

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

ÍGOR FARIAS ALMEIDA

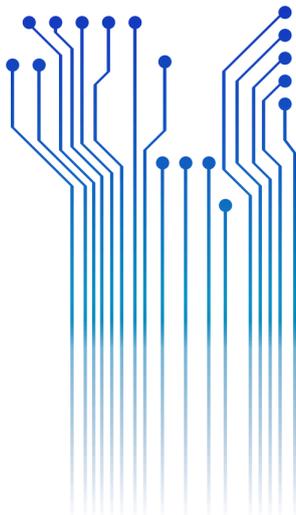


Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COTEMINAS S/A



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande
2019

ÍGOR FARIAS ALMEIDA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COTEMINAS S/A

Relatório de estágio submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Eletrotécnica

Orientador:

Professor Célio Anésio da Silva, D. Sc.

Campina Grande

2019

ÍGOR FARIAS ALMEIDA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO
COTEMINAS S/A

Relatório de estágio submetido à Coordenação do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Área de Concentração: Eletrotécnica

Aprovado em 18/06/2019

Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

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

Dedico este trabalho às minhas queridas e amadas avó Senhorinha Albino e mãe Maria da Conceição, pelo apoio e carinho durante toda a minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a Nossa Senhora das Graças, pois a eles entreguei todas as minhas angústias, medos e inseguranças, tornando a jornada mais leve. Toda honra e glória sejam dadas.

Aos meus pais Maria da Conceição e Cláudio Almeida, por todo empenho, dedicação e amor dedicados a mim e às minhas irmãs. Sem vocês ao meu lado eu com certeza não teria conseguido.

Às minhas irmãs: Larissa, Ítala, Lorena e ao meu afilhado Antônio Gabriel, que mesmo tão pequenino trouxe um novo significado para minha vida e ainda mais alegria para nossa família. As minhas tias e tio, por não medirem esforços por mim e minha família.

À minha namorada, Valeska Luna, que esteve comigo em todos os momentos dessa caminhada. Obrigado por todo companheirismo, pelas palavras e gestos de carinho.

Ao meu orientador Célio Anésio, pelas dicas e conselhos nesses últimos meses. Levarei comigo todos os ensinamentos. À Coteminas, pela oportunidade de desenvolver as atividades de meu estágio.

A todos os meus amigos do curso, em especial àqueles que dividiram comigo diversas situações alegres, tristes e engraçadas. A todos os colegas de estágio: Felipe, Jane, Suely, Arthur, Fernanda, Eduardo, Ricardo, Emanuel, Washington, Cláudio, Gisélío o auxiliar, Alan, Amanda, Cícero, Edson, Anderson, Inaiê, Eliamare, Lucas, Stephan, Emerson boquinha, enfim, a todos que contribuíram para a realização desse sonho. Meu muito obrigado a todos.

Essa vitória não é só minhas, mas de todos vocês, pois com certeza marcaram minha vida da melhor forma possível. Meu muito obrigado!

“ Mas os que esperam no Senhor renovarão as forças,
subirão com asas como águias; correrão, e não se cansarão;
caminharão, e não se fatigarão.”

Isaías 40:31.

RESUMO

Neste trabalho são descritas as atividades realizadas por Igor Farias Almeida, graduando em engenharia elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), durante o estágio na Coteminas S.A., no período de 19/11/2018 a 17/05/2019. O estágio foi realizado na unidade de Campina Grande – PB, sob supervisão do engenheiro eletricitista Arthur Tôrres Paiva. As principais atividades designadas ao aluno foram o acompanhamento de equipes de manutenção elétrica corretiva e preventiva, atualização de esquemas elétricos e desenvolvimento de projetos seguindo os preceitos da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Engenharia elétrica, estágio, Coteminas S.A, manutenção elétrica.

ABSTRACT

This work describes the activities developed by Igor Farias Almeida, formed by the UFCG, during the period in Coteminas S.A., from 19/11/2018 to 05/17/2019. The internship was carried out at the Campina Grande - PB unit, under the command of the electrical engineer Arthur Tôrres Paiva. The main designation activities were the continuation and the consecutive exercises scheme of the industry 4.0.

Keywords: Electrical engineering, stage, Coteminas, SA, electrical maintenance.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Coteminas unidade Campina Grande.....	18
Figura 2 - Etapas do processo produtivo.	19
Figura 3 - Organograma do departamento de engenharia.....	27
Figura 4 - Equipamentos de proteção individual.....	28
Figura 5 - Procedimento de limpeza de um passador.....	31
Figura 6 - Procedimento de análise termográfica.....	34
Figura 7 - Imagem registrada pelo medidor termográfico.....	36
Figura 8 - Imagem do multimedidor em luz visível.....	36
Figura 9 - Verificação de falta de tensão no quadro de força.....	37
Figura 10 - Limpeza do quadro de força da subestação 3.0 Embratex.....	38
Figura 11 - Execução do aterramento de trabalho.....	39
Figura 12 - <i>Chek-list</i> dos equipamentos da SE 230 kV preenchido.....	44
Figura 13 – Remoção do desumidificador de ar do transformador.....	46
Figura 14 - Situação da sílica saturada no desumidificador.....	46
Figura 15 - Situação da sílica substituída.....	47
Figura 16 - Localização de instalação do painel.....	48
Figura 17 - Passagem do kanaflex enterrado.....	49
Figura 18 - Painel com <i>soft starter</i> instalada.....	49
Figura 19 - Furação do chassi do painel.....	50
Figura 20 - Substituição das peças antigas.....	52
Figura 21 - Painel com as botoeiras antigas.....	52
Figura 22 - Painel com substituição das botoeiras.....	53
Figura 23 - Iluminação deficitária de painel.....	54
Figura 24 - Iluminação com fita de leds.....	54
Figura 25 - Máquina de condicionamento de fios - Xorella.....	55
Figura 26 - Tubulação da máquina de condicionamento de fio.....	56
Figura 27 - Instalação de barreiras que impedem avanço na área de trabalho da Unifloc.....	57
Figura 28 - Sensor para detectar avanço na área a ser protegida.....	58
Figura 29 - Paliativo técnico.....	59
Figura 30 - Peça original.....	59
Figura 31 - Desenho em 3D da carenagem.....	60
Figura 32 - Nova peça (carenagem) impressa.....	60
Figura 33 - Turma do curso de NR 10.....	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cronograma manutenção preventiva do mês de março.....	30
Quadro 2 – Critério de classificação e recomendações dos prazos para intervenção	35
Quadro 3 – Valores para MTA de alguns equipamentos	36
Quadro 4 – Item a serem verificados nos transformadores reserva e principal	41
Quadro 5 – Item a serem verificados na sala de comando	43
Quadro 6 – Dados do motor da prensa	51
Quadro 7 – Material para requisição de compra.....	52

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
CCT	Contrato de Conexão a Transmissão
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
COTEMINAS	Companhia de Tecidos Norte de Minas
CUST	Contrato de Uso do Sistema de Transmissão
ERAC	Esquema Regional de Alívio de Carga
NR 10	Norma Regulamentadora N° 10
NR 12	Norma Regulamentadora N° 12
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
SIN	Sistema Interligado Nacional

SUMÁRIO

1	Introdução.....	15
1.1	Objetivo do estágio	15
1.2	Estrutura do relatório	16
2	Coteminas s/a	17
2.1	Unidade de Campina Grande	17
2.2	Processo produtivo.....	18
2.2.1	Preparação à fiação.....	19
2.2.2	Fiação	21
2.2.3	Tecelagem.....	21
3	Instalações Elétricas na Coteminas.....	23
3.1	Estrutura.....	23
3.1.1	Coteminas na qualidade de acessante da rede básica (SIN).....	24
3.1.2	Subestação 230 kV	24
3.1.3	Subestação 69 kV	26
3.1.4	Subestações secundárias	26
3.1.5	Sala elétrica	26
3.1.6	Controles exigidos pelo ONS	26
3.2	Equipe de manutenção elétrica	27
4	Atividades Realizadas	28
4.1	Manutenção Elétrica	28
4.1.1	Análise termográfica.....	33
4.1.2	Manutenção fim de ano	37
4.1.3	Subestação 230 kV	40
4.1.4	Substituição da sílica gel do transformador da SE 230 kV	45
4.2	Montagem de Painel Elétrico.....	47
4.2.1	Requisição para compra de material.....	50
4.2.2	Substituição de iluminação de painéis	53
4.3	Projeto de eletrificação de máquina a vapor	55
4.4	Atualização de esquemas e diagramas elétricos.....	56
4.5	Desenho técnicos	58
4.6	Treinamento NR10 básico	60
4.7	Cálculo de ATPV.....	61
5	Conclusão	64
	Referências	65
	Anexo A – <i>Layout</i> de instalação do painel da prensa	66

1 INTRODUÇÃO

Neste relatório estão descritas as atividades de estágio desenvolvidas pelo aluno Ígor Farias Almeida como atividade curricular do curso de graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

O estágio na modalidade supervisionado foi realizado em uma das duas unidades fabris, a saber, EMBRATEX, da Companhia de Tecidos Norte de Minas (COTEMINAS), localizada na cidade de Campina Grande – PB, tendo como supervisor, por parte da empresa, o engenheiro eletricitista Arthur Tôrres Paiva, e, na UFCG, como orientador, o professor Célio Anésio da Silva.

O referido estágio teve início no dia quatorze de novembro de dois mil e dezoito e teve fim no dia quinze de maio de dois mil e dezenove, perfazendo 765 horas.

1.1 OBJETIVO DO ESTÁGIO

O principal objetivo do estágio é realizar a integração entre o aluno e o mercado de trabalho, permitindo o desenvolvimento de habilidades correlatas à sua formação. Desta forma, para este estágio em questão, o objetivo concentrou-se na aplicação, por parte do estagiário, dos conhecimentos adquiridos durante o curso de graduação bem como o crescimento profissional a partir das ricas relações estabelecidas na realização das atividades impostas, sejam elas acompanhamento e gestão de equipes de manutenção, desenvolvimento de projetos na área de eficiência energética, inovação e Indústria 4.0, sempre visando a melhoria contínua e aperfeiçoamento dos métodos de controle.

