

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**



JOÃO VICTOR SOUSA BEZERRA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

COTEMINAS S/A

**CAMPINA GRANDE – PB
MARÇO DE 2020**

JOÃO VICTOR SOUSA BEZERRA

COTEMINAS S/A

*Relatório de estágio integrado submetido à
Coordenação de Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Campina
Grande como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Damásio Fernandes Júnior, D. Sc.

Campina Grande
Março de 2020

JOÃO VICTOR SOUSA BEZERRA

COTEMINAS S/A

*Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação de Graduação em Engenharia
Elétrica da Universidade Federal de Campina
Grande como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em / /

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

Professor Damásio Fernandes Júnior, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, a quem
devo tudo o que sou.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram nessa caminhada, em especial aos meus pais e meu irmão, que foram o suporte para que eu chegasse até aqui, sempre apoiando e acreditando em cada passo que dei.

Ao pessoal dos setores da Embratex, Wentex, Utilidades e Área externa da COTEMINAS: Anderson, Edson, Kelvy, Amanda, Rosa, Thayza, Giovani, Cláudio, André, Ramsés, Ermeson, Lourinaldo, Leonildo, Jario, Luciano, Lucas, Emerson, Washington, Jesimiel, Emília e todos os outros com quem tive a oportunidade de ter contato.

Em especial, agradeço ao pessoal do DEP da COTEMINAS que proporcionou uma experiência inesquecível durante o tempo que passei lá, com um ambiente acolhedor e descontraído: Arthur, Suely, Sérgio, Fernanda, Felipe, Stephan, Emanuel, Eduardo, Ricardo e Janemere. Vocês fizeram desse estágio uma experiência única.

A Darlanny Diniz, com quem dividi o peso do projeto de estágio. Sem as discussões e debates que tivemos, o projeto não teria chegado até onde ele chegou.

Ao meu orientador, Damásio Fernandes, por todo o conhecimento compartilhado e paciência dedicada a este trabalho, e a todos os professores que contribuíram com meu aprendizado, com os quais tive a oportunidade de aprender sempre algo novo.

A todos da minha família e amigos, que sempre apoiaram e acreditaram em minha capacidade.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, passaram pela minha vida e contribuíram para a construção de quem sou hoje.

“Nem todos que vagam estão perdidos.”

(J.R.R. Tolkien)

RESUMO

Neste relatório descreve-se as atividades realizadas pelo estagiário, graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante o estágio na COTEMINAS S/A no período compreendido entre 17 de outubro de 2019 a 21 de fevereiro de 2020. O estágio foi realizado na unidade de Campina Grande – PB, sob supervisão do engenheiro eletricista Arthur Torres Paiva, como parte dos requisitos necessários para o encerramento do curso. No Departamento de Engenharia e Processos da COTEMINAS Campina Grande, foi possível aplicar conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação em Engenharia Elétrica na rotina de uma indústria têxtil. Conheceu-se o procedimento realizado quando existe atuação dos sistemas de alívio de cargas para manter a estabilidade da rede elétrica. A experiência prática diária durante o período de estágio contribuiu de forma bastante significativa para a formação profissional, desempenhando atividades como: criação de *layouts* de quadros elétricos, atualização de diagramas elétricos já existentes, programação de CLP, levantamento e cotação de material de projeto, montagem de painel elétrico, e coleta de amostra de óleo de transformadores.

Palavras-chave: Engenharia Elétrica, Eletrotécnica, Alívio de Cargas, COTEMINAS S/A, Estágio.

ABSTRACT

This report describes the activities performed by the intern, undergraduate in Electrical Engineering by the Federal University of Campina Grande (UFCG), during the internship at COTEMINAS S/A in the period between October 17, 2019 to February 21, 2020. The internship was held at the Campina Grande - PB unit, under the supervision of the electrical engineer Arthur Torres Paiva, as a part of the necessary requirements for ending the course. At the Department of Engineering and Processes of COTEMINAS Campina Grande, it was possible to apply knowledge acquired during the undergraduate course in Electrical Engineering in the routine of a textile industry. It was known the procedure performed when there is an actuation of load relief systems to maintain the stability of the electrical network. The daily practical experience during the internship period contributed significantly to professional training, performing activities such as: creation of electrical panel layouts, updating of existing electrical diagrams, PLC programming, survey and quotation of project material, assembly of electrical panel, and collect samples of transformer's oil.

Keywords: Electrical Engineering, Electrotechnics, Load Relief, COTEMINAS S/A, Internship.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - COTEMINAS S/A Unidade Campina Grande.	16
Figura 2 – Área da COTEMINAS S/A Campina Grande.	17
Figura 3 - Área externa da fábrica Wentex.	19
Figura 4 - Área interna da fábrica Embratex.	19
Figura 5 - Setor de utilidades.	20
Figura 6 - Subestação 69 kV.	21
Figura 7 - Subestação 230 kV.	22
Figura 8 - Sala elétrica.	23
Figura 9 - Ajuste do ERAC para o subsistema NE.	28
Figura 10 - EPI recebidos: (a) bota de segurança; (b) protetor auricular tipo plug; (c) bolsa para guardar pertences; (d) vestimenta de proteção contra arco elétrico e/ou fogo repentino.	33
Figura 11 - Custom Graphical Monitor (CGM).	36
Figura 12 - <i>Interface</i> de informações e controle do projeto.	37
Figura 13 - Programa de atualização e acesso ao banco de dados.	38
Figura 14 - Atraso de acionamento das cargas a partir da atuação do ERAC (pior caso).	39
Figura 15 - Painel do projeto em montagem.	40
Figura 16 - Porta do quadro de comando do projeto.	41
Figura 17 - Treinamento com extintores de incêndio.	44
Figura 18 - Situação da sílica gel: (a) saturada antes da substituição; (b) conservada após a substituição.	46
Figura 19 - Atividade de tratamento de óleo do transformador.	48
Figura 20 - Testes de isolamento em: (a) aterramento temporário; (b) varas de manobra.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de patamares e carga cortada pelo EACM.....	30
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAG	Controle Automático de Geração
CGM	Custom Graphical Monitor
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COTEMINAS	Companhia de Tecidos Norte de Minas
CLP	Controlador Lógico Programável
CTA	Centrais de Tratamento de Ar
DEP	Departamento de Engenharia e Projetos
EACM	Esquema de Alívio de Carga Manual
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ERAC	Esquema Regional de Alívio de Carga
MCP	Mercado de Curto Prazo
NR 12	Norma Regulamentadora nº12
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCMC	Plano de Corte Manual de Carga
PLD	Preço Líquido das Diferenças
POP	Procedimento Operacional Padrão
SE 230 kV	Subestação 230 kV
SE 69 kV	Subestação 69 kV
SEP	Sistema Elétrico de Potência
SIN	Sistema Interligado Nacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.2	Estrutura do Trabalho	15
2	A COTEMINAS S/A	16
2.1	Processo Produtivo	17
2.1.1	Abertura	17
2.1.2	Preparação.....	18
2.1.3	Fiação	18
2.2	Principais Instalações.....	18
2.2.1	Fábricas Embratex e Wentex.....	18
2.2.2	Utilidades.....	20
2.2.3	Subestação 69 kV (SE 69 kV).....	20
2.2.4	Subestação 230 kV (SE 230 kV).....	21
2.2.5	Sala elétrica.....	22
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	24
3.1	Subfrequência.....	24
3.2	Alívio de Cargas	25
3.3	Esquema Regional de Alívio de Cargas (ERAC).....	27
3.4	Esquema de Alívio de Carga Manual (EACM)	29
3.5	Controle de Demanda (CD).....	31
4	PROJETO DE ESTÁGIO	32
4.1	Conhecimento da Empresa	32
4.1.1	Integração.....	32
4.1.2	Primeira Semana na Embratex	33
4.2	Designação do Projeto	34
4.3	Desenvolvimento do Projeto	35
5	ATIVIDADES SECUNDÁRIAS	43

5.1	Treinamento de Combate a Incêndios	43
5.2	Workshop no ONS.....	44
5.3	Coleta de Óleo de Transformadores e Troca da Sílica Gel.....	45
5.4	Tratamento de Óleo dos Transformadores	47
5.5	Teste de Isolação de Varas de Manobra, Aterramento Temporário e Luvas Isolantes de Alta Tensão	48
5.6	Palestra sobre a Norma Regulamentadora nº 12.....	49
6	RELAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA NO ESTÁGIO.....	51
7	CONCLUSÕES	52
8	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICE.....	55

1 INTRODUÇÃO

As atividades de estágio possuem uma grande importância, pois permitem que o estagiário possa vivenciar a rotina de trabalho de sua futura profissão e aliar conceitos estudados em sala de aula com situações práticas presenciadas no ambiente profissional. A disciplina de estágio integrado requer o cumprimento mínimo de 660 horas, e é um componente obrigatório da grade curricular do curso de Engenharia Elétrica, sendo necessário seu cumprimento para a obtenção do diploma de Bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande. Este estágio iniciou-se na data de 17 de outubro de 2019 e seguiu até a data de 21 de fevereiro de 2020, com carga horária de 40 horas semanais, totalizando 731 horas.

Neste relatório tem-se como objetivo relatar as atividades desenvolvidas pelo estagiário durante o período em que o mesmo permaneceu na empresa Companhia de Tecidos Norte de Minas (COTEMINAS S/A) sob supervisão do Engenheiro Arthur Torres Paiva, e com a orientação acadêmica do professor Dr. Damásio Fernandes Júnior.

Pode-se destacar as principais atividades desenvolvidas no período de estágio como sendo:

- Criação do sistema de controle de alívio de cargas “Projeto EECD”;
- Inspeção e coleta de óleo dos transformadores;
- Participação de Workshop ministrado pelo Operador Nacional do Sistema Elétrico;
- Acompanhamento dos testes de isolamento de equipamentos de operação para alta tensão;
- Acompanhamento do tratamento de óleo dos transformadores;
- Participação em treinamentos, eventos e palestras oferecidos pela empresa ou atendidos pela mesma.

