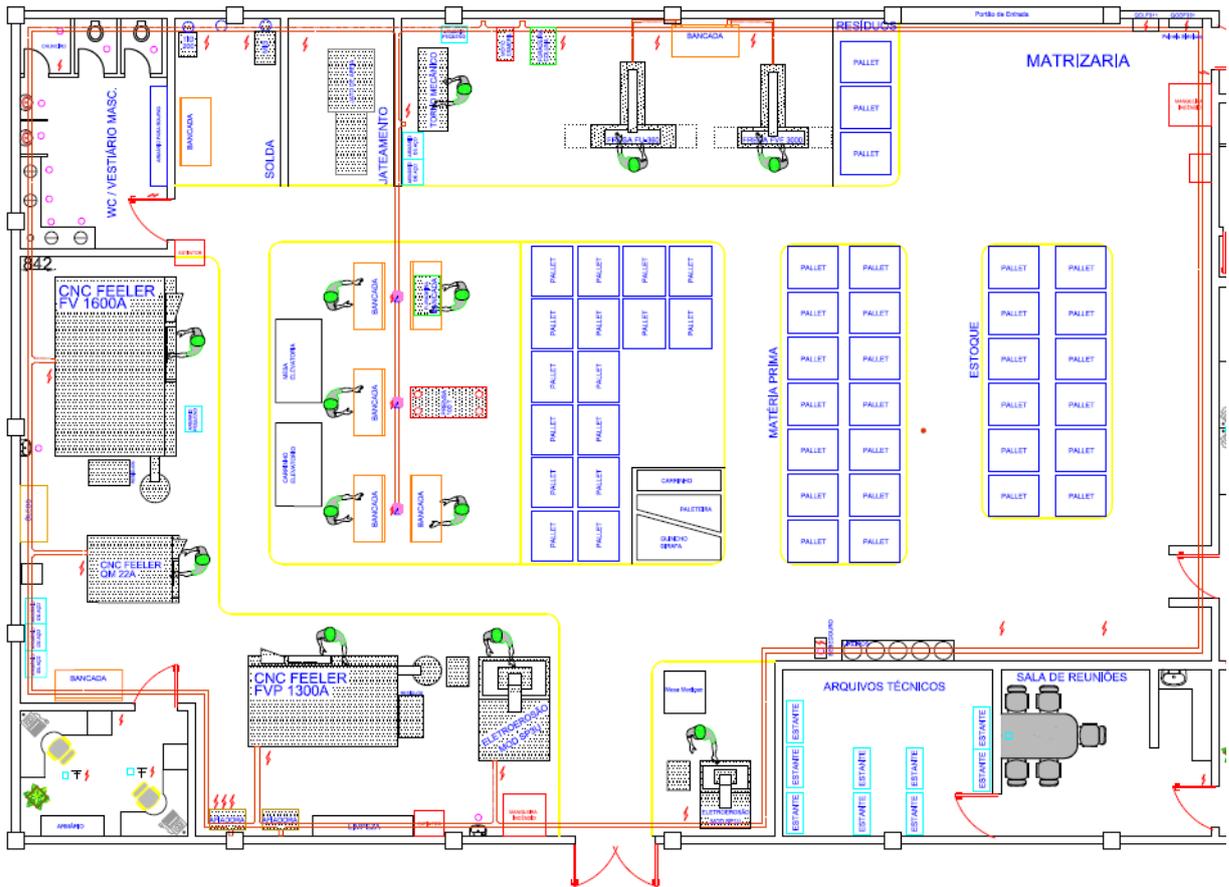


Figura 13 – Layout da Oficina Matrizaria antes da reforma. Fonte: Autor.

as máquinas estiverem sendo operadas, para que não caiam em corredores ou em outras máquinas.