A premissa para execução das atividades esteve fundamentada na aplicação das competências obtidas nas disciplinas que cursou na graduação, prezando indiscutivelmente pelas boas práticas profissionais e pela consulta aos profissionais dos diversos setores da empresa, que contribuíram sempre de forma assertiva para o enriquecimento pessoal e profissional do estagiário.

1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. No Capítulo 1, conforme visto, estão apresentadas as considerações iniciais e objetivo do estágio. No segundo capítulo encontra-se a apresentação da empresa. No Capítulo 3, são apresentadas as atividades realizadas. Por fim, são expostas as conclusões referentes ao trabalho no Capítulo 4, seguidas das referências, apêndices e anexos.

2 COTEMINAS S/A

A COMPANHIA DE TECIDOS NORTE DE MINAS S/A possui atualmente quinze unidades fabris distribuídas em cinco estados brasileiros, são eles Rio Grande do Norte, Paraíba, Minas Gerais, Santa Catarina e São Paulo, além de plantas industriais nos Estados Unidos, Argentina e México, possuindo cerca de 15 mil colaboradores.

A empresa produz uma diversidade de produtos na linha têxtil, desde o fio, até produtos de cama, mesa e banho, distribuindo seus produtos com 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.

O caminho que levou a Coteminas a tal posição começou a ser trilhado no início da década de 90, justamente quando o setor vivia uma época de crise, tendo à frente das negociações o atual executivo titular da empresa, Josué Christiano Gomes da Silva, filho de José Alencar fundador do grupo.

2.1 UNIDADE DE CAMPINA GRANDE

Inaugurada em 1997, a planta de Campina Grande é composta por duas unidades, a Embratex e a Wentex, ambas produzem fios e na primeira além dos fios também são produzidos tecidos, por meio do setor de tecelagem. Está situada em uma área de 130.000 metros quadrados, localizada na Avenida Deputado Raimundo Asfora, Nº 1001, Bairro Velame. Na figura a seguir é possível ter uma visão panorâmica da estrutura da empresa.

Figura 1 – Coteminas unidade Campina Grande.



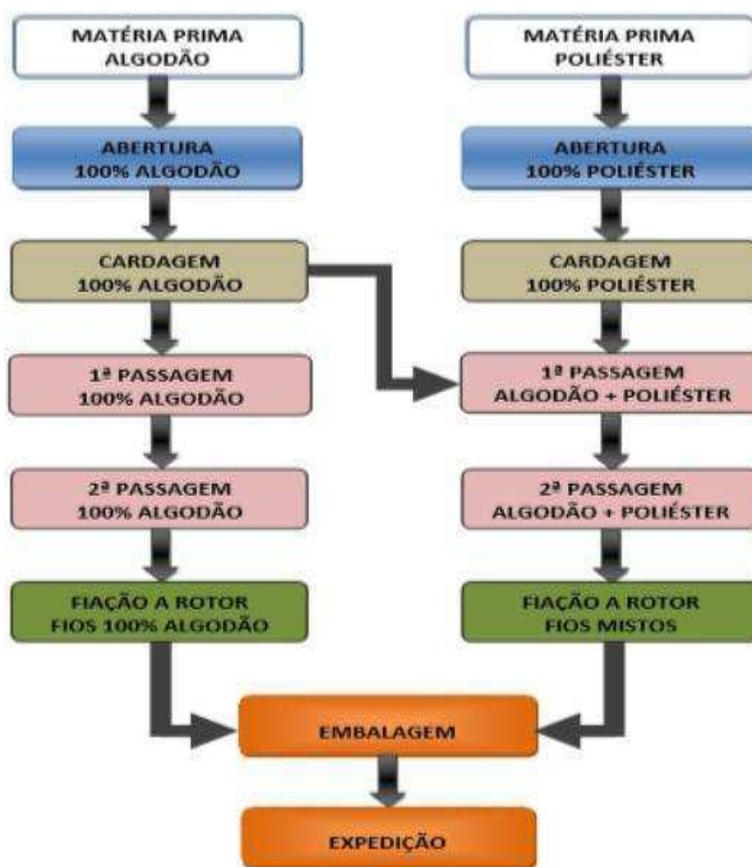
Fonte: Arquivo interno Coteminas.

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, um dos processos utilizados nesta cadeia produtiva é o de fiação a rotor (filatórios *open ends*), que é subdividida em dois setores produtivos distintos, o de preparação à fiação e o de fiação propriamente dito, com equipamentos e atividades particulares, que juntas, completam o processo de fabricação do fio. Existe ainda um setor auxiliar, o de centrais de controle de ar de processo, que tem a importante função de manter o ar tratado térmica e higroscopicamente, requisito básico no processo de fiação. É imprescindível que todos estes setores operem da maneira mais eficiente possível, pois os resultados obtidos em cada fase exercerão forte influência na etapa posterior do processo de produção. Na Figura 2 será apresentado um fluxograma com as etapas do processo.

Figura 2 - Etapas do processo produtivo.



Fonte: Arquivo interno Coteminas.

2.2.1 PREPARAÇÃO À FIAÇÃO

As matérias-primas (algodão ou poliéster) apresentam-se na forma de fardos compactados, com peso em torno de 200 kg cada. Ao chegar na fábrica o algodão é preparado para ser processado para transformação em fio, seguindo as etapas a seguir:

Coletas de amostras e recebimento:

Com a chegada dos fardos à empresa, estes são descarregados em local apropriados (livres da ação de sol e da chuva) formando pilhas de três, separados em lotes de acordo com as notas fiscais. São retiradas amostras de aproximadamente 120g dos dois lados do fardo, que serão analisadas no laboratório de fiação. O propósito é verificar a quantidade de água na amostra: conhecida como *regain*, ou seja, para haver a certificação que está sendo adquirido um algodão com quantidade de água tolerável. Outra análise que é efetuada é a do tipo de algodão, nesta é verificada a aparência do algodão contra padrões de classificação. Através desta classificação o algodão é

valorizado no mercado. O tipo 1 é o algodão mais caro (mais limpo) e o tipo 7 o outro extremo, que é o algodão mais barato (mais sujo – cascas, restos de sementes, fibras mortas e sujeira de terra), além de testes das características da fibra: teste de comprimento. A partir desta classificação os fardos são separados e posicionados de forma a identifica-los.

No mesmo laboratório, fazendo uso de um *software*, o *OptCotton*, é determinado com precisão as misturas dos fardos do algodão, usando todos parâmetros de qualidade fornecidos pelo HVI (*High Volume Instrument*), que são padrões internacionais de classificação e outros classificados pela empresa. Desta forma elimina-se o risco de selecionar misturas com qualidade fora do padrão, que poderiam levar a deficiência inesperadas e prejuízos nos processos de produção. Assim, a fábrica tem o potencial de produzir os fios e tecidos com maior qualidade, pois o sistema mantém misturas mais precisas e estáveis no processos, além disso, é possível trabalhar com estoques reduzidos, o que conseqüentemente leva a uma maior lucratividade.

Abertura:

A abertura é a operação através da qual as fibras têxteis são submetidas, por meio de máquinas, a um processo de separação (flocagem). Ao mesmo tempo ela sofre uma operação de limpeza, que visa à eliminação de impurezas maiores e mais pesadas contidas na mesma. As operações de abertura e limpeza objetivam facilitar os processos subsequentes.

Carda:

As cardas agem sobre os flocos do material recebido das linhas de abertura, já isento das impurezas maiores, com a função de:

- Transformar flocos ou mantas em fitas, passando pelo estágio do véu;
- Iniciar a paralelização das fibras;
- Eliminar resíduos;
- Reduzir significativamente a quantidade de *neps*, *trash*, fibras curtas e sementes de algodão;
- Eliminar uma quantidade significativa de pó de algodão.

Passador:

Os passadores oferecem uma segurança adicional, tornando-se garantia de qualidade no processo de fiação. Os passadores recebem a fita proveniente das cardas e são responsáveis por:

- Compor a mistura a ser utilizada na fiação através da duplicação;
- Paralelizar as fibras através da estiragem e do escartamento;
- Estirar as fitas de acordo com o plano de fiação (título);
- Misturar e homogenizar as fibras;
- Na segunda passagem, regularizar e corrigir as irregularidades residuais e emendas, orientando as fibras num sentido único.

2.2.2 FIAÇÃO

Filatório *Open end*:

O equipamento utilizado para produzir fios e bobinas através da tecnologia de fiação a rotor é conhecida como “*Open end*”, cujas principais características são:

Velocidade de saída do fio pode chegar até 220m/min;

É possível produzir bobinas de até 300 mm de diâmetro.

2.2.3 TECELAGEM

Esse setor é exclusivo da unidade EMBRATEX. Os fios produzidos na fiação desta mesma unidade são destinados à tecelagem, diferentemente dos fios produzidos na unidade WENTEX, que são destinados à venda ou a outras unidades fabris do grupo COTEMINAS localizados em outros estados brasileiros.

Inicialmente as bobinas de fio passam por um processo de umidificação a vácuo, em uma máquina própria para este fim. A máquina possui um tanque de água, que será aquecido por meio de uma serpentina (por onde passa vapor de água em alta temperatura), com o processo de vácuo o vapor de água gerado pelo aquecimento de água penetra nas fibras do fio, dando-lhe maior resistência e elasticidade, evitando rompimento quando os fios estiverem nos teares. Depois disso, estes mesmo fios são associados e enrolados de forma alinhada em um grande carretel metálico, em uma máquina chamada urdideira, após este processo o fio agora ganha a denominação de urdume.

O urdume, por sua vez, é levado até as engomadeiras, que têm objetivo de deixar o conjunto mais resistente a fungos, além de deixá-los mais macios. Por fim, o fio de urdume é enviado aos teares, onde serão entrelaçados a grande velocidade, dando origem ao tecido.

