

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

LUIZ PAULO DA SILVA BENICIO

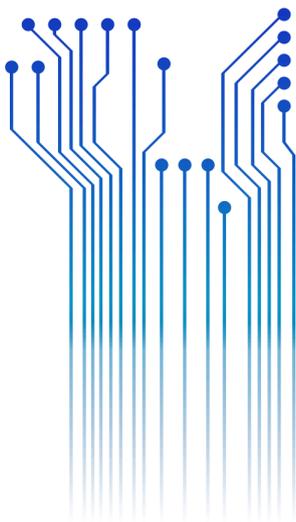


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2018

LUIZ PAULO DA SILVA BENICIO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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

Professor Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2018

LUIZ PAULO DA SILVA BENICIO

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação do Curso 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

Aprovado em 20/03/2018.

Professor Célio Anésio da Silva, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Ronimack Trajano de Souza, D.Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, amigos e colegas, que sempre me apoiaram para que eu pudesse conseguir aquilo que almejava.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Trindade Santa, Pai, Filho e Espírito Santo, por toda força e coragem dadas a mim para finalizar mais um desafio.

As meus pais, Maria do Carmo e José Antonio, meus irmãos e todos os meus familiares que me apoiaram em todas as minhas decisões e que sempre me proveram tudo aquilo de que precisei para chegar até aqui.

Ao meu orientador de estágio, o professor Ronimack Trajano, que aceitou me auxiliar na elaboração deste relatório, estando em prontidão sempre que necessário.

A toda a equipe do Setor da Oficina Elétrica da USICODA que me ajudaram e me ensinaram muito, sobretudo a engenheira eletricista Jayne Lima e o técnico em eletrônica Leonardo Veloso, que me acompanharam durante o estágio.

Aos professores e a todos os membros da coordenação do curso de Engenharia Elétrica pelo aprendizado e disponibilidade, em especial, a Adail e Tchai.

Por fim, e não menos importantes, quero agradecer a todos os colegas e amigos que torceram, me apoiaram e me incentivaram mostrando-me que eu iria conseguir.

*A caridade não é sinônimo
de fraqueza. Pelo contrário,
é característico de quem sabe
ser forte.*

Luiz Paulo Benicio.

RESUMO

O presente relatório tem por objetivo apresentar as atividades desempenhadas pelo estagiário Luiz Paulo da Silva Benicio sob a supervisão do Engenheiro Eletricista Antonio de Souza Filho. Essas atividades estão inseridas na disciplina de estágio curricular supervisionado do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). As atividades foram realizadas no período de 11/12/2017 à 09/03/2018 no Setor da Oficina Elétrica da USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A localizada na cidade de Camutanga, Pernambuco. No decorrer do relatório são descritas as atividades realizadas pelo estagiário, o processo de produção de energia elétrica, a experiência adquirida durante o estágio e quais as contribuições dessas atividades para a empresa e para o desenvolvimento do estagiário. Destaca-se ainda que o estágio cumpriu com os objetivos propostos.

Palavras-chave: Atividades Realizadas, Estágio Supervisionado, Oficina Elétrica, Produção de energia elétrica.

ABSTRACT

The purpose of this report is to present the activities carried out by trainee Luiz Paulo da Silva Benicio under the supervision of the Electrical Engineer Antonio de Souza Filho. These activities were included in the supervised curricular internship course of the Electrical Engineering course of the Federal University of Campina Grande (UFCG). The activities were carried out from 11/12/2017 to 09/03/2018 in the Sector of the Electric Workshop of the OLHO D'ÁGUA S / A CENTRAL PLANT located in the city of Camutanga, Pernambuco. The report describes the activities carried out by the trainee, the electric energy production process, the experience gained during the internship and the contributions of these activities to the company and to the development of the trainee. It is also worth noticing that the internship has fulfilled its objectives.

Keywords: Performed Activities, Supervised Training, Electrical Workshop, Electricity Production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1: Vista aérea da empresa..... | 17 |
| Figura 2: Casa de Força e Linha..... | 18 |
| Figura 3: Painel de supervisão dos parâmetros dos geradores. | 19 |
| Figura 4: Diagrama do processo de cogeração de energia através da cana de açúcar. .. | 19 |
| Figura 5: Uma parte da caldeira da indústria..... | 20 |
| Figura 6: Faturamento Elétrico do Engenho Maripi..... | 27 |
| Figura 7: Relé programável CLIC 02 – WEG..... | 28 |
| Figura 8: Programa em <i>Ladder</i> | 29 |
| Figura 9: Programa sendo executado no <i>drive</i> disponibilizado pelo <i>software</i> | 30 |
| Figura 10: Painel Elétrico – (a) Interno; (b) Externo..... | 34 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|------------------------------------|----|
| Tabela 1: Lista de Materiais. | 31 |
|------------------------------------|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|---------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ABRINQ | Associação Brasileira dos Fabricantes de Brinquedos |
| CELPE | Companhia Energética de Pernambuco |
| CFL | Casa de Forças e Linhas |
| IMIP | Instituto Materno Infantil de Pernambuco |
| IPMA | Instituto de Preservação da Mata Atlântica |
| NBR | Norma Brasileira |
| NR | Norma Regulamentadora |
| UFCG | Universidade Federal de Campina Grande |
| UNICEF | Fundo das Nações Unidas para a Infância |
| USICODA | Usina Central Olho D'Água |

LISTA DE SÍMBOLOS

| | |
|------|-----------------------------|
| A | ampère |
| cv | cavalo vapor |
| °C | graus Celsius |
| Hz | hertz |
| kvar | quilovolt-ampère |
| kWh | quilowatts-hora |
| mV | milivolt |
| V | volt |
| Vcc | Voltagem Corrente Contínua |
| Vca | Voltagem Corrente Alternada |

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introdução | 14 |
| 1.1 | Objetivos | 14 |
| 1.2 | Método Adotado | 14 |
| 1.3 | Estrutura do Trabalho | 15 |
| 2 | USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A..... | 16 |
| 2.1.1 | Produção de Energia..... | 18 |
| 3 | Fundamentação Teórica | 21 |
| 3.1 | NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços de Eletricidade | 21 |
| 3.2 | Manutenção Elétrica | 22 |
| 4 | Atividades Realizadas | 24 |
| 4.1 | Parametrização dos inversores de frequência WEG – CFW09 | 24 |
| 4.2 | Faturamento de Energia | 25 |
| 4.3 | Controlador lógico programável (CLP) CLIC02 WEG..... | 28 |
| 4.4 | Acionamento de Motor 100 CV com Inversor de Frequência CFW11 | 30 |
| 4.4.1 | Dimensionamento de componentes..... | 31 |
| 5 | Considerações finais | 35 |
| | Referências | 36 |
| | Apêndice A..... | 37 |
| | Apêndice B | 38 |

1 INTRODUÇÃO

O Estágio supervisionado é uma disciplina obrigatória da grade curricular do curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), que tem como objetivo propiciar ao aluno uma vivência prática as atividades profissionais, preparando o profissional para atuar em sua área de formação.

Neste documento relata-se as atividades vivenciadas durante a realização do estágio no Setor da Oficina Elétrica, da Empresa USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A, situada na cidade de Camutanga, Pernambuco, sob supervisão do engenheiro eletricitista Antonio de Souza Filho, no período de 11 de dezembro de 2017 a 09 de março de 2018, totalizando uma carga horária de 360 horas.

As principais atividades realizadas foram: parametrização de inversores, entender as partes constituintes da fatura de energia elétrica, programar o *drive* Clic02 para atender as necessidades de correção de fator de potência, fazer um projeto para acionar um motor de 100 cv com inversor de frequência.

Ao longo deste relatório é apresentado um relato das atividades realizadas no período de estágio, seguido de apêndices que apresentam informações complementares.

1.1 OBJETIVOS

Este relatório de estágio supervisionado tem por objetivo apresentar as atividades desenvolvidos pelo aluno dentro da empresa concedente.

1.2 MÉTODO ADOTADO

O método adotado para fundamentar o trabalho tomou como base:

- Estudo breve da manutenção elétrica;
- Estudo breve da Norma Regulamentadora – NR10;
- Estudo breve da Norma Regulamentadora – NR12; e
- Estudo do manual de inversores da WEG;

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em cinco capítulos que serão sucintamente descritos a seguir.