Para movimentar as máquinas para seus lugares, foi contratado a empresa Reboque São José da cidade de Santa Rita, precisando apenas da informação dos pesos das máquinas para escolher o caminhão Munck mais adequado para posicionar todas elas. A tabela 1 a seguir mostra os pesos das máquinas. O Munck é um guindaste feito para movimentar e carregar grandes cargas, e que fica acoplado a um caminhão.

Tabela 1 – Pesos das máquinas novas para .

Máquina	Peso (kg)
CNC Romi D1250	8.200
CNC Romi DCM620-5X	9.200
Retífica RT4080	3.500
Serra-Fita SAV460	1.200
Puncionadeira Bate-Arroz	2.000

Após ponderar todos esses fatores, o layout ficou como mostrado na Figura 14. Nele podem ser vistos os corredores nas distâncias corretas de no mínimo 1,2 metros assim

como um corredor maior de 2 metros necessário para descarregamento de material com uma mini empilhadeira movida a bateria. As distâncias entre as máquinas devem ser maiores que 0,6 metros ou uma distância que possibilite manutenção na mesma.

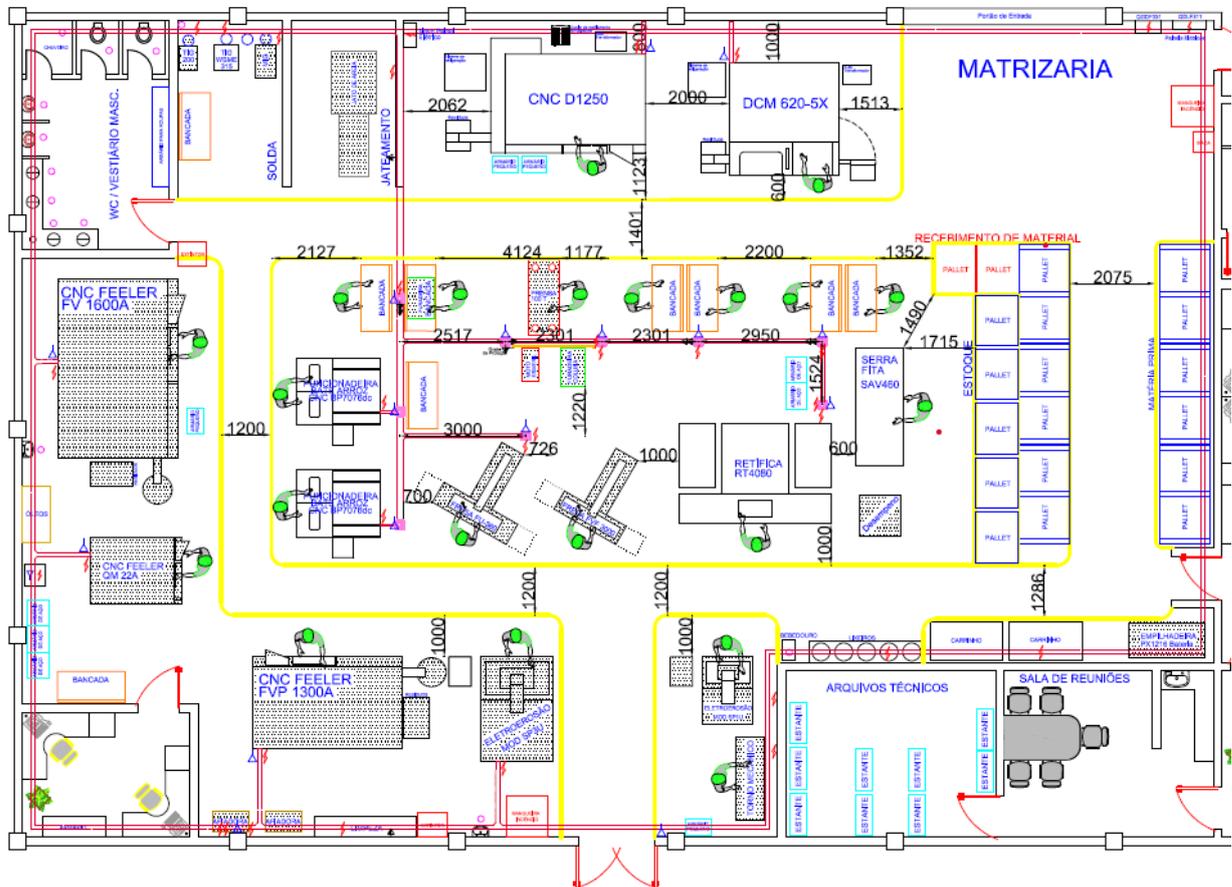


Figura 14 – Layout da Oficina Matrizaria após a reforma. Fonte: Autor.

No apêndice B é possível ver o layout do prédio inteiro do setor da matrizaria de forma mais detalhada.

4.3 Projeto Elétrico