3 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS NA COTEMINAS

A empresa é composta por um departamento de engenharia, formado por quatro engenheiros eletricitas (sendo um gerente de manutenção elétrica, outro gerente de manutenção mecânica, uma coordenadora de manutenção e um administrador da manutenção), um engenheiro de segurança, seis técnicos e uma secretária, que coordenam a manutenção e infraestrutura dos demais setores da empresa, ou seja, todas as solicitações e projetos de melhoria no âmbito da engenharia elétrica e mecânica são direcionados a este departamento, que viabilizará sua execução.

3.1 ESTRUTURA

Atualmente a empresa conta com duas subestações principais (01 subestação de 69 kV e 01 subestação de 230 kV), doze subestações secundárias (fiação e tecelagem) e uma subestação de utilidades. No total, são trinta e seis transformadores a óleo e seis transformadores a seco. Na Figura 3 está apresentada uma imagem aérea da planta da fábrica onde é possível visualizar a localização das subestações principais.

Figura 3 - Disposição das subestações principais.



Fonte: Arquivo interno Coteminas.

3.1.1 COTEMINAS NA QUALIDADE DE ACESSANTE DA REDE BÁSICA (SIN)

A Coteminas Campina Grande trata-se de um grande consumidor de energia elétrica, que visando à ampliação da disponibilidade e, principalmente, a redução dos custos com a compra de energia elétrica para o atual complexo industrial, celebrou os contratos de conexão a transmissão – CCT com a transmissora proprietária das instalações (Companhia Hidrelétrica do São Francisco - Chesf) e de uso do sistema de transmissão – CUST com o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS), estabelecendo as condições técnicas e as obrigações relativas ao uso das instalações de transmissão, optando por exercer o direito de se desvincular, neste caso parcialmente, da distribuidora local e adquirir energia de outro fornecedor livremente escolhido, o que a caracteriza como um Consumidor Livre na qualidade de acessante do sistema de distribuição.

Segundo Davi Antunes Lima, 65% dos consumidores querem se desconectar da rede da concessionária local e se conectar a rede básica. A decisão destes consumidores, entre eles a COTEMINAS, baseia-se principalmente no preço da energia e nos custos de transporte discrepantes entre os sistemas de distribuição e transmissão.

As instalações que permitiram integração à rede básica foram de interesse restrito da COTEMINAS Campina Grande, pois, a integração aconteceu exclusivamente em área de sua propriedade, com isso, ela deteve a responsabilidade pela sua implementação e manutenção. Como os serviços de manobra de uma subestação se encontram fora dos objetivos da COTEMINAS, ela celebrou um acordo com a Chesf para a efetivação das manobras, manutenção e operação da SE COTEMINAS até o limite do transformador.

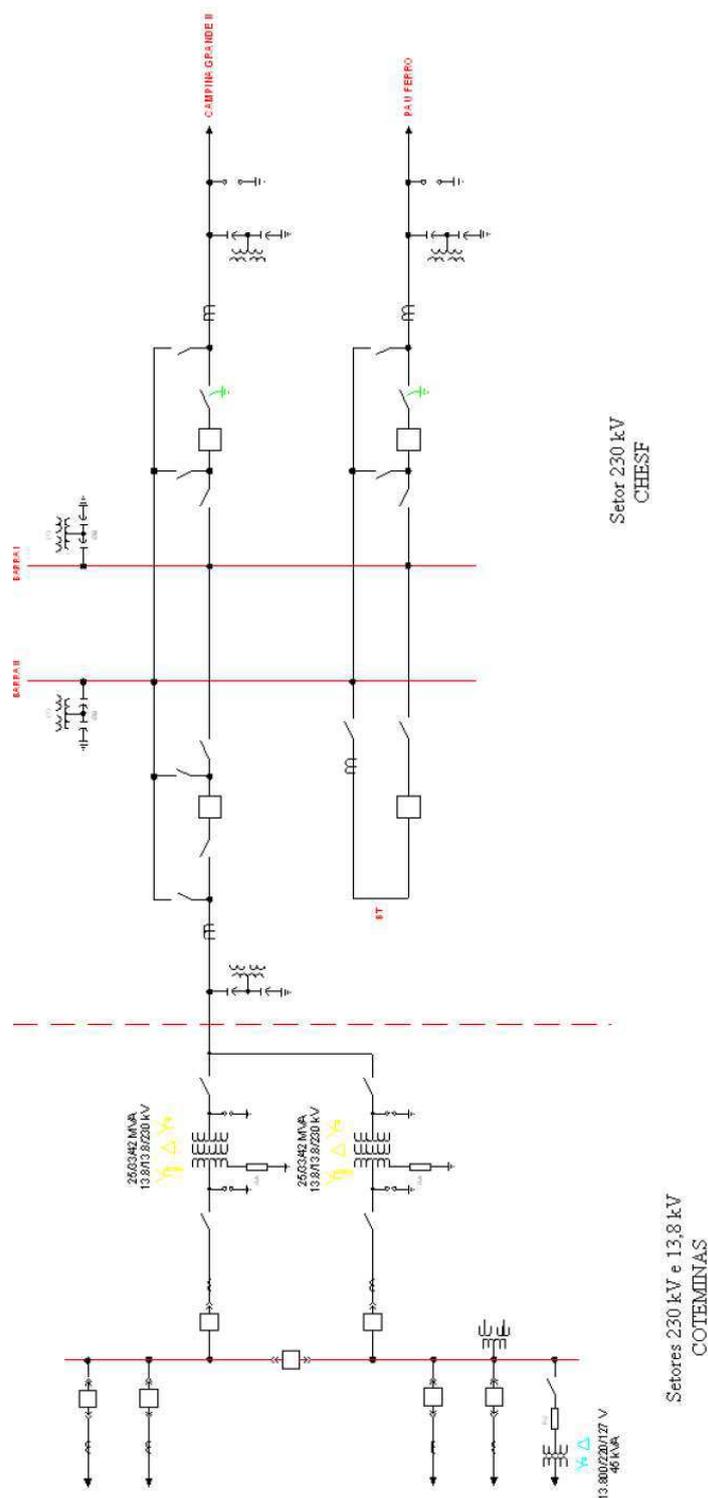
A unidade de Campina Grande detém um consumo mensal, quando a plena carga, de aproximadamente 22.320.000 kWh. Equivalente a aproximadamente 134.000 residências com consumo mensal de 166 kWh.

3.1.2 SUBESTAÇÃO 230 KV

A SE COTEMINAS é dividida por duas áreas de responsabilidade: um lado Chesf compreendendo ao setor 230 kV e um lado COTEMINAS, que compreende o setor 13,8 kV e parte do setor 230 kV, conforme ilustrado na figura a seguir. Cada lado

apresenta uma casa de comando contendo painéis e equipamentos responsáveis por atender as necessidades e realizar tarefas de interesse e responsabilidade de cada uma das partes. Na Figura 4 é apresentado um diagrama unifilar simplificado que mostra a divisão da área da subestação.

Figura 4 - Diagrama unifilar simplificado dos setores de 230 kV e 13,8 kV.



Fonte: Arquivo interno Coteminas.

A subestação é composta por dois transformadores de 42 MVA. São feitos acompanhamentos semanais dos parâmetros via supervisorio, análise de óleo e manutenções preventivas com base nos planos de manutenção.

3.1.3 SUBESTAÇÃO 69 KV

Composta por quatro transformadores de 15 MVA. Atualmente esta subestação está desativada, como reserva. E da mesma forma que a SE 230 são feitos acompanhamentos semanais, análise de óleo e manutenção com base nos planos de manutenção.

3.1.4 SUBESTAÇÕES SECUNDÁRIAS

São doze subestações secundárias que rebaixam o nível de tensão de 13,8 kV para atender as tensões necessárias para as máquinas, equipamentos, iluminação e salas de apoio da tecelagem e fiação.

3.1.5 SALA ELÉTRICA

Tem como principal função receber energia das subestações principais e distribuir para os setores de fiação, tecelagem, utilidades e áreas administrativas. É composta por cubículos de média tensão.

3.1.6 CONTROLES EXIGIDOS PELO ONS

Controle de alívio de carga por variação de frequência, sistema de proteção que, por meio do desligamento automático e escalonado de blocos de carga, utilizando relés de frequência, minimiza os efeitos de subfrequência decorrentes de perda de grandes blocos de geração – Esquema Regional de Alívio de Carga (ERAC) – desliga até 55% da carga instalada; controle de alívio de carga manual por solicitação do ONS – é feita a solicitação de redução da carga por contato telefônico, e esta deve ser feita de imediato; controle de fator de potência – é exigido que o fator de potência fique acima de 0,95 ind.

3.2 EQUIPE DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA

O setor de fiação da unidade EMBRATEX, assim como o da unidade WENTEX, possui uma equipe de manutenção elétrica, que por sua vez, é dividida em grupos de manutenção preventiva e corretiva. Como a empresa funciona vinte quatro horas por dia, a divisão em turnos de trabalho é feita da seguinte forma: turno E (escala 4x2, entrada as 06h00min e saída as 18h00min, trabalha quatro dias e folga dois), turno C (escala 4x2, entrada as 18h00min e saída as 06h00min, trabalha quatro dias e folga dois), turno A ou turno comercial (entrada as 07h20min e saída às 17h20min). Apenas a equipe de manutenção corretiva obedece aos horários do turno E e C, a equipe de preventiva obedece ao turno A.

As equipes de manutenção de cada unidade fabril são coordenadas por um encarregado, que responde hierarquicamente ao gerente de manutenção elétrica. Na figura a seguir é apresentado o organograma, em que são mostrados resumidamente os níveis hierárquicos no departamento de engenharia elétrica da empresa.

Figura 3 - Organograma do departamento de engenharia.



Fonte: O próprio autor.

4 ATIVIDADES REALIZADAS

Antes de iniciar as atividades junto ao departamento de engenharia foram apresentados todos os demais setores da empresa, enfatizando como cada um funcionava, quem eram seus responsáveis e qual o procedimento correto para fazer alguma solicitação a estes setores. Este primeiro momento, denominado de integração, teve duração de dois dias.

Na primeira reunião com o gerente de manutenção elétrica, o engenheiro Arthur Tôrres Paiva, foi designado o acompanhamento da manutenção elétrica da unidade EMBRATEX, que tem como encarregado o Sr. Cláudio Cruz.

