



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal  
de Campina Grande

FELIPE FERNANDES DA SILVA

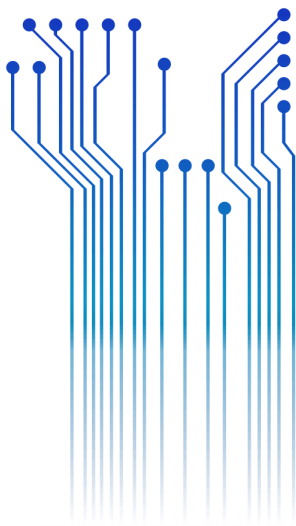


Centro de Engenharia  
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO  
ESTÁGIO INTEGRADO – BM ENGENHARIA



Departamento de  
Engenharia Elétrica



Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2015

FELIPE FERNANDES DA SILVA

ESTÁGIO INTEGRADO – BM ENGENHARIA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica 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: Execução de obras

Orientador:

Professor Genoilton João de Carvalho Almeida, M. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Novembro de 2015

FELIPE FERNANDES DA SILVA

ESTÁGIO INTEGRADO – BM ENGENHARIA

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Unidade Acadêmica 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: Execução de obras

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

**Professor Genoilton João de Carvalho Almeida, M. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho à minha família, em especial, minha mãe, companheira de todas as horas, dedicada em minha educação, corajosa e exemplo de vida que sem ela eu não teria conseguido chegar até aqui.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter colocado pessoas especiais em minha vida, que foram fundamentais em minha educação, e sem elas não teria conseguido concluir esse curso.

Agradeço à minha mãe, Alian, por me amar incondicionalmente, por ter me mostrado os caminhos certos a serem seguidos, por ter me educado da melhor maneira possível, por ter me mostrado com exemplos reais que nunca devemos reclamar da vida e nem baixar a cabeça diante das dificuldades, por ter me compartilhado comigo o sonho de ser Engenheiro Eletricista.

Agradeço a meu pai, Ivo, por ser exemplar em todos os aspectos, como pai, como amigo, como profissional e como homem. E não mediu esforços para eu conseguir chegar ao fim dessa etapa.

Agradeço a meus irmãos, Ferdinando e Igor por terem me apoiado nos momentos bons e difíceis, por ter me incentivado nos momentos tristes e por serem irmãos maravilhosos.

Agradeço a minha namorada, Mariana, por me compreender nos momentos de final de período e me ajudar a escrever os trabalhos e por ser uma excelente namorada.

Agradeço a Tia Socorro, Tia Maria, Tia Adriana, Tia Bastinha, Tia Vanda e todos da minha família que de alguma forma contribuíram com essa vitória.

Agradeço aos Engenheiros Hugo, João Marcelo, Valter Sene por me ajudarem a concluir esse estágio com êxito.

Agradeço ao professor Genoilton por ter aceitado me orientar e me ajudar a concluir este trabalho.

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

*“Cada um de nós tem  
tanto o desejo quanto  
o dever de conhecer  
a verdade de nosso  
próprio destino”*

Papa João Paulo II

## RESUMO

O presente relatório descreve as atividades realizadas pelo aluno Felipe Fernandes da Silva durante o estágio integrado no período de junho de 2015 a novembro de 2015, desenvolvido na empresa BM Engenharia com sede em Recife – PE, sob a orientação do professor Genoilton de Carvalho e supervisão dos engenheiros Ivson, Hugo e João Marcelo. O foco do estágio foi acompanhar as atividades desenvolvidas em obras, sendo responsabilidade do estagiário, atividades técnicas e administrativas que envolvem a execução das obras. O propósito inicial do estágio era a construção de uma subestação de 69 kV em Fortaleza – CE. Devido às necessidades da empresa, o estagiário foi enviado para a Klabin em Goiana – PE, onde ficou até a conclusão da obra. A segunda etapa se deu na Indústria Vidreira do Nordeste em Estância – SE, onde ficou até a conclusão da subestação 69 kV da ABB e, por último, foi para a USJP em Laranjeiras – SE para acompanhar a montagem industrial. Das atividades realizadas durante todo o período do estágio, pode-se concluir que, a exigência realizada pela academia de que todo estudante de Engenharia Elétrica realize um estágio obrigatório é correta, posto todo o aprendizado que o estagiário obteve durante o período, experiência profissional e pessoal. As mais diversas atividades, já relacionadas, contribuíram para colocar em prática todos os conhecimentos aprendidos na graduação, assim como, alcançar isso de forma rápida e integrada com vários funcionários durante esse período, sem mencionar o contato com grandes empresas.

**Palavras-chave:** Estágio Integrado; subestação; Planta de fabricação de papelão MP-24; Usina São José do Pinheiro.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Papel para ser reciclado.....	24
Figura 2 – Papel processado. ....	25
Figura 3 – Tanque de massa. ....	25
Figura 4 – MP 24 no piso +14500. ....	26
Figura 5 – Planilha de controle de material. ....	27
Figura 6 – RDO klabin. ....	28
Figura 7 – Planilha de controle de serviços da MP-24. ....	28
Figura 8 – Quadro com falhas na identificação. ....	29
Figura 9 – Identificação dos novos circuitos para impressão. ....	30
Figura 10 – Edificação MP - 24. ....	31
Figura 11 – Distância entre captores do spda e subsistema de descida. ....	32
Figura 12 – Ponto de conexão entre as malhas e fixação do captor a estrutura. ....	32
Figura 13 – Acesso principal à IVN. ....	33
Figura 14 – Projeto do TC de proteção e itens necessários a sua instalação. ....	34
Figura 15 – Planilha de conferência de material.....	35
Figura 16 – Comprovante de compra de materiais para obra. ....	35
Figura 17 – Retirada dos tc's de proteção do munk para serem colocados no local. ....	36
Figura 18 – Instalação da chave seccionadora do trafo 1. ....	37
Figura 19 – Disposição dos equipamentos na SE 69 kV. ....	37
Figura 20 – Colocação dos equipamentos no local com o caminhão munk. ....	38
Figura 21 – Malha de aterramento.....	39
Figura 22 – Malha de aterramento.....	40
Figura 23 – Bucha de alta do trafo. ....	41
Figura 24 – Isolador para-raio instalado na bandeja do trafo 1. ....	41
Figura 25 – Dados de placa do TSA.....	42
Figura 26 – Vazamento na bucha X0 do TSA.....	45
Figura 27 – Modelo de fabricação da usjp.....	46
Figura 28 – Desfibrilador de cana. ....	47
Figura 29 – Caldeiras 3 e 4.....	47
Figura 30 – Bagaço da cana utilizado nas caldeiras. ....	48
Figura 31 – Gerador com defeito que foi substituído. ....	49
Figura 32 – edificação pos explosão do gerador. ....	49
Figura 33 – Atividades na USJP.....	51
Figura 34 – Remoção dos cabos de MT da casa de força antiga para serem reaproveitados.....	52
Figura 35 – Lançamentos de cabos na USJP.....	52
Figura 36 – lançamento de cabos no pipe rack.....	53
Figura 37 – Teste megger em cabos de mt na casa de força nova. ....	54
Figura 38 – Geradores 3 e 4 e atividades nos cubículos de média da casa de força nova. ....	55
Figura 39 – Instalação do gerador 4. ....	56
Figura 40 – Placa do gerador 4.....	56
Figura 41 – piso intermediario da casa de força nova. ....	57
Figura 42 – Pipe rack entre a fabricação e a caldeira. ....	58
Figura 43 – Pipe rack do lado da casa de bombas. ....	59
Figura 44 – pipe rack proximo a destilaria. ....	59
Figura 45 – Desligamento para modificação no circuito da casa de força antiga.....	60
Figura 46 – Desligamento para conexão do circuito a um painel de média que não podia ser desligado. .	61
Figura 47 – Fases do trafo de 13,8 kV da casa de força antiga.....	62
Figura 48 – princípio de incêndio ocasionado por um curto. ....	63
Figura 49 – cubículo de média onde ocorreu o curto. ....	64
Figura 50 – barramento onde ocorreu o curto. ....	65



# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medições de resistência do TSA.....	42
Tabela 2 – Ensaios de relação de transformação do TSA pos conserto.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ABB S/A	Asea Brown Boveri Sociedade Anônima
BM	Bandeira & Almeida
BT	Baixa Tensão
CC	Casa de Comando
CHESF	Companhia Hidro Elétrica do São Francisco
CSAO	Caixa Separadora de Água e Óleo
EPI	Equipamento de Proteção Individual
IVN	Indústria Vidreirado Nordeste
IP	Isolador para-raio
LT	Linha de Transmissão
MT	Média Tensão
NR	Norma Regulamentadora
PMI	Project Management Institute
QDL	Quadro de Distribuição de Iluminação
RDO	Registro Diário de Obra
SE	Subestação
SPDA	Sistema de Proteção Contra Descargas Atmosféricas
TPI	Transformador de Potencial de Indutivo
TPC	Transformador de Potencial Capacitivo
TSA	Transformador de Serviços Auxiliares
USJP	Usina São José do Pinheiro

## LISTA DE SÍMBOLOS

cm	centímetro
kV	kilo ( $10^3$ ) volts
m	metro
mm <sup>2</sup>	milímetro cuadrado
MVA	mega ( $10^6$ ) volts ampere
$\mu$ A	micro ( $10^{-6}$ ) amperes
V	volts

# SUMÁRIO

Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Lista de Ilustrações .....	viii
Lista de Tabelas .....	ix
Lista de Abreviaturas e Siglas .....	x
Lista de Símbolos .....	xi
Sumário.....	xii
1 Introdução .....	14
1.1 Empresas .....	15
1.1.1 BM Engenharia Ltda .....	16
1.1.2 Klabin.....	16
1.1.3 ABB S/A .....	17
1.1.4 IVN.....	17
1.1.5 ATP Soluções em Energia.....	18
1.1.6 USJP Ltda.....	18
1.2 Objetivo .....	19
1.3 Estrutura do Trabalho .....	19
2 Embasamento Teórico .....	20
2.1 Equipamentos elétricos .....	20
2.1.1 transformadores de Potência .....	20
2.1.2 Transformadores para Instrumentos.....	20
2.1.3 Para-Raios .....	21
2.1.4 Chaves Seccionadoras .....	22
2.1.5 Disjuntores .....	22
2.1.6 Malha de Aterramento.....	22
2.2 Normas de Segurança – NR 10 e NR 35 .....	23
2.3 Gestão de Projetos .....	23
3 Atividades Desenvolvidas.....	24
3.1 Klabin.....	24
3.1.1 Gestão e Controle de Material.....	26
3.1.2 Atividades diárias e pendências de final de obra .....	27
3.1.3 Acompanhamento da instalação do spda .....	30
3.2 SE 69 kV– IVN.....	32

3.2.1	Levantamento e Controle de material necessário à obra.....	33
3.2.2	Instalação dos equipamentos no pátio.....	36
3.2.3	Malha de aterramento.....	38
3.2.4	Para-raios na bandeja de alta dos trafos .....	40
3.2.5	Defeito no transformador de serviços auxiliares.....	42
3.3	USJP.....	46
3.3.1	Acompanhamento e fiscalização das atividades em campo.....	50
3.3.2	Acompanhamento de montagem industrial.....	54
3.3.3	Desligamentos .....	60
4	Conclusão.....	66
	Referências .....	67

# 1 INTRODUÇÃO

O presente relatório faz parte da conclusão da disciplina Estágio Curricular necessária para obtenção do diploma de bacharel em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Campina Grande. A disciplina foi cursada na modalidade estágio integrado, com carga horária mínima de 660 horas. O estágio teve vigência de 01/06/2015 a 01/11/2015.

O Estágio foi realizado nas obras onde a BM (Bandeira & Almeida) engenharia tinha contrato de prestação de serviços, o estágio proporcionou contato direto com atividades do setor elétrico, como instalações elétricas industriais e construção de SE (Subestação) 69kV para alimentar uma indústria, gestão de pessoas e controle de compras de produtos e serviços necessários para o desenvolvimento das atividades e conclusão da obra.

A BM Engenharia, consorciada da Klabin, foi contratada para a construção da linha de produção da MP24 da fábrica de papelão da Klabin localizada no município de Goiana – PE. Consorciada da ABB S/A (Asea Brown Boveri Sociedade Anônima) e da IVN (Indústria Vidreira do Nordeste) foi contratada para execução de obras civis, montagem eletromecânica e montagem elétrica industrial de 1 (uma) subestação principal de 69/13,8 kV – 10/20 MVA, situada no município de Estância – SE. Consorciada da ATP Soluções em Energia e da USJP (Usina São José do Pinheiro), foi contratada para a montagem industrial da expansão de uma planta existente e a expansão e modificação do circuito elétrico da usina.

O Estágio teve orientação do Professor Genoilton João de Carvalho Almeida e supervisão dos Engenheiros Ivson de Araújo Bandeira, Hugo Monteiro Silva e João Marcelo Costa Leal da Silva. Durante o estágio foi possível aliar a prática de campo aos conhecimentos adquiridos durante a graduação, facilitando o desenvolvimento das atividades realizadas, descritas abaixo:

- Acompanhamento da instalação do SPDA da planta MP24;
- Acompanhamento das atividades de logística relacionadas ao início e finalização de obras;

- Acompanhamento das obras civis relacionadas à construção de uma SE 69 kV, como: construção da casa de comando (CC), das bases dos equipamentos elétricos, instalação das estruturas de concreto dos postes e pórticos, canaletas de baixa (BT) e média tensão (MT), caixa separadora de água e óleo (CSAO);
- Acompanhamento da montagem do sistema de proteção contra descargas atmosféricas (SPDA) e do sistema de aterramento do pátio;
- Acompanhamento da instalação dos equipamentos do pátio nas estruturas de concreto;
- Acompanhamento da construção dos encaminhamentos e interligação dos quadros de BT, dos cubículos de MT, dos equipamentos elétricos e da linha de transmissão (LT) a SE;
- Acompanhamento da instalação elétrica da iluminação da casa de comando e do pátio;
- Controle de material de obra;
- Contato direto com fornecedores e empresas para compra de materiais e serviços para as obras;
- Emissão de Registro Diário de Obra;
- Acompanhamento no lançamento de cabos para a mudança na instalação elétrica da USJP;
- Acompanhamento na instalação do gerador de contra pressão da USJP;
- Acompanhamento da montagem industrial;
- Acompanhamento de desligamentos;
- Acompanhamento de testes de isolamento em cabos de média.

## 1.1 EMPRESAS

A seguir será apresentado um breve resumo dos acontecimentos em cada empresa envolvida nos projetos que foram desenvolvidos no período do estágio integrado.

### 1.1.1 BM ENGENHARIA LTDA

A BM Engenharia, com sede em Recife – PE atua no mercado de instalações industriais desde 2007, a experiência de seus profissionais no setor garante excelentes resultados aos clientes, fornecendo serviços e produtos com qualidade.

A empresa se tornou referência na área ao firmar parcerias com grandes empresas, atuando como prestadora de serviços a ABB, Eletrobrás CHESF, ATP Energia, ERSÁ Engenharia, ALUSA Engenharia, Suape, Saint Gobain, entre outras.

A BM Engenharia se fez presente em vários empreendimentos, alguns são citados abaixo:

- Montagem eletromecânica da casa de força e subestação das PCHs (Pequena Central Hidrelétrica) de São Gonçalo, Paiol, São José do Mantimento e Santa – Fé, no estado de Minas Gerais;
- UHE – Usinas Hidrelétricas de Barra de Braúna, São José – MG;
- Termoelétrica de Laranjeiras – SE.

Em parceria com a Klabin, ABB e ATP ela atuou na instalação de uma nova planta MP24 de fabricar papelão na Klabin, construção civil e eletromecânica da SE 69kV, na IVN, da ABB, e por último, na expansão da instalação elétrica e instalação de um gerador na USJP como contratada da ATP.