1.1 OBJETIVOS

O principal objetivo do estágio foi relacionar o conteúdo estudado em sala de aula com sua aplicação prática no mercado de trabalho, e vivenciar a rotina de funcionamento de uma indústria de grande porte, procurando sempre fazer a aplicação de métodos de engenharia para melhorar a eficiência das atividades cotidianas.

Como objetivos específicos, pode-se destacar a gestão de projetos de engenharia, implementação de conceitos de engenharia aplicados ao ramo industrial têxtil, e a utilização de programas computacionais no auxílio do desenvolvimento de um projeto de engenharia elétrica.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir os objetivos propostos, além deste capítulo introdutório, este trabalho está organizado de acordo com a seguinte estrutura:

No capítulo 2 é apresentada a empresa onde foi realizado o estágio, e as principais instalações dela com a qual o estagiário teve maior contato.

No capítulo 3 traz-se a fundamentação teórica, mostrando conceitos importantes para o entendimento das atividades desenvolvidas no projeto principal de estágio.

No capítulo 4 descreve-se o início das atividades de estágio e o desenvolvimento do projeto principal do estágio.

No capítulo 5 são descritas as principais atividades secundárias desenvolvidas ou aquelas em que o estagiário teve participação.

No capítulo 6 traz-se uma relação entre os conteúdos vistos em sala de aula durante o curso de graduação e as atividades de estágio, assim como dificuldades enfrentadas pela falta de habilidades que não foram desenvolvidas durante o curso.

No capítulo 7 são feitas as conclusões.

2 A COTEMINAS S/A

A Companhia de Tecidos Norte de Minas (COTEMINAS) é uma empresa que fabrica produtos do ramo têxtil, sendo uma das maiores e mais bem sucedidas neste segmento. Conta com unidades nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Norte e Paraíba, além de operações na Argentina, Estados Unidos da América e Canadá. A unidade instalada na cidade de Campina Grande/PB possui como principal produto os fios de algodão, poliéster e mesclado. Na Figura 1 é apresentada a estrutura interna da empresa.

Figura 1 - COTEMINAS S/A Unidade Campina Grande.



Fonte: Autoria própria.

A COTEMINAS de Campina Grande foi inaugurada em 1997 com uma planta industrial composta por duas unidades fabris, sendo estas denominadas de Embratex e Wentex, ambas com o objetivo de produção de fios. A COTEMINAS é uma das maiores fornecedoras e abastecedora do mercado têxtil no Brasil, além de fornecer o fio como matéria prima para outras unidades da empresa. Na Figura 2 é mostrada em vista superior, a área da empresa em sua localidade.

Figura 2 – Área da COTEMINAS S/A Campina Grande.



Fonte: Arquivo interno COTEMINAS.

2.1 PROCESSO PRODUTIVO

O processo produtivo é realizado em três etapas principais: abertura, preparação e fiação.

2.1.1 ABERTURA

Na abertura, os fardos de matéria-prima passam pelo processo de flocagem para soltar o algodão ou poliéster, que seguem por uma série de máquinas com o objetivo de remover as impurezas e contaminações que vêm misturadas com o material.

2.1.2 PREPARAÇÃO

O material limpo chega por meio de tubulações nas cardas, máquina utilizada para moldar os flocos em fitas e armazenar em tonéis, para serem levados à segunda parte do processo de preparação. Os tonéis com as fitas do material chegam então em máquinas denominadas de passadores, responsáveis por realizar o estiramento que aumenta a resistência da fita, assim como a mistura de fitas de algodão com fitas de poliéster para obter fitas com material mesclado.

2.1.3 FIAÇÃO

Os tonéis com as fitas proveniente dos passadores são encaminhados para o setor da fiação, onde são colocados em máquinas denominadas de open-ends, que utilizam a técnica de fiação por rotor, onde a fita espessa advinda dos passadores é esticada, tornando o fio bem menos espesso, enrolando-o em tubetes, que são retirados das máquinas por operadores e levadas para o setor de embalagem para receberem seu destino final.

2.2 PRINCIPAIS INSTALAÇÕES

As principais instalações da empresa serão abordadas com mais detalhes a seguir, sendo elas: fábricas Embratex e Wentex, utilidades, subestação 230 kV, subestação 69 kV e sala elétrica.

2.2.1 FÁBRICAS EMBRATEx E WENTEx

As fábricas são responsáveis pelo processo produtivo, desde a chegada da matéria-prima, passagem pelos setores de abertura, preparação e fiação, até chegar na embalagem. São alimentadas eletricamente pelas subestações secundárias, que recebem a energia da sala elétrica em alta tensão e transformam em níveis de tensão a serem utilizados pelos equipamentos e maquinários nas fábricas. As Centrais de Tratamento de Ar (CTA) são localizadas nas laterais das fábricas, e são responsáveis por abastecer os canais de ar frio (canais de insulflamento) que resfriam as máquinas da fábrica. A fábrica Embratex tem sua produção voltada para atender as demandas internas de

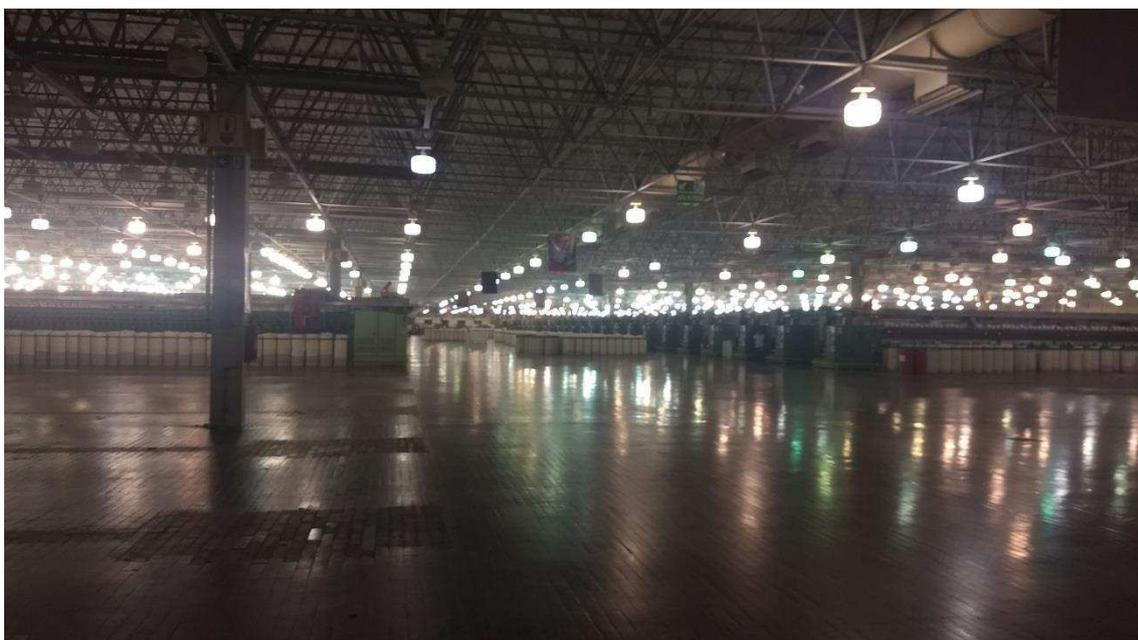
material de outras unidades da empresa, enquanto a fábrica Wentex tem sua produção voltada para atender o comércio e exportação do produto. Na Figura 3, pode ser visto a área externa de uma das fábricas da empresa, enquanto na Figura 4 é mostrada a área interna da outra fábrica.

Figura 3 - Área externa da fábrica Wentex.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - Área interna da fábrica Embratex.



Fonte: Autoria própria.

2.2.2 UTILIDADES

No setor de utilidades encontram-se os compressores e *chillers*. Em vários processos industriais, assim como na operação de diversas máquinas, é necessário a utilização de ar comprimido, e são os compressores os responsáveis por manter a rede de ar comprimido sempre abastecida para uso. Os *chillers* são responsáveis por manter a climatização de ambientes, sendo auxiliados pelas bombas de água condensada e pelas bombas de água gelada. Na Figura 5 pode ser visto o setor de utilidades.

Figura 5 - Setor de utilidades.



Fonte: Autoria própria.

2.2.3 SUBESTAÇÃO 69 kV (SE 69 kV)

Quando era atendida pela concessionária de energia local, a COTEMINAS utilizava uma subestação de 69 kV com quatro transformadores de 15 MVA cada. Ao migrar para o mercado livre, a empresa deixou de ser atendida pela concessionária e elevou o nível de tensão de entrada para 230 kV. Por um período de tempo durante a transição do mercado regulado para o mercado livre, a COTEMINAS foi atendida por ambas as subestações simultaneamente devido a questões contratuais com a concessionária. Com o final do contrato e a migração realizada, a subestação de 69 kV foi desativada, mantendo-se as manutenções em dia para o caso de haver necessidade futura de utilização. Na Figura 6 pode ser visto a subestação 69 kV.

Figura 6 - Subestação 69 kV.



Fonte: Autoria própria.

2.2.4 SUBESTAÇÃO 230 kV (SE 230 kV)

A subestação de 230 kV foi construída para a realização da migração do ambiente regulado para o ambiente livre de contratação, tornando a COTEMINAS uma acessante direta da rede básica do Sistema Interligado Nacional (SIN). A subestação é dividida em duas áreas, sendo uma delas de acesso exclusivo da Companhia Hidrelétrica do São Francisco (CHESF) e a outra com acesso pela COTEMINAS. No lado COTEMINAS da subestação, existem dois transformadores de 42 MVA cada, estando um deles na condição de reserva, que reduzem a tensão de 230 kV para 13,8 kV. O cabeamento de entrada de energia segue para a sala elétrica após passar pelos equipamentos de proteção da subestação. Na Figura 7 é apresentada a estrutura da subestação 230 kV.

Figura 7 - Subestação 230 kV.