4.3.1 Quadros Gerais de Energia

No quadro geral de baixa tensão (QGBT), que é denominado internamente QGDF311, temos as três fases de 380 V. Existem nele 20 circuitos dos quais 1 é para proteção de futura expansão do prédio, outro para quadro de iluminação QDLF331 (iluminação, tomadas para computadores e etc.), e os outros 18 circuitos para as máquinas da oficina. Na tabela do apêndice A e Figura 15 estão numerados os circuitos da Matrizaria nesse momento.

Já o quadro de iluminação QDLF331 energiza todo o escritório associado à oficina, sala de projetistas, programadores, gerentes e analistas. Algumas máquinas monofásicas

também têm circuitos localizados nesse quadro, como moto esmeril, ou tomadas de ventiladores e furadeiras pequenas. Este quadro e seus circuitos estão mostrados na tabela do apêndice A e Figura 16 a seguir.

No total o prédio possui uma potência instalada de 400 kVA. O colhimento de informações relacionadas às potências de todas as máquinas e outros pontos de energia foi importante para outros setores da fábrica que lidam com a distribuição de energia e dimensionamento da subestação interna.

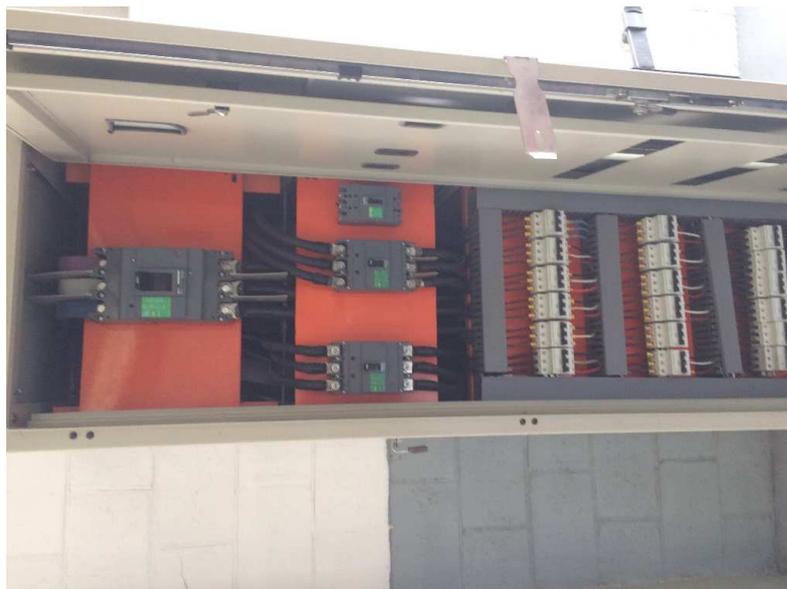


Figura 15 – QGBT de máquinas (QGDF311) da oficina matrizaria. Fonte: Autor.