### 1.1.2 KLABIN

A Klabin, maior produtora e exportadora de papéis do Brasil, é líder na produção de papéis e cartões para embalagens, embalagens de papelão ondulado, sacos industriais e madeira em toras. Fundada em 1899, possui atualmente 14 (quatorze) unidades industriais no Brasil e uma na Argentina. Está organizada em três unidades de negócios: Florestal, Papéis (papel cartão, papel kraft e reciclados) e Conversão (papelão ondulado e sacos industriais).

Em Goiana – PE está situada a maior unidade de embalagens da Klabin, em funcionamento desde 20 de março de 1973, contando com plantas para produção de papéis reciclados, embalagens de papelão ondulado e sacos industriais. A linha de papelão ondulado produz atualmente 146 mil toneladas/ano. A estrutura de sacos industriais tem capacidade de produção de 14 milhões de saco/mês. Já a produção total de reciclados é de 50 mil toneladas ao ano.



No consórcio firmado com a BM Engenharia para a execução da parte elétrica da planta MP24, a mesma ficou responsável por fornecer todos os equipamentos necessários para a construção da parte elétrica da planta.

### 1.1.3 ABB S/A

A ABB S/A é uma empresa multinacional com sede na Suíça, que atua na parte de robótica, na área de potência e automação. É uma das maiores companhias de engenharia do mundo, estando presente em mais de 100 (cem) países, com aproximadamente 145.000 (cento e quarenta e cinco mil) funcionários. Por ser de capital aberto, a empresa oferece ações nas bolsas de valores de Zurique, Estocolmo e Nova York. No Brasil, a empresa atua desde 1957 com sua primeira unidade situada em Osasco – SP, possuindo as seguintes certificações:

- D&B DUNS Registered Eletronic Certificate;
- ISO9001;
- ISO14001;
- OSHAS 18001.

No consórcio firmado com o Grupo Saint Gobain para construção da SE 69 kV, a ABB é responsável por fornecer todos os equipamentos e painéis, assim como, executar o comissionamento de todos os equipamentos e instalações.

### 1.1.4 IVN

A IVN é uma empresa da Verallia, que faz parte do grupo Saint Gobain e será a fábrica mais moderna do grupo no Brasil. A unidade será responsável por produzir embalagens de vidro com o objetivo de atender os mercados de bebidas e alimentos do Nordeste.

A Verallia é uma das líderes no mercado de embalagens de vidro no Brasil. No país, a empresa possui três fábricas localizadas nas cidades de Campo Bom (RS), Porto Ferreira (SP) e São Paulo (SP), uma fábrica de moldes também em São Paulo.

O grupo Saint Gobain é uma das 100 (cem) maiores empresas industriais do mundo, com presença em 64 (sessenta e quatro) países, 193.000 (cento e noventa e três mil) funcionários. No Brasil atua acerca de 76 anos, o grupo reúne 53 fábricas, 42

centros de distribuição, 10 mineradoras, 38 lojas e 18 escritórios comerciais. Entre as principais marcas da Saint-Gobain no Brasil estão Verallia, Brasilit, Carborundum, Isover, Norton, PAM, Placo, Quartzolit, Sekurit e Telhanorte.

#### 1.1.5 ATP SOLUÇÕES EM ENERGIA

A ATP Soluções em Energia integra o Grupo ATP, que surgiu em 1991 com a ATP Engenharia, é hoje composto por mais de 20 (vinte) empresas. As operações da *holding*<sup>1</sup> incluem os segmentos de infraestrutura de transportes, empreendimentos imobiliários, soluções tecnológicas, transporte urbano, limpeza urbana, engenharia e energia. O Grupo ATP tem hoje centenas de empreendimentos no Brasil e no exterior. Em 2014, formou a ATP Soluções em Energia, na qual estão concentradas as operações do grupo na área de energia.

Em 2014, a ATP Soluções em Energia adquiriu a planta industrial da Areva Renewables Brasil, que traz na sua história o nome da fábrica de painéis elétricos Koblitz. Hoje a ATP Soluções em Energia atua tanto na fabricação de painéis, quanto nos projetos e obras de engenharia, para desenvolver e implementar as melhores soluções e integração de sistemas de energia.

#### 1.1.6 USJP LTDA

Localizada no Município de Laranjeiras Estado de Sergipe a Usina São José do Pinheiro é uma empresa secular que presta serviço na comercialização e fabricação de açúcar, álcool, melação e geração de energia para todo o Nordeste Brasileiro, alguns países europeus e africanos.

Na safra 2010/2011 a USJP passa a oferecer ao mercado energia elétrica obtida do processamento da biomassa da cana de açúcar. Com o crescimento da usina, ela tem uma produção média, dos últimos 5 (cinco) anos, de 900.000 (novecentos mil) ton. de cana moída por ano, 1.800.000 (um milhão e oitocentos mil) de sacas de açúcar por ano, 7.000.000 (sete milhões) litros de álcool anidro e 8.000.000 (oito milhões) de álcool hidratado por ano.

---

<sup>1</sup> Grupo de capital aberto. Tradução nossa.

## 1.2 OBJETIVO

O estágio curricular integrado é responsável por preparar o aluno para o mercado de trabalho, aliando os conhecimentos teóricos adquiridos durante a graduação com as atividades práticas que desafiam o aluno a aplicar esses conhecimentos e resolver os problemas impostos no dia-a-dia do estágio.

Esse documento retratará o acompanhamento em três obras distintas durante o período de estágio, que teve uma duração de 5 (cinco) meses junto a empresa BM Engenharia.

## 1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este relatório de estágio será estruturado em quatro capítulos, sendo neste apresentadas as atividades desenvolvidas e as empresas envolvidas, e mais três capítulos descritos a seguir.

O capítulo 2 (dois) consta de um breve embasamento teórico acerca das atividades que foram desenvolvidas, onde serão abordados temas sobre equipamentos elétricos, normas de segurança e gestão de projetos.

O capítulo 3 (três) abordará, de fato, os eventos ocorridos durante o estágio.

O capítulo 4 (quatro), e último, trará a conclusão do estágio, dando ênfase no conhecimento prático adquirido durante a vigência do estágio e como isso vai influenciar a vida profissional do estudante de engenharia.

## 2 EMBASAMENTO TEÓRICO

### 2.1 EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS

#### 2.1.1 TRANSFORMADORES DE POTÊNCIA

Por razões técnicas e econômicas, transmitir e distribuir energia elétrica em apenas um nível de tensão não é desejável. A grande vantagem da corrente alternada em relação à corrente contínua deve-se ao transformador, que possibilita a obtenção de qualquer nível de tensão quase sem perdas.

Um transformador (ou Trafo) é um equipamento responsável por transmitir energia elétrica ou potencia elétrica de um circuito a outro, transformando tensões e correntes em circuito de corrente alternada.

Por questões de segurança, são utilizados baixos níveis de tensão na entrega ao consumidor. Por sua vez, em razão de limitações impostas por níveis de isolamento, funcionamento mais econômico de equipamentos, a energia é distribuída em níveis de tensão de até 32 kV. Por outro lado, para possibilitar altas potências com perdas relativamente baixas o transporte de energia elétrica dos centros geradores aos centros consumidores são feitos em níveis de tensão elevados de até 1.000 kV (FRONTIN, 2013).

Portanto, transformadores são utilizados em todo sistema de energia elétrica que tem a necessidade de transformar a tensão. Os transformadores são utilizados na ligação entre unidades geradores e linhas de transmissão, entre linhas de diferentes níveis de tensão, para alta tensão. Em níveis de baixa tensão, os transformadores abaixam a tensão para o uso residencial 240/120 V. São equipamentos altamente eficientes e muito confiáveis.

#### 2.1.2 TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTOS

Os medidores, relés de proteção e os dispositivos de controle do tipo de corrente alternada funcionam pela alimentação dos transformadores para instrumentos, que são

divididos em transformadores de potencial (TP) e de corrente (TC). Estes transformadores proporcionam isolamento contra alta-tensão do circuito primário (FRONTIN, 2013).