Fonte: Autoria própria.

2.2.5 SALA ELÉTRICA

A sala elétrica é o ponto central de proteção, manobra e monitoramento da empresa. O cabeamento vindo da SE 230 chega na sala elétrica, onde é distribuído em diversos cubículos de média tensão, que direcionam a alimentação para as subestações secundárias localizadas nas fábricas, e outros setores da empresa. Ali estão localizados também os bancos de capacitores que mantêm o fator de potência dentro dos limites exigidos para os consumidores livres. Na Figura 8 é possível observar a sala elétrica.

Figura 8 - Sala elétrica.



Fonte: Autoria própria.

No capítulo 3 é apresentada a fundamentação teórica do trabalho, com conceitos importantes para o entendimento das atividades de estágio.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Alguns conceitos são necessários para o entendimento do projeto de estágio, sendo eles apresentados neste capítulo.

3.1 SUBFREQUÊNCIA

A velocidade de rotação dos geradores síncronos é a principal variável que define a frequência da rede em um sistema de energia elétrica. O controle dessa velocidade é realizado por reguladores de velocidade nos geradores, que procuram ajustar a rotação para uma situação de equilíbrio, que é alcançada quando a potência mecânica de entrada do gerador coincide com a potência elétrica de saída em seus terminais, desconsiderando as perdas internas de energia. Esse controle é conhecido como Controle Primário de Frequência (SILVA JÚNIOR, 2017).

Os reguladores de velocidade não são suficientes para manter a estabilidade de geração do sistema, e por este motivo, são utilizados os Controles Automáticos de Geração (CAG), que por meio do balanceamento da potência gerada e da potência requisitada, consegue fornecer uma referência para os reguladores do controle primário. Esse controle é conhecido como Controle Secundário de Frequência.

Ao funcionar em uma velocidade síncrona, o gerador consegue manter estável o valor de frequência da energia gerada, porém, a carga elétrica solicitada ao gerador tem caráter dinâmico, e varia constantemente pois depende do uso pelos consumidores. Um desbalanço entre a potência de entrada e a potência de saída em um gerador síncrono, acarreta na variação da velocidade e, conseqüentemente, na variação da frequência.

Os distúrbios que podem levar à ocorrência de sobregeração e, por consequência à sobrefrequências, são facilmente solucionados com a realocação de potência dos geradores, retomando de forma eficiente o ponto de equilíbrio. Já os distúrbios que causam sobrecarga, que normalmente ocorrem por motivos de *déficit* na geração de energia, causam também subfrequências, sendo estes muito mais complicados de serem tratados, podendo acarretar no colapso de grande parte do Sistema Interligado, ocasionando blecaute em várias regiões do país (SILVA JÚNIOR, 2017).

Muitos equipamentos que constituem os Sistemas Elétricos de Potência (SEP) são projetados para funcionarem em uma faixa estreita de frequência, e por este motivo, as variações de frequência são nocivas ao bom funcionamento desses sistemas. As subfrequências podem acarretar o mau funcionamento desses equipamentos, fazendo com que alguns deles operem com excesso de temperatura, podendo ocasionar a queima de dispositivos eletrônicos, e em casos mais extremos, causar danos permanentes nesses equipamentos (BROLIN, 2010). Na situação de operação fora da faixa de frequência nominal para os geradores, existe uma proteção que desliga a geração, pois o funcionamento destes equipamentos fora da faixa de frequência estabelecida gera vibrações mecânicas, que podem ocasionar sérios danos à estrutura física do gerador, assim como o risco de um acidente fatal, já que as turbinas operam em alta rotação.

3.2 ALÍVIO DE CARGAS

Com o passar dos anos, a utilização de energia elétrica tornou-se cada vez mais essencial às atividades cotidianas, onde várias tarefas que antes eram realizadas manualmente ou mecanicamente, foram atualizadas para utilizarem a energia elétrica como forma de facilitar o seu desenvolvimento e trazer mais conforto e praticidade para o operador desse serviço. Esse aumento na utilização de energia elétrica exigiu a expansão e modernização dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia para atender a demanda solicitada. Nos últimos anos, com o advento e rápida disseminação das tecnologias de informação e o crescimento em número e tamanho das indústrias dos mais diversos segmentos, o consumo de energia elétrica aumentou de forma exponencial, fazendo com que a estrutura dos Sistemas Elétricos de Potência não conseguisse acompanhar esse ritmo de crescimento. Isso ocasionou a aproximação das curvas de oferta e consumo de energia elétrica, diminuindo a folga operacional das usinas geradoras e exigindo um sistema cada vez mais eficiente e que evitasse cada vez mais as falhas de abastecimento de energia, tornando-o assim, cada vez mais frágil e susceptível a essas falhas. Com os SEP trabalhando próximo de seus limites de geração e transmissão, é necessário planejar métodos de segurança para evitar o colapso do Sistema Interligado Nacional (SIN) devido às instabilidades que podem ocorrer na rede elétrica. Um desses métodos de segurança desenvolvido é o método de alívio de cargas,

que tem como principal objetivo proteger os SEP de sobrecargas, sobretensões e subfrequências.

Os métodos de alívio de cargas atuam comumente quando um grande bloco de geração ou uma linha de transmissão que conecta submercados são desconectados do SIN. Isso acaba afetando o equilíbrio nas potências fornecidas pelas geradoras e a demandada pelos consumidores, acarretando a variação de velocidade nas turbinas dos geradores e com isso, uma variação na frequência da rede. Quando o impacto é muito grande, os Controles Primários e Secundários de Frequência não são capazes de reestabelecer o equilíbrio do sistema por si só, pois possuem uma atuação lenta e nem sempre conseguem intervir a tempo. Com a saída de um agente gerador, a ação necessária a ser tomada para manter a estabilidade do sistema e evitar um colapso geral, é a retirada de operação de cargas em um valor proporcional ao *déficit* de geração do SIN. É nesse âmbito que operam os métodos de alívio de cargas, desligando um valor proporcional de carga dos consumidores ao que foi perdido pelo bloco de geração.

O órgão responsável pela fiscalização e organização dos sistemas de alívio de cargas é o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), que monitora toda a atividade de rede e fluxos de potência entre os submercados do SIN. O ONS define em documentos todo o procedimento e requisitos a serem adotado pelos agentes participantes dos esquemas de alívio de cargas, e penaliza aqueles que descumprirem as regras estabelecidas nesses documentos. Basicamente, os agentes participantes dos esquemas de alívio de cargas são as concessionárias de energia elétrica, e os agentes consumidores livres, que normalmente são atendidos diretamente pela Rede Básica, e por isso, são também responsáveis por manterem seu bom funcionamento.

Os esquemas de alívio de cargas possuem também seus pontos negativos. Os agentes participantes dos esquemas devem incluir cargas de seus estabelecimentos para que fiquem disponíveis a serem desligadas, caso ocorra algum distúrbio no SIN, de acordo com certas porcentagens definidas nos documentos do ONS. Porém, nem sempre o montante de carga desligado vai corresponder ao *déficit* de geração, pois os agentes podem ter sistemas de desligamento do alívio de cargas falho, ou ainda, agentes que por algum motivo não acionem seus sistemas de alívio de cargas, desobedecendo as diretrizes impostas pelo ONS, o que acaba por manter a sobrecarga na rede, fazendo com que um próximo nível do sistema de alívio de cargas venha a atuar de forma irregular. Pode ainda ocorrer a situação de desligamento de cargas em excesso, criando

um novo problema de sobregeração e com isso uma sobrefrequência, que num nível acentuado, pode ser tão prejudicial quanto o problema de sobrecarga e subfrequência.

Para implantação do plano de corte de cargas por parte dos agentes consumidores, normalmente é feita uma análise das cargas do empreendimento, e selecionadas em quantidade suficiente para que o somatório de suas potências possam atender os requisitos de todos os estágios de atuação do esquema de alívio. Em seguida, essas cargas são organizadas de acordo com sua prioridade para o funcionamento das atividades da empresa, sendo classificadas para serem cortadas nos primeiros estágios de atuação do alívio de cargas as que forem consideradas menos prioritárias, e selecionadas as que possuem maior importância para o desenvolvimento das atividades da empresa para figurarem como mais prioritárias e, portanto, nos estágios mais avançados do alívio de cargas. A detecção do distúrbio é feita por meio de relés de proteção com capacidade de medir o valor de frequência, e este é programado para atuar de acordo com o valor absoluto ou com a taxa de variação da frequência. Com a informação do distúrbio e a lista de prioridade de cargas, pode-se projetar um sistema de desligamento das cargas de acordo com a informação recebida pelo relé de frequência.

Dentre os sistemas de alívio de cargas, serão abordados com maior detalhamento o Esquema Regional de Alívio de Cargas (ERAC) e o Esquema de Alívio de Carga Manual (EACM) ou Plano de Corte Manual de Cargas (PCMC), pois foram os sistemas trabalhados durante o referido estágio na empresa COTEMINAS S/A.

3.3 ESQUEMA REGIONAL DE ALÍVIO DE CARGAS (ERAC)

O Sistema Interligado Nacional (SIN) faz a interconexão entre os agentes geradores e consumidores de todo o país por meio das linhas de transmissão. As distribuidoras de energia e alguns consumidores livres que estão conectados diretamente nessa rede (Rede Básica) devem realizar algumas ações para manter a estabilidade e o bom funcionamento do sistema elétrico. Quando ocorre a perda de algum grande bloco de geração ou queda de linhas de transmissão que limitam o abastecimento de algum subsistema do SIN, o desbalanceamento entre fornecimento e consumo de energia provoca instabilidades em vários aspectos da rede, como frequência e nível de tensão.

O Esquema Regional de Alívio de Carga (ERAC) é um sistema de proteção que atua automaticamente por detecção de subfrequência no subsistema no qual está

inserido, desligando blocos de cargas proporcionais à perda de abastecimento de energia no sistema, de forma a manter a estabilidade de frequência no mesmo. A detecção de subfrequência dá-se por meio de relés sensíveis à frequência.