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/ou concha e bota de segurança com bico em poliuretano (PU), assim como ilustrado na figura a seguir.

Figura 4 - Equipamentos de proteção individual.

(a) Protetor auricular tipo plug; (b) Protetor auricular tipo concha; (c) bota de segurança com bico em PU.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Arquivo interno COTEMINAS.

4.1 MANUTENÇÃO ELÉTRICA

Um programa de manutenção elétrica preventiva e corretiva eficaz envolve o planejamento de inspeções de rotina e testes de elétrica em uma base regular, garantindo que todos os equipamentos e máquinas da planta industrial estejam sendo

constantemente verificadas, seja para prevenir falhas ou para corrigi-las a tempo. Mesmo pequenos problemas elétricos podem se tornar um grande motivo de caos se não forem identificados a tempo, levando a reparos de emergência e à paralisação das linhas de produção forçando à reposição de peças caras.

Antes da confecção do cronograma de manutenção mensal são analisados alguns itens, bastante preponderantes, que influenciam na conclusão das atividades impostas, como por exemplo, quantidade de colaboradores disponíveis para executar o serviço, atividades que necessitam de prioridade em detrimento das demais e dias úteis para trabalhar.

Após o término do prazo exposto no calendário espera-se que todas as atividades tenham sido realizadas com alto grau de qualidade e dentro dos padrões de segurança, para tanto, os responsáveis deverão elaborar um relatório informando o que foi feito em cada atividade realizada e submetê-lo ao seu superior imediato. A seguir será apresentado um quadro com o cronograma de atividades do mês de março de 2019 no setor de tecelagem da unidade EMBRATEX, que teve como responsáveis pela elaboração e fiscalização o gerente Arthur Tôres, o coordenador Jairo Lima e o supervisor Ramsés Araujo.

Quadro 1: Cronograma manutenção preventiva do mês de março.

CRONOGRAMA PREVENTIVA - MARÇO 2019																																																							
Mês	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D	S	T	Q	Q	S	S	D																								
MARÇO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31																								
1	Xorella Wentex / Xorella Embratex.																																																						
4	urdideira 03 (Cabeceira e Gaiola).																																																						
5	Carros Elétricos L1 e U3 e Carros de Apoio.																																																						
6	Engomadeira 02 (Cabeceira / Secadeira).																																																						
7	Cozinha de Goma (Cozinhador 03 e Reservatório 03).																																																						
8	Xorella Wentex / Xorella Embratex.(Lub. Borracha) Sala Mec..																																																						
11	Engomadeira 03 (Cabeceira / Secadeira).																																																						
12	Zeloso, Carro Jacto e Empilhadeira de Rolos.																																																						
13	Urdideira 06 (Cabeceira / Gaiola).																																																						
14	Cozinha de Goma (Cozinhador 04 / Reservatório 04).																																																						
15	Xorella Wentex/ Xorella Embratex /Sala Mec.																																																						
18	Pontes Rolantes (Pontes 03,04).																																																						
19	Engomadeira 01 (Cabeceira e Secadeira).																																																						
20	Cozinha de Goma (Cozinhador 01/ Reservatório 01).																																																						
21	Urdideira 05 (Cabeceira / Gaiola).																																																						
22	Xorella Wentex / Xorella Embratex..(Lub. Borracha)/Sala Mec.																																																						
25	Urdideira 01 (Cabeceira e Gaiola).																																																						
26	Carros Elétricos P1 e P2 e Carros de Apoio.																																																						
27	Engomadeira 04 (Cabeceira e Secadeira).																																																						
28	Carretel de Engomadeira e Carretel de Urdideira.																																																						
29	Xorella Wentex/ Xorella Embratex /Sala Mec..																																																						

OBSERVAÇÃO: Não Retirar Passamentos nas Engomadeiras.

Fonte: Arquivo interno COTEMINAS.

Atualmente o calendário da manutenção preventiva elétrica segue o mesmo calendário da manutenção mecânica preventiva. Como os tipos e quantidade de máquinas são muito grande, ficou viável a divisão dos colaboradores do setor em equipes, deixando que cada equipe fique responsável por um determinado tipo de máquina. Esse método torna possível que os colaboradores se especializem na manutenção dos grupos de máquinas que são responsáveis, facilitando a resolução de problemas que possam apresentar.

A manutenção consiste basicamente na limpeza, reaperto de conexões, calibração de sensores e substituição de placas eletrônicas, caso seja detectada alguma anomalia na máquina ou no produto gerado por ela, a equipe de manutenção corretiva é acionada para que seja investigado e corrigido o problema. Todas as peças das máquinas possuem uma vida útil, para tanto, existe um calendário de substituição destas peças, que devem ser, no caso de motores, por exemplo, trocado por um reserva e o que estava em funcionamento deve ser levado até a sala de motores para que seja feita uma limpeza nas partes internas, lubrificação, troca de partes rolantes e até mesmo o rebobinamento.

Todo procedimento de trabalho, principalmente de manutenção, tem um documento associado a ele, que descreve todo o planejamento e tarefas a serem executadas visando à conclusão de forma correta com a minimização de erros e acidentes. Este documento é chamado de Procedimento Operacional Padrão (POP) e deve ser seguido pela equipe que for executar algum serviço. O POP contém uma descrição detalhada de todas as medidas necessárias para a realização da tarefa e tem como objetivo manter o processo em funcionamento por meio da padronização e minimização de desvios na execução da atividade, ou seja, ele busca assegurar que as ações tomadas para a garantia da qualidade sejam padronizadas e executadas conforme o planejado.

Na Figura 7 é apresentado um colaborador efetuando a limpeza de uma máquina com auxílio de uma mangueira com ar comprimido.

Figura 5 - Procedimento de limpeza de um passador.



FONTE: O próprio autor.

Para tanto, os itens que constam no POP deste procedimento são:

PROCEDIMENTO OPERACIONAL PADRÃO:

Limpeza de máquinas

1. OBJETIVO

Este procedimento tem como objetivo descrever passo a passo como deve ser efetuada a limpeza das máquinas da unidade Embratex.

2. ABRANGÊNCIA

Aplica-se ao setor de manutenção elétrica predial

3. FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS

- 3.1. Aspirador de pó;
- 3.2. Carrinho 4 rodas;
- 3.3. Vassoura e pá;
- 3.4. Escada;
- 3.5. Mangueira para ar comprimido.

Material auxiliar: Trapos, detergente, desinfetante, limpa vidros.

4.0 MEDIDAS DE SEGURANÇA OPERACIONAL

Descrição e Identificação dos Riscos

- a) No ambiente existem os riscos de ruído sendo necessário o uso de dupla proteção, bem como o risco de acidente sendo necessário o uso do calçado de segurança.
- b) Risco de queda ao limpar as grelhas do teto, para evitar acidentes fazer a verificação da pressão arterial antes de iniciar os trabalhos, bem como usar o cinto de segurança.

Funcionamento das Proteções.

- c) Há proteção nas partes fixas e móveis das máquinas para evitar acidentes..

Remoções das Proteções.

- d) As proteções fixas e móveis só poderão ser retiradas por mecânicos e eletricistas especializados

Comunicação de Danos e Inabilitação das Proteções

- e) Em caso de perda da função ou mesmo danos na proteção, o coordenador deverá ser comunicado de imediato e solicitar o reparo da proteção que foi danificada.

Princípios de Segurança

- f) Antes de iniciar as atividades é necessário o uso da dupla proteção e do calçado de segurança para evitar acidentes.

Riscos Mecânicos, Elétricos e Outros.

- g) As substituições de peças, só deverão ser feitas pelos colaboradores da manutenção mecânica, como também reparos elétricos só deverão ser feitos por eletricistas ou tec. eletrônicos devidamente capacitados e autorizados.

Método de Trabalho Seguro

- h) Seguir os Procedimentos Operacionais (POP)

Permissão de Trabalho

- i) Não se aplica

Sistemas de Bloqueio

- j) Não se aplica

5.0 HORAS DE TREINAMENTO

O Treinamento para esta operação está definido em 120 horas.

6. ARMAZENAMENTO, MANUSEIO E DISPOSIÇÃO FINAL DE PRODUTOS/RESÍDUOS.

Os materiais utilizados na produção devem estar alocados em locais específicos para armazenamento, demarcados e identificados nas cores que determinam a norma.

Todo recipiente deve está identificado com rótulo de acordo com o produto utilizado, seus riscos e formas de prevenir acidentes. As FISPQ (Ficha de Informação de Segurança do Produto Químico) devem está no local de utilização do produto químico, contendo as informações obrigatórias de uso, guarda e conservação. Em caso de derramamento do produto, deve-se utilizar material específico para sua contenção, que no caso de óleos, graxas utiliza-se a serragem contida nos setores. Após a contenção a serragem deve ser recolocada nas bombonas e reenviada para a central de resíduos.

Os demais materiais devem seguir os procedimentos da coleta seletiva, sendo utilizados coletores específicos com identificação para, vidro, papel, madeira, plástico, metal, orgânico, e matérias contaminados não descritos anteriormente.

Todo resíduos deve ser coletado e enviado a central de resíduos para armazenamento temporário e destinação final correta de acordo com o PGRS (Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos).

A princípio coube ao estagiário acompanhar as equipes no intuito de entender o processo de produção, os nomes das máquinas e peças, além de compreender o processo de manutenção, que vai desde a solicitação de um setor da empresa, seja da produção ou da mecânica e por fim solucionar o problema.

4.1.1 ANÁLISE TERMOGRÁFICA

Usando uma técnica de inspeção não invasiva, isto é, que não interfere na capacidade produtiva do maquinário, a termografia tem como base a detecção de radiação infravermelha emitida por corpos que possuam intensidade proporcional à temperatura deles. Esse processo ajuda a identificar e mensurar alterações de temperatura no equipamento, que são etapas essenciais para uma manutenção preditiva eficaz.

Na unidade fabril de Campina Grande este método é bastante utilizado como parte das ações de manutenção preditiva, graças a sua praticidade e agilidade na medição de informações necessárias para preservação das máquinas.