#### 2.1.2.1 TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Os transformadores de corrente (TCs) têm o seu enrolamento primário ligado em série com o circuito de alta tensão (circuito primário). A corrente que circula no primário do TC é ditada pelo que acontece no sistema de alta tensão, chamada de corrente primária. A corrente que circula no secundário do TC é uma imagem da corrente primária (corrente de carga ou curto circuito) que são transformadas de acordo com as características elétricas e especificações dos TCs. Os transformadores de corrente são classificados em dois tipos, para serviços de medição e para serviços de proteção.

#### 2.1.2.2 TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

Os transformadores de potencial (TPs) são utilizados para prover sinais de tensão para equipamentos que apresentam elevada impedância de entrada, como voltímetros, relés de tensão e bobinas de tensão de medidores de energia. São classificados em transformador de potencial de indutivo (TPI), para tensões menores ou iguais a 138 kV, e transformador de potencial capacitivo (TPC), para tensões maiores que 138 kV.

#### 2.1.3 PARA-RAIOS

Também conhecidos como supressores de surtos, são os equipamentos responsáveis pelo controle de parte das sobretensões existentes nos sistemas elétricos de potência, contribuindo para sua economia, confiabilidade e continuidade de operação.

Os equipamentos podem ser solicitados por sobretensões provenientes de ocorrência internas ou associados com a ocorrência de descargas atmosféricas. Com o objetivo de impedir que estes equipamentos sejam danificados, utilizam para-raios. Atuam como limitadores de tensão, impedindo que valores acima de um determinado nível preestabelecido em projeto possam alcançar os equipamentos para os quais fornecem proteção.

#### 2.1.4 CHAVES SECCIONADORAS

Uma das principais funções da chave seccionadora é garantir uma distância segura de isolamento após a abertura de bloqueio da corrente principal, que é feito por disjuntores. Os disjuntores não são capazes de garantir essa distância segura de isolamento devido à pequena distância de isolamento entre os contatos após a abertura. Do ponto de vista ainda dielétrico, a chave deve garantir a perfeita coordenação de isolamento para a terra e entre contatos abertos. Dessa forma, ainda que ocorra uma disrupção inevitável, ocorrerá para a terra, e nunca no *gap*.

São fabricadas para operar normalmente sobre corrente nominal e suportar esforços dinâmicos e térmicos de curto-circuito e manobra. Também devem suportar esforços de vento, de terminais, sísmicos e capacidade de operação sob acumulação de neve ou gelo. As chaves seccionadoras mais comercializadas em redes elétricas de alta tensão são para manobra em vazio e com chaves de aterramento.

#### 2.1.5 DISJUNTORES

Sua função é interromper correntes de curto-circuito em curtíssimos intervalos de tempo, sendo esta uma das tarefas mais difíceis confiadas aos equipamentos instalados em sistemas de potência. Também são capazes de estabelecer correntes de falta, estabelecer e interromper correntes de magnitudes muito menores e de isolar partes dos sistemas quando aberto. A necessidade de executar todas essas tarefas de forma confiável para impedir danos aos operadores e equipamentos torna os disjuntores um dos equipamentos mais complexos instalados em sistemas de potência.

#### 2.1.6 MALHA DE ATERRAMENTO

Para que um sistema de energia elétrica opere corretamente, com continuidade de serviço, com um desempenho seguro do sistema de proteção e garantia dos limites de segurança pessoal, é fundamental uma malha de aterramento bem projetada e executada. Os objetivos principais da malha de aterramento são (KINDERMANN, 1995):

- Obter resistência de aterramento mais baixa possível, para corrente de falta à terra;

- Proporcionar um caminho de escoamento para a terra, para descargas atmosféricas;
- Escoar as cargas estáticas geradas nas carcaças dos equipamentos;
- Permitir a atuação das proteções de maneira mais rápida e eficiente;

## 2.2 NORMAS DE SEGURANÇA – NR 10 E NR 35

A NR 10 (dez), norma regulamentadora 10 (dez), estabelece os requisitos e condições mínimas de controle e sistemas preventivos para garantir a segurança e saúde de trabalhadores que desenvolvem atividades, direta ou indiretamente em instalações elétricas e serviços com eletricidade.

Um dos principais motivos de acidentes com e sem afastamento se devem a eventos envolvendo quedas de trabalhadores de diferentes níveis. Com isso, a norma regulamentadora 35 (trinta e cinco) foi criada utilizando os preceitos da antecipação dos riscos, para implantar medidas adequadas para cada situação de trabalho em altura, para que o mesmo se realize com a máxima segurança possível. Esta norma considera trabalho em altura toda atividade executada acima de 2,00 m (dois metros) do nível inferior.

## 2.3 GESTÃO DE PROJETOS

Segundo a *Project Management Institute*<sup>2</sup> (PMI), um projeto é um conjunto de atividades temporárias, realizadas em grupo, destinadas a produzir um produto, serviço ou resultado únicos. É temporário no sentido que tem início e fim definidos no tempo. E muitas vezes é executado por uma equipe de pessoas que geralmente não trabalham juntas, algumas vezes, vindo de locais e organizações diferentes.

A Gestão de Projetos segundo a PMI consiste na aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para a execução de projetos de forma efetiva e eficaz, utilizando os recursos em mãos para estimar, planejar, acompanhar e controlar um número de tarefas relacionadas entre si, que resultam num produto final específico que esteja dentro do prazo e orçamento predefinidos. De preferência, com um custo abaixo do orçamento.

---

<sup>2</sup> Instituto de Manejamento de Projetos. Tradução nossa.

## 3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 3.1 KLABIN

A BM Engenharia esteve presente na Klabin em Goiana – PE durante a construção e instalação do complexo da máquina de papel 24 através do contrato Máquina de Papel 24 (MP-24), triplicando a capacidade de produção de papel reciclado que antes era de 50 mil toneladas/ano e hoje são 160 mil toneladas/ano. Este contrato colocou a BM Engenharia como responsável por toda a instalação de iluminação e tomadas, condicionadores de ar, SPDA e rede.

A MP – 24 opera em regime constante processando papel e reciclando como pode ser visto na Figura 1. Após o papel ser cortado e lavado ele passa por uma moenda responsável por processar o papel reciclado como pode ser visto na Figura 2. Posteriormente passa por vários tanques para ser misturado e depois seco como pode ser visto na Figura 3. Por último passa pela MP – 24 que transforma a massa em papel reciclável e separa em rolos de 20 toneladas, como é mostrado na Figura 4.

Figura 1 – Papel para ser reciclado.



Fonte: Próprio autor.



Figura 2 – Papel processado.



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 – Tanque de massa.



Fonte: Próprio autor.

Figura 4 – MP 24 no piso +14500.



Fonte: Próprio autor.

A obra foi encerrada no dia 26 de junho, tendo o estagiário iniciado as suas atividades na mesma no dia 29 de maio, passando assim pouco menos de um mês no local. Como a obra já estava terminando, as atividades desenvolvidas durante esse período foram de organização e logística dos equipamentos e materiais da BM e da Klabin, pois a mão de obra foi responsabilidade da BM, mas todos os itens e equipamentos utilizados nos serviços foram da Klabin.

Ademais, foram finalizadas as pendências da obra, como identificar os cabos e circuitos nos QDLs (quadro de distribuição de iluminação), compra de algum material necessário para as atividades do dia e acompanhamento na instalação do SPDA da planta, como também a confecção dos RDO's (registro diário de obra). Todas essas atividades foram feitas sobre a supervisão do auxiliar de engenheiro eletricista, Hugo Monteiro.

### 3.1.1 GESTÃO E CONTROLE DE MATERIAL

Foi solicitado ao estagiário que fizesse um levantamento de todos os itens e equipamentos utilizados na obra e os que não seriam mais necessários para serem enviados para a sede da empresa em Recife – PE, além de separar os itens que eram da BM e os que eram da Klabin. Com isso, foi necessária a familiarização com os itens e equipamentos com o auxílio do almoxarife, o controle desse material era feito por meio de planilhas digitais como pode ser visto na Figura 5. Os mesmos eram enviados para

Recife – PE, assim que surgia uma oportunidade de viagem. Visando o mínimo de despesas possível para enviar o material.