Conforme visto, no Capítulo 1 são apresentadas às considerações iniciais, o objetivo e a metodologia da pesquisa.

No Capítulo 2 descreve-se o do histórico da empresa, apresentando toda a sua trajetória e mostrando como é o processo de geração de energia elétrica.

No Capítulo 3 é apresentado um estudo da manutenção com o objetivo de se ter o conhecimento do que se trata esta atividade e, ainda, um breve comentário da norma regulamentadora NR10.

No Capítulo 4 apresenta-se as atividades realizadas pelo estagiário.

Por fim, no Capítulo 5 listam-se as considerações finais do trabalho.

2 USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A

Quando em 1920, Arthur Tavares de Melo comprou o velho Engenho Banguê Olho D'Água, de açúcar bruto, de seu avô, no município de Camutanga – Pernambuco, jamais poderia esperar que, 90 anos depois, a pequena unidade fabril daria origem a uma importante Usina do Estado. Em 1928, associado ao cunhado José Hardman, Arthur Tavares de Melo transformou o empreendimento em indústria açucareira, dando-lhe o nome de USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA (USICODA), que no ano seguinte produziu a sua primeira safra: seis mil sacas de açúcar.

As dificuldades iniciais foram enfrentadas com ânimo e com a certeza de que o futuro seria promissor, pois o casal Arthur e Helena criava os filhos dentro de padrões educacionais e morais para que, depois de formados, viessem a integrar ao trabalho desenvolvido. A semente plantada começou a dar frutos. Em 1945, quando a nova geração trouxe sangue novo para desenvolver a sua indústria de açúcar, a Usina passou a superar a casa das 80 mil sacas produzidas por safra. Entre os herdeiros, destacou-se Murilo Tavares de Melo, hoje presidente do Grupo. A partir daquele ano, sua administração manteve uma política de grandes investimentos em infraestrutura e tecnologia, o que transformou esta empresa numa das bem mais equipadas usinas da região.

Decorridos 90 anos, desde a primeira safra do antigo Engenho Banguê, hoje a USICODA dispõe de 21 mil hectares de terras próprias, dos quais 15 mil cultivados com cana de açúcar com a mais alta tecnologia agrícola e alto índice de produtividade e uma produção de 3,1 milhões de sacos de açúcar de 50 kg/ano, 33 milhões de litros de álcool, gerando energia própria para a sua fábrica e toda sua irrigação. Grande parte de sua produção é exportada, além de abastecer importantes indústrias da região, o que consolida sua principal atividade no setor sucroalcooleiro e a coloca como a maior produtora de açúcar do estado de Pernambuco.

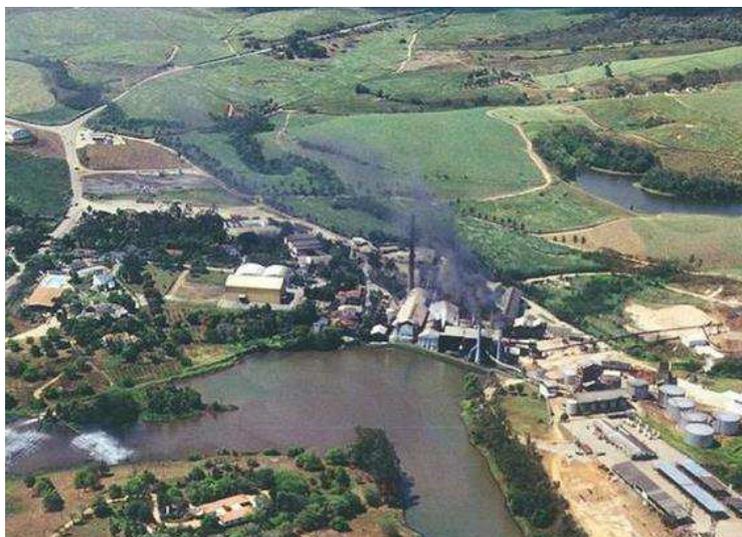
A USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA emprega atualmente cerca de 5 mil trabalhadores, além de propiciar a geração de aproximadamente 2 mil empregos advindos dos fornecedores de cana da região, que estão diretamente ligados à sua produção. Desta forma, a empresa beneficia diretamente mais de 35 mil pessoas, principalmente nos municípios de Camutanga – PE, Ferreiros – PE, Timbaúba – PE, Itambé – PE, Pedras de Fogo – PB, Juripiranga – PB, Aliança – PE, Itaquitinga – PE, Condado – PE, Nazaré da

Mata – PE, entre outros. Sem contar a geração de empregos indiretos no comércio e prestadores de serviços em geral.

Preocupada com a degradação que a Mata Atlântica nordestina vem sofrendo ao longo dos anos, a USICODA, passou a ser um dos sócios conservacionistas do IPMA, Instituto de Preservação da Mata Atlântica, uma Organização não governamental sem fins lucrativos, cujo objetivo principal é preservar e conservar os remanescentes da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. O reflorestamento da área pertencente à empresa já atingiu 150 mil mudas de essências florestais da Mata Atlântica, além de outras plantas frutíferas.

Desde a sua fundação, a USINA OLHO D'ÁGUA mantém grande atuação na área social, dirigindo atenção e investindo recursos na melhor qualidade de vida e capacitação de seus colaboradores, no apoio a comunidade em que está inserida e na preservação do meio ambiente. Conquistou o reconhecimento, em 15 de março de 1999, da fundação Abrinq/Organização Mundial de Saúde/UNICEF, como **EMPRESA AMIGA DA CRIANÇA** pelo compromisso com a defesa dos direitos, engajamento em ações e projetos que beneficiam as crianças e adolescentes do Brasil. Além disso, a empresa investe no apoio ao IMIP (Instituto Materno Infantil de Pernambuco), uma referência no tratamento de crianças, graças a esse compromisso a empresa recebeu o título de **EMPRESA SOLIDÁRIA**. Gerar empregos e produzir com responsabilidade e sustentabilidade faz parte da filosofia desta empresa, contribuindo para o desenvolvimento do Estado de Pernambuco. Na Figura 1 está ilustrada a vista aérea da empresa.

Figura 1: Vista aérea da empresa.



Fonte: Grupo Olho D'Água.

O departamento no qual o estágio foi realizado é composto de 30 (trinta) funcionários, sendo dois engenheiros eletricitas, eletrotécnicos, eletricitas e instrumentistas. O foco do departamento de manutenção elétrica é a manutenção preventiva, buscando reduzir os índices de paradas da moagem por problemas elétricos, obtendo índices de eficiência de 99,2 %, resultados que são muito satisfatórios para a empresa e para a equipe.

2.1.1 PRODUÇÃO DE ENERGIA

De acordo com a Resolução Normativa n° 235, 14 de novembro de 2006, da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) a cogeração de energia é o “processo operado numa instalação específica para fins da produção combinada das utilidades calor e energia mecânica, esta geralmente convertida total ou parcialmente em energia elétrica”, a partir da energia química disponibilizada por um ou mais combustíveis. A cogeração trata-se da associação da geração simultânea combinada de dois ou mais tipos de energia, utilizando um único tipo de fonte energética. Na Figura 2 é possível verificar a sala de distribuição de energia elétrica, na USICODA denominada Casa de Força e Linhas (CFL). Na CFL era possível acompanhar os parâmetros dos geradores 1,2 e 3, conforme mostrado na Figura 3.

Figura 2: Casa de Força e Linha.



Fonte: Próprio Autor (2018).

Figura 3: Painel de supervisão dos parâmetros dos geradores.

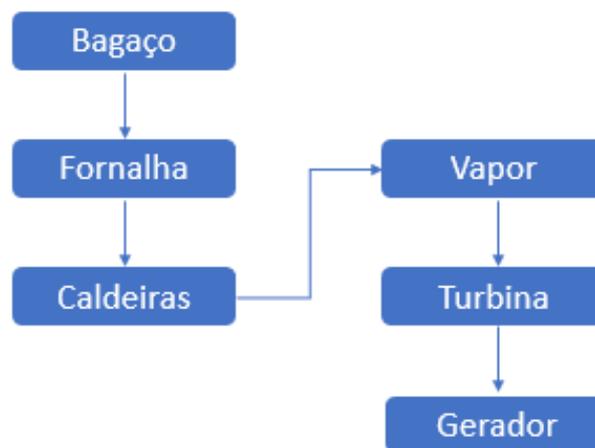


Fonte: Próprio Autor (2018).

