



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

LUCAS GUEDES DE A. ROCHA

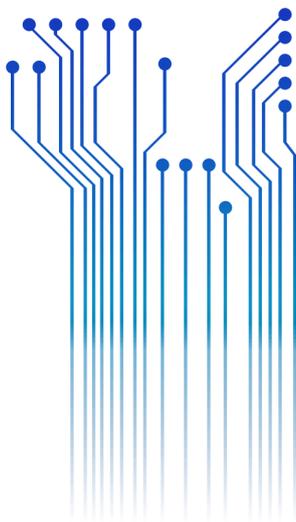


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COTEMINAS S/A



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2019

LUCAS GUEDES DE A. ROCHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COTEMINAS S/A

Relatório de estágio 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: Eficiência Energética

Professor Danilo Freire de Souza Santos, D.Sc.
Orientador

Campina Grande
2019

LUCAS GUEDES DE A. ROCHA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COTEMINAS S/A

Relatório de estágio 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: Eficiência Energética

Aprovado em / /

Professor Leimar de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Danilo Freire de Souza Santos
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho a Deus, à minha família e à minha companheira, os responsáveis por não me faltar força quando foi preciso lutar pelos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus porque todo dia é um milagre, agradeço por tudo, todos os dias, agradeço pelas conquistas até o momento e peço a ele para me dar sabedoria para conquistar muito mais.

Agradeço aos meus pais Sebastião Rocha e Maria Aparecida Guedes, e irmãos Samuel Guedes e Samara Guedes, que sempre me deram todo o amor, além de me proporcionarem a melhor educação. Pelo apoio nas minhas decisões e por acreditarem em mim nessa jornada.

Agradeço à minha namorada Leticia Costa, que se fez presente em todos os momentos, pela energia positiva e sensibilidade para agir da melhor forma em cada situação, conhecendo-me mais do que eu mesmo, sabendo ser construtiva em cada palavra, ajudando-me assim a tudo conquistar.

Agradeço ao professor Danilo Freire de Souza Santos, que me orientou neste caminho, pela sua atenção, pela sua disponibilidade, por toda ajuda, confiança e incentivo para a realização deste estágio.

Agradeço à Coteminas, pela oportunidade de desenvolver as atividades de meu estágio. A todos os colegas de estágio: Arthur, Suely, Felipe, Sergio, Ramsés, Igor, Leonardo, Inaiê, Eliamare, Fernanda, Jane, Eduardo, Ricardo, Emanuel, Stephan, Washington, Emerson, Cláudio, Cícero, Christiano, Anderson, André, Bruno, João, Jairo, Jesimiel, Messias, Flaubeto, Edilson, Roberto, Edilânia, Ivaldo Michel, Flaviano, Andréa, Ricardo, Lorivaldo, Leonildo, enfim, a todos que muito me ensinaram e fizeram um ambiente saudável além de bastante produtivo. Meu muito obrigado a todos.

Agradeço a todos os professores que tive a honra de adquirir um pouco de conhecimento ao longo da minha vida, vocês merecem o maior dos reconhecimentos dentre as profissões.

Agradeço a coordenação que sempre se fizeram dispostos a ajudar em todos os momentos e sanar todas as dúvidas.

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

RESUMO

Neste trabalho são descritas as atividades realizadas por Lucas Guedes de Almeida Rocha, graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante o estágio na COTEMINAS S/A, no período de 14/11/2018 a 07/07/2019. O estágio foi realizado na unidade de Campina Grande – PB, sob supervisão do gerente do setor de engenharia elétrica da empresa. As principais atividades realizadas pelo aluno tiveram como foco auxiliar na implantação de melhorias contínuas e novos projetos na área de eficiência energética, inovação e indústria 4.0 no contexto da indústria têxtil, e na análise financeira de investimentos.

Palavras-chave: Engenharia Elétrica, Estágio, COTEMINAS S/A, Eficiência Energética.

ABSTRACT

This work describes the activities carried out by Lucas Guedes de Almeida Rocha, graduating in Electrical Engineering from the Federal University of Campina Grande (UFCG), during the internship at COTEMINAS S/A, from November 14th, 2018 to July 7th, 2019. The internship was carried out at Campina Grande - PB unit under the supervision of Cotemina's electrical engineer manager. The main activities carried out by the student were focused on the implementation of continuous improvements and new projects in the area of energy efficiency, innovation and industry 4.0 in the context of the textile industry, and in the financial analysis of investments.