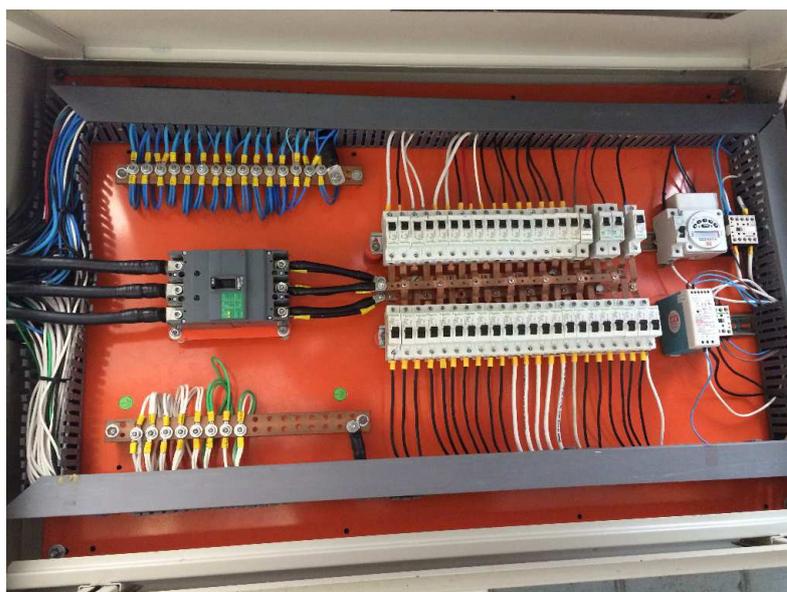


Figura 16 – QGBT de iluminação da oficina matrizaria e prédios associados. Fonte: Autor.

O prédio da Matrizaria possui entrada trifásica de 380 V, um aterramento no esquema TN-S, que significa que possui o condutor neutro diretamente aterrado, mas

ele e o condutor de proteção (aterramento) são distintos. Para o dimensionamento dos disjuntores tipo DIN é usada (4.1), onde S é potência aparente, V_L é tensão de linha, e I_L é corrente de linha. Na Tabela 2 estão as potências das máquinas que serão adicionadas à Matrizaria e as suas correntes nominais dos disjuntores dimensionados.

$$S = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \Rightarrow I_L = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_L} \quad (4.1)$$

Tabela 2 – Potências e Corrente nominal de disjuntores das máquinas dimensionadas ou redimensionadas.

Descrição	Potência (VA)	I_n do Disj. (A)
CNC D1250	40.000	80
CNC DCM 620-5X	50.000	80
Solda TIG WSME315	13.000	50
Serra-Fita SAV460	5.300	25
Retífica RT4080	14.300	25
Bate-Arroz	5.710	25
Prensa Hidráulica	4.600	25
Furadeira Coluna	16.000	25

Nos quadros de energia existentes não existia espaço para instalar a proteção das novas máquinas nem para manuseio de ramal de entrada. Foi dimensionado então um novo quadro de energia denominado Novo Painel Elétrico (NPE), com especificação dos componentes como disjuntores, DPS, medidor de energia, e o quadro em si.

No novo painel elétrico foram realocados os circuitos de duas máquinas existentes, a prensa e a furadeira coluna, e no lugar deles no quadro antigo foram reaproveitados os circuitos para as duas Puncionadeira Bate-Arroz. Essa troca foi feita para que a distância de cabos fosse menor e assim diminuindo o preço da reforma. Esse novo quadro terá então uma potência instalada de 217 kVA , com disjuntor de entrada de 400 A e cabos com seção de 150 mm^2 .

Foi adicionado ao quadro um sistema auxiliar de medição de tensão, corrente e frequência da Schneider, o DM6200H mostrado no anexo A. O Diagrama Unifilar desse quadro assim como sua foto são mostrados nas Figuras 17 e 18, e seu material na Tabela 3. Mais detalhes foram apresentados na tabela do apêndice A.