Figura 5 – Planilha de controle de material.

DESCRIÇÃO DA FERRAMENTA	OBRA	PATRIMÔNIO	DATA Compra	DATA Entrega	SOLICITANTE	COMPRADOR	Local Compra	OBSERVAÇÃO
ESCALA TETRAGONAL	KLABIN	94						
ESCALA TETRAGONAL	KLABIN	194						
ESCALA TETRAGONAL	KLABIN	142						
ESCALA TETRAGONAL	KLABIN	141						
PROFUNDIDADE SULLA	KLABIN	200						
FURACERA HPACTO	KLABIN	167						
FURACERA HPACTO	KLABIN	9						
FURACERA HPACTO	KLABIN	190						
FURACERA DE HANDBO	KLABIN	175						
FURACERA ACUMPRIO	KLABIN	192						
LABORADOR DO	KLABIN	131						
LABORADOR VALI	KLABIN	96						

Fonte: BM engenharia.

### 3.1.2 ATIVIDADES DIÁRIAS E PENDÊNCIAS DE FINAL DE OBRA

Todas as atividades realizadas em obra devem ser registradas para controle da empresa contratante e da empresa contratada. Controle da quantidade de colaboradores em obra, pois isso é definido em contrato, dos serviços que foram e estão sendo realizados, pois toda obra tem início e fim definidos em contrato. Com isso, foi solicitado ao estagiário que fizesse o registro diário de obra e enviasse para o responsável pela mesma como pode ser visto na Figura 6.

Figura 6 – RDO klabin.

**DIÁRIO DE OBRA**

OBRA: **MP-24** CONTRATO: **VNC 3633**

Prazo: **185** Dias de obra: **269** INÍCIO: **01/09/2014** TÉRMINO: **30/01/2015** DATA: **04/06/2015**

PRORROGAÇÃO: INÍCIO: TÉRMINO: DIA: **QUINTA FEIRA**

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS:			
TEMPO BOM	NUBLADO	CHUVA FRACA	CHUVA FORTE
MANHÃ <input checked="" type="checkbox"/>	MANHÃ <input type="checkbox"/>	MANHÃ <input type="checkbox"/>	MANHÃ <input type="checkbox"/>
TARDE <input checked="" type="checkbox"/>	TARDE <input type="checkbox"/>	TARDE <input type="checkbox"/>	TARDE <input type="checkbox"/>
NOITE <input checked="" type="checkbox"/>	NOITE <input type="checkbox"/>	NOITE <input type="checkbox"/>	NOITE <input type="checkbox"/>

TOTAL DE MÃO DE OBRA: **29** Empreiteira: Terceiros: Equipamentos: **3**

ENFO CIVIL <input type="checkbox"/>	ALMOXARIFE <input checked="" type="checkbox"/>	ELETRICISTA <input checked="" type="checkbox"/>	MOTORISTA <input type="checkbox"/>	TOPOGRAFO <input type="checkbox"/>	BETONEIRA <input type="checkbox"/>	VIBRADOR <input type="checkbox"/>	TRATOR EST <input type="checkbox"/>
ENFO ELETRIC. <input checked="" type="checkbox"/>	CARPINTEIRO <input type="checkbox"/>	ELETRICISTA FC <input type="checkbox"/>	OP. MÁQUINA <input type="checkbox"/>	AUX. TOPOS <input type="checkbox"/>	SERRA ELÉT <input type="checkbox"/>	RETROSCAV <input type="checkbox"/>	AUTOMÓVEL <input type="checkbox"/>
ENFO COORD <input type="checkbox"/>	ARMADOR <input checked="" type="checkbox"/>	SOLDADOR <input type="checkbox"/>	OP. MUNCK <input checked="" type="checkbox"/>	LABORATOR <input type="checkbox"/>	CAMINHÃO MJN <input checked="" type="checkbox"/>	POLICORTE <input checked="" type="checkbox"/>	MARTELETE <input type="checkbox"/>
SUP. TÊC <input type="checkbox"/>	PEDREIRO <input type="checkbox"/>	SERRALHEIRO <input type="checkbox"/>	OP. GUIND <input type="checkbox"/>	CONTROLISTA <input type="checkbox"/>	COMPACTAD <input type="checkbox"/>	ROLO <input type="checkbox"/>	SERRA MANUAL <input type="checkbox"/>
TÊC. ELECTROT. <input type="checkbox"/>	PINTOR <input type="checkbox"/>	AUX. ELETRICISTA <input checked="" type="checkbox"/>	OP. PERFUR <input type="checkbox"/>	VEÍCULO <input checked="" type="checkbox"/>	PÁ CARREG <input type="checkbox"/>	EQT. TRAT. ÓLEO <input type="checkbox"/>	GUINDASTE <input type="checkbox"/>
TÊC. SEGUR <input checked="" type="checkbox"/>	AJUDANTE <input type="checkbox"/>	MECÂNICO <input type="checkbox"/>	AJ. GUIND <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	TQ. ÓLEO <input type="checkbox"/>	LIXADERA <input checked="" type="checkbox"/>	ESC. HIDRÁUL <input type="checkbox"/>
ENCARRREG. <input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	AUX. TÉCNICO <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	MUNCK <input type="checkbox"/>	MAQ. SOLDA <input checked="" type="checkbox"/>	TRADO MECÂN <input type="checkbox"/>

**DESENVOLVIMENTO DOS SERVIÇOS**

- 1 - Instalação de tomadas para alimentação dos portões entre as SEs 04 e 05
- 2 - Subst. Luminária de emergência no piso 6000
- 3 - Execução de SPDA no prédio de Aparas
- 4 - Montagem de infraestrutura de escadas/Colunas F
- 5 - Interligação de luminárias nas escadas/ Colunas F
- 6 - Montagem de luminárias para escadas
- 7 - Fechamento e organização de QDLs no piso 6,0
- 8 - Identificação de cabos

Fonte: BM engenharia.

Foi determinado ao estagiário que conferisse todos os quadros que já haviam sido finalizados, verificando se tinha ficado alguma pendência, como um mau contato ou a falta da identificação do circuito ou dos cabos. Com isso o estagiário foi a campo com todos os EPI's necessários e verificou com a ajuda de um electricista o que estava faltando e atualizou em planilha digital, a Figura 7 mostra a identificação dos circuitos determinados em projeto.

Figura 7 – Planilha de controle de serviços da MP-24.

ILUMINAÇÃO - MAQUINA SE-03						
Quadro	Circuito	Circuito	Potencia (W)	Projeto (QT)	Montado (QT)	Montado (%)
322E6251	322E6252 - MÁQUINA D PAPEL COL. 7	QDL-04A	43585	1	1	100
	322E6253 - MÁQUINA PAPEL COL. 14	QDL-04B	42047	1	1	100
	322E6254 - SALA CONTROLE/ADM. MP	QDL-04D	12726	1	1	100
	Circuito Reserva 1	R1	15000	0	0	100
ILUMINAÇÃO - MAQUINA COL. 7 A 14, EL 0,00 e 6,00						
Quadro	Circuito	Circuito	Potencia (W)	Projeto (QT)	Montado (QT)	Montado (%)
11 a 13 - LA - El. +6,0	Iluminação Col. 11 a 13 - LA - El. +6,0	C30	2150	6	6	100
	Iluminação Col. 8 a 10 - LA - El. +6,0	C31	2400	6	6	100
	Iluminação Col. 7 a 14 - LC - El. +6,0	C32	2000	5	5	100
	Iluminação Col. 7 a 14 - LC - El. +6,0	C33	2400	7	3	100
11 a 13 - LA - El. +6,0	Iluminação Col. 7 a 14 - LA - El. +6,0	C34	2550	7	0	100

Fonte: BM engenharia.

Durante a atividade foi constatado que alguns circuitos estavam com a identificação errada, outros com a identificação incompleta e alguns sem identificação como pode ser visto na Figura 8. Isso ocorreu por que durante a execução do projeto foram realizadas diversas modificações nos circuitos e não foram acrescentadas ao projeto.