A atuação do relé por subfrequência pode acontecer por três formas distintas, dependendo do subsistema. No caso do subsistema Nordeste (NE), os relés de frequência podem atuar por:

- Taxa de variação de frequência, dentro de uma janela de frequência especificada;
- Frequência absoluta;
- Retaguarda de frequência por temporização.

O funcionamento do sistema ERAC divide-se por estágios de desligamento, onde cada um desses estágios possui um requisito de acionamento e desliga uma determinada quantidade de carga do agente consumidor.

De acordo com o documento “Manual de Procedimentos da Operação – Módulo 10 – Submódulo 10.21– Item 3.5” do Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2020b), a relação entre os estágios do ERAC e seus requisitos de atuação, para o subsistema NE, é dado de acordo com a Figura 9.

Figura 9 - Ajuste do ERAC para o subsistema NE.

3.5. REGIÃO NORDESTE

Estágio	Taxa de variação de frequência (*) (Hz/s)	Frequência (Hz)	Retaguarda		Corte de Carga (%)
			Frequência (Hz)	Temporização (s)	
1º	0,70	57,90	58,50	10	6,0
2º	1,10	57,80	58,50	11	7,0
3º	1,50	57,70	58,50	12	11,0
4º	1,80	57,60	---	---	16,0
5º	---	57,40	---	---	15,0

(*) - Janela de frequência: 59,0 a 58,5 Hz com frequência de corte de 58,5 Hz.

Fonte: ONS (2020b).

Segundo o ONS, no documento “Manual de Procedimentos da Operação – Módulo 10 – Submódulo 10.21 – Item 3.5”:

“O tempo máximo admissível para o sensor identificar uma variação de frequência, ou seja, para a sensibilização da função de subfrequência, deve ser da ordem de 3 ciclos ou conforme orientação do catálogo do fabricante do equipamento. Em relação à abertura do disjuntor, considera-se um tempo máximo de 100 ms, tempo esse que varia com o nível de tensão do equipamento. Assim sendo, o tempo máximo total para a atuação do ERAC deve ser da ordem de 150 ms.” (ONS, 2020b, p. 3).

Quando ocorre uma ação de desligamento do ERAC, todos os agentes consumidores que participam desse sistema e foram afetados pelo evento precisam reportar ao ONS as atividades ocorridas em suas instalações por meio de relatório. O assunto é encerrado caso a atuação tenha ocorrido de forma correta e desligado o montante previsto de carga. Em contrapartida, no caso da falta de atuação, ou atuação indevida, o agente terá que informar o motivo da falha ou erro na atuação e receberá um prazo para regularização de seu sistema.

A retomada da carga retirada por ação do controle ERAC só deve ser realizada após a liberação do ONS, que deve se certificar da estabilização da frequência da rede e tensão nas barras do sistema em seus valores nominais.

3.4 ESQUEMA DE ALÍVIO DE CARGA MANUAL (EACM)

As instabilidades no SIN acarretam em variações de parâmetros da energia como frequência e nível de tensão. Em situação de afundamento de tensão, ou quando o sistema ERAC não consegue estabilizar a frequência operativa de rede, ações manuais corretivas de desligamento de cargas devem ser tomadas para evitar o colapso do sistema e garantir o balanço entre energia produzida e consumida.

O Esquema de Alívio de Carga Manual (EACM) ou, como é tratado nos relatórios do ONS, Plano de Corte Manual de Carga (PCMC), é um sistema de proteção com ativação manual que só deve ser acionado a partir da solicitação do órgão operador do sistema.

O funcionamento do EACM dá-se por patamares acumulativos de porcentagem da carga do agente. Cada patamar retira carga proporcional a 5% da carga do agente, e este só deve prosseguir para o patamar seguinte após a solicitação do ONS. Após o recebimento do primeiro contato da requisição de desligamento manual, o agente

consumidor tem uma tolerância de 5 minutos para executar a solicitação do agente operador.

A retomada da carga retirada só deve ser realizada após a liberação do ONS, que deve certificar-se da estabilização da frequência da rede e tensão nas barras do sistema em seus valores nominais. No Quadro 1 são apresentados os patamares do EACM e seus respectivos valores de corte de carga.

Quadro 1 - Relação de patamares e carga cortada pelo EACM.

Retirada de carga pelo EACM	
Patamar	Carga total acumulada a ser desligada
1	5%
2	10%
3	15%
4	20%
5	25%
6	30%
7	35%

Fonte: ONS (2020a).

Segundo o ONS (2020a), no documento “Manual de Procedimentos da Operação – Módulo 10 – Submódulo 10.10”, o percentual total de redução indicado no PCMC pode ser maior do que 35% a critério do órgão operador.

De acordo com o ONS (2020c), no documento “Manual de Procedimentos da Operação – Módulo 10 – Submódulo 10.22 – Item 4.1.4”, as cargas a serem desligadas pela atuação do Esquema Regional de Alívio Carga e pelos Esquemas Regionais de Subtensão não devem fazer parte do Plano de Corte Manual de Carga do Agente de Distribuição ou Consumidor Livre. Caso seja imprescindível, a sua inclusão deverá ser submetida à aprovação do ONS, devido aos riscos para a segurança do SIN.

No caso da COTEMINAS S/A, são consideradas cargas coincidentes para o ERAC e o EACM, com autorização do ONS, pois a natureza e aplicação das cargas impossibilita a separação desses controles.

3.5 CONTROLE DE DEMANDA (CD)

Os agentes consumidores livres do mercado de energia fazem uma estimativa de consumo antes de comprar a energia que irá utilizar durante um determinado período de tempo. A partir dessa estimativa, a energia é comprada e deve ser suficiente para suprir as necessidades energéticas da empresa enquanto durar o contrato de compra de energia. Caso contrário, esse agente consumidor deverá comprar energia diretamente no Mercado de Curto Prazo (MCP) para suprir a demanda, até o início do próximo contrato de fornecimento de energia. Porém, a energia no MCP é negociada ao valor do Preço Líquido das Diferenças (PLD), um valor dinâmico e muito instável, que depende das condições de geração de energia no momento e do balanço entre os credores e devedores do MCP. Quando o agente consumidor precisa comprar energia no MCP para completar sua demanda, ele terá que negociar essa energia ao valor do PLD daquele momento, que pode ser muito mais alto que o valor que o mesmo pagaria em um contrato de compra de energia, e isso pode desestruturar o planejamento econômico feito previamente, inclusive podendo chegar a gerar prejuízos para a empresa.

Nesse contexto, os agentes consumidores fazem o monitoramento do consumo da empresa para evitar passar da estimativa mensal de consumo e não ultrapassar a quantidade de energia contratada, fazendo o desligamento de equipamentos menos prioritários, quando necessário, para economizar energia.

O Controle de Demanda é um controle interno da empresa que não tem nenhuma ligação ou exigência com o ONS (diferente dos controles ERAC e EACM) ou outro agente regulador do sistema elétrico. Sua função é manter o consumo da empresa dentro da faixa mensal estimada, evitando a exposição ao MCP. O controlador de demanda utilizado na COTEMINAS é o CCK 6700, que faz uma previsão de carga baseado no histórico de uso, em intervalos de quinze minutos, e caso a previsão indique uma extrapolação de consumo, ele aciona saídas que informam ao CLP que algumas cargas pré-determinadas no controle CD devem ser desligadas.

No capítulo 4 é apresentado o projeto principal de estágio, que constitui a base das atividades de estágio realizadas na empresa e demandou a maior quantidade de tempo das tarefas de estágio.

4 PROJETO DE ESTÁGIO

4.1 CONHECIMENTO DA EMPRESA

Os primeiros momentos do estágio foram reservados para que os estagiários pudessem conhecer os diversos ambientes da empresa.

4.1.1 INTEGRAÇÃO

Nos dois primeiros dias na empresa, os estagiários participaram da integração, processo obrigatório para todo funcionário recém contratado. A integração consiste na apresentação da empresa em geral, com um funcionário responsável por um determinado setor da empresa realizando uma breve explicação das funções e da rotina de trabalho. Na integração, compareceram representantes dos setores médico, odontológico, departamento de pessoal, segurança do trabalho, psicológico, jurídico, refeitório, dentre outros. Cada um explicou o trabalho desenvolvido em seus respectivos cargos, assim como informações sobre o funcionamento de seu departamento. Uma palestra sobre segurança do trabalho foi ministrada por um dos representantes do setor, abordando os cuidados necessários no ambiente industrial. O manual de ética da empresa foi entregue aos estagiários durante a conversa com o representante do setor psicológico. Durante a integração, os estagiários foram encaminhados ao setor de segurança do trabalho e almoxarifado para receberem os Equipamentos de Proteção Individual (EPI) necessários para a utilização durante as atividades do estágio. Os EPI recebidos consistem de um par de botas com proteção em poliuretano, um protetor auricular tipo plug, e uma bolsa para guardar pertences (entregue posteriormente), visto que é proibida a entrada com mochila nas instalações da fábrica. O setor da portaria providenciou um armário individual com chave para cada um dos estagiários, na ocasião de precisar trazer mochilas ou outros objetos de uso proibido na parte interna da empresa, localizado nos vestiários no saguão de entrada, próximo à portaria. O setor de segurança realizou a coleta de uma fotografia de rosto dos estagiários para a confecção do crachá que libera o acesso em alguns pontos da empresa, como nas catracas de entrada e do refeitório. O setor de engenharia forneceu uma vestimenta de proteção

contra arcos elétricos e fogo repentino, utilizada por todo o pessoal da manutenção. Na figura 10 é possível observar os EPI recebido pelos estagiários.

Figura 10 - EPI recebidos: (a) bota de segurança; (b) protetor auricular tipo plug; (c) bolsa para guardar pertences; (d) vestimenta de proteção contra arco elétrico e/ou fogo repentino.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Arquivo interno COTEMINAS.