No processo de cogeração na USICODA, a fonte energética é o bagaço de cana que, ao ser queimado, gera energia térmica em forma de vapor, sendo o vapor utilizado para a produção de energia elétrica.

Na Figura 4 é apresentado um diagrama no processo de produção de energia elétrica através do bagaço da cana de açúcar.

Figura 4: Diagrama do processo de cogeração de energia através da cana de açúcar.

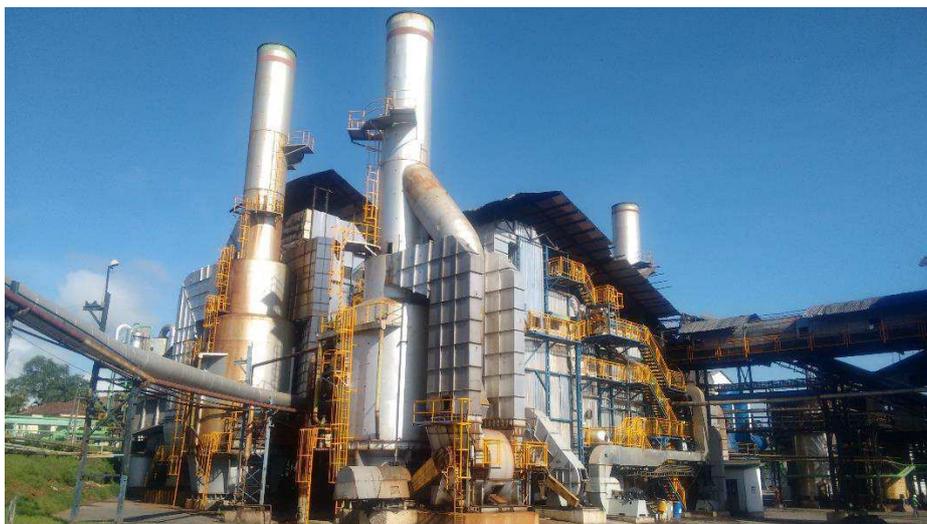


Fonte: Próprio Autor (2018).

O processo ocorre da seguinte maneira: em uma fornalha o bagaço é queimado, enquanto o vapor é produzido em uma caldeira. O jato de vapor gira uma turbina que, por

estar interligada ao eixo de um gerador, faz com que este entre em movimento, gerando a energia elétrica. Na Figura 5 está ilustrada uma parte da caldeira da indústria.

Figura 5: Uma parte da caldeira da indústria.



Fonte: Próprio Autor (2018).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Ao longo do estágio, as atividades desenvolvidas tornaram necessário o emprego de conhecimentos teóricos desenvolvidos ao longo da formação acadêmica. Segundo Mamede (2002), todo projeto e execução de obras deve ter como base documentos normativos, que no Brasil, vão desde aquelas de responsabilidade da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

Isto posto, neste capítulo será abordado a norma técnica estudada e seguida durante as atividades realizadas. É feita também uma abordagem à manutenção elétrica.

Um breve resumo sobre a norma regulamentadora NR 10 é apresentado a seguir.

3.1 NR 10 – SEGURANÇA EM INSTALAÇÕES E SERVIÇOS DE ELETRICIDADE

A norma regulamentadora, NR 10, estabelece as mínimas condições de trabalho a pessoas que possam interagir com instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Além disto, também é estabelecida medidas de controle de risco garantindo saúde e segurança dos envolvidos. Estatui, ainda, sistemas preventivos em instalações elétricas e serviços com eletricidade. Tais medidas preventivas incluem o uso de equipamentos de proteção coletiva (EPC) e equipamentos de proteção individual (EPI), estejam as instalações energizadas ou desenergizadas.

Essa norma deve ser aplicada às fases de geração, transmissão, distribuição e consumo de energia elétrica, em todas as suas etapas, sejam elas de projeto, construção, montagem, operação ou manutenção das instalações elétricas, além de quaisquer trabalhos realizados nas suas proximidades (MTPS, 2016).

Na próxima seção, é realizada uma breve abordagem à manutenção elétrica.

3.2 MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Em uma época que a expansão tecnológica é crescente, é inconcebível pensarmos em uma indústria, independente do porte e segmento, onde a qualidade de seus produtos não esteja ligada à uma boa manutenção de seus equipamentos (Fuentes, 2006).

A manutenção industrial não se restringe a um setor da empresa cujo intuito é reparar ou consertar o que está danificado. Quando associada ao setor de produção, influencia diretamente na produtividade, qualidade e no custo de fabricação do produto.

Em linhas gerais, a atividade de manutenção executada de forma correta contribui para que a empresa galgue rumo à excelência, tendo em vista que irá prevenir falhas futuras. Se porventura, vier a acontecer algum problema no desempenho do equipamento, se faz necessário uma análise técnica para que se tomem as medidas cabíveis, buscando saber o porquê do defeito, amenizando, assim, o impacto danoso nas linhas de produção. Uma boa gestão na manutenção traz benefícios à empresa tais como redução do tempo de produção e um aumento na produtividade. Ademais, uma manutenção adequada proporciona a operação segura dos equipamentos, contribuindo para a segurança das pessoas envolvidas direta ou indiretamente nas instalações elétricas.

Pelos motivos supracitados, a manutenção não se limita apenas em prevenir ou consertar algum defeito, mas a ser parte integrante do sistema de gestão de qualidade da empresa.

Isto posto, manutenção elétrica é dividida em três partes: manutenção elétrica preventiva, manutenção elétrica preditiva e manutenção elétrica corretiva (planejada e não planejada). A Manutenção Preventiva, como o próprio nome sugere, consiste em um trabalho de prevenção de defeitos que possam originar a parada ou um baixo rendimento dos equipamentos em operação. Esta prevenção é feita baseada em estudos do estado do equipamento, local de instalação, condições elétricas que o suprem, dados fornecidos pelo fabricante (condições ótimas de funcionamento, pontos e periodicidade de lubrificação, etc.), entre outros (Araújo & Santos, 2012).

A manutenção corretiva elétrica somente é realizada quando uma máquina começa a falhar devido a algum problema de parte elétrica, o que normalmente compromete bastante o desempenho de funcionamento dos aparelhos. Além de ser perigoso em termos de segurança, porque expõe os trabalhadores a riscos e acidentes, queimaduras e explosões, as falhas de sistemas elétricos fazem com que máquinas e equipamentos parem

de funcionar por dias, reduzindo a produção e aumentando os prejuízos da planta industrial (Araújo & Santos, 2012).

A manutenção preditiva consiste em uma técnica pela qual a manutenção é executada antes mesmo que haja uma avaria ou alguma falha no equipamento. Este tipo de atividade realiza análises periódicas dos parâmetros de desempenho dos equipamentos, dessa forma toda intervenção que for feita no maquinário será de maneira precisa, uma vez que está acontecendo um acompanhamento pela parte do departamento de manutenção da indústria.

Vale salientar que só estão habilitados a realizar alguma manutenção elétrica os profissionais tecnicamente treinados, pois saberão como agir em determinados problemas elétricos de modo a fazer com que o problema não se alastre e seja resolvido antes mesmo que o processo de manufatura seja interrompido a ponto de não causar transtornos econômicos para a indústria.

4 ATIVIDADES REALIZADAS

Neste Capítulo serão apresentadas as principais atividades desenvolvidas no decorrer do estágio. A fundamentação teórica descrita no Capítulo anterior servirá como suporte para entendimento das atividades realizadas durante o período do estágio na empresa USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A.

Para conclusão de algumas atividades, o conhecimento prévio em alguns conteúdos extracurriculares foi fundamental, tais como: o domínio em criação de planilhas utilizando o Excel.

4.1 PARAMETRIZAÇÃO DOS INVERSORES DE FREQUÊNCIA

WEG – CFW09

Na empresa se fazia uso de motores elétricos com partida direta, ocasionando uma corrente de pico elevada na hora do acionamento, onde essa corrente poderia ocasionar danos aos motores. Como se queria uma partida suavizada e em rampa, optou-se pelo uso de inversores de frequência. Na época o inversor mais avançado da WEG era o CFW09, porém no ano passado essa série começou a sair de linha.