Key words: Electrical Engineering, Internship, COTEMINAS S/A, Energy Efficiency.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Coteminas - unidade Campina Grande.....	15
Figura 2 – Equipamentos de proteção individual.	17
Figura 3 – Ilustrativo da problemática do alto esforço a grandes cargas.	18
Figura 4 – Carro de içamento elétrico inutilizado.	19
Figura 5 – Bancada de desenvolvimento do carro plataforma elétrico com peças reaproveitadas.	20
Figura 6 – Situação atual do projeto do carro plataforma elétrico.....	21
Figura 7 – Máquina de condicionamento de fios - Xorella.	22
Figura 8 – Serpentina de aquecimento da máquina de condicionamento de fio.	23
Figura 9 – Caldeiras a gás natural do setor da utilidades.....	25
Figura 10 – Sistema de controle da caldeira por servo motor e alavancas.	26
Figura 11 – Disposição das unidades fabris da Coteminas – unidade Campina Grande.	27
Figura 12 – Subestação de 69 kV da Coteminas - unidade Campina Grande.....	28

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COTEMINAS	Companhia de Tecidos Norte de Minas
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
EPI	Equipamento de proteção individual
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
A	Ampere
V	Volt
kW	Quilowatt
CC	Corrente contínua
cv	Cavalo Vapor
EPR	Etileno-Propileno
Ah	Ampere hora
PWM	Modulação de Largura de Pulso
CLP	Controlador Lógico Programável
IGBT	Transistor Bipolar de Porta Isolada
IHM	Interface Homem Máquina
DDR	Disjuntor Diferencial Residual
TC	Transformador de Corrente

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	Objetivos.....	12
1.2	Estrutura do Trabalho.....	13
2	A empresa COTEMINAS S/A.....	14
2.1	A história.....	14
2.2	Processo produtivo.....	15
2.2.1	Abertura.....	15
2.2.2	Preparação da Fiação.....	15
2.2.3	Fiação.....	16
2.2.4	Tecelagem.....	16
3	Atividades desenvolvidas.....	17
3.1	Construção do carro plataforma elétrico.....	18
3.1.1	A problemática.....	18
3.1.2	A solução.....	19
3.1.3	Proposta de valor.....	21
3.2	Modificação do sistema de aquecimento de água da máquina de condicionamento de fios a vácuo.....	22
3.2.1	A problemática.....	23
3.2.2	A solução.....	23
3.3	Modulação de caldeiras a gás natural.....	24
3.3.1	A problemática.....	25
3.3.2	A solução.....	26
3.3.3	Proposta de valor.....	27
3.4	Manutenção em subestação.....	27
4	Conclusão.....	29
	Referencias.....	30

1 INTRODUÇÃO

Este relatório tem como objetivo apresentar a experiência de estágio integrado do estudante Lucas Guedes de A. Rocha, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, na empresa Companhia de Tecidos Norte de Minas, doravante COTEMINAS S/A, sob a supervisão do gerente do setor de engenharia elétrica Arthur Tôres Paiva e, na UFCG, como orientador, o professor doutor Danilo Freire de Souza Santos.

O referido estágio teve início no dia quatorze de novembro de dois mil e dezoito e encerrou no dia sete de julho de dois mil e dezenove totalizando 956 horas, como requerido nos termos desta instituição.

A finalidade do estágio é integrar o saber acadêmico à prática profissional, possibilitando ao estagiário a aplicar o conhecimento teórico adquirido no ambiente escolar a uma realidade industrial de grande porte.

Pode-se destacar a participação do estagiário em:

- I. Projeto de construção de um carro plataforma elétrico;
- II. Projeto de modificação do sistema de aquecimento de água da máquina de condicionamento de fios a vácuo
- III. Projeto de modulação para caldeiras a gás natural;
- IV. Manutenção em subestações de 69 kV;
- V. Projeto de substituição de lâmpadas fluorescentes para lâmpadas de LED;
- VI. Projeto luminária portátil de baixa tensão.

Nos capítulos a seguir, serão detalhadas as atividades mais significativas.