4.1.2 PRIMEIRA SEMANA NA EMBRATEX

Finalizado o período de integração, a supervisora do estágio definiu que os estagiários passassem a primeira semana na Embratex, uma das fábricas da empresa, acompanhando o pessoal da manutenção elétrica para conhecer o processo produtivo e familiarizar-se com as máquinas e o ambiente fabril. Durante esse período, os estagiários puderam conhecer os diversos setores da fábrica e da empresa como um todo. Dentro da fábrica, foi apresentado o processo desde a chegada dos fardos de

algodão e poliéster, passando pelas máquinas de flocagem, cardas e passadores, até chegar nas *open-ends* na seção de fiação.

Após conhecido o processo de produção, foi possível visitar as instalações dentro da fábrica como a sala de manutenção elétrica, a sala de motores da Embratex, o laboratório físico, o laboratório de análise de qualidade do material, o laboratório de eletrônica, as subestações secundárias, as Centrais de Tratamento de Ar (CTA), os canais de cabeamento elétrico e os canais de insulflamento. Além da seção de fiação fica o galpão do setor de tecelagem, que foi desativado em julho de 2019, e por necessitar de autorização diferenciada para acessar as instalações, só foi visitado num momento posterior. Seguindo com a visita às localidades da empresa, foi possível conhecer a outra fábrica da empresa, a Wentex, o setor de utilidades, a subestação desativada de 69 kV, a subestação principal de 230 kV, a sala elétrica, a sala de motores e a carpintaria.

As principais atividades realizadas durante essa semana foram o acompanhamento da inspeção e troca da sílica gel nos desumidificadores dos transformadores das subestações secundárias, e a troca da iluminação com lâmpadas convencionais por iluminação com LED nos canais de insulflamento localizados abaixo da fábrica.

4.2 DESIGNAÇÃO DO PROJETO

Com o conhecimento básico das estruturas, instalações, serviços e atividades da empresa, assim como a rotina de funcionamento do setor de produção, os estagiários foram encaminhados para o setor de engenharia, onde foi designado o projeto de estágio pelo gerente do setor elétrico e de engenharia. Foi decidido que o projeto seria trabalhado com colaboração em equipe pelos dois estagiários. O projeto de estágio consiste na atualização da forma de atuação dos controles de alívio de cargas utilizados na empresa. Até aquele momento, a atuação tanto do ERAC quanto do EACM dava-se por blocos fixos de cargas, sendo um controle engessado e com pouca flexibilidade. Uma potência estimada havia sido considerada em cada estágio de desligamento, porém, caso uma carga de alto valor que fosse considerada no controle estivesse desligada, a carga rejeitada em um estágio de atuação poderia ser insuficiente para atender os requisitos estabelecidos pelo ONS. Outro problema daquele controle era a

coincidência dos estágios do ERAC e dos patamares do EACM que simplificava o controle em detrimento do corte de carga excessivo e desnecessário na atuação do EACM.

A proposta de atualização do sistema de alívio de cargas foi utilizar um Controlador Lógico Programável (CLP) para fazer o corte inteligente das cargas. Uma lista de prioridades de cargas foi disponibilizada, com trinta e sete cargas a serem incluídas no novo controle em ordem crescente de prioridade, onde as cargas consideradas menos prioritárias seriam as primeiras a serem desligadas quando da atuação do sistema de alívio.

Um programa de computador utilizando linguagem de programação C# teria que ser criado para fazer a leitura de potência das cargas incluídas no controle, armazenadas num banco de dados interno da empresa, e por meio desses dados, fazer um cálculo dinâmico levando em consideração a potência das cargas e da fábrica em geral naquele momento, e assim conseguir calcular o valor mais aproximado de potência que atenda os requisitos do ONS quando solicitado a atuação do alívio de cargas, e ainda assim desligando a menor quantidade de equipamentos possíveis.

Com os cálculos das porcentagens de desligamento sendo realizado pelo computador, foi possível diferenciar os estágios do ERAC dos patamares do EACM, deixando o controle mais eficiente e preciso. Era necessário também ser desenvolvida uma interface de supervisão para visualização das informações do estado dos controles e das cargas desse projeto, com possibilidade de realizar operações remotas de desligamento ou liberação para religamento dessas cargas.

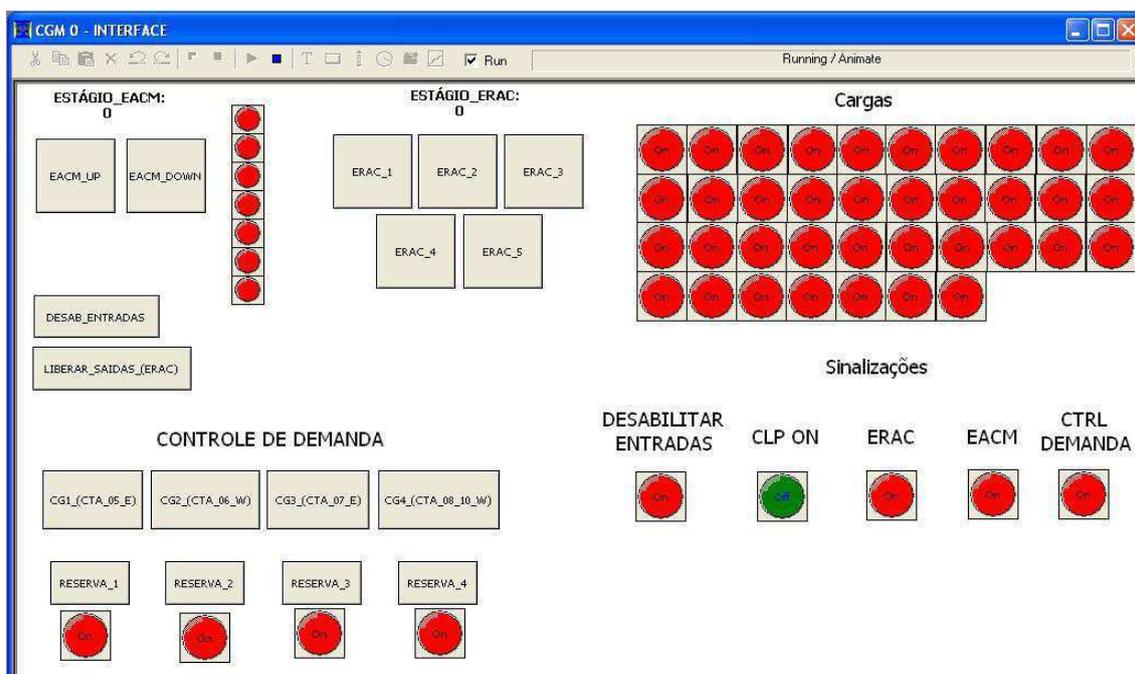
4.3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Após designado o projeto de estágio a ser desenvolvido, os estagiários foram alocados na sala do Departamento de Engenharia e Projetos (DEP) localizado no prédio da engenharia. Nesse ambiente foi desenvolvido a maior parte do projeto.

O projeto iniciou-se com a familiarização com o ambiente e linguagem de programação do Controlador Lógico Programável, visto que os estagiários possuíam pouco ou nenhum conhecimento daquela ferramenta. Uma pasta com os diagramas elétricos de todo o esquema do controle antigo e das máquinas incluídas nele foi utilizado também como referência durante todo o projeto, para o entendimento do

funcionamento das instalações elétricas da empresa. As primeiras semanas de trabalho no projeto consistiram na programação e testes no CLP, assim como o estudo dos esquemas elétricos do controle antigo. Ao final do mês de novembro de 2019, foi desenvolvida uma interface utilizando uma ferramenta do *software* de programação do CLP, o Custom Graphical Monitor (CGM), que permitia fazer a simulação dos sinais de entrada por meio de botões virtuais, e observar o comportamento do código por meio dos sinais de saída representados por sinaleiras virtuais. O CGM foi uma ferramenta muito importante no desenvolvimento do código em linguagem Ladder do CLP, pois facilitou e agilizou a etapa de testes e procura de erros, eliminando a necessidade de ter que inserir o sinal elétrico diretamente nos módulos de entrada do CLP utilizando cabos. Na Figura 11 é mostrada a tela de comandos do CGM.

Figura 11 - Custom Graphical Monitor (CGM).

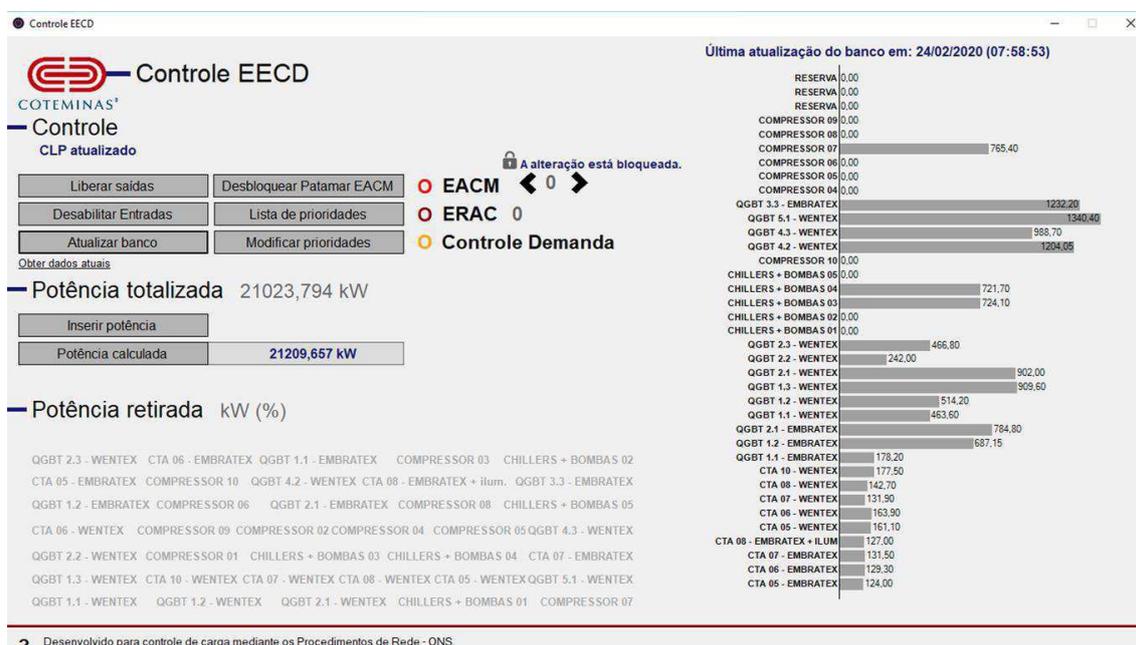


Fonte: Autoria própria.