Figura 8 – Quadro com falhas na identificação.



Fonte: Próprio autor.

A correção da identificação dos circuitos nos QDL's é de grande importância, pois é o projeto e a identificação nos quadros que informam ao responsável pela manutenção onde estão localizados os circuitos e qual disjuntor deve ser desligado para realização de uma manutenção. No caso da instalação física estar diferente do projeto, durante a manutenção, pode ocasionar acidentes com vitima fatal, pois a tensão é 220 V.

Após a inspeção dos quadros, o estagiário atualizou em planilha digital, como pode ser visto na Figura 9, com a inserção dos novos circuitos e dos circuitos modificados. Esta foi enviada para a sede da empresa, após a devida supervisão do auxiliar de engenheiro eletricista. Foram então impressos os novos tags e anilhas e enviados ao canteiro de obras e procedidas as adequações.

Figura 9 – Identificação dos novos circuitos para impressão.

TÍTULO DO DOCUMENTO / DOCUMENT TITLE		NÚMERO DOC. A1 A1 DOC. NUMBER	REV.
KLABIN S.A. LISTA DE CABOS DE INSTRUMENTAÇÃO MP24 - KLABIN GOIANA - BOP - AMIDO CRÚ		KLG-1831-140-I-LCI-001	1
		NÚMERO CLIENTE CLIENT NUMBER	REV.
		-	-
		DATA DATE	CERTIFICADO
		07/05/14	FINALIDA DE PURPOSE
TAG TAG	ORIGEM FROM	DESTINO TO	
324-EP-0001-324-CJ-0160	324-CJ-0160-R20	324-EP-0001	
220-LC-0003-220-LT-0003	220-LT-0003	PN CALDEIRA EXISTENTE	
220-LC-0003-220-LV-0003	220-LV-0003	PN CALDEIRA EXISTENTE	
324-FI-6601-324-FI-6601	324-FI-6601	324-RIC-0001	
324-FIC-6601-324-FIC-6601	324-FI-6601	324-RIC-0001	
324-RIC-001-M3P-34	M3P-34	324-RIC-0001	
324-RIC-001-324-B-7644-A	324-B-7644	324-RIC-0001	
324-RIC-001-324-B-7645-A	324-B-7645	324-RIC-0001	
324-RIC-001-324-B-7646-A	324-B-7646	324-RIC-0001	
324-RIC-001-324-B-7647-A	324-B-7647	324-RIC-0001	
324-LI-6675-324-LT-6675	324-LT-6675	324-CJ-0160-R20	
324-LI-6681-324-LT-6681	324-LT-6681	324-CJ-0160-R20	
324-LI-6679-324-LT-6679	324-LT-6679	324-CJ-0160-R20	
324-LI-6650-324-LT-6650	324-LT-6650	324-CJ-0160-R20	
110-FI-9019-110-FI-9019	110-FI-9019	320-CJ-0089-R19	
321-AI-8667-321-AI-8667	321-AI-8667	321-CJ-0070-R16	

Fonte: Próprio autor.

### 3.1.3 ACOMPANHAMENTO DA INSTALAÇÃO DO SPDA

A edificação da MP 24 é coberta por material condutor, como pode ser visto na Figura 10. Devido a sua extensão e complexidade, pois a mesma tem em seu interior quatro níveis, +0,0; +6,0; +8,0 e +14,50 metros, foi decidido pelos projetistas construir o SPDA utilizando os condutores em malha do método Faraday e captosres Franklin. Isso diminui as chances de em caso de descargas atmosféricas, colocar em risco a vida de algum colaborador ou danificar algum equipamento pelo escoamento não eficaz da sobrecorrente.

Foram utilizados hastes de metal de aproximadamente 40 cm, bases de metal para fixar as hastes, cabos de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, conectores Split bolt<sup>3</sup> galvanizados a fogo e plataforma articulada.

Os captosres foram fixados a uma distância de aproximadamente 3 metros entre eles, como pode ser visto na Figura 11. O cabo de cobre foi usado para formar as malhas, interliga-las, e o subsistema de descida como pode ser visto nas Figuras 11 e 12. Os conectores split bolt<sup>4</sup> foram utilizados para fixar a malha e o subsistema de descida a estrutura. E a plataforma articulada foi utilizada para elevar os equipamentos e os

<sup>3</sup> Conectores de pressão. Tradução nossa.

<sup>4</sup> Conectores de pressão. Tradução nossa.

colaboradores até o teto da edificação para eles poderem instalar o SPDA, além de auxiliar na fixação do subsistema de descida a edificação. Por fim, o subsistema de descida foi conectado ao aterramento da edificação.

Para garantir a segurança dos colaboradores durante a instalação, eles utilizaram os seguintes EPI's: protetor solar, capacete, óculos de proteção escuros, cinto com talabarte e luvas.

Figura 10 – Edificação MP - 24.



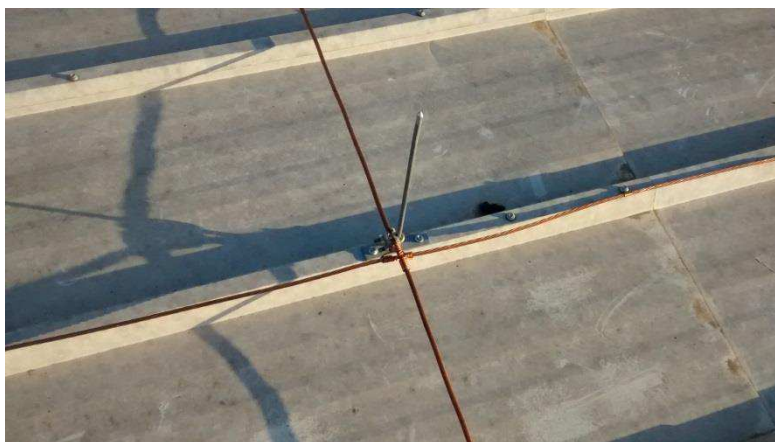
Fonte: Próprio autor.

Figura 11 – Distância entre captadores do spda e subsistema de descida.



Fonte: Próprio autor.

Figura 12 – Ponto de conexão entre as malhas e fixação do captor a estrutura.



Fonte: Próprio autor.

### 3.2 SE 69 kV– IVN

A segunda etapa do estágio se deu na construção civil e eletromecânica da SE 69 kV da ABB, realizada para a Indústria Vidreira do Nordeste localizada em Estância – Sergipe. O estagiário chegou à obra em 29 de junho e ficou na mesma até 12 de outubro. Durante esse período, ele assistiu à obra da USJP em Laranjeiras – Sergipe,



esta localizada a 70 km de distância da IVN. Essa assistência ocorreu pois, mesmo com a SE concluída, faltavam finalizar as pendências levantadas pela ABB e IVN que se davam, em sua maioria, por atrasos de fornecedores.

O estagiário chegou na obra com o intuito de dar apoio nas partes de compras e logística, por causa do atraso da obra devido às condições climáticas e do terreno no local como pode ser visto na Figura 13. Além disso, ficou responsável inicialmente por colher orçamentos, levar aos engenheiros responsáveis e depois entrar em contato com a empresa escolhida para a mesma efetuar o serviço contratado no local.

Figura 13 – Acesso principal à IVN.



Fonte: Próprio autor.

À medida que as pendências eram finalizadas pelo estagiário, o mesmo passava a maior parte do tempo acompanhando e fiscalizando à obra. Este acompanhamento foi de grande valia para a formação profissional do mesmo, juntamente com a parte de compras e controle de material.