4.3.2 Distribuição

No projeto algumas máquinas precisam de pontos lógicos para cabos *Ethernet*, e todas precisam de energia e um ponto de ar pneumático. Para fornecer o que elas precisam usou-se colunas metálicas, pergolados e eletrocalhas, e tubos de 1" (uma polegada) para os pontos de ar pneumático. Os cabos *Ethernet* devem passar ao lado dos cabos de energia e

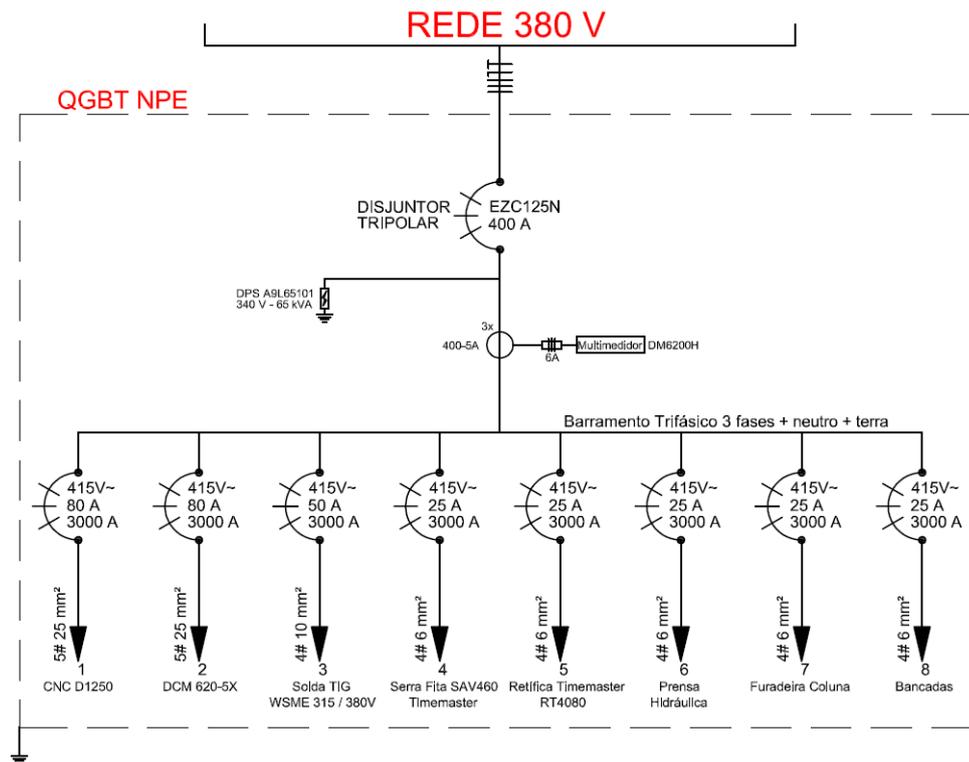


Figura 17 – Diagrama Unifilar de QGBT NPE. Fonte: Autor.



Figura 18 – QGBT de força da oficina matriz (NPE) para as novas máquinas. Fonte: Autor.

por isso são blindados. Os cabos de energia devem ser dimensionados seguindo a Tabela 36 de "capacidades de condução de corrente em ampères" da norma NBR 5410. Os cabos das máquinas CNC D1250 e DCM 620-5X são conectados diretamente em seus painéis, enquanto que as outras máquinas utilizam tomadas 3P+T ou 3P+N+T para Bate-Aroz. Na Tabela 4 são mostrados a seção e o tipo de tomada utilizada na máquina.

Tabela 3 – Material utilizado no QGBT NPE da matrizaria. Fonte [Schneider].

Descrição	Qnt.	Referência
Disjuntor 6 A	1	EZ9F33325
Disjuntor 25 A	4	EZ9F33325
Disjuntor 50 A	1	EZ9F33350
Disjuntor 80 A	2	EZ9F33380
DPS Acti 9 iPRD	4	A9L65101
Medidor EasyLogic DM6X00H RS	1	DM6200H
Quadro 1200x1000x400 mm	1	-

Tabela 4 – Seção segundo NBR 5410, Tomadas e tamanhos mínimos necessários dos cabos.