Com uma versão preliminar do código do CLP, os estagiários concordaram em dividir as atividades para dinamizar e acelerar o desenvolvimento do projeto. Enquanto o outro estagiário ocupou-se com a programação do código em C#, este estagiário assumiu a tarefa de criar o *layout* do painel elétrico no AutoCAD. Nas Figuras 12 e 13 podem ser observadas as *interfaces* dos programas de computador responsáveis por controle e monitoramento do projeto e do banco de dados, respectivamente. Um *layout* para a porta do quadro foi criado também para atender as especificações desse projeto.

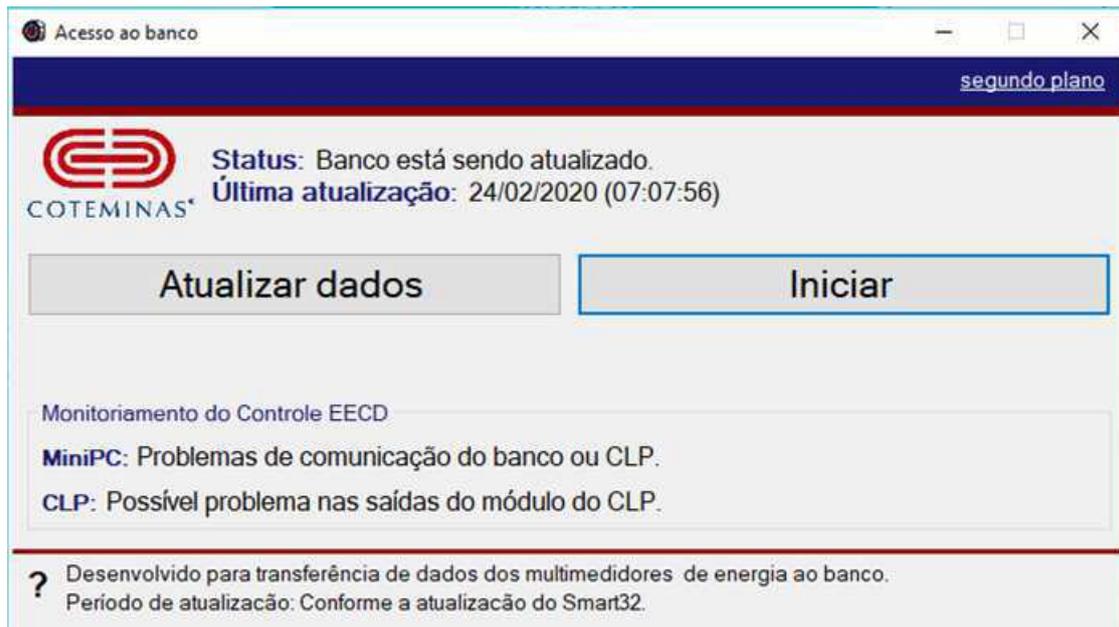
Paralelo a isso, continuava sendo feito o estudo dos diagramas elétricos da situação atual do sistema de alívio de cargas para melhor entendimento e familiarização dos quadros de comando, e também foi feito o levantamento, pesquisa, cotação e definição da lista de materiais necessários para a montagem do novo painel de controle. Com a lista terminada, começou-se a buscar os materiais incluídos na lista em diversas localidades da empresa, como na sala de motores, na sala de manutenção elétrica de ambas as fábricas e no almoxarifado. Os materiais não encontrados foram colocados na lista de compras para futura aquisição.

Figura 12 - Interface de informações e controle do projeto.



Fonte: Autoria própria.

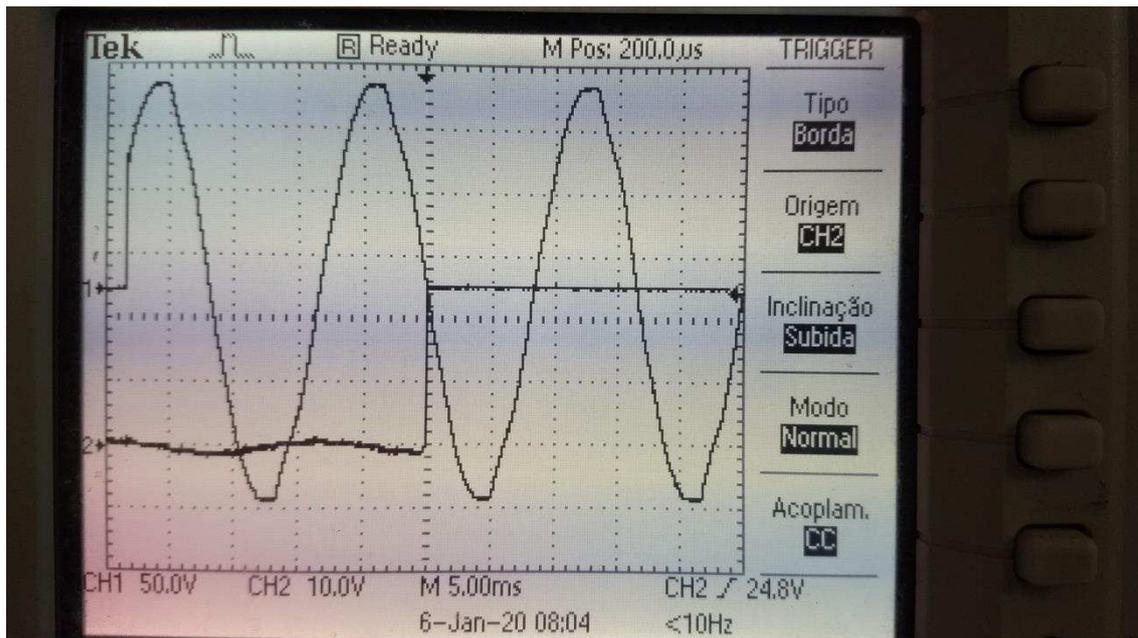
Figura 13 - Programa de atualização e acesso ao banco de dados.



Fonte: Autoria própria.

No desenvolvimento do projeto, foi realizada uma bateria de testes para determinar o tempo de atuação do controle desenvolvido, segundo um distúrbio de frequência suficiente para acionamento do ERAC. A partir de uma série de testes práticos realizados com o CLP, foi observado por meio de um osciloscópio que o tempo médio de atuação do sistema ERAC, desde o recebimento da informação de desligamento enviada pelo relé de frequência na entrada do CLP até o acionamento do comando de saída do CLP que retira realmente a carga de operação, está entre 15 ms e 20 ms, sendo o pior caso registrado em 26 ms.

Figura 14 - Atraso de acionamento das cargas a partir da atuação do ERAC (pior caso).

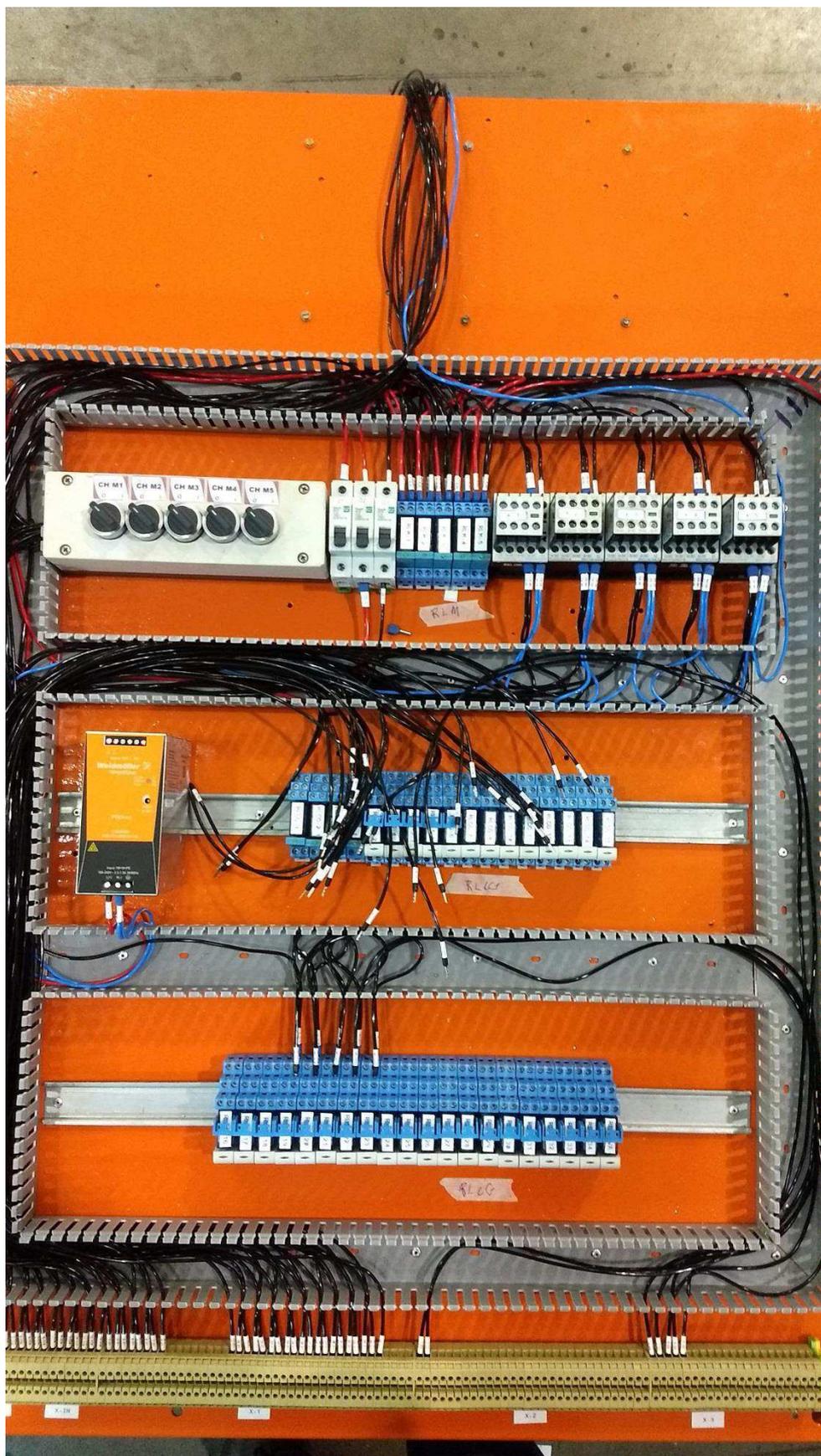


Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar na Figura 14, o sinal de atuação do ERAC na entrada do CLP (sinal alternado) e o comando para desligamento da carga no módulo de saída do CLP (sinal contínuo).