Os benefícios que a realização da análise termográfica traz para a empresa são muitos e destacamos a seguir os principais:

- Identificação rápida das falhas que poderiam interromper o funcionamento do maquinário;
- Redução dos custos de manutenção;
- Aumento da vida útil de componentes, equipamentos e instalações;
- Melhoria na segurança de processos, equipamentos, instalações e pessoas;
- Redução do tempo de parada de máquinas;
- Aumento de confiabilidade;
- Melhora da qualidade.

A análise termográfica é muito importante para a correta conservação das máquinas e, como consequência, proporciona uma economia significativa.

A cada três meses é elaborado um relatório com os resultados das análises termográficas de painéis elétricos, máquinas e motores, visando identificar alguma anomalia em equipamentos ou componentes, para que sejam rapidamente solucionados antes que o colapso aconteça. Antes desse intervalo a medição termográfica pode ser solicitada por algum mantenedor que identificou alguma anomalia em um equipamento ou áreas afins. O equipamento utilizado para tal medição é um termovisor Fluke Ti 450 60 Hz. Na Figura 8 é apresentado o procedimento de uma dessas medições, feita na unidade Embratex.

Figura 6 - Procedimento de análise termográfica.



Fonte: O próprio autor.

Existem critérios de classificação dos aquecimentos anormais e respectivas recomendações dos prazos para intervenção. Abaixo é apresentado um quadro com estas classificações e prazos para intervenção.

Quadro2 - Critério de classificação e recomendações dos prazos para intervenção.

CLASSIFICAÇÃO TÉRMICA	AÇÃO DE MANUTENÇÃO
NORMALMENTE AQUECIDO	INSPECIONAR
AQUECIDO	PROGRAMADA
MUITO AQUECIDO	PRIORITÁRIA
SEVERAMENTE AQUECIDO	IMEDIATA

No quadro a seguir são apresentadas a Máxima Temperatura Admissível (MTA) para equipamentos específicos. Estes valores são baseados na ABNT NBR 15866/2010, que trata sobre a metodologia de avaliação de temperaturas de trabalho de equipamentos em sistemas elétricos, também são baseados nos manuais do fabricante.

Quadro 3 – Valores para MTA de alguns equipamentos.

ITEM	MTA (°C)
Fios encapados dependendo da classe de isolamento	70 a 100
Motores Elétricos Classe de isolamento do tipo F	130
Motores Elétricos Classe de isolamento do tipo B	110
Motores Elétricos Classe de isolamento do tipo E	100
Motores Elétricos Classe de isolamento do tipo A	90

Para esta medição apresentada na Figura 7, temos os seguintes dados:

Equipamento alvo: Multimetro

Local do equipamento: Wentex - Subestação 06 – QGBT 6.1

Data da inspeção: 10/12/2018

Temperatura alvo: 73,4 °C

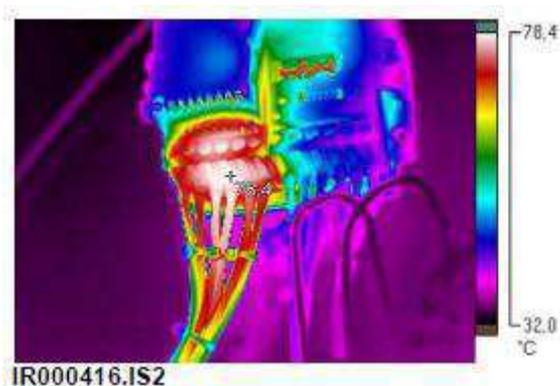
Emissividade: 0,95

Temperatura ambiente: 28 °C

Elevação: 45,4

Nas Figuras 9 e 10 são apresentadas as imagens obtidas pelo equipamento e a de luz visível, respectivamente.

Figura 7 - Imagem registrada pelo medidor termográfico.



FONTE: Arquivo interno Coteminas.

Figura 8 - Imagem do multimetro em luz visível.



FONTE: Arquivo interno Coteminas.

Ao analisar a Figura 8 é possível perceber que existe um ponto de aquecimento anormal no multimetro analisado, pontuado por um cursor (+), compreendido nos bornes do lado esquerdo da sua face posterior. A posição do cursor indica o valor da temperatura mais elevada e a variação das temperaturas conforme a variação de cores, com base na legenda à direita da própria imagem. Segundo os critérios de classificação e os valores máximos de temperatura admissíveis este equipamento está enquadrado como **MUITO AQUECIDO** sendo classificada ainda como uma intervenção prioritária. Dessa forma, o procedimento de correção foi repassado para o encarregado do setor, que após a correção solicitará uma nova análise termográfica a fim de constatar que o problema foi de fato resolvido.

Segundo relatos dos próprios mantenedores, os problemas mais comuns de aquecimento são terminais e conexões folgadas, equipamentos em término de vida útil

com perda de isolamento e cabos danificados. Geralmente estes problemas são facilmente resolvidos com os reapertos das conexões, substituição dos equipamentos e cabos danificados.

4.1.2 MANUTENÇÃO FIM DE ANO

Em algumas datas durante o ano a fábrica para sua produção com o objetivo de efetuar manutenções nas subestações. No dia 30 de dezembro de 2018 a fábrica parou suas atividades temporariamente para que no dia seguinte a equipe de manutenção efetuasse a limpeza das subestações, reaperto das conexões elétricas e lubrificação dos contatos móveis dos disjuntores de média tensão.

Este plano de manutenção já tinha sido previamente discutido entre o setor de engenharia. Foram definidas equipes para cada divisão de trabalho. O estagiário ficou junto com a equipe responsável pelas atividades da subestação 03 da unidade Embratex. Seguindo, como dito, o procedimento padrão de operação que indicava: após o desligamento, verificar ausência de tensão nos barramentos, efetuar o aterramento de trabalho e então liberar para a equipe trabalhar.

Na figura a seguir é mostrada a verificação de ausência de tensão nos barramentos de um dos quadros de força da subestação, para tanto está sendo utilizado um multímetro digital.

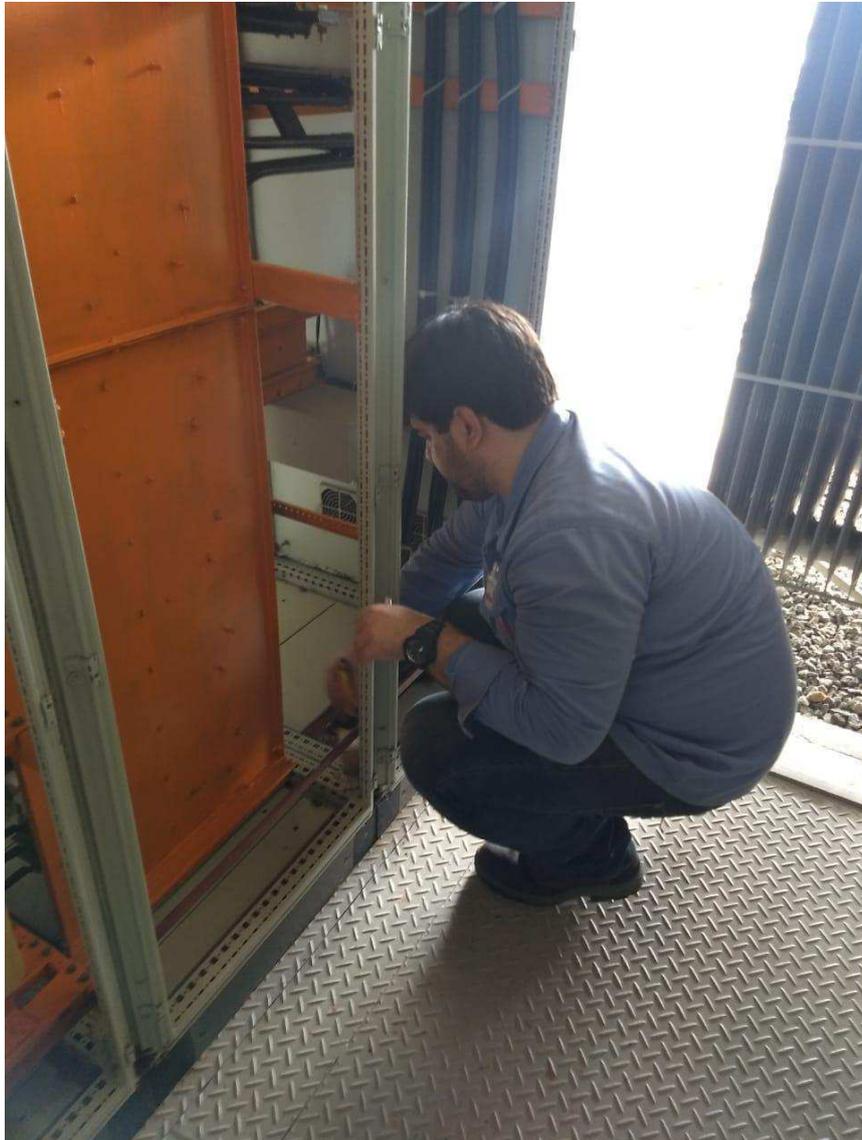
Figura 9 - Verificação de falta de tensão no quadro de força.



FONTE: O próprio autor.

Na figura a seguir é mostrada a limpeza de uma parte do quadro de força da subestação sendo executada pelo estagiário, fazendo uso de um pincel para remover as poeiras em cantos com acesso mais difíceis.

Figura 10 - Limpeza do quadro de força da subestação 3.0 Embratex.



FONTE: O próprio autor.

Na Figura 13 é mostrado um colaborador executando o aterramento de trabalho. O procedimento consiste na ligação, através de um fio de cobre com secção transversal reta de $2,5 \text{ mm}^2$, entre o barramento das fases e a barra de aterramento do quadro. Isso garante proteção adicional para os demais colaboradores que irão atuar na manutenção do quadro, uma vez que, qualquer nível de tensão ou corrente será encaminhado diretamente para o potencial do barramento de terra, evitando riscos de choque elétrico caso houvesse uma religação da subestação acidentalmente.

Figura 11 - Execução do aterramento de trabalho.



FONTE: O próprio autor.