1.1 OBJETIVOS

O objetivo principal do estagiário nesse período foi de identificar possíveis pontos de melhoria na eficiência energética e produtiva da empresa, estudando seus processos e propondo soluções para a mesma.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho apresenta a seguinte distribuição dos conteúdos:

O Capítulo 1 é introdutório, apresenta uma contextualização do tema e das atividades realizadas, define os objetivos e apresenta a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2 apresenta-se a empresa COTEMINAS S/A, local do estágio, um pouco da sua história e faz uma breve descrição de seus setores.

No Capítulo 3 serão apresentadas e detalhadas algumas das atividades desenvolvidas pelo estagiário no âmbito da COTEMINAS S/A.

O Capítulo 4 apresenta as principais conclusões decorrentes do estágio.

2 A EMPRESA COTEMINAS S/A

A Companhia de Tecidos Norte de Minas, doravante COTEMINAS, é uma das maiores empresas do ramo têxtil na América Latina contando com unidades fabris espalhadas por cinco estados brasileiros além de plantas nos Estados Unidos, Argentina e México. A COTEMINAS tem no seu orgânico mais de 15 mil colaboradores e produz uma diversidade de produtos na linha têxtil, desde o fio até produtos de cama, mesa e banho sendo inclusive líder no Brasil neste seguimento.

O grupo COTEMINAS fabrica e distribui uma vasta gama de produtos de marcas de sucesso no mercado nacional e internacional, como: Artex, Santista, Casa Moyses, MMartan, Calfat, Garcia, Arco Íris, Palette, Fantasia, Jamm, Atitude, Springmaid, Wabasso e Tesmade.

2.1 A HISTÓRIA

A COTEMINAS foi fundada por José Alencar em 1967 em conjunto com Luiz de Paula Ferreira e com o apoio da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e do Banco de Desenvolvimento de Minas Gerais (BDMG) tendo a inauguração da fábrica de fiação e tecidos em 1975 (COTEMINAS S/A, 2010).

O cargo de superintendente geral da Companhia, que desde a fundação era ocupado por seu fundador José Alencar foi repassado para o seu filho Josué Christiano Gomes da Silva em 1996, sendo até os dias atuais o executivo titular da empresa.

A planta da COTEMINAS em Campina Grande foi inaugurada em 1997 como uma das maiores e mais moderna planta de indústria têxtil no mundo a sua época, e sua estrutura é composta de duas unidades fabris, numa área de 130.000 metros quadrados. As unidades de Campina Grande são a Embratex, que produz fios além de tecidos na sua tecelagem adjacente, e a Wentex, que é exclusivamente uma fiação. Estas duas unidades são responsáveis por abastecer grande parte do mercado têxtil nacional além de exportar matéria prima para os demais parques fabris do grupo.

Figura 1 – Coteminas - unidade Campina Grande.



Fonte: Arquivo interno Coteminas.

2.2 PROCESSO PRODUTIVO

A indústria têxtil tem como objetivo principal a transformação de fibras em fios, de fios em tecidos e de tecidos em peças de vestuários (cama, mesa e banho), para atender as diversas exigências de consumidores.

Para isto, usa-se um modelo de linha de produção onde podemos descrever os setores.

2.2.1 ABERTURA

O processo de abertura é composto por uma linha de máquinas e tem o objetivo de receber as matérias primas e tratar as mesmas de forma a remover impurezas que vem em conjunto com o algodão cru, como galhos, areia e barro, entre outras. Além da limpeza, no processo de abertura é realizada a “flocagem” das matérias primas que serão utilizadas no processo.

2.2.2 PREPARAÇÃO DA FIAÇÃO

A preparação recebe os materiais em flocos e os mesmos são enviados por meio de tubulações para as Cardas, que tem o objetivo de paralelizar as fibras, transformando-as em uma espécie de fita mais homogênea e com menos impurezas, que é armazenada em tonéis para a utilização nos passos seguintes.

As fitas que saem das Cardas são enviadas para os Passadores, que tem objetivo de homogeneizar ainda mais as fitas, deixando-as mais longas e resistentes mesmo sendo menos

espessas. Esse processo é realizado tendo como entrada várias fitas de Carda e um sistema de junção, com estiramento e torção, deixando assim a fita de saída, fita de passador, ainda mais resistente.