Então, a usina achou melhor substituir estes inversores pelo CFW11, pois se o da série anterior viesse a falhar não tinha como trocar alguma peça, uma vez que já não se fabrica mais.

Posto isto, viu-se a necessidade de fazer a parametrização dos inversores da série em questão para facilitar o trabalho dos eletricitistas na hora da troca e, ainda, quando houver algum erro já saber o que é cada parâmetro e seu respectivo valor.

A empresa desenvolveu um programa de atualização dos sistemas de acionamento de motores. Inicialmente, alguns acionamentos de motores do tipo partida direta foram substituídos por sistemas de acionamento com inversores de frequência. Isso foi feito para que se tenha um controle maior da velocidade de tais equipamentos.

Posteriormente, em função de alguns desses modelos instalados inicialmente não serem mais fabricados, a empresa iniciou a substituição programada desses inversores. Uma das razões da substituição desses equipamentos está diretamente associada a grande

dificuldade de manutenção, em função da falta de peças de reposição no mercado para os modelos substituídos.

Antes da substituição dos inversores foi realizada uma atividade de *backup* da sua programação. Sendo assim, foi feito uma planilha no Excel para se registrar o valor dos parâmetros (tempo aceleração, tempo desaceleração, tensão nominal do motor, corrente nominal do motor, velocidade nominal do motor, etc.) em cada Centro de Controle de Motores (CCM). Uma cópia da parametrização de cada CCM foi fixada na porta do próprio CCM para futuras consultas pela equipe técnica. No apêndice A é apresentada a planilha de parametrização.

4.2 FATURAMENTO DE ENERGIA

O objetivo desta atividade era a compreensão da forma como é cobrada a energia elétrica e como são calculados os valores apresentados nas contas de luz, parâmetros fundamentais para a tomada de decisão em relação a otimização dos custos com energia elétrica e adoção de projetos de eficiência em uma indústria. Este tipo de atividade requer do engenheiro eletricista uma análise crítica, principalmente quanto aos parâmetros de demanda e consumo de energia elétrica que podem refletir as condições operacionais da indústria, de modo a se estabelecer os valores otimizados para a empresa sem que haja custos adicionais por possíveis erros de estimativa.

Na Figura 6 está ilustrada uma fatura de energia elétrica (nota fiscal) do Engenho Maripi. A modalidade tarifária deste setor é A4 Horo Sazonal Verde (RURAL/BOMBEAMENTO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO). Na descrição da fatura de energia é possível verificar a presença de elementos que não aparecem em uma conta de energia convencional, de uma residência, por exemplo. A seguir, serão apresentados cada conceito de cada elemento descrito.

Demanda Ativa: representa uma média das potências elétricas ativas que a carga instalada solicitou a Companhia Energética de Pernambuco (CELPE). A demanda ativa é dada em (kW).

Demanda Reativa Excedente: representa uma média das potências elétricas reativas que a carga instalada solicitou a CELPE, excedente. Ou seja, é um valor que ultrapassou o limite contratado para a demanda reativa. Sua unidade de medida é o (kvar).

Consumo Ativo Na Ponta: é o consumo ativo de energia elétrica no horário de ponta, 17h30min às 20h30min, medido em kWh.

Consumo Ativo Fora De Ponta: é o consumo ativo fora do horário de ponta, medido em kWh.

Consumo Ativo Reservado: é o consumo reservado para um determinado horário que compreende das 21h30min às 06h, dado em kWh. Isso se aplica só a irrigação e o valor tarifário nesse horário é reduzido.

Consumo Reativo Excedente Na Ponta: compreende o consumo reativo excedente de energia no horário de ponta, medido em kWh.

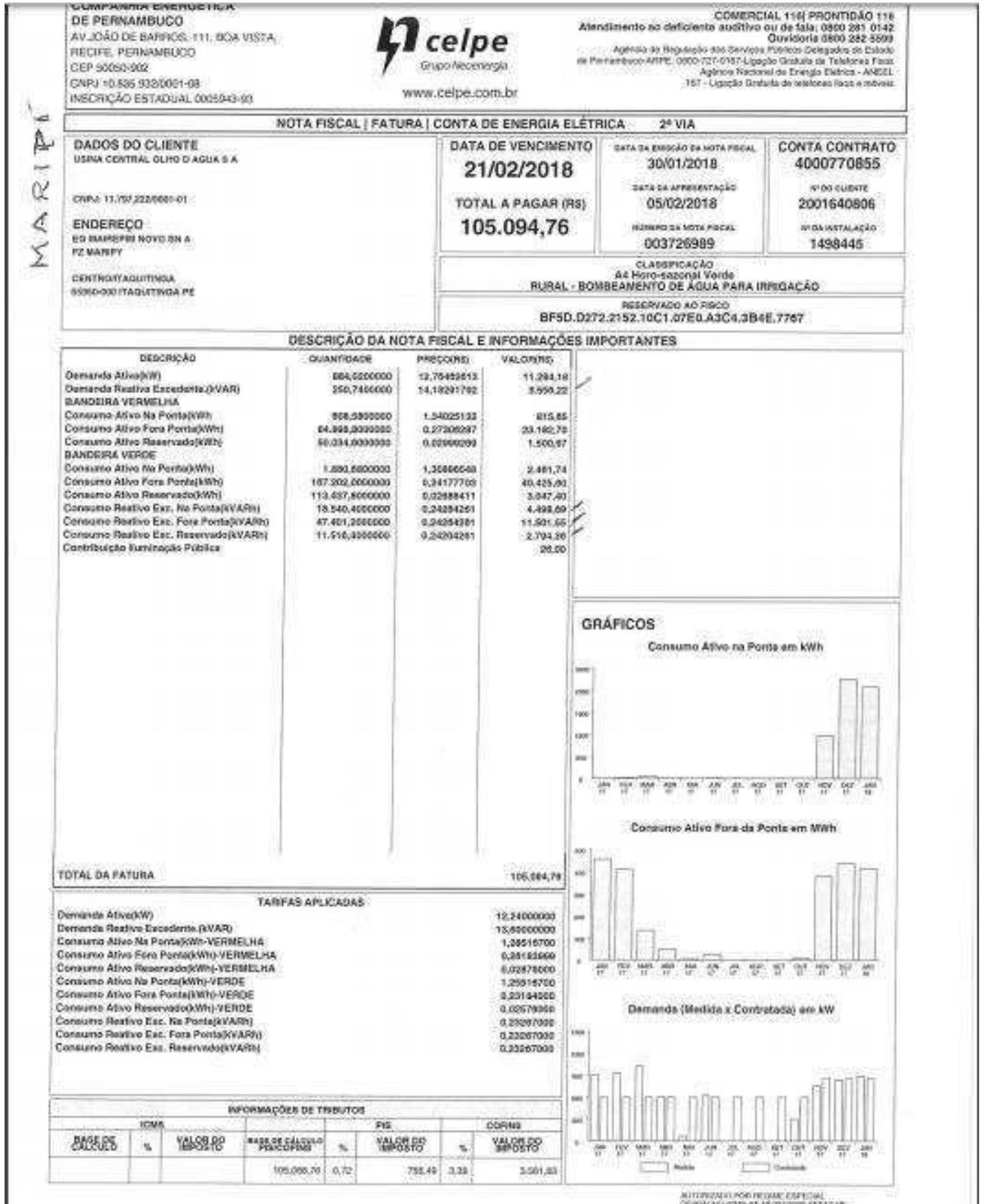
Consumo Reativo Excedente Fora de Ponta: compreende o consumo reativo excedente de energia no horário que não é o horário de ponta, medido em kWh.

Consumo Reativo Excedente Reservado: é referente ao consumo reativo excedente, no horário reservado, medido em kWh.

Contribuição por iluminação Pública: referente à taxa de iluminação pública que é paga a CELPE.

Além da descrição da nota fiscal e informações importantes, são apresentados três gráficos em barras. Um de consumo ativo no horário de ponta, consumo ativo fora horário de ponta e outro da demanda medida *versus* a demanda contratada.

Figura 6: Faturamento Elétrico do Engenho Maripi.



Fonte: Grupo Olho D'Água.