Após o fim da tarefa, e com o aval do encarregado o aterramento de trabalho é removido, a subestação é energizada e por fim é verificado o nível de tensão nos barramentos. No momento da energização da subestação não pode ter nenhuma pessoa no interior da mesma, além de que o acionamento do disjuntor que alimenta eletricamente a subestação deve ser feito por no mínimo duas pessoas.

4.1.3 SUBESTAÇÃO 230 KV

Semanalmente é feita uma inspeção na subestação principal de 230 kV, são analisados vários itens, de acordo com o *check-list* disponibilizado pelo setor de engenharia. A descrição dos procedimentos quanto à realização das tarefas está descrita a seguir:

- Semanalmente, aos domingos, os colaboradores deverão pegar a chave da subestação 230 kV e uma caneta e se dirigir até a estação para realizar a inspeção;
- Na subestação, pegar o *check-list* (caso reste apenas um, os colaboradores deverão solicitar cópias para reposição);
- Realizar inspeção visual e preencher o *check-list* conforme descrito no item 4.2;
- Após o preenchimento, entregar o *check-list* ao setor da administração da engenharia;

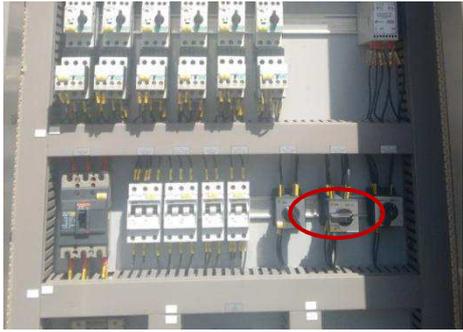
Nota 1: Caso os colaboradores identifiquem alguma anormalidade que precise de uma intervenção imediata, informar imediatamente ao supervisor.

A seguir é apresentado no Quadro 4 e no Quadro 5 os itens que devem ser analisados nos transformadores e na sala de comando para preenchimento do *check-list*.

Quadro 4 – Item a serem verificados nos transformadores reserva e principal.

<p>Item 1- Temperatura do enrolamento: Verificar no indicador de temperatura de enrolamento do transformador o valor sinalizado pelo ponteiro preto do marcador. O ponteiro vermelho indica a temperatura máxima já ocorrida. O ponteiro preto indica a temperatura atual do rolamento.</p>	
<p>Item 2 – Temperatura do óleo: Verificar no marcador a temperatura do óleo do transformador o valor sinalizado pelos ponteiros do marcador. O ponteiro vermelho indica a temperatura máxima já ocorrida. O ponteiro preto indica a temperatura atual do óleo do transformador;</p>	

<p>Item 3 – Posição do TAP: Verificar o valor TAP dos transformadores indicado pelo ponteiro preto no mostrador. Os ponteiros vermelhos sinalizam o menor e o maior valor ocorrido.</p>	
<p>Item 4 – Nível de óleo do conservador: Verificar no marcador de nível de óleo do conservador o valor sinalizado pelo ponteiro do marcador.</p>	
<p>Item 5 – Nível de óleo do comutador: Verificar no marcador de nível de óleo do comutador o valor sinalizado pelo ponteiro do marcador.</p>	
<p>Item 6 – Lâmpada do painel: Ao abrir a porta do painel, verificar se a lâmpada acende.</p>	

<p>Item 7 – Motoventiladores: Abrir a porta do painel do transformador e ligar o disjuntor (chave sinalizada na figura). Após ligar, verificar se os 6 motores dos ventiladores estão funcionando corretamente;</p> 	
<p>Item 8 – Vazamento de óleo: Inspeccionar todo o transformador, verificando se existe algum vazamento de óleo;</p>	
<p>Item 9 – Ruído: Observar a existência de algum ruído anormal na subestação;</p>	
<p>Item 10 – Limpeza e conservação: Verificar se existem ferrugem, sujeira, qualidade da pintura ou alguma outra não conformidade;</p>	
<p>Item 11 e 13 – Coloração da sílica-gel dos desumidificadores de ar: Verificar a cor da sílica-gel dos desumidificadores de ar;</p>	<p>Azul escuro: Boa. Azul claro: Sílica gel absorvendo umidade. Branca: Ruim – Precisa ser trocada.</p>
<p>Item 12 e 14 – Nível do óleo dos desumidificadores de ar: verificar se o óleo do recipiente de óleo dos desumidificadores de ar está no nível indicado;</p>	<p>Desumidificadores de ar:</p>  <p>Comutador Conservador</p>

FONTE: Arquivo interno Coteminas.

Quadro 5 – Item a serem verificados na sala de comando.

<p>Item 1- Correntes e tensões trifásicas: Anotar os valores de corrente e tensão apresentadas no visor do painel do relé de proteção do SIPROTEC 7SJ62 da entrada 13,8 kV. Usar as setas para passar as informações presentes no display.</p>	
--	--

<p>Item 2 ao 6 – Potências e Frequência: Anotar os valores das potências, do fator de potência e da frequência apresentados no visor do painel do relé de proteção do SIPROTEC 7SJ62 da entrada 13.8 kV. Usar as setas para passar as informações presentes no display.</p>	
<p>Item 7 – Ruído: Observar a existência de algum ruído anormal na sala de comando;</p>	
<p>Item 8 – Limpeza e conservação: Verificar se existem ferrugem, sujeira, qualidade da pintura ou alguma outra não conformidade;</p>	
<p>Item 9 – Observações / Anormalidades: Anotar qualquer outra informação de não conformidade identificada durante a inspeção, ainda não contemplada no <i>check-list</i>.</p>	

FONTE: Arquivo interno Coteminas.

Na Figura 14 é apresentado o *check-list* devidamente preenchido. A medição está datada do dia 12/02/2019 uma terça-feira, neste caso, a medição ocorreu em um dia diferente do domingo porque o estava nublado e por motivos de segurança adiou-se a medição.

Figura 12 - Check-list dos equipamentos da SE 230 kV preenchido.

Check list dos equipamentos - SE 230 kV

COTEMINAS

Periodicidade: Semanal (aos domingos)

Data da Inspeção: 12-02-2019

Nome: Giulio Mendes Araujo Filho - Registro: 4535-7

Nome: Super Joviano Almeida - Registro: 7254-0

Equipamento: Transformador Principal

1	Temperatura do enrolamento: <u>66°C</u>
2	Temperatura do óleo: <u>62°C</u>
3	Posição do TAP: <u>8</u>
4	Nível de óleo do conservador: <u>80</u>
5	Nível de óleo do comutador: <u>60</u>
6	A lâmpada do painel do transformador está boa? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()
7	Os motoventiladores estão funcionando adequadamente? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()
8	Existe algum vazamento de óleo no transformador? Sim () - Não (<input checked="" type="checkbox"/>)
9	Existe algum ruído anormal? Sim () - Não (<input checked="" type="checkbox"/>)
10	A limpeza e a conservação do equipamento estão adequadas? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()
11	Coloração da sílica-gel do desumidificador de ar do conservador: <u>AZUL</u>
12	O nível de óleo está abaixo do indicado no desumidificador do conservador? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()
13	Coloração da sílica-gel do desumidificador de ar do comutador: <u>AZUL</u>
14	O nível de óleo está abaixo do indicado no desumidificador do comutador? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()

Equipamento: Transformador Reserva

1	Nível de óleo do conservador: <u>45</u>
2	Existe algum vazamento de óleo no transformador? Sim () - Não (<input checked="" type="checkbox"/>)
3	Coloração da sílica-gel do desumidificador de ar do conservador: <u>AZUL</u>
4	O nível de óleo está abaixo do indicado no desumidificador do conservador? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()
5	Coloração da sílica-gel do desumidificador de ar do comutador: <u>AZUL</u>
6	O nível de óleo está abaixo do indicado no desumidificador do comutador? Sim () - Não (<input checked="" type="checkbox"/>)
7	A limpeza e a conservação do equipamento estão adequadas? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()

Sala de Comando

	Correntes:	Tensões Trifásicas
1	Fase A: <u>0,94 KA</u>	Fase A: <u>14,1KV</u>
	Fase B: <u>0,94 KA</u>	Fase B: <u>14,1KV</u>
	Fase C: <u>0,91 KA</u>	Fase C: <u>14,1KV</u>
2	Potência aparente (S): <u>22,9MVA</u>	
3	Potência ativa (P): <u>22,9MW</u>	
4	Potência reativa (Q): <u>2,1MVAR</u>	
5	Fator de potência (PF): <u>0,99 1,00</u>	
6	Frequência (Hz): <u>60,0Hz</u>	
7	Existem ruídos anormais? Sim () - Não (<input checked="" type="checkbox"/>)	
8	A limpeza e a conservação do equipamento estão adequadas? Sim (<input checked="" type="checkbox"/>) - Não ()	
9	Observações / Anormalidades: _____	

FONTE: O próprio autor.

4.1.4 SUBSTITUIÇÃO DA SÍLICA GEL DO TRANSFORMADOR DA SE 230 KV

A fim de que sejam mantidos elevados índices dielétricos do óleo dos transformadores, estes são equipados com secadores de ar os quais devidos à capacidade de absorção de umidade, secam o ar aspirado que flui ao transformador.

O secador de ar é composto de um recipiente metálico, no qual está contido o agente secador, e uma câmara para óleo, colocada diante do recipiente (que contém o agente) isolando-o da atmosfera. Durante o funcionamento normal do transformador, o óleo aquece e dilata, expulsando o ar do conservador através do secador. Havendo diminuição da carga do transformador ou da temperatura ambiente, também haverá abaixamento da temperatura do óleo, acompanhada da respectiva redução do volume. Forma-se, então, uma depressão de ar no conservador e o ar ambiente é aspirado através da câmara e do agente secador, o qual absorve a umidade contida no ar, que entrará em contato com o óleo.