Descrição	nº x Seção (mm^2)	Tomada	Distância (m)
CNC D1250	5 x 25	direto	11,4
CNC DCM 620-5X	5 x 25	direto	13,7
Solda TIG WSME315	4 x 10	3P+T	10
Serra-Fita SAV460	4 x 6	3P+T	25,8
Retífica RT4080	4 x 6	3P+T	24,9
Bate-Arroz	5 x 6	3P+N+T	37
Prensa Hidráulica	4 x 6	3P+T	17,6
Furadira Coluna	4 x 6	3P+T	17,6

Foram utilizados plugues e tomadas blindadas Brasikon da marca STECK, das referências S5276 para plugues 3P+N+T e S4276 para plugues 3P+T, e para tomadas S-5246 e S-4246 respectivamente, todas de 32 A [Steck]. Conduletes, luvas, abraçadeiras e eletrodutos todos de aço galvanizado selecionados a partir do catálogo da marca Daisa [Daisa].

É apresentado na figura 19 com o desenho do projeto na oficina. E no anexo esse mesmo projeto com o *layout* completo e mais detalhes. Nele podemos ver os caminhos que os condutores dos circuitos devem fazer até cada máquina, utilizando-se de eletrocalhas, colunas metálicas. Podemos ver também os pontos de máquinas que foi preciso instalar ponto de ar e de internet.