2.2.3 FIAÇÃO

Foco principal do projeto em questão, o setor de fiação é onde temos como saída o fio que mais comumente vemos em nosso dia a dia.

A fiação utilizada na estrutura da COTEMINAS é a fiação por rotor, comumente conhecida como *Open-end*, é um processo de grande sucesso comercial e tem desempenho superior para fibras curtas. A grande vantagem desse tipo de fiação consiste no fato do enrolamento do fio ser feito em separado da aplicação da torção, garantindo assim menor agressão à fibra e ao fio.

O nome *Open-end* vem do fato do processo ser fundamentado na produção de fibras descontínuas, já que a ponta da fita é aberta e separada, sendo assim as fibras individualizadas reconstruídas no dispositivo de fiação, para formar assim um fio resistente e pouco espesso.

Nesse processo temos o primeiro “produto final” e as bobinas de fio passam a ter diferentes caminhos possíveis, os mesmos podem ser enviados para a tecelagem na própria planta de Campina Grande ou podem ainda ser enviados para inspeção e embalagem, para ai serem enviados para os consumidores finais.

2.2.4 Tecelagem

Nesta parte do processo temos a produção do tecido propriamente dito, a produção é dividida em alguns produtos que são: Fio ouro, prata, entre outros.

Na tecelagem, os milhares de fios vindos da fiação são associados e enrolados, de forma alinhada, em um grande carretel metálico em máquinas chamadas Urdideiras.

Após as Urdideiras, o conjunto é enviado às engomadeiras, que têm o objetivo de deixar o conjunto mais resistente a fungos além de deixá-los mais macios; e, por fim, o carretel que sai da engomadeira é enviado aos teares, que entrelaçam os fios a grande velocidade, formando assim o tecido.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Antes de iniciar as atividades junto ao departamento de engenharia foram apresentados todos os demais setores da empresa, enfatizando como cada um funcionava e quem eram seus responsáveis. Este primeiro momento, denominado de integração, teve duração de dois dias.

Foram fornecidos os equipamentos de proteção individual (EPI) necessários à execução das atividades que envolvem eletricidade, como jaqueta com nível de proteção adequado contra os efeitos de arco elétrico, protetor auricular tipo *plug* e tipo concha e bota de segurança com bico em poliuretano (PU).

Figura 2 – Equipamentos de proteção individual.



Fonte: Arquivo interno Coteminas.

Na primeira reunião com o gerente do setor, fui designado ao acompanhamento dos processos produtivos da fábrica, a fim de enxergar oportunidades de melhorias na sua eficiência energética.

As atividades desenvolvidas no período de estágio tiveram como foco auxiliar na implantação de melhorias contínuas e novos projetos na área de eficiência energética, inovação e indústria 4.0 no contexto da indústria têxtil, e na análise financeira de investimentos. Dentre os diversos projetos desenvolvidos no período do estágio serão discutidos os mais relevantes.

3.1 CONSTRUÇÃO DO CARRO PLATAFORMA ELÉTRICO

3.1.1 A PROBLEMÁTICA

Os carros plataformas são utilizados para o deslocamento de cargas de forma prática, mas foi observado que em momentos em que ocorre o transporte de cargas pesadas em terrenos inclinados, são necessários até quatro colaboradores, utilizando-se de muito esforço para a realização do serviço, retirando-os dos seus serviços normais.

Figura 3 – Ilustrativo da problemática do alto esforço a grandes cargas.



Fonte: Autoria própria.

Conversando com o gerente do setor, foi exposta a situação do descarte de baterias a gel de alta qualidade que ainda possuíam certo nível de autonomia após ter passado pelo seu ciclo de utilização nos veículos elétricos pesados utilizados na fábrica e levantou-se o questionamento de possibilidades para o seu reaproveitamento.

Outro fenômeno observado foi a inutilização de um antigo carro de içamento elétrico (vulgo fusquinha) por motivos de problemas operacionais e posterior impossibilidade de funcionamento adequado.

Figura 4 – Carro de içamento elétrico inutilizado.



Fonte: Autoria própria.