4.3 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL (CLP) CLIC02

WEG

De acordo com a WEG, os CLP's programáveis caracterizam-se pelo seu tamanho compacto e excelente relação custo-benefício. São equipamentos que executam a função e substituem de maneira vantajosa temporizadores, contadores eletromecânicos e contactores auxiliares, pois por ser menor reduz o espaço necessário, além de facilitar as manutenções. Esses *drivers* foram criados para serem utilizados em tarefas de contagem, intertravamento e temporização.

A seguir as descrições técnicas do tipo de relé utilizado para a execução da atividade:

- Alimentação em 220 Vca (60Hz);
- Configuração máxima de 44 pontos de E/S utilizando até 3 expansões;
- Relógio em tempo real;
- Visualização de mensagens e alteração de parâmetros *on-line*;
- Duas entradas rápidas de 1 kHz;
- Uma saída PWM (trem de pulso);
- Programação em *Ladder* e FBD.

Na Figura 7 podemos observar um modelo do relé supracitado.

Figura 7: Relé programável CLIC 02 – WEG.



Fonte: Site WEG.

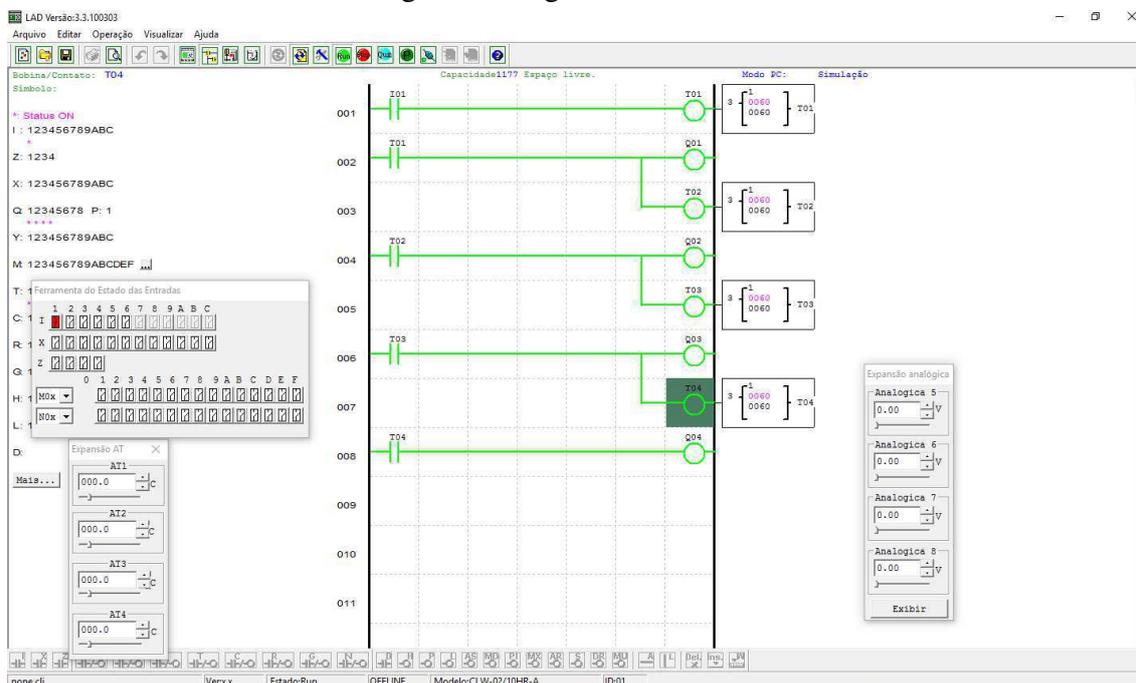
No CCM geral do empacotamento há instalação de bancos de capacitores a fim de reduzir os reativos da rede. Com intuito de automatizar o acionamento de tais bancos,

foi colocado pelos técnicos eletricitas um controlador lógico programável para realizar tal trabalho. O *drive* que estava no CCM supracitado foi substituído por um outro igual, devido falha apresentada.

O CLP era responsável por acionar quatro contactores que por sua vez tinha a função de energizar quatro células capacitivas. A primeira célula deveria ser acionada após um minuto, a segunda depois de dois minutos e assim sucessivamente. A linguagem de programação utilizada é a *ladder*.

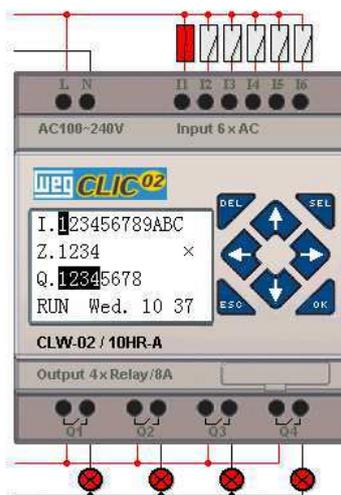
Fazendo uso do *software* gratuito disponibilizado no *site* da WEG, *Clic02 Edit*, foi desenvolvido um programa que atendesse a necessidade citada acima. Posto isto, na Figura 8 é apresentada a programação na linguagem *Ladder* e na Figura 9 a execução em tempo real do *drive* Clic02 via *software*.

Figura 8: Programa em *Ladder*.



Fonte: Próprio Autor (2018).

Figura 9: Programa sendo executado no *drive* disponibilizado pelo *software*.



Fonte: Próprio Autor (2018).

4.4 ACIONAMENTO DE MOTOR 100 CV COM INVERSOR DE FREQUÊNCIA CFW11

O acionamento de motores elétricos de indução por inversores estáticos de frequência é uma solução relativamente nova, porém, já amplamente utilizada na indústria. De acordo com a WEG (2016, p. 6):

A utilização de inversores estáticos de frequência atualmente compreende o método mais eficiente para controlar a velocidade dos motores de indução. Os inversores transformam a tensão da rede, de amplitude e frequência constantes, em uma tensão de amplitude e frequência variáveis. Variando-se a frequência da tensão de alimentação, varia-se também a velocidade do campo girante e consequentemente a velocidade mecânica de rotação da máquina.

O projeto foi desenvolvido no CCM das Piscinas, o qual encontra-se a instalação do acionamento da bomba de decantação. Como nessa bomba a partida utilizada ainda era a direta, viu-se a necessidade de substituir esse tipo de partida fazendo uso de inversor de frequência. Tendo em vista que, o controle do nível do tanque era necessário e só podia ser executável por tal equipamento. Pois, a bomba era responsável por fazer com que a água de um determinado tanque chegasse a lagoa de decantação sem que houvesse

cavitação. O inversor de frequência, ainda, deveria receber o sinal de dois controladores para “saber” se podia ou não habilitar a partida do motor.

Esse projeto e instalação dos componentes foi realizado com o auxílio de um técnico em eletrônica.

Na Tabela 1, estão descritos os componentes necessários para a montagem do circuito de acionamento.

Tabela 1: Lista de Materiais.

| Lista de Materiais |
|--|
| 1 Motor 100 CV / 380 V / 60 Hz / 4 polos |
| 3 Supressor de surto |
| 1 Contator trifásico para acionamento da parte de controle |
| 1 Transformador de comando |
| 1 Calefator |
| 4 Ventiladores |
| 1 Inversor de Frequência – CFW11 |
| 3 Fusíveis para proteção contra curto circuito |
| 1 Controlador de Temperatura e Nível |
| 1 Controlador Pressão |
| 6 Disjuntores |
| 1 Botão de Emergência |
| 1 Sinalizador |
| 1 Chave Seccionadora |
| 1 Fonte de tensão |
| 1 Relé de Segurança CP-D Weg |
| 1 Botoeira de pulso com contato NA para comando LIGAR |
| 1 Botoeira de pulso com contato NF para comando DESLIGAR |

Fonte: Próprio Autor (2018).

4.4.1 DIMENSIONAMENTO DE COMPONENTES

Os dispositivos do circuito de força devem ser dimensionados para suprir a corrente nominal do motor bem como proteger de forma adequada quanto a possíveis curtos-circuitos ou sobrecarga (Moraes, 2011).

➤ **Chave Seccionadora**

Utilizou-se uma chave seccionadora tripolar de acionamento sob carga NH. São chaves que utilizam fusíveis NH DIN-02 até 400 A e tem uma tensão nominal de 690 Vca.