### 3.2.1 LEVANTAMENTO E CONTROLE DE MATERIAL NECESSÁRIO À OBRA

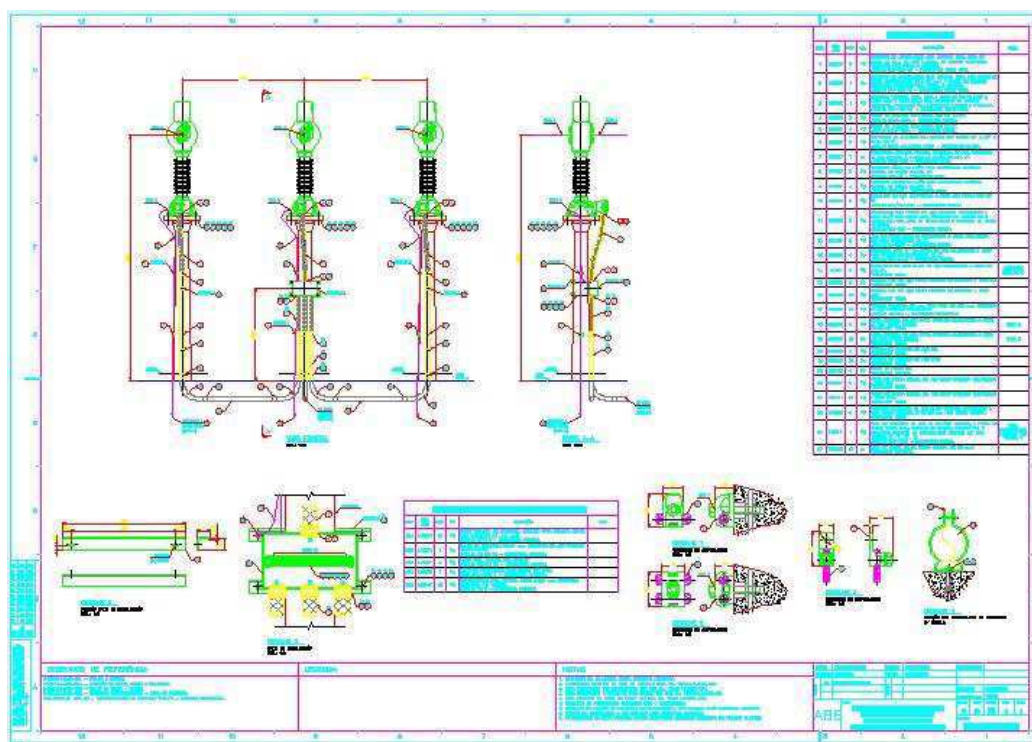
A obra foi iniciada em março do ano corrente, entretanto, por problemas climatológicos, a mesma estava bastante atrasada com previsão de energização para 28 de julho, só que faltava colocar os pórticos no local, os equipamentos, o encaminhamento para os cabos, o lançamento destes, e instalar a malha de aterramento. Eram inúmeras as atividades que faltavam ser finalizadas e pouco tempo para tal, com

isso a empresa mandou mais um encarregado de elétrica e cinco eletricitas para ajudar na finalização da obra.

Logo, fora designado ao estagiário o levantamento de todo o material elétrico que estava no almoxarifado, e conferir em projeto qual seria o total necessário e assim solicitar a empresa os encaminhamentos.

Para isso, foi necessário conferir em projeto o que seria utilizado como pode ser observado na Figura 14, o projeto de um TC de proteção, no lado direito da figura é possível visualizar uma lista com todos os itens necessários a instalação do mesmo. Foi de responsabilidade do estagiário, fazer o levantamento disso, pois esses itens não são encontrados em comércios convencionais de materiais elétricos, por serem galvanizados a fogo e serem custosos, por isso, é necessário fazer o levantamento prévio de tudo para não ter gastos desnecessários nem atrasos no fornecimento.

Figura 14 – Projeto do TC de proteção e itens necessários a sua instalação.



Fonte: BM engenharia.

Após realizar o levantamento de todos os itens necessários para a instalação dos equipamentos, o estagiário passou as informações para a planilha digital que pode ser vista na Figura 15 e encaminhou para o engenheiro João Marcelo.

Figura 15 – Planilha de conferência de material.

Equipamentos	Materiais	Qtd	Un.	Aplicação	Observações
	Conector de aterramento com suporte para cabo de cobre de 35 a 95 mm <sup>2</sup> à chapa, em bronze estanhado. Fornecido com porca e arruela. Modelo: GFS-200-AX - Fabricante: Delta Star.	2	pç		Acrescentar 7 pçs. Verificar lista de material.
	Conector de aterramento com suporte para dois cabos de cobre paralelos de 35 a 95 mm <sup>2</sup> à chapa, em bronze estanhado. Fornecido com porca e arruela. Modelo: APD-200-AX - Fabricante: Delta Star.	1	pç		Acrescentar 2 pçs. Verificar lista de material.
	Haste de aterramento em cobre de 93/4" com 3000 mm de comprimento. Modelo: FW-1034 - Fabricante: Fastweld. Conector terminal reto, para 1 cabo de 50-70 mm <sup>2</sup> à barra	1	pç		Acrescentar 2 pçs. Verificar lista de material. Verificar projeto da malha.

Fonte: Próprio autor.

Era necessário o registro das notas fiscais de todas as compras realizadas, para comprovar os gastos a empresa, e para a empresa ter controle interno do custo da obra. A Figura 16 mostra uma nota fiscal de compra.

Figura 16 – Comprovante de compra de materiais para obra.

CCD	DESCRIÇÃO DOS PRODUTOS/SERVIÇOS	NCM/SH	CFOP	UNID	QUANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL	ISSO TOTAL	B.CÁLC. ICMS	FATOR ICMS	VALOR (R\$)	ICMS (R\$)
7791030	FRONTIÇO	36295030	090	6403	CT	4,00	7,80	30,60	1,50			
7791014	FRONTIÇO	36295030	090	6403	CT	4,00	9,90	38,00	1,90			
7791014	FRONTIÇO	36295030	090	6403	CT	4,00	17,00	71,00	3,50			
7791029	FRONTIÇO	36295030	090	6403	CT	2,00	159,00	318,00	15,90			
4187002	FRONTIÇO	36295030	090	6102	PC	2,00	3,10	6,20	0,31	5,89	0,71	12,03
48222143	FRONTIÇO	82020100	000	6403	PC	1,00	27,39	27,39	1,37			

Fonte: Próprio autor.

Estas atividades de controle e compra de material foram de fundamental importância para familiarizar o estagiário com os itens necessários para a obra, assim

como, a importância de organização e controle de tudo que está acontecendo para cumprir os prazos.

### 3.2.2 INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NO PÁTIO

Quando o estagiário chegou ao local os equipamentos ainda não estavam instalados, as estruturas de sustentação dos mesmos estavam no local. Com isso, o estagiário acompanhou a colocação e fixação dos equipamentos em suas respectivas estruturas como pode ser visto na Figura 17.

Figura 17 – Retirada dos tc's de proteção do munk para serem colocados no local.



Fonte: Próprio autor.

Esta atividade leva um tempo considerável devido ao cuidado exigido na colocação dos mesmos, pois, se estes forem colocados de forma errada, pode causar problemas entre a interligação dos equipamentos, como é o caso da chave seccionadora, tendo em vista que seu bom funcionamento depende da forma com que ela foi instalada. A Figura 18 é possível visualizar a instalação da chave seccionadora do Trafo 2.