3.1.2 A SOLUÇÃO

Diante de todo cenário exposto, foi tomada a decisão de desmontar o “fusquinha” para reaproveitar seus componentes e junto com as baterias a gel, modificar o carro plataforma para receber tais componentes e torna-lo um carro plataforma elétrico com um poder de tração mais elevado e com uma maior comodidade e eficiência na sua operação.

Foram reaproveitados especialmente: 2 motores elétricos de 24 Vdc e 1,5 cv acoplado a um redutor tipo cicloidal, cabeamento de cobre, painel elétrico, modulo de controle PWM de 2 kW, componentes elétricos e baterias de gel 6 V 160 Ah.

Figura 5 – Bancada de desenvolvimento do carro plataforma elétrico com peças reaproveitadas.



Fonte: Autoria própria.

O projeto do carro plataforma elétrico foi idealizado da seguinte forma:

- Tração: 1 motor elétrico de 24 Vdc e 1,5 cv com ligação série, acoplado a um redutor tipo cicloidal para o aumento do torque e redução da velocidade para ser compatível a velocidade de caminhada do operador do carro.
- Transmissão: Após a redução, o conjunto de motor/redução utilizado possui a característica de transmitir movimento pela sua carcaça girante, assim, a solução encontrada foi acoplar uma polia, que teve seu centro vazado, à carcaça do motor e uma segunda polia ao eixo traseiro do carro para que a transmissão seja feita a partir de correias dentadas.
- Painel elétrico: Foi elaborado um painel minimalista que atendesse a todas as funcionalidades pretendidas ao modelo. O painel foi composto por: 1 modulo de controle PWM de 2 kW; 3 contadores CC, sendo 2 destinados à reversão de sentido e 1 para o chaveamento da bateria direto na alimentação do motor para a potência máxima; fusível de proteção; Diodos de roda livre; e bornes para conexão dos componentes externos.
- Sistema de controle: 1 manche com funcionalidade de liga/desliga, acelerador por variação de potenciômetro, parada de emergência, freio e 1 horímetro com mostrador de nível de carga da bateria.

- Alimentação: Conjunto de 4 baterias em série formando um banco de baterias de 24 Vdc e 160 Ah.
- Eixo, suspensão e modificações estruturais: Devido ao acréscimo de peso e a exigência física exercida no carro, foi necessário fazer reforços na estrutura com chapas de aço e projetar uma nova suspensão, adicionar mancais e rolamentos próprios para o serviço de transporte de cargas, visando sempre a robustez e a fácil manutenção do veículo.

Figura 6 – Situação atual do projeto do carro plataforma elétrico.



Fonte: Autoria própria.

3.1.3 PROPOSTA DE VALOR

A idealização deste projeto traz valores interessantes à empresa, os mais importantes a serem citados são:

- Ganho de tempo no transporte de cargas pela fábrica;

- Aumento da capacidade de carga dos carros plataformas;
- Menor quantidade de operadores necessários;
- Menos esforço físico exigido do operador;
- Reaproveitamento de baterias;
- Aprendizado adquirido e deixado na empresa, como um projeto piloto para ser futuramente ampliado e melhorado.

3.2 MODIFICAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA DA MÁQUINA DE CONDICIONAMENTO DE FIOS A VÁCUO

Este projeto contou com o engajamento dos estagiários e dos engenheiros eletricitas da empresa, consistindo em uma análise do processo de condicionamento de fios de algodão ou mistos (algodão e poliéster), que são destinados à venda ou ao setor de tecelagem.

O condicionamento de fios é realizado por meio da máquina de vaporização de fios a vácuo, da marca XORELLA, o qual possibilita que os fios absorvam umidade mediante à vaporização da água e à geração de vácuo, criando benefícios ao processo produtivo e retornos financeiros.

Figura 7 – Máquina de condicionamento de fios - Xorella.



Fonte: Autoria própria.

A vaporização da água é obtida graças ao aquecimento realizado através de uma serpentina que se localiza submersa no reservatório de água da máquina, esta serpentina é alimentada por um vapor aquecido, originado externamente à mesma.

Figura 8 – Serpentina de aquecimento da máquina de condicionamento de fio.



Fonte: A autoria própria.

3.2.1 A PROBLEMÁTICA

O vapor responsável por aquecer a serpentina é gerado no setor de utilidades e conduzido por tubulação até a máquina. Esta tubulação encontra-se deteriorada, necessitando de reparos e/ou substituição. No entanto, quando considerado o custo e a dificuldade da execução surge em contra partida, a possibilidade de mudança do atual processo de aquecimento da água para um que dispense a tubulação.