➤ **Fusíveis**

De acordo com a tabela do Manual do Inversor de Frequência da WEG, tem-se que para um conversor com alimentação 380 V, o fusível tem que ser ultrarrápido para proteção de semicondutores. Assim, foram usados três fusíveis **NH2 500 V~ 250 A aR**.

➤ **Transformador de Comando**

O transformador de comando é um equipamento elétrico que é usado na adaptação de tensões para uso em algum projeto elétrico.

Este tipo de transformador trabalha com tensões de entrada de 110 V, 220 V, 380 V e 440 V; e tensões de saída de 110/220 V ou 12 V e 24 V. Dessa forma ele pode ser adaptado para que possa se adequar às necessidades do painel de comando de máquinas e equipamentos.

Neste caso, o transformador utilizado foi o que a tensão de entrada é 380 V e a de saída 220 V.

➤ **Disjuntores**

Foram usados seis disjuntores, dos quais quatro monopolares, um tripolar e outro bipolar. Sabe-se que a corrente do circuito de comando é menor que 6 A, então todo o circuito de comando utilizou-se **três disjuntores monopolares, um bipolar e um tripolar de 6 A**. Por outro lado, como a resistência do motor, utilizada para aquecê-lo, tem uma potência maior, utilizou-se um **monopolar de 10 A**.

➤ **Controladores**

Utilizou-se dois tipos de controladores digitais: **temperatura/nível e pressão**. O controlador digital **DCY 2050** é responsável pelo controle a temperatura e nível, mandando um sinal de 4 a 20 mA ao inversor. Caso a temperatura e/ou o nível não estejam dentro da faixa desejada, o contato que habilita o inversor permanecerá aberto. Por sua vez, controlador digital de pressão foi o **DMY 2035**, tem o mesmo funcionamento, porém levando em consideração a pressão. A tensão de entrada desses controladores é de 220 V e saída de 4 a 20 mA.

➤ **Botoeiras**

As duas botoeiras LIGA e DESLIGA podem ser reduzidas a um único elemento de comando com um contato de pulso NA e outro NF.

➤ **Inversor de Frequência**

O inversor de frequência é dimensionado de acordo com a corrente nominal do motor elétrico. Como $I_n = 142$ A (corrente nominal do motor), o ideal seria que o inversor fosse o que tivesse a mesma corrente do motor. Porém, levando em consideração que em algum momento o inversor trabalhará no máximo de sua capacidade, neste caso, uma maior refrigeração será necessário para que a temperatura interna do painel e até mesmo dentro do inversor não seja acima da faixa permitida (40 °C). Pensando nisso, para que o *drive* trabalhe na folga foi colocado um com dois degraus acima, ou seja, um CFW11 de 242 A.

➤ **Ventiladores**

Utilizou-se quatro ventiladores de 220 V e potência 22 W para refrigeração interna do painel elétrico.

➤ **Fonte de Tensão**

A fonte de tensão utilizada foi uma de entrada 100 ~ 240 Vca e saída 24 Vcc – 2,5A.

➤ **Supressor Surto**

O supressor escolhido foi o da classe III por se tratar de instalações feita em quadros elétricos com intuito de proteger os equipamentos contra surtos de tensão. Possui um LED sinalizador que indica ao usuário a hora de substituir o produto, ou seja, quando houver falha na atuação. O supressor usado foi o *Steck DPS08275*, $I_{máx} = 8$ kA e $I_n = 3$ kA.

➤ **Relé de Segurança**

O relé de segurança passou a ser de uso obrigatório nos dispositivos de partida, acionamento e parada, por causa da NR-12. A mesma norma estabelece que esses dispositivos devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que não se

localizem nas zonas perigosas das máquinas ou equipamentos, garantindo maior segurança ao trabalhador.

Para os componentes de partida, parada, acionamento e outros controles que compõem a interface de operação das máquinas devem, segundo a NR-12, operar em extra baixa tensão de até 25 V em corrente alternada ou de até 60 V em corrente contínua.

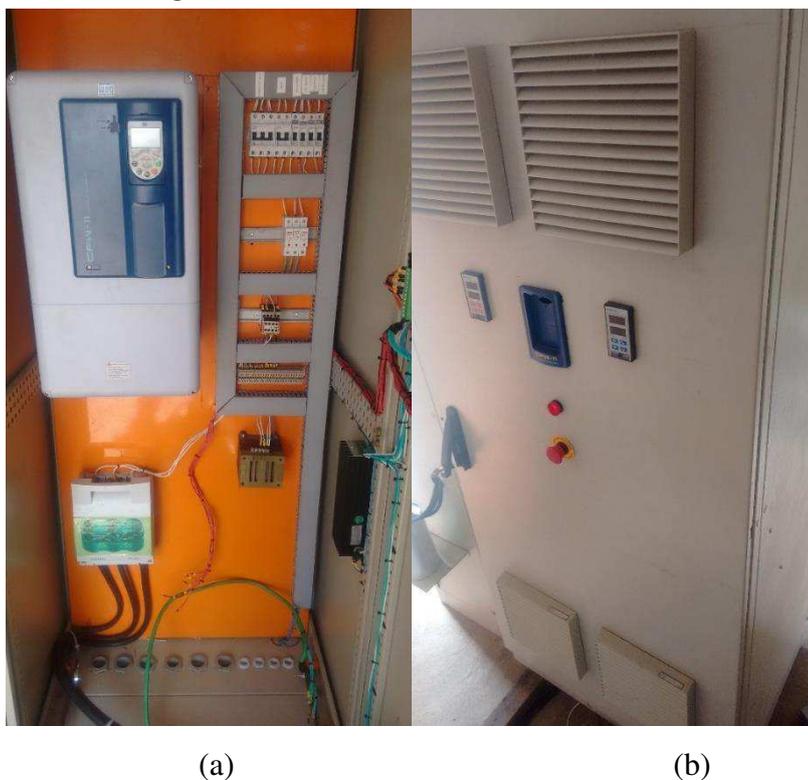
Isto posto, o relé de segurança utilizado foi o CP-D Weg que atendia as necessidades do projeto e, ainda, as exigências da norma regulamentadora supracitada.

➤ **Refrigeração**

Vale salientar que, o ambiente onde o inversor estiver inserido precisa estar refrigerado para que seu desempenho seja maior. Tendo em vista que, os inversores da WEG têm que ter uma temperatura de trabalho menor ou igual a 40 °C. Então, foi solicitado a instalação de um ar condicionado para o CCM das Piscinas.

Na Figura 10 é apresentada o interior do painel elétrico e a parte externa.

Figura 10: Painel Elétrico – (a) Interno; (b) Externo.



Fonte: Próprio Autor (2018).

No Apêndice B é mostrado o desenho de todo diagrama elétrico do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer do estágio foi possível observar a rotina profissional de uma empresa no âmbito industrial. O estagiário foi inserido em processos desde o manuseio técnico à gestão de serviços, possibilitando a este observar as diversas características profissionais neste meio.

O trabalho em equipe e a troca constante de informações dentre os profissionais da USINA CENTRAL OLHO D'ÁGUA S/A facilitaram o estagiário um melhor entendimento nas diversas indagações observadas nos mais variados processos, além de possibilitar o desenvolvimento pessoal, aproximando o estagiário de pessoas com diferentes personalidades.

No período de realização do estágio, é importante destacar a contribuição do conhecimento teórico das disciplinas Engenharia Econômica, Geração de Energia Elétrica, Instalações Elétricas, Materiais Elétricos e Técnicas de Medição.

Essa oportunidade de estágio contribuiu para a percepção das responsabilidades nomeadas aos profissionais da área, aproximando-o das atividades técnicas provenientes do seu campo de estudo, proporcionando uma visão mais clara dos elementos descritos nos controles da manutenção.

Durante o estágio, constatou-se a necessidade de algumas competências não adquiridas na graduação, tais como gerenciamento de pessoas e recursos. Observou-se, ainda, que na indústria se fazia necessário conhecimentos prévios de algumas normas técnicas, sobretudo, a NR 10. Onde essa norma confere maior proteção aos engenheiros e também a toda equipe envolvida no desenvolvimento e execução de projetos e manutenção. Tendo em vista, essas dificuldades encontradas, seria interessante a inserção das mesmas no curso de engenharia elétrica.