O agente secador, denominado sílica-gel, é vítreo e duro, quimicamente quase neutro e altamente higroscópico. É um silícico, impregnado com cloreto de cobalto, tendo, quando em estado ativo, a cor azul celeste, de aspecto cristalino. É capaz de absorver água até 40% de seu próprio peso. Devido à absorção de água, torna-se róseo, em algumas ocasiões a sílica pode ser encontrada também numa tonalidade próxima do preto, o que indica que esta está contaminada com óleo, devendo, então, ser substituída. Tem a vida muito prolongada e através de um processo de secagem que pode ser aplicado, pode ser regenerada e reutilizada.

Em uma das inspeções foi identificado que a sílica gel do desumidificador de ar estava com coloração rósea, indicando que estavam saturadas. Logo, foi solicitado que na semana seguinte fosse feita a substituição do material. Coube ao estagiário acompanhar este procedimento.

Na Figura 15 é apresentada a remoção do desumidificador de ar para se ter acesso a sílica saturada, realizada por dois colaboradores. Respectivamente nas Figuras 16 e 17 é mostrada a sílica saturada, que vai ser substituída, e a sílica nova.

Figura 13 – Remoção do desumidificador de ar do transformador.



FONTE: Autoria própria.

Figura 14 - Situação da sílica saturada no desumidificador.



FONTE: Arquivo interno COTEMINAS.

Figura 15 - Situação da sílica substituída.



FONTE: Arquivo interno COTEMINAS.

Por fim, os materiais são recolhidos e a sílica saturada é levada até o setor de engenharia, de onde irá ser enviada para realização do processo de regeneração, que consiste em submeter a sílica a temperaturas acima de 100 °C e menores que 200 °C por aproximadamente trinta minutos o que permite que ela possa ser reutilizada em suas funções normais posteriormente.

4.2 MONTAGEM DE PAINEL ELÉTRICO

Na unidade EMBRATEX, especificamente no setor de reciclagem de material, existem duas prensas automáticas, que recebem por meio das centrais de vácuo, material até então desperdiçado durante o processo produtivo. Esse material é prensado e formam fardos semelhantes aos recebidos inicialmente no setor de abertura, os quais serão destinados à venda.

Havia a necessidade de dar manutenção nestas prensas, porém a demanda de serviço é muito alta. A alternativa foi instalar uma terceira bomba, que fosse capaz de suprir a demanda de serviço de uma das outras duas bombas, enquanto fosse dada manutenção. Foi analisada a infraestrutura disponível e atestou-se que seria possível executar a instalação.

Devendo ser seguido o padrão de instalação das outras duas prensas, que são acionadas via *soft starter* Siemens e são alimentadas eletricamente pelo quadro de força localizado na própria sala de reciclagem. A *soft starter* dessa nova prensa já tinha sido

adquirida, tratava-se do modelo SSW07 da fabricante WEG. Os cabos de alimentação de 150 mm² de cobre isolado XLPE rígido foram aproveitados de uma instalação inativa de máquinas *Open end*, assim como o quadro metálico também. Os terminais tipo olhal e o disjuntor foram requisitados no almoxarifado da empresa.

Na figura a seguir é mostrado o local escolhido para instalação do novo painel (entre os dois outros existentes). Também é possível verificar o padrão utilizado nesses painéis existentes.

Figura 16 - Localização de instalação do painel.



Fonte: A autoria própria.

Este local de instalação foi escolhido porque era o único local possível para instalação, pois a infraestrutura da parede e das demais tubulações existentes só permitia esse local.

O painel metálico estava de acordo com as exigências do fabricante com relação às dimensões para atender a chave de partida. Além disso, ainda segundo o padrão das outras prensas, que tinham anexo ao seu painel coolers para ventilação, logo, foi providenciado um par para forçar a ventilação no interior deste novo painel também.

A partir do manual do fabricante foi decidido qual método de instalação seria viável e foi montado o layout de instalação, seguindo criteriosamente as dimensões reais disponíveis, e posteriormente foi submetido à aprovação do encarregado. O *layout* de instalação está apresentado em anexo a este relatório.

Para execução, foram seguidos os seguintes procedimentos:

- Marcou-se as furações que atenderiam as necessidades e disposição dos componentes;

- Efetuou os furos;
- Abriu rosca nos furos que iriam receber a *soft starter*;
- Fixou os componentes seguindo as disposições contidas no *layout*;
- Conectou-se por meio de cabos os componentes.

Na Figura 19 pode ser visualizado a etapa de instalação do *kanaflex* pelo piso. Já na Figura 20 é mostrado o painel já fixado na parede e a *soft starter* instalada.

Figura 17 - Passagem do kanaflex enterrado.



Fonte: Aatoria própria.

Figura 18 - Painel com *soft starter* instalada.



Fonte: Aatoria própria.

Os dados do motor da prensa encontram-se no quadro a seguir.

Quadro 6 – Dados do motor da prensa.

Marca	TECO – Westinghouse / Motor Company
Potência	100 HP / 75 kW
Hz	60
Polos	2
RPM	3560
VOLTS	380
AMPS	110
PHASE	3
FRAME	405TS

Fonte: Autoria própria.

Para retratar o procedimento de furação do chassi do painel, abaixo é apresentada uma imagem que mostra o estagiário fazendo o furo com auxílio de uma furadeira.

Figura 19 - Furação do chassi do painel.



Fonte: Autoria própria.

4.2.1 REQUISIÇÃO PARA COMPRA DE MATERIAL

Para adequação dos painéis de comando e força que acionam as prensas necessitou-se da compra de botoeiras, chaves comutadoras e leds. Coube ao estagiário

determinar a partir de um catálogo do fabricante SIEMENS indicado pelo encarregado, os modelos e especificações destes componentes para requisição de compra seguindo os padrões que já existiam nos painéis.

A seguir é apresentado um quadro com os itens solicitados para compra.

Quadro 7 – Material para requisição de compra.

FUNÇÃO	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIA	QUANT.	ILUSTRAÇÃO
LIGA	Botão de impulso luminoso com frontal do botão de impulso chato, tecla com retorno com LED integrado (VERDE)	3SU1106-0AB40-1BA0	4 UN.	
RESET	Botão de impulso com frontal de impulso chato, tecla com retorno (PRETO)	3SU1100-0AB10-1BA0	5 UN.	
STOP	Botão de impulso com frontal de impulso chato, tecla com retorno (VERMELHO)	3SU1100-0AB20-1CA0	5 UN.	
COMUTADOR	Manopla curta, preta, 2 posições de comutação, iluminável, branca	3SU1103-2BF60-1BA0	7 UN.	
FILTROS	Manopla curta, preta, 3 posições de comutação, iluminável, branca	3SU1100-2BL60-1NA0	2 UN.	
LIGA (EXAUSTOR)	Botão de impulso com frontal de impulso chato, tecla com retorno (VERDE)	3SU1100-0AB10-1BA0	5 UN.	
STOP (EXAUSTOR)	Botão de impulso com frontal de impulso chato, tecla com retorno (VERMELHO)	3SU1100-0AB20-1CA0	2 UN.	
LED Sinalizador (EXAUSTOR)	Sinalizador luminoso com lente lisa e LED integrado (VERDE)	3SU1106-6AA40-1AA0	2 UN.	

Fonte: Autoria própria.

Quando a mercadoria foi recebida, foi feita a conferência de cada item antes da instalação. Na Figura 22 é mostrado o estagiário fazendo a substituição das peças antigas pelas requisitadas.

Figura 20 - Substituição das peças antigas.



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 23 e 24, respectivamente, é mostrado o painel antes da mudança das botoeiras e dos *leds*, e depois da substituição.

Figura 21 - Painel com as botoeiras antigas.



Fonte: Autoria própria.

Figura 22 - Painel com substituição das botoeiras.



Fonte: Autoria própria.

Como pode ser observado os *leds* antigos do painel não acendiam, as botoeiras comutadoras estavam danificadas. Após a substituição os *leds* passaram a acender assim como as comutadoras, além disso, pode ser observado no lado direito que foi acrescentado as botoeiras de acionar, desligar e *reset* da nova bomba instalada.

4.2.2 SUBSTITUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO DE PAINÉIS

A iluminação de alguns painéis se apresentava deficitária, principalmente pela má localização do ponto de iluminação no interior do painel, além de não cumprir sua função como esperado já que o ponto de iluminação focava em apenas alguns componentes, como apresentado na Figura 25. Um projeto de melhoria foi aplicado, fazendo uso de fitas *leds* em toda borda interna do painel, como mostrado na Figura 26.

Figura 23 - Iluminação deficitária de painel.



Fonte: Autoria própria.

Figura 24 - Iluminação com fita de leds.



Fonte: Autoria própria.

4.3 PROJETO DE ELETRIFICAÇÃO DE MÁQUINA A VAPOR

Este projeto contou com o engajamento dos estagiários Igor Almeida, Eliamare Alves, Inaiê Soares, Lucas Guedes e os engenheiros Ramsés Araujo e Suely Torres, consistindo numa análise do processo de condicionamento de fios de algodão ou mistos (algodão e poliéster), que são destinados à venda ou ao setor de tecelagem, visando à substituição do atual método de aquecimento de água.

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 a geração de vácuo e vaporização da água. Na figura abaixo é mostrada a máquina da unidade Embratex.

Figura 25 - Máquina de condicionamento de fios - Xorella



Fonte: GUEDES, Lucas - 2019.

A vaporização da água é obtida graças ao aquecimento realizado por uma serpentina que se localiza submersa no reservatório instalado na própria máquina, e por sua vez é alimentada por vapor, originado externamente à máquina.

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 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. Na figura a seguir

é mostrada a atual tubulação que é responsável por receber o vapor e conseqüentemente aquecer a água.

Figura 26 - Tubulação da máquina de condicionamento de fio.



Fonte: Autorial própria.

No mercado, existem modelos alternativos deste tipo de máquina que, por meio de resistências elétricas é gerado o calor necessário para obter a vaporização da água, ou seja, do ponto de vista técnico esta pode ser uma opção para a solução do nosso impasse.

Portanto, o presente trabalho destinou-se a realizar um estudo voltado a análise da substituição do atual processo de aquecimento da água para um alternativo, que utiliza resistências elétricas. Os dados referentes ao custeio, bem como, a alternativa escolhida para instalação da resistência encontram-se em sigilo empresarial e por isso não serão apresentados aqui.