3.2.2 A SOLUÇÃO

O objetivo é a substituição da fonte de calor utilizada para o aquecimento da água do reservatório, pois o custo diário com o consumo de gás para geração desse vapor, a manutenção necessária da tubulação, a distância entre a máquina e o ponto de produção do vapor e a necessidade atual de recuperação da tubulação existente são fatores que levam a procurar alternativas melhores para garantir o funcionamento da máquina de forma mais eficiente.

Tendo isso em vista, estratégias foram levantadas para garantir que o processo de aquecimento seja mantido de forma satisfatória e eficiente. A substituição da serpentina por resistências elétricas para geração de calor no reservatório da máquina foi umas das alternativas levantadas que se mostrou praticável do ponto de vista técnico e viável do ponto de vista econômico devido aos requisitos do projeto. Pois, é importante que os ciclos de trabalho da máquina não sofram alterações graves, sua estrutura de tempo também seja mantida sem grandes alterações e que o resultado final do processo seja idêntico ao anterior à modificação.

Seguindo a proposta do processo e das condições físicas e elétricas do sistema, a atualização da máquina foi dimensionada da seguinte forma:

- 8 resistências elétricas blindadas de 25 kW 380 V e 1,7 metros de comprimento cada, totalizando 200 kW de potência total;
- Cabos de cobre flexível isolamento EPR de 185 mm² e 95 mm² para as fases, neutro e terra da máquina.
- Cabos de cobre flexível isolamento de silicone de 6 mm² para alimentação das resistências no interior da máquina.
- Disjuntor geral de 400 A, disjuntores diferenciais residuais (DDR) e fusíveis de 63 A para divisão e proteção do sistema.
- Controlador Lógico Programável (CLP) e 2 Controladores de potência (IGBT) por corte de onda.
- Painel elétrico adicional para montagem dos componentes e para a incorporação das novas funcionalidades.

Os dados referentes ao custeio, bem como, a alternativa escolhida para instalação da resistência encontra-se em sigilo empresarial e por isso não serão apresentados aqui.

3.3 MODULAÇÃO DE CALDEIRAS A GÁS NATURAL

As caldeiras industriais possuem a finalidade de gerar vapor aquecido para abastecer alguns maquinários na fábrica. Elas operam sendo alimentadas por água e por uma mistura de gás natural e ar para a combustão.

Figura 9 – Caldeiras a gás natural do setor das utilidades.