A partir das atividades realizadas foi possível compreender os problemas práticos enfrentados no dia-a-dia de uma unidade industrial, além de desenvolver uma visão crítica e o auto aprendizado. Ademais, o estágio também contribuiu no aprendizado de conteúdos que não puderam ser vistos na prática nas disciplinas curriculares.

Por fim, os objetivos da disciplina Estágio Supervisionado foram cumpridos com êxito.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Igor; SANTOS, Crisluce Karina. **Manutenção Elétrica Industrial**. Projeto Apostila Virtual, 2012.

FUENTES, Fernando F. E. **Metodologia para inovação da gestão de manutenção industrial**. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

KARDEC, Alan; NASCIF, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2009.

MAMEDE FILHO, J. **Instalações Elétricas Industriais**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002, 753 p.

MORAES, E. Sala da Elétrica. Dimensionamento de partida de motores, 2011. Disponível em: < <http://saladaeletrica.blogspot.com/2011/06/dimensionamento-partida-yd.html> > Acesso : 10 Mar 2018

MTPS. **NR 10 – Segurança em Instalações Elétricas e Serviços em Eletricidade**. 2016, 13 p.

NEPOMUCENO, L. X. **Técnicas de manutenção preditiva**. São Paulo: Egard Blücher, 1989. 1 v.

WEG. **CFW09: Inversores de Frequência**. Jaraguá do Sul, 2012.

WEG. **Guia Técnico: Motores de indução alimentados por inversores de frequência PWM**. Jaraguá do Sul, 2016.

APÊNDICE A

PARAMETRIZAÇÃO DE INVERSORES DE FREQUÊNCIA

| | | | | | |
|------|-------------------|------|------------------------|--------------|------------------------|
| P100 | 7,5 s | P176 | 0,111 | P253 | Velocidade Real |
| P101 | 5 s | P177 | 0% | P255 | Velocidade Real |
| P102 | 5 s | P178 | 100% | P257 | Corrente saída |
| P103 | 3 s | P179 | 120% | P254/256/258 | 1 |
| P104 | Inativo | P180 | 95% | P263 | Habilita geral |
| P120 | Ativo | P202 | Sensorless | P264 | sem função |
| P132 | 10% | P203 | Nenhuma | P265 | habilita geral |
| P133 | 0 rpm | P205 | corr/vel | P266 | s/erro ext. |
| P134 | 1600 rpm | P206 | 3 s | P267 | jog |
| P150 | sem perdas | P209 | Inativo | P268 | 2ª rampa |
| P151 | 618 V | P210 | 0 | P277 | sem erro |
| P152 | 0 | P211 | Ativo | P279 | N>Nx |
| P153 | 618 V | P212 | Ref ou Vel | P280 | N*>Nx |
| P154 | 0.0 Ω | P213 | 0 s | P288 | 80 rpm |
| P155 | 2,6 kW | P214 | Inativo | P289 | 1200 rpm |
| P156 | 264 A | P220 | Sempre REM | P290 | 240 A |
| P157 | 216 A | P221 | AI1 | P291 | 10% |
| P158 | 132 A | P222 | AI1 | P292 | 1% |
| P160 | Normal | P223 | Tecla(H) | P293 | 100% |
| P161 | 9 | P224 | Teclas I,O | P295 | 240 A |
| P162 | 0,042 | P225 | Tecla | P296 | 380 V |
| P163 | 0 | P226 | Horário | P297 | 2,5 kHz |
| P164 | 0 | P227 | Dix | P320 | Inativo |
| P165 | 0,012 s | P232 | Par.Rampa | P400 | 380 V |
| P166 | 0 | P233 | Inativa | P401 | 210 A |
| P167 | 0,75 | P234 | 1 | P402 | 1185 rpm |
| P168 | 0,01 | P235 | 4 a 20 mA | P403 | 60 Hz |
| P169 | 125% | P236 | 0% | P404 | 150 CV |
| P170 | 125% | P238 | 1 | P409 | 0,023 Ω |
| P171 | 125% | P239 | 4 a 20 mA | P410 | 83,8 A |
| P172 | 125% | P240 | 0% | P411 | 0,62 mH |
| P173 | Rampa | P251 | Velocidade Real | P412 | 0,672 s |
| P175 | 4,8 | P252 | 1,050 | P413 | 1,51 s |