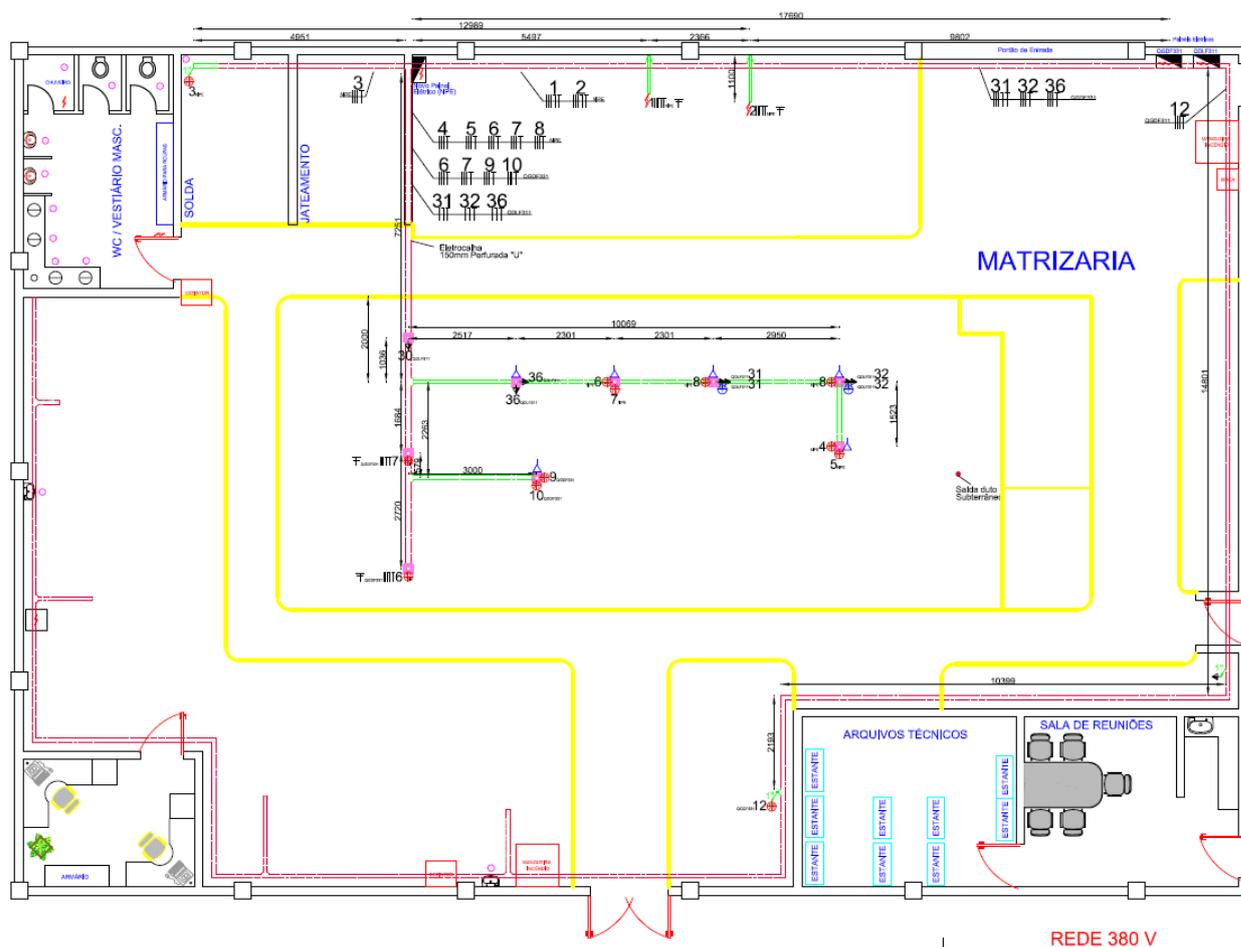


Figura 19 – Projeto Elétrico da oficina matrizaria. Fonte: Autor.

5 Conclusão

O período de estágio do aluno Ícaro Vasconcelos foi bastante proveitoso e de crescimento pessoal e profissional. Ao longo deste tempo, foram desenvolvidas diversas atividades que engrandeceram a formação acadêmica e corroboraram com a teoria adquirida ao longo dos anos em sala de aula na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Neste estágio a disciplina de Instalações Elétricas e seu respectivo laboratório foram de fundamental importância para que o mesmo ocorresse de maneira satisfatória, já que os conceitos da disciplina foram bastante explorados nas atividades de projetos elétricos industriais, assim como em segurança do trabalho.

O período de estágio foi útil, ainda, pois permitiu o contato com profissionais de diversos ramos da engenharia e algumas outras áreas, além de corresponder a uma vivência em situações de responsabilidades com prazos, gestão e execuções de atividades.

Dessa forma, a realização do estágio em uma grande indústria pode ser visto como uma importante ferramenta para preparar o aluno para o exercício da profissão de engenheiro, pois permite a vivência em situações que desenvolvem a capacidade de organização, a sociabilidade no trabalho individual e em equipe e a capacidade de adaptação.

Referências

- ABNT. *NBR5410 - Instalações elétricas de baixa tensão*. [S.l.], 2004. Citado na página 19.
- ABNT. *NR10 - Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade*. [S.l.], 2004. Citado na página 19.
- ABNT. *NR12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos*. [S.l.], 2016. Citado na página 19.
- CREDER, H. *Instalações Elétricas*. [S.l.]: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2008. Citado na página 19.
- DAISA. *Catálogo Instalações aparente ou embutida Daisa*. [S.l.]. Citado na página 29.
- ROMI. *Catálogo Freasadoras CNC ROMI linha D*. [S.l.]. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 22.
- ROMI. *Catálogo Freasadoras CNC ROMI linha DCM 620 de 5 eixos*. [S.l.]. Citado 2 vezes nas páginas 9 e 22.
- SCHNEIDER. *Catálogo Easy9 de Disjuntores, DR, DPS, Barramentos e Quadros*. [S.l.]. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 29.
- STECK. *Catálogo Linha de Plugues e Tomadas Blindadas Brasicon, Newkon, Shock Tite ,Surelock*. [S.l.]. Citado na página 29.
- TIMEMASTER. *Catálogo Retíficas Planas Timemaster*. [S.l.]. Citado na página 21.
- TIMEMASTER. *Catálogo Serra-Fita Horizontal Timemaster*. [S.l.]. Citado na página 23.