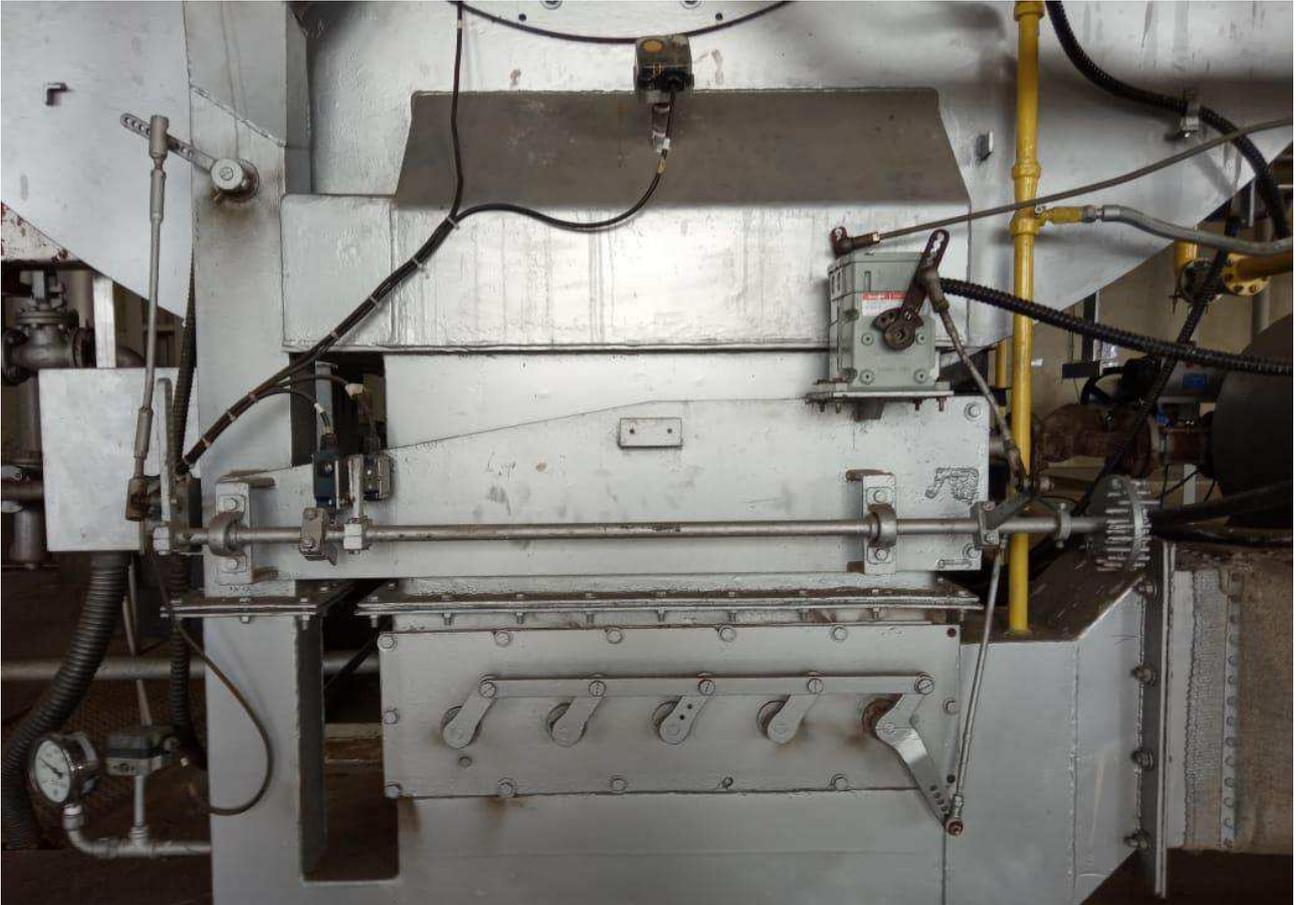
Fonte: Autoria própria.

Por serem equipamentos que trabalham sob alta pressão, as caldeiras possuem procedimentos de segurança na sua operação, e por emitirem gases de combustão, elas devem seguir normas que ditam a quantidade de partícula por milhão (ppm) de poluentes nos seus gases de emissão.

3.3.1 A PROBLEMÁTICA

O processo de regulação da mistura do gás natural e o ar para a queima é feita a partir de válvulas e um servo motor que recebe informação da pressão da caldeira e atua em alavancas para a abertura e fechamento das válvulas, possuindo pouca flexibilidade e confiabilidade no sistema de controle. Este controle precário acarreta misturas desbalanceadas de gás natural e ar, o que resulta em combustões menos eficientes e mais poluentes.

Figura 10 – Sistema de controle da caldeira por servo motor e alavancas.



Fonte: Autorial própria.

3.3.2 A SOLUÇÃO

Propor um sistema de controle eletrônico para o controle da válvula de gás e um inversor para o controle do motor responsável pela injeção de ar, junto com um sistema de sensoriamento da pressão da caldeira e da qualidade dos gases da combustão.

O sistema de modulação projetado conta com:

- Pressoestato;
- Sensor de qualidade dos gases de combustão;
- Inversor de frequência;
- Microcontrolador;
- Tela de interface homem máquina (IHM);
- Válvula proporcional.

3.3.3 PROPOSTA DE VALOR

Diante do proposto, a aplicabilidade da solução encontrada possui baixo investimento e grandes retornos financeiros e ambientais. Algumas dessas vantagens são:

- Segundo estudos de literaturas sobre eficiência energética, o controle eletrônico da combustão traz uma melhoria na eficiência do processo em torno de 3%;
- Controle fino da qualidade dos gases de combustão, almejando sempre uma combustão limpa.

3.4 MANUTENÇÃO EM SUBESTAÇÃO

Atualmente a empresa conta com duas subestações principais (01 subestação de 69 kV e 01 subestação de 230 kV), doze subestações secundárias e uma subestação de utilidades. No total, são trinta e seis transformadores a óleo e seis transformadores a seco.