Iniciou-se então a atualização dos diagramas elétricos com todas as alterações e adições nos circuitos já existentes para a adequação do novo controle. De posse de todos os materiais necessários para a confecção do painel elétrico do projeto, foi feita a diagramação das ligações entre os componentes, e deu-se início à montagem do painel elétrico do novo controle, que foi denominado de Controle EECD. Nas Figuras 15 e 16 são mostrados o painel elétrico e a porta do quadro elétrico montados para o projeto EECD, respectivamente.

Figura 15 - Painel do projeto em montagem.



Fonte: Autoria própria.

Figura 16 - Porta do quadro de comando do projeto.



Fonte: Autoria própria.

A unidade de Campina Grande da COTEMINAS funciona ininterruptamente durante o ano inteiro, por isso, a realização de manutenções nas subestações e implantação de projetos semelhantes a este, ocorrem apenas em paradas programadas que costumam acontecer duas ou três vezes ao ano, com duração de um dia. As datas dessas paradas programadas são definidas pelos diretores e pelo presidente da empresa, visto que afeta a produção. Durante a vigência desse estágio não foi prevista nenhuma parada, e por este motivo, não houve a possibilidade de realização da implantação desse projeto por parte dos estagiários. Porém, toda a documentação do procedimento a ser seguido, e das atividades a serem realizadas quando houver a parada para implantação do projeto, foi feita pelos estagiários e deixada com a supervisora do estágio, para que futuramente possa ser finalizada a implantação do novo controle de alívio de cargas da COTEMINAS.

No capítulo 5, são detalhadas outras atividades realizadas pelo estagiário, que também foram importantes para o estágio.

5 ATIVIDADES SECUNDÁRIAS

Paralelamente ao projeto principal de estágio, algumas atividades extras foram realizadas durante o período de vigência do estágio.

5.1 TREINAMENTO DE COMBATE A INCÊNDIOS

Em setores industriais, é imprescindível o conhecimento da utilização de equipamentos de combate a incêndios, em especial numa fábrica que possui como matéria-prima o algodão, material que é altamente inflamável. Com a aproximação da data de troca dos extintores da empresa, o setor responsável decidiu ministrar um curso prático de utilização de extintores no combate à incêndios, com os extintores não utilizados até aquela data.

O treinamento foi ministrado pelo setor de segurança do trabalho da empresa, e contou com o treinamento dos estagiários e jovens aprendizes. Num primeiro momento, foi realizada uma aula apresentando os conceitos básicos sobre os tipos de incêndio e os tipos de extintores, suas aplicações e em qual situação utilizar cada um, assim como os cuidados que se deve ter no manuseio do equipamento e no ambiente onde está ocorrendo o sinistro. Em seguida, o orientador do treinamento conduziu os colaboradores para um local adequado para realização da prática de utilização dos extintores. Após passada as orientações de manuseio, os colaboradores tiveram a oportunidade de utilizar os extintores num ambiente aberto na área externa da empresa. O treinamento teve a duração de uma tarde. Na Figura 17 é ilustrado o treinamento de combate a incêndios em andamento.

Figura 17 - Treinamento com extintores de incêndio.



Fonte: Arquivo interno COTEMINAS.

5.2 WORKSHOP NO ONS

Os agentes distribuidores e os consumidores livres negociam sua energia no mercado livre, e comercializam tanto a energia quanto o transporte da mesma, desde o ponto de geração até o ponto de abastecimento. O transporte de energia do agente gerador até o agente consumidor é feito por meio de linhas de transmissão, e o caminho percorrido pela energia de um ponto até o outro passa por diversas linhas de várias empresas diferentes. Portanto, na compra de energia no mercado livre, por parte de um agente consumidor, é necessário não somente negociar a compra da energia com a geradora, mas também o uso das linhas para transporte com as transmissoras. Nesse contexto, dependendo do caminho utilizado para transporte, o agente pode ter que negociar com uma quantidade muito grande de transmissoras, onde o valor cobrado pelo uso das linhas de transmissão muitas vezes é ínfimo, e para uma grande parte das faturas, o valor utilizado para a emissão e processamento da fatura é muito maior que o

valor monetário da fatura em si. Além disso, deve-se dispor de um funcionário para lidar com todo esse processo repetitivo todo mês.

Buscando uma solução para esse problema, que já persiste por um longo tempo, o ONS realizou um Workshop para apresentar uma proposta para resolver essa problemática. O Workshop “Liquidação Simplificada dos Encargos de Uso do Sistema de Transmissão” foi realizado com o intuito de apresentar a proposta e ouvir sugestões dos agentes envolvidos, visando diminuir a inadimplência ocasionada por este fato, visto que para muitos agentes era menos prejudicial financeiramente, acumular as faturas de baixo valor durante alguns meses e fazer um único pagamento com juros e multas, do que emitir e processar essas faturas todo mês. Algumas empresas que possuem um número muito elevado de faturas, contratam um serviço terceirizado para realizar todo o trâmite, o que acaba encarecendo ainda mais esse processo. Para se ter ideia, alguns agentes chegam a ter mais de duas mil faturas de pagamento por uso do sistema de transmissão, onde a grande maioria delas possui um valor abaixo de um real, e esse agente pode chegar a gastar até sete reais para processar uma única fatura. A solução oferecida pelo ONS é a de centralizar todas as faturas em um único banco, onde o agente realizaria um único pagamento com o valor total da soma de suas faturas, e o próprio banco ficaria responsável por realizar o pagamento das faturas individuais de cada agente através de um processo automatizado.

5.3 COLETA DE ÓLEO DE TRANSFORMADORES E TROCA DA SÍLICA GEL

Os transformadores são equipamentos essenciais no funcionamento rotineiro de uma indústria e é muito importante que a manutenção preventiva esteja em dia, para evitar problemas que possam acarretar no desligamento do mesmo e, conseqüentemente, de uma parte vital do setor produtivo. Em momentos distintos durante as atividades de estágio, houve a realização das tarefas de inspeção e troca da sílica gel dos transformadores da empresa, e a coleta de amostras do óleo dos transformadores para ser submetida à análise em laboratório especializado. O estagiário teve a oportunidade de acompanhar e participar de ambas as atividades durante o período de estada na empresa.

Com o objetivo de manter sob controle o índice de umidade do óleo do transformador, a sílica gel é utilizada num recipiente do transformador conhecido como secador de ar ou desumidificador. A sílica gel é um material de formato esférico e de alta rigidez que possui a capacidade de absorver água, e por isso é utilizado como agente desumidificador nos transformadores a óleo. Possui a cor azul escuro quando em seu estado ideal de uso, e clareia para um tom rosado quando absorve muita umidade, sendo necessária a troca da mesma. Pode ainda escurecer para um tom preto quando contaminada pelo óleo do transformador. A atividade de troca da sílica gel foi realizada durante a primeira semana do estágio, e o acompanhamento por parte do estagiário acabou sendo interrompido na metade por solicitação da supervisora do estágio com o intuito de atender a palestras que ocorreram no mesmo período na unidade da Prata do SENAI em Campina Grande. Apesar disso, o estagiário pôde acompanhar o processo completo de inspeção e troca da sílica gel em alguns transformadores nas subestações secundárias de uma das fábricas. Na Figura 18 pode ser observada a diferença entre a sílica gel saturada e conservada.

Figura 18 - Situação da sílica gel: (a) saturada antes da substituição; (b) conservada após a substituição.



(a)



(b)

Fonte: Arquivo interno COTEMINAS.

O óleo dos transformadores é o dielétrico que garante a isolação dos terminais do mesmo, por isso, deve ser mantido sempre em bom estado de conservação com a mínima quantidade possível de contaminação. Com o passar do tempo, o óleo dos transformadores pode perder gradualmente suas propriedades físicas por conta de micro descargas elétricas ocorridas no interior do transformador, e isso pode acarretar na perda de isolação. Para evitar que isso ocorra, o óleo dos transformadores deve ser analisado periodicamente para atestar sua qualidade e condição de uso. A utilização de óleo em

condições impróprias de uso pode ocasionar o aumento de temperatura de trabalho, a perda de vida útil do equipamento, e ainda levar a possibilidade de algum acidente de trabalho, colocando em risco a integridade física dos colaboradores.

A coleta de óleo foi realizada para todos os transformadores da empresa, tanto os das subestações secundárias nas fábricas, quando os da subestação principal de 230 kV e também os da subestação desativada de 69 kV. Para a realização dessa atividade, foi seguido fielmente o Procedimento Operacional Padrão (POP) para que fossem coletadas amostras confiáveis. O POP foi apresentado pela supervisora do estágio antes do início das atividades, e disponibilizado de forma impressa para que pudesse ser consultado durante a realização da tarefa. As amostras coletadas foram, em seguida, enviadas para análise em laboratório especializado de uma empresa contratada.