4.4 ATUALIZAÇÃO DE ESQUEMAS E DIAGRAMAS ELÉTRICOS

Criada em 8 de junho de 1978 pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a Norma Regulamentadora número 12, ou NR 12, tem como objetivo garantir que máquinas e equipamentos sejam seguros para o uso do trabalhador.

Por isso, a NR 12 exige informações completas sobre todo o ciclo de vida de máquinas e equipamentos, incluindo transporte, instalação, utilização, manutenção e até mesmo sua eliminação ao final da vida útil.

Segundo a NR 12, é de responsabilidade do empregador adotar medidas de proteção para o uso seguro de máquinas e equipamentos. Ou seja, é a empresa que deve garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores.

Resumidamente, a NR 12 exige que sejam consideradas medidas:

- De proteção coletiva;
- Administrativas ou de organização do trabalho;
- De proteção individual.

Objetivos da NR 12:

- Segurança do trabalhador.
- Melhorias das condições de trabalho em prensas e similares, injetoras, máquinas e equipamentos de uso geral, e demais anexos.
- Máquinas e equipamentos intrinsecamente seguros.

Na planta industrial algumas instalações foram modificadas por solicitação do Ministério do Trabalho, para atendimento das normas vigentes, especialmente a NR12. Porém, essas modificações ainda não tinham sido atualizadas nos respectivos esquemas elétricos. A seguir serão apresentadas figuras que mostram a instalação de medidas de proteção coletiva na máquina Unifloc no setor de abertura. A modificação se resume a instalação de sensores que impedem o acesso de pessoas na região de trabalho da máquina, caso o sensor seja acionado o funcionamento da máquina é imediatamente interrompido.

Figura 27 - Instalação de barreiras que impedem avanço na área de trabalho da Unifloc.



Fonte: ALVES, Inaiê – 2019.

Figura 28 - Sensor para detectar avanço na área a ser protegida.



Fonte: ALVES, Inaiê – 2019.

Os sensores enviam um sinal para uma placa de circuito feita no laboratório eletrônico da empresa, essa placa é responsável por receber o sinal do sensor e imediatamente transmitir um comando para o botão de parada de emergência da máquina.

Coube ao estagiário fazer o desenho dessa placa de circuito impresso, identificar as ligações dos cabos e bornes, e acrescentar no manual do equipamento. O intuito é que quando for feita uma manutenção na máquina o operador possa remover esta placa para limpeza e/ou manutenção e depois consiga acompanhar as instruções contidas no desenho para instalá-la corretamente.

4.5 DESENHOS TÉCNICOS

Algumas máquinas, como por exemplo, a carda, são compostas por peças plásticas, que na maioria das vezes abrigam placas eletrônicas. Com o término da vida

útil das peças e até mesmo da máquina, vibrações e alta temperatura, elas acabavam ficando frágeis. Com o manuseio nas manutenções essas partes acabam quebrando. Porém, a substituição tornou-se inviável porque o fabricante da máquina não comercializava estas peças, obrigando os mantenedores a usarem de paliativos técnicos para deixar a máquina em funcionamento. As placas foram fixadas com fita adesiva assim como apresentado na figura a seguir.

Figura 29 - Paliativo técnico.



Fonte: Autoria própria.

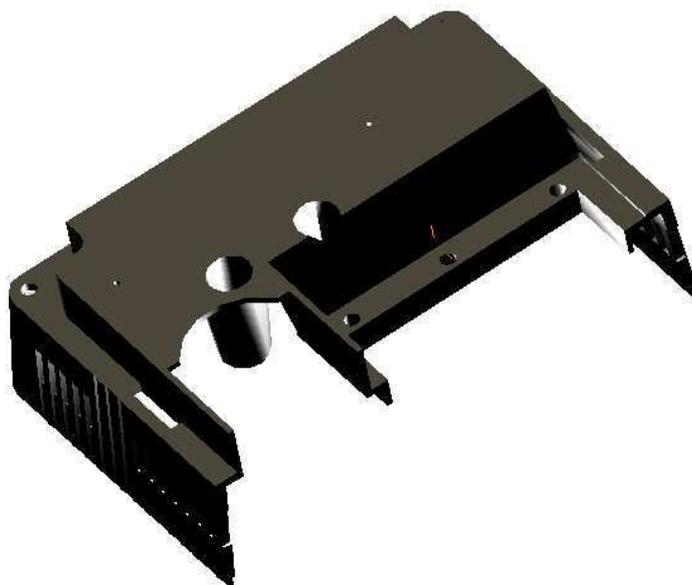
Uma alternativa foi a impressão destas peças numa impressora 3D. Para tanto, a peça deve ser inicialmente desenhada, no caso, utilizou-se o *software* AutoCAD®. Algumas sugestões de mudanças visando à economia de material foi sugerida pelo técnico em eletrônica responsável pela montagem. A peça original, o desenho e a impressão da peça serão apresentadas nas figuras a seguir.

Figura 30 - Peça original.



Fonte: Autoria própria.

Figura 31 - Desenho em 3D da carenagem.



Fonte: Autoria própria.

Figura 32 - Nova peça (carenagem) impressa.



Fonte: Autoria própria.

4.6 TREINAMENTO NR10 BÁSICO

Norma Regulamentadora NR 10 estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a

garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Para os trabalhadores da área de eletricidade é obrigatório ter o curso de NR10, que visa segurança na execução das atividades. O departamento de engenharia fornece este curso para seus colaboradores, ministrado pelos engenheiros e encarregados do setor, além do técnico e engenheiro de segurança.

Figura 33 - Turma do curso de NR 10.



Fonte: Arquivo interno Coteminas.

4.7 CÁLCULO DE ATPV

ATPV é a sigla em inglês para "Arc Thermal Performance Value". É o valor em calorias por centímetro quadrado da proteção que o tecido promove contra os efeitos do arco elétrico. Ou seja, a especificação da energia incidente é o principal fator para determinar o risco que operadores de instalações elétricas estão sujeitos enquanto realizam suas atividades, e a partir deste dado, é possível selecionar qual o nível ATPV adequado para os EPIs.

Baseado em um artigo publicado na revista "O Setor Elétrico", que trazia em seu conteúdo os métodos de cálculo de energia incidente e seu respectivo nível de ATPV, foi feito um estudo nas instalações elétricas da unidade Embratex, atentando-se aos níveis de curto circuito e de tensão dos painéis elétricos. Para os níveis encontrados, o método mais adequado para o cálculo foi o Método IEEE 1584.

Este método aplica-se às instalações que se enquadram nos seguintes pré-requisitos:

- Tensão entre 208 V e 15.000 V;
- Sistema trifásico;
- Frequência de 50 Hz a 60 Hz;
- Corrente de curto circuito de 700 A a 106 kA;
- Espaçamento entre condutores de 13 mm a 152 mm.

Além disso, está estruturado em nove etapas. São elas:

1. Coleta de dados da instalação e do sistema;
2. Determinar os modos de operação do sistema;
3. Determinar a corrente de curto circuito;
4. Determinar a corrente do arco elétrico;
5. Encontrar as características dos dispositivos de proteção e o tempo de duração do arco;
6. Determinar as tensões dos sistemas e a classe dos equipamentos;
7. Determinar a distância de trabalho;
8. Calcular a energia incidente;
9. Determinar a distância segura de aproximação contra arco elétrico.

Após os cálculos a categoria do risco observada foi 2 e o ATPV mínimo requerido para os EPIs é no mínimo $8,0 \text{ cal/cm}^2$. O valor obtido para a energia incidente retrata um cenário pessimista ponderando na maioria das vezes pelo pior caso apresentado pelo método, e, além disso, o nível da corrente de curto circuito foi considerado a maior possível, que é justamente àquela máxima suportada pelo disjuntor. Portanto, a categoria de risco e o seu respectivo ATPV mínimo foram obtidos com espessa margem de segurança.

A literatura ainda relata que a exposição a níveis maiores de energia incidente pode ocorrer em níveis menores de curto circuito, pois o dispositivo de sobrecorrente pode demorar mais tempo para ser sensibilizado e desenergizar o circuito envolvido na falta. Para sistemas de 480 V, é aceito pela indústria que o valor mínimo da corrente de curto circuito capaz de autossustentar um arco elétrico seja equivalente a 38% da corrente de curto circuito máxima. Essa consideração foge da realidade do estudo de

caso ao qual partilhamos, porém, mesmo aderindo a ela, o tempo de atuação do disjuntor seria o mesmo, ou seja, não haveria diferença significativa dos resultados obtidos.

5 CONCLUSÃO

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, Instalações Elétricas Industriais, Materiais Elétricos e Sistemas Elétricos, já para o desempenho das atividades de gestão e viabilidade econômica a importância da disciplina de Engenharia Econômica.

As relações pessoais e o *networking* são de grande importância, receber orientação de pessoas experientes é bastante enriquecedor profissionalmente e pessoalmente.

Ter uma experiência como esta no momento em que iniciasse o curso de disciplinas da grade profissional de engenharia elétrica 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.

O contato com profissionais de diversas áreas do conhecimento e de diversos níveis de conhecimento cooperam para o crescimento profissional do indivíduo. E gostaria de destacar a confiança que a empresa depositou no meu trabalho, com certeza isso foi preponderante para que eu desenvolvesse minhas atividades da melhor forma possível. Ainda sim, permitem o desenvolvimento de habilidades gerencial, trabalho em equipe, organização e criatividade.

REFERÊNCIAS

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

CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 14. ed. São Paulo: LTC, 2000.

D. L. Antunes. “Convergência Tarifária”. Texto para discussão II ANEEL, 2005.

FILHO, João Mamede. **Instalações elétricas industriais**. 6ª edição: 2002. Editora: Livros Técnicos e Científicos (LTC). 6ª edição: 2002.

MUNDO DA ELÉTRICA, Tensão de passo, o que é? Como evitar?.
[<https://www.mundodaeletrica.com.br/tensao-de-passo-o-que-e-como-evitar/>] Acesso em 14/12/2018.

ANEXO A – *LAYOUT* DE INSTALAÇÃO DO PAINEL DA
PRENSA