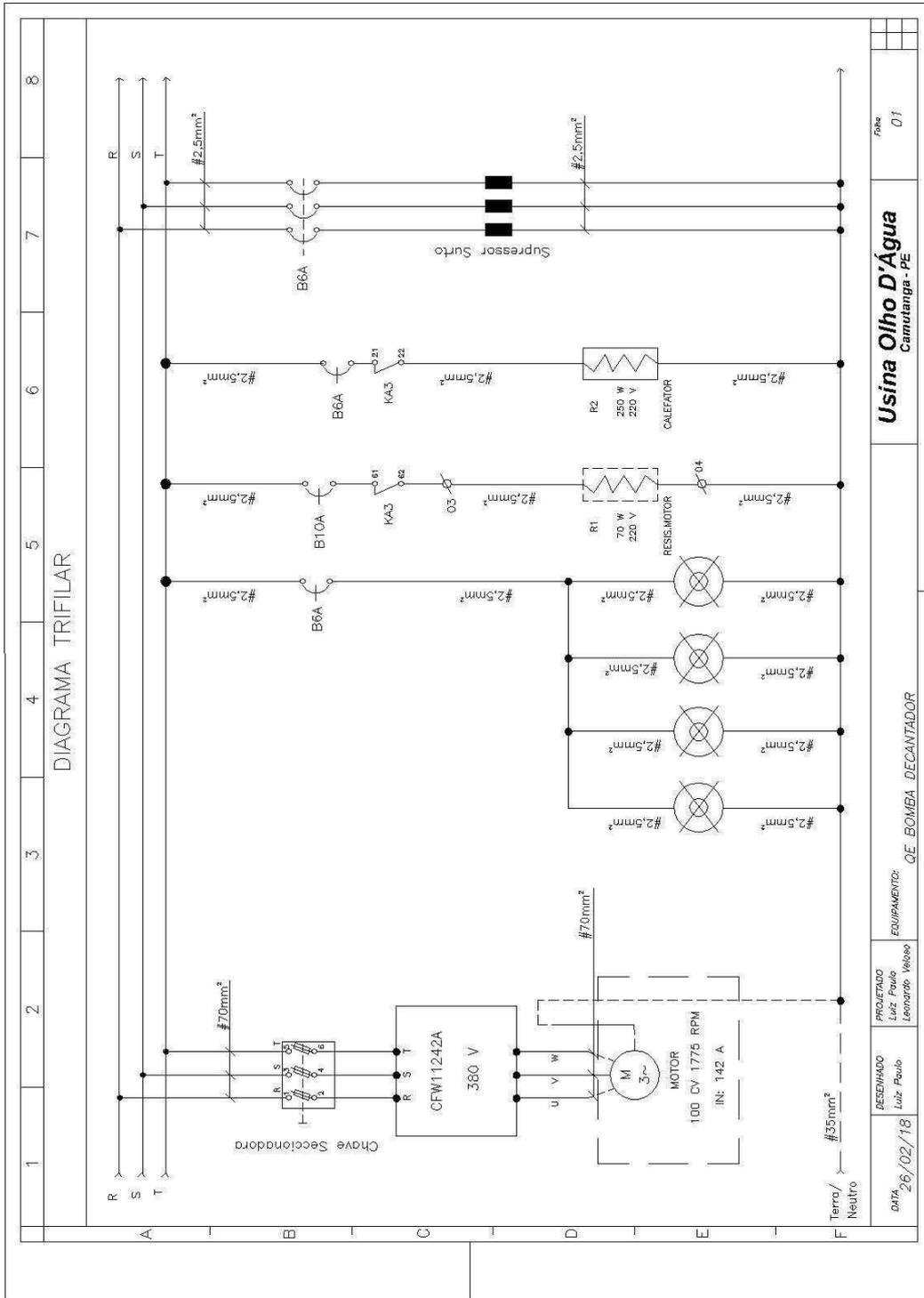
MODELO DO INVERSOR: **CFW09**

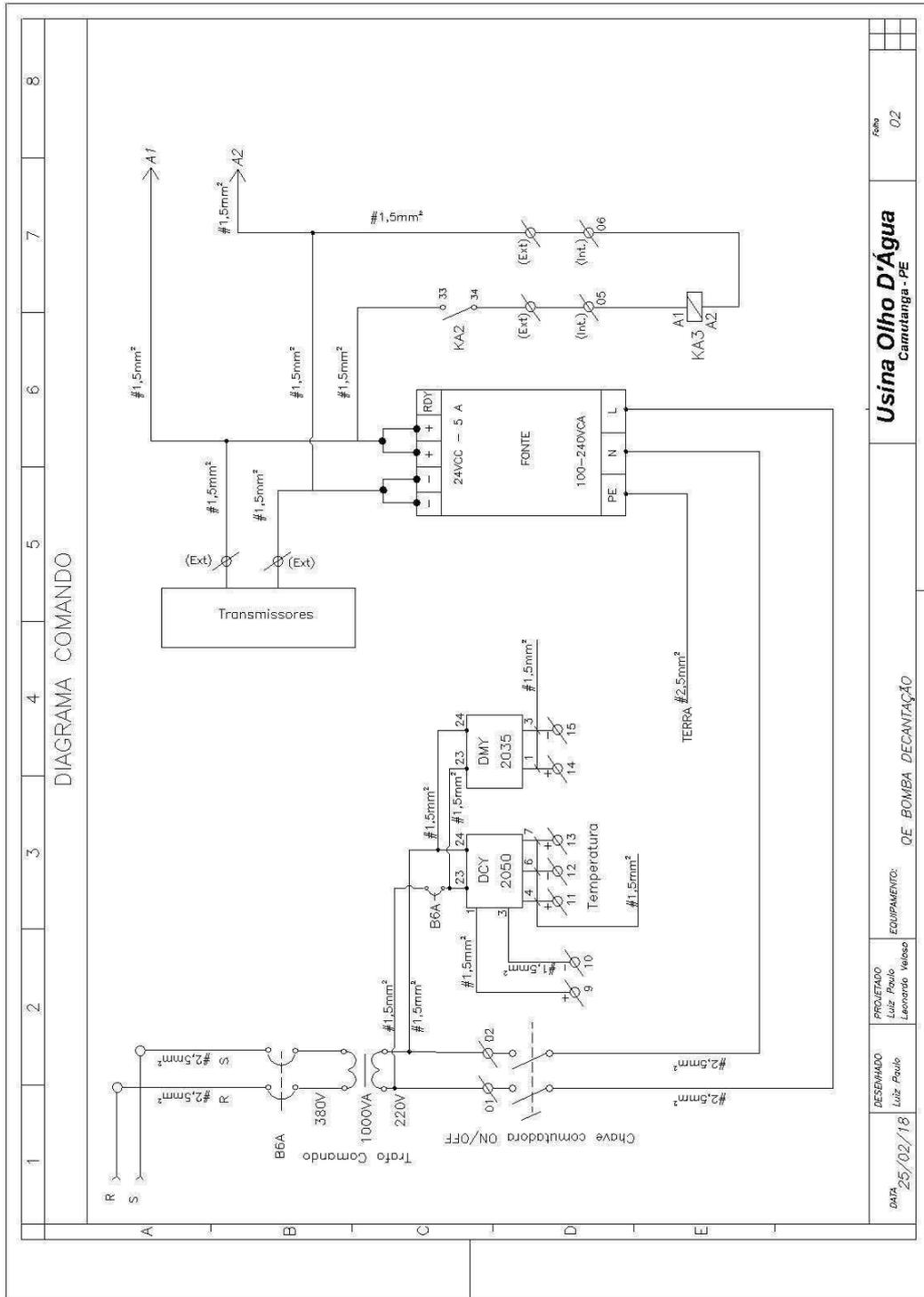
MOTOR ACIONAMENTO DO(A): **Esteira Metálica**

DATA: **12/12/2017**

TAG: **99-0031**

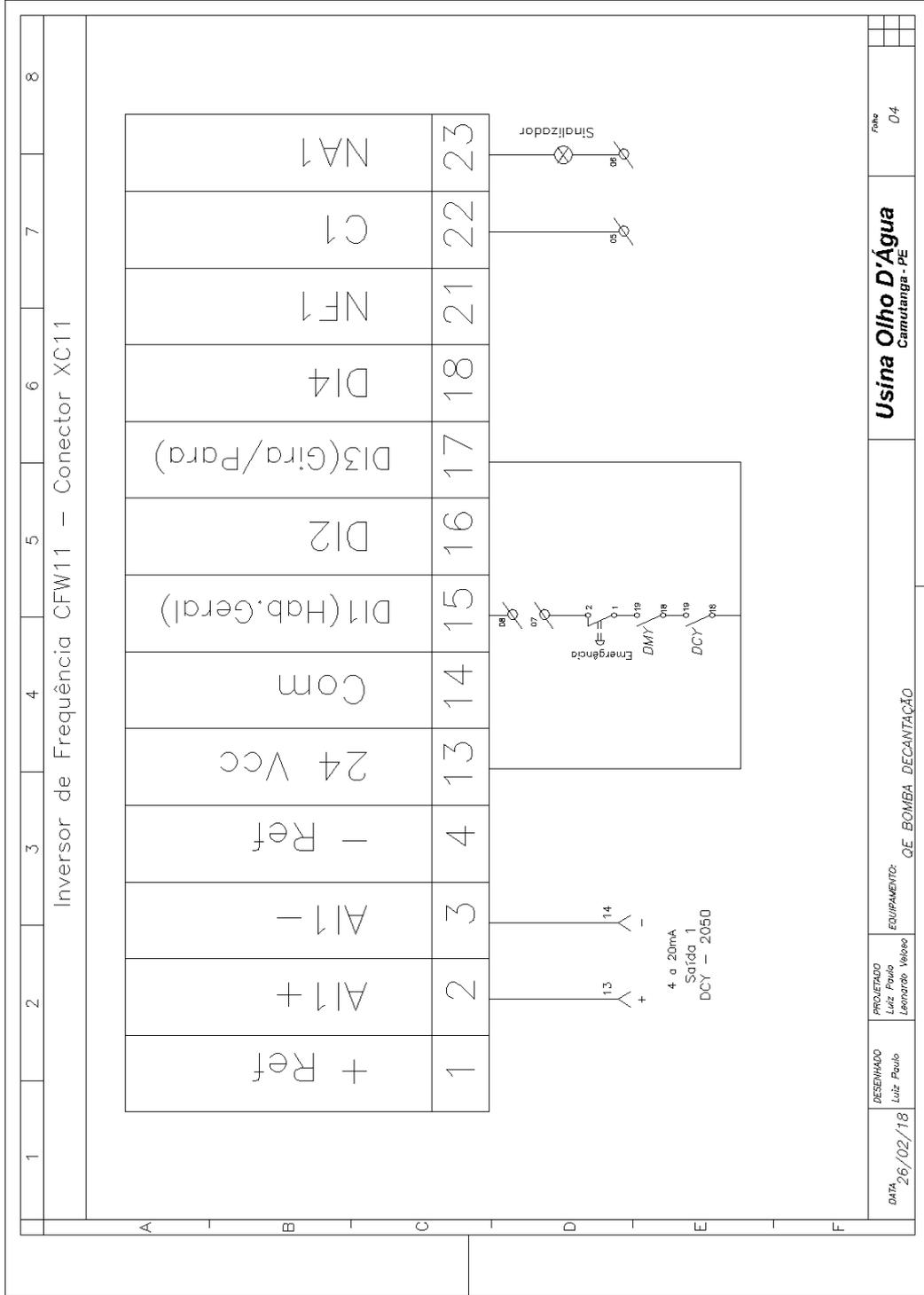
APÊNDICE B





| | | | | |
|----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------|
| DATA: 25/02/18 | DESENHADO: Luiz Paulo | PROJETADO: Luiz Paulo | EQUIPAMENTO: OE BOMBA DECANTAÇÃO | Folha: 02 |
|----------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------|

Usina Olho D'Água
Camutanga - PE



| | | | | | | | | | |
|--|----------|------------|------------|------------|------------|--------------|------------------------|--------|----|
| DATA: | 26/02/18 | DESENHADO: | Luiz Paulo | PROJETADO: | Luiz Paulo | EQUIPAMENTO: | QE BOMBA DECONTAMTAÇÃO | Folha: | 04 |
| Usina Olho D'Água Carrotaanga - PE | | | | | | | | | |