5.4 TRATAMENTO DE ÓLEO DOS TRANSFORMADORES

Quando os transformadores são utilizados dentro de seus limites operacionais, o óleo costuma ter uma vida útil muito longa. A troca do óleo do transformador pode ser uma atividade custosa e muitas vezes desnecessária, então, a alternativa é fazer o tratamento do óleo para retirar as impurezas e conservar suas propriedades. Os testes laboratoriais do óleo de transformadores de três subestações secundárias apresentaram resultados não satisfatórios, sendo necessário realizar o tratamento nesses transformadores. Uma empresa terceirizada foi chamada para realizar o procedimento. O processo de tratamento do óleo durou cerca de quinze dias para cada transformador e o estagiário teve a oportunidade de acompanhar a instalação do maquinário necessário para realização dessa atividade e o início do processo de tratamento do óleo. Na Figura 19 é possível observar os equipamentos de tratamento do óleo dos transformadores.

Figura 19 - Atividade de tratamento de óleo do transformador.



Fonte: Autoria própria.

5.5 TESTE DE ISOLAÇÃO DE VARAS DE MANOBRA, ATERRAMENTO TEMPORÁRIO E LUVAS ISOLANTES DE ALTA TENSÃO

Os equipamentos de proteção são extremamente importantes para a segurança durante a realização dos serviços, em especial para os funcionários que trabalham com eletricidade, por isso é necessário que os equipamentos utilizados na realização das tarefas estejam em boas condições de uso, e para isso são necessárias vistorias, inspeções, aferições e calibrações nos equipamentos usados para essas atividades.

Durante o período de estágio, o estagiário teve a oportunidade de acompanhar os testes de isolação de varas de manobra para chaves seccionadoras, dos conjuntos de aterramento temporário de trabalho, e de luvas isolantes. Uma empresa terceirizada foi chamada para realizar os testes, e todos os equipamentos testados estavam em boas condições de utilização. Na Figura 20 pode-se observar o ambiente dos testes de isolação nos equipamentos.

Figura 20 - Testes de isolamento em: (a) aterramento temporário; (b) varas de manobra.



Fonte: Autoria própria.

5.6 PALESTRA SOBRE A NORMA REGULAMENTADORA Nº 12

As indústrias são locais que possuem grande quantidade de maquinários, que muitas vezes podem oferecer riscos de acidentes durante a operação ou manutenção. Para evitar esses riscos e diminuir a quantidade de acidentes causados por máquinas, a Norma Regulamentadora nº12 (NR 12) com o título de Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos define diretrizes e precauções a serem seguidas. Como toda NR tem caráter de lei, desobedecer às suas exigências significa descumprir as regras impostas pelo Ministério do Trabalho.

Durante o estágio, surgiu a oportunidade de atender à palestra sobre NR 12 e as novidades em sua reestruturação, visto que muitas NR estão passando pelo processo de remodelação. A palestra ocorreu na unidade da Palmeira da Universidade Maurício de Nassau em Campina Grande, e a COTEMINAS compareceu com vários colaboradores, incluindo este estagiário, para participar deste treinamento, que teve a duração de uma tarde inteira.

No capítulo 6 é feita uma relação das atividades realizadas no estágio com os conteúdos estudados em sala de aula durante o curso de graduação, assim como as dificuldades encontradas no desenvolvimento do estágio.

6 RELAÇÃO ENTRE TEORIA E PRÁTICA NO ESTÁGIO

É importante citar como os conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação contribuíram para a realização das atividades de estágio, e apontar as dificuldades ou carência de conhecimentos enfrentados pelo estagiário. Vale destacar que não foram apenas utilizados os conceitos da ênfase de eletrotécnica, mas também das demais ênfases, como a comunicação em rede do computador com o CLP, e a utilização de bancos de dados, por exemplo.

Os conhecimentos de diagramas elétricos, dispositivos de proteção e manobra, dimensionamento de cabos e componentes, e outros diversos equipamentos e serviços com os quais foi possível ter contato durante o período de estágio, podem ser associados a disciplinas como circuitos elétricos I e II, sistemas elétricos, instalações elétricas, proteção de sistemas elétricos, máquinas elétricas, conversão eletromecânica, materiais elétricos, operação e controle de sistemas elétricos, e seus respectivos laboratórios, além de habilidades desenvolvidas em disciplinas como administração, economia e engenharia econômica. Foi também necessário um bom conhecimento de informática em geral e conhecimento mediano no idioma inglês para leitura de manuais e sites. A familiaridade com lógica e linguagem de programação e com desenho técnico auxiliado por computador foram habilidades essenciais, pois foram utilizadas extensivamente durante todo o desenvolvimento do projeto, podendo ser associadas às disciplinas de introdução à programação, técnicas de programação e expressão gráfica.

Podem ser citadas algumas dificuldades enfrentadas por falta de conhecimento ou habilidade pouco desenvolvida como: a inexperiência de trabalho com CLP, visto que nenhuma disciplina dos conteúdos essenciais ou ainda da ênfase de eletrotécnica abordou tal equipamento; a inabilidade com o tratamento e gerenciamento de projeto, visto que não existe uma disciplina voltada para gestão de projetos na ênfase de eletrotécnica; e a falta de contato com uma linguagem de programação mais utilizada em mercado, que nesse caso foi o C#.

No capítulo 7 são sintetizadas as conclusões sobre as atividades de estágio.

7 CONCLUSÕES

A realização do estágio foi extremamente importante e proveitoso para este estagiário, possibilitando a experiência de trabalhar em uma empresa de grande porte, conhecer a rotina de uma indústria, trabalhar diretamente com projetos de engenharia e poder ter contato com diversos profissionais com anos de experiência.

Quanto ao desenvolvimento do projeto principal do estágio, não foi possível concluir a etapa de implantação, pois havia a necessidade de realizar o desligamento da indústria por completo, o que só pode ser feito com planejamento antecipado, pois o setor de produção funciona ininterruptamente durante o ano inteiro. Porém, isso não interferiu no aprendizado obtido durante todas as outras etapas do projeto. A documentação necessária para a finalização deste projeto foi desenvolvida para auxiliar o(s) colaborador(es) que ficarem responsáveis pela etapa de implantação do projeto.

É necessário ressaltar a importância do trabalho em equipe para o desenvolvimento deste projeto, pois houve a contribuição de muitas pessoas, de diversas maneiras. O debate e discussões entre os estagiários foram fundamentais para a resolução de problemas, definição de metodologias e direcionamento do projeto, identificação e formas de corrigir erros de projeto, dentre outros benefícios. A divisão de tarefas foi essencial para o andamento das atividades, pois trabalhando paralelamente foi possível avançar mais rapidamente e exercitar a conciliação de ideias e harmonização das tarefas.

As atividades secundárias realizadas durante o estágio foram de grande importância, pois são habilidades úteis a qualquer ambiente industrial, não se restringindo apenas ao ambiente de indústria têxtil, e conferindo um conhecimento de alto valor às competências de um engenheiro eletricista.

A COTEMINAS é uma empresa exemplar em termos de organização, limpeza, segurança, tecnologia, cuidado e atenção com os funcionários. Com um ambiente de trabalho muito agradável e equipes muito receptivas, o relacionamento interpessoal foi estabelecido de maneira natural, fazendo o estagiário realmente sentir-se parte da empresa.

Por fim, vale destacar o maior ponto positivo dessa experiência de estágio, que foi a consolidação da confiança do estagiário em exercer um projeto de engenharia. É

comum a sensação de insegurança entre alunos concluintes de cursos de graduação, especialmente em cursos de engenharia que trabalham com prática aplicada, e este estágio teve o papel primordial e imensurável para este estagiário, de conferir confiança no desenvolvimento de projetos de engenharia.

8 REFERÊNCIAS

BROLIN, L. C. (2010). Análise de planos de corte de carga através de métodos diretos. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade de São Paulo, São Carlos.

ONS. (2020). Módulo 10 - *Submódulo 10.10 - Gerenciamento da Carga*. Disponível em: <http://www.ons.org.br/%2FProcedimentosDeRede%2FM%C3%B3dulo%2010%2FSubm%C3%B3dulo%2010.10%2FSubm%C3%B3dulo%2010.10%202016.12.pdf>. Acesso em: 18.01.2020.

ONS. (2020). Módulo 10 - *Submódulo 10.21 - Manual de Procedimentos da Operação - Instruções de Operação*. Disponível em: http://www.ons.org.br/%2FMPO%2FDocumento%20Normativo%2F3.%20Instru%C3%A7%C3%B5es%20de%20Opera%C3%A7%C3%A3o%20-%20SM%2010.21%2F3.5.%20Gerenciamento%20da%20Carga%2FIO-GC.BR.02_Rev.14.pdf. Acesso em: 18.01.2020.

ONS. (2020). Módulo 10 - *Submódulo 10.22 - Manual de Procedimentos da Operação - Rotina de Operação*. Disponível em: http://www.ons.org.br/%2FMPO%2FDocumento%20Normativo%2F4.%20Rotinas%20Operacionais%20-%20SM%2010.22%2F4.1.%20Rotinas%20Gerais%2F4.1.4.%20Gerenciamento%20da%20Carga%2FRO-GC.BR.01_Rev.05.pdf. Acesso em: 18.01.2020.

SILVA JÚNIOR, S. S. (2017). Proposta e avaliação de um método adaptativo de corte de carga. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Elétrica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

APÊNDICE – CÓDIGO DO CLP

O código desenvolvido para ser utilizado no CLP do Projeto EECD é confidencial da empresa COTEMINAS S/A. No entanto, o modelo de CLP utilizado foi o Allen-Bradley SLC 500 e seus manuais e guias de uso podem ser encontrados no site do fabricante, na aba documentação, por meio do link: <https://ab.rockwellautomation.com/pt/Programmable-Controllers/SLC-500-Controllers#documentation>.