Apêndices

APÊNDICE A – Quadros Gerais de Baixa Tensão

Tabela 5 – QGBT (QGDF311) da matrizaria antes da reforma.

Circuito	Descrição	Disjuntor (A)
1	Eletroerosão MOD.SP1U	32
2	Afiador de Ferramenta	32
3	-	32
4	Eletroerosão MOD.SP3U	25
5	Bancada	25
6	Furadeira 3001 MOD.DPT/Bancada 3	25
7	Prensa Hidráulica/Furadeira	25
8	Reserva	25
9	Fresadora Diplomat MOD.FVF3000	25
10	Fresadora Diplomat MOD.FU360	25
11	Sala Jateadeira	25
12	Torno Mecânico	25
13	Solda TIG Miller	63
14	Solda MIG 450	40
15	CNC QM 22A	50
16	Reserva	50
17	CNC FV 1600A	50
18	CNC FVP 1300A	50
19	Megashop	250
20	Painel QDLF 311	250

Tabela 6 – QGBT NPE (Novo Painel Elétrico) da matrizaria.

Circuito	Descrição	I_n do Disj. (A)
1	CNC D1250	80
2	CNC DCM 620-5X	80
3	Solda TIG WSME315	50
4	Serra-Fita SAV460	25
5	Retífica RT4080	25
6	Prensa Hidráulica	25
7	Furadeira Coluna	25
8	Tomadas Bancadas	25

Tabela 7 – QGBT de iluminação (QDLF331) da matrizaria antes da reforma.

Circuito	Descrição	Disjuntor (A)
1	Ar Condicionado Split	32
2	Ar Condicionado Split	32
3	Ar Condicionado Split	32
4	Ar Condicionado Split	32
5	Ar Condicionado Split	32
6	Ar Condicionado Split	32
7	Split Sala de Reunião	32
8	Split Refeitório	25
9	Split Almoxarifado	25
10	X	25
11	Iluminação Sala de Reunião	25
12	Iluminação Externa	25
13	Tomada Sala de Reunião	25
14	Sala Projetistas	25
15	Iluminação Escritório	25
16	(Oficina)/ Portão Principal	25
17	X	25
18	X	25
19	Sala Projetista Tomada	25
20	Sala Projetista Tomada	25
21	Tomada Escritório	25
22	Tomada bebedeuro/refeitório	25
23	Tomada WC masc/fem	25
24	Tomada WC Oficina	25
25	Iluminação Oficina	25
26	Iluminação Oficina	25
27	Iluminação Corredor Escritório	25
28	Iluminação WC masc/fem	25
29	Tomada Escritório	25
30	Tomada Bancada 01 Oficina	25
31	Tomada Bancada 02 Oficina	25
32	Tomada Bancada 03 Oficina	25
33	Tomada Sala Projetista	25
34	Tomada Escritório	25
35	Tomada Escritório	25
36	Esmeril Oficina	16
37	Iluminação WC Masc/Fem/SalaCNC	16
38	Tomada Bancada 03 Oficina	40
39	Tomada Bancada Oficina (PORTAS)	-
40	X	6

APÊNDICE B – Plantas da Matrizaria antes da reforma, depois e Projeto Elétrico

Anexos

ANEXO A – Medidor de energia Schneider



Main

Range	EasyLogic
Product name	EasyLogic DM6X00H RS
Device short name	DM6200H
Product or component type	VAF PF meter

Complementary

Device application	Remote monitoring
Type of measurement	RPM Voltage Current Frequency
Metering type	Frequency Phase currents Rotation speed Voltage U21, U32, U13, V1, V2, V3 Average voltage Vavg Average current Iavg Unbalance current Unbalance voltage Calculated neutral current
Counter functions	ON hour counting Power interruption
[Us] rated supply voltage	48...277 V AC 45...65 Hz 48...277 V DC
Network frequency	50 Hz 60 Hz
[In] rated current	1 A 5 A
Type of network	1P + N 2P 2P + N 3P 3P + N