Figura 11 – Disposição das unidades fabris da Coteminas – unidade Campina Grande.



Fonte: Arquivo interno Coteminas

Esta atividade contou com o engajamento dos estagiários, dos engenheiros eletricitas e dos técnicos eletricitas da empresa, consistindo em uma análise das condições da subestação de 69 kV e posterior ações de manutenção.

Foi proposta uma metodologia de organização de equipe, dividindo tarefas, estipulando prazos e planejando reuniões para o auditoriamento da manutenção. Diversas atividades foram realizadas como: Especificação e compra de isoladores, TCs e para raios, recuperação de resistores de aterramento, limpeza do pátio, revisão dos painéis, montagem de cabos e equipamentos elétricos, dentre outras.

Figura 12 – Subestação de 69 kV da Coteminas - unidade Campina Grande.



Fonte: Autoria própria.

4 CONCLUSÃO

O período de estágio foi bastante proveitoso e de crescimento pessoal e profissional para mim. Ao longo deste intervalo de tempo, foram desenvolvidas diversas atividades que engrandeceram a formação acadêmica e corroboraram com a teoria adquirida ao longo dos anos em sala de aula na UFCG.

Pode-se comprovar o quão enriquecedor é uma experiência profissional fora da academia. Ter o contato com problemas reais e saber como administrá-los de forma a permitir a melhor resolução, saber como lidar com prazos curtos para execução de tarefas e níveis de exigência altos puderam contribuir de forma bastante positiva.

Durante o período de estágio, executando as atividades técnicas descritas, comprovou-se a importância de disciplinas como Instalações Elétricas, Equipamentos Elétricos, Eletrônica, Máquinas Elétricas e Técnicas de Programação, já para o desempenho das atividades de gestão e viabilidade econômica a importância da disciplina de Engenharia Econômica, Gerencia, Planejamento e Controle da Produção e Geração e Gerenciamento de Energia.

As relações interpessoais e o *networking* são de grande importância, receber orientação de pessoas experientes é bastante enriquecedor profissionalmente e pessoalmente. O contato com profissionais de diversas áreas do conhecimento e de diversos níveis de conhecimento cooperam para o crescimento profissional do indivíduo.

Ressalta-se ainda, a confiança e autonomia que a empresa depositou no estagiário e em seu trabalho, com certeza isso foi preponderante para que o desenvolvimento das atividades e responsabilidades individuais se desse da melhor forma possível, ainda assim, permitindo o desenvolvimento de habilidades gerenciais e trabalho em equipe.

Ter mais experiências como esta ao decorrer do curso seria de grande valia, o contato com os equipamentos e com a resolução de problemas tornaria o processo de aprendizagem mais dinâmico e eficaz, o que permitiria ao estudante chegar ao fim do curso mais seguro de suas escolhas profissionais e pessoais.

REFERENCIAS

COTEMINAS S/A. Disponível em: <<http://www.coteminas.com.br>>. Acesso em 10 de Junho de 2019.

COTEMINAS S/A. A Companhia: A História. Site da COTEMINAS, 2010. Disponível em: <http://www.mzweb.com.br/coteminas/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&conta=28&tipo=26982>. Acesso em: 10 de Junho de 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Norma Brasileira (NBR) 5410: Instalações Elétricas de baixa tensão**. Rio de Janeiro. 2008.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Conservação de Energia – Eficiência Energética de equipamentos e instalações**. 2006.

FITZGERALD, A.; KINGSLEY; C. E KUSKO, A.. **Máquinas elétricas**. São Paulo (SP): McGraw-Hill. 1978.

LUIZ KNIHS, V.; WEG; FIEP. **E-Mobility Motores Elétricos e Inversores para Tração Elétrica: Principais Aspectos**. 2011.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Eficiência Energética no uso de vapor**. 2006.

ANEEL. **Módulo 8 – Qualidade da energia Elétrica**. 2010.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Eficiência Energética – Teoria e prática**. 2007.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Gestão Energética**. 2006.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Guia operacional de acionamentos eletrônicos**. 1998.

ELETROBRÁS; PROCEL. **Guia operacional de motores elétricos**. 2000.