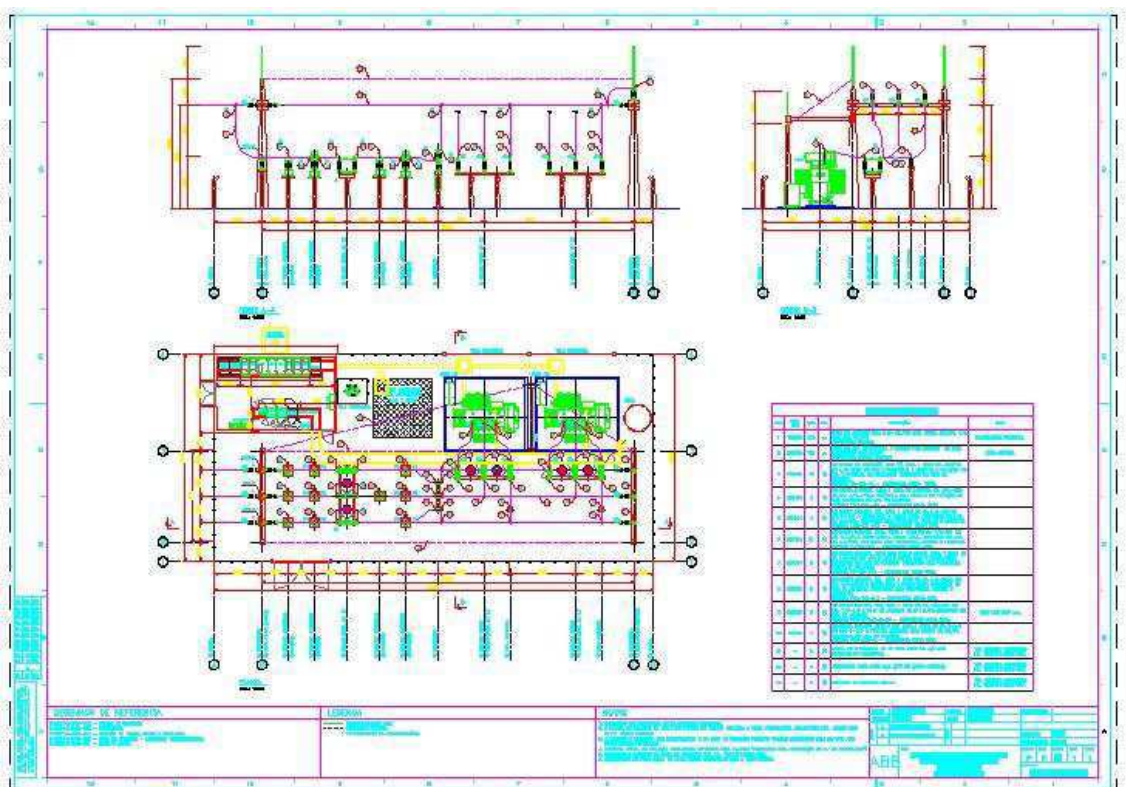
Figura 18 – Instalação da chave seccionadora do trafo 1.



Fonte: Próprio autor.

De tal modo, o estagiário acompanhou a instalação dos equipamentos em seus devidos locais. Os maiores responsáveis pelo atraso da colocação destes equipamentos foram as características do terreno aliado as chuvas constantes, devido a estação do ano em que se deu a obra. Pelo fato de o terreno ser formado por barro e as chuvas constantes na época destas atividades, o caminhão munk, responsável por içar e colocar os equipamentos no local atolava diariamente, acarretando em atrasos na finalização da atividade. As Figuras 19 e 20 mostram a disposição com que os equipamentos devem ser colocados e como isso foi realizado.

Figura 19 – Disposição dos equipamentos na SE 69 kV.



Fonte: ABB S/A.

Figura 20 – Colocação dos equipamentos no local com o caminhão munk.



Fonte: Próprio autor.

### 3.2.3 MALHA DE ATERRAMENTO

Não foi realizada antes do início da obra a drenagem do terreno, com isso as águas das chuvas se misturavam com o barro da superfície do terreno e criava uma lama que gerou inúmeros problemas para a obra.

Geralmente a malha de aterramento é feita antes do início de qualquer atividade. Devido ao atraso da obra, a malha de aterramento foi realizada junto a outras atividades como a construção dos encaminhamentos dos cabos de BT e MT dos equipamentos para a casa de comando.

A malha de aterramento foi feita conforme projeto. As hastes de aterramento são fincadas a três metros de profundidade, depois a malha de aterramento formada por cabo de cobre nu é soldada a haste, o projeto prevê quatro hastes fincadas a seis metros de profundidade para serem utilizadas como hastes de inspeção da malha de terra. Na Figura 21 é possível visualizar os pontos onde serão instalados as hastes de aterramento, as hastes para inspeção e onde devem ser feitos os rabichos dos equipamentos.

A malha de aterramento foi feita um pouco diferente do projeto e assim foi feito o as-built<sup>5</sup> no projeto. Isso ocorreu por que a caixa separadora de água e óleo (CSAO) dos transformadores de força foram feitas para uma caixa só e no projeto inicial seriam

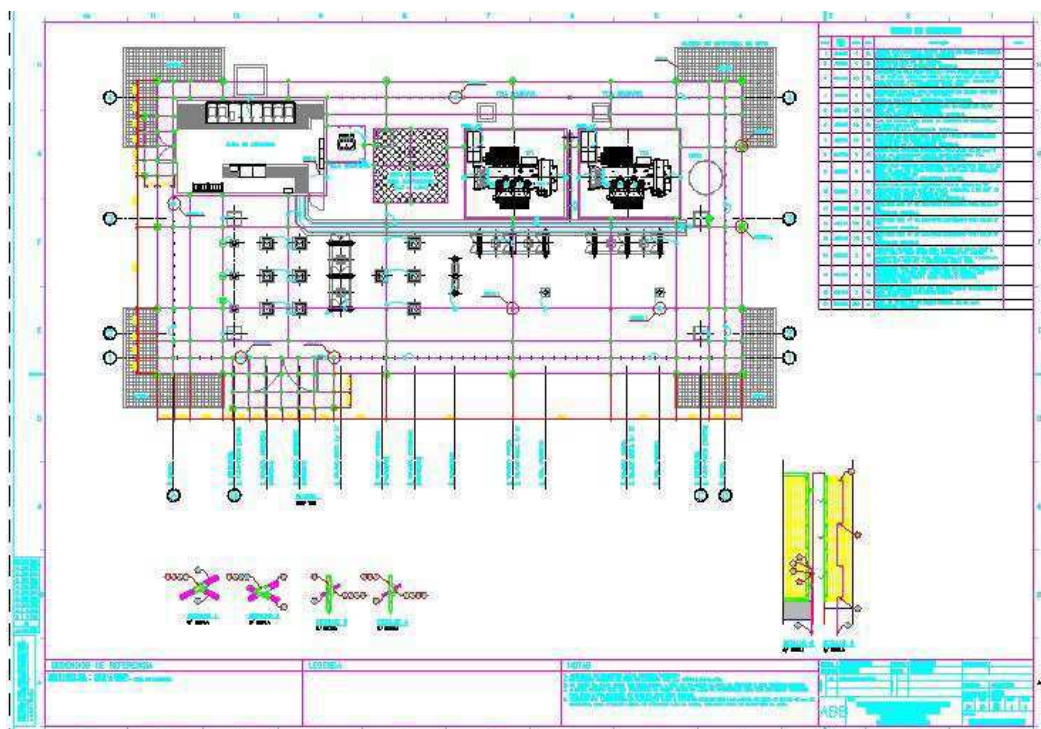
---

<sup>5</sup> Como construído. Tradução nossa.

uma CSAO para cada Trafo. Com isso, a malha foi deslocada um pouco para esquerda. Outro problema apresentado durante a sua execução foi a falta de 80 (oitenta) metros de cabo de cobre nu. Isso se deve ao fato de que o engenheiro, responsável pela obra, pegou colaboradores de outras empresas furtando cabos do canteiro de obras da BM. Na Figura 22 é possível visualizar a instalação da malha de terra.

Após a finalização da malha de terra, os responsáveis pelo comissionamento fizeram os ensaios e constataram que a malha estava dentro dos níveis estabelecidos em norma.

Figura 21 – Malha de aterramento.



Fonte: ABB S/A.

Figura 22 – Malha de aterramento.



Fonte: Próprio autor.

#### 3.2.4 PARA-RAIOS NA BANDEJA DE ALTA DOS TRAFOS

O projeto da SE 69 kV conta com dois transformadores de 10/12,5 MVA cada, por um erro de projeto, as chaves seccionadoras dos Trafos foram colocadas muito próximos a eles, com isso o cabo que liga a fase H3 do Trafo a linha estava muito próximo ao tanque de óleo do Trafo, com isso, foi colocado um para-raio na bandeja de cada Trafo, como pode ser identificado na Figura 23, para evitar uma possível falta fase-terra quando ocorresse a energização da SE em vazio ou em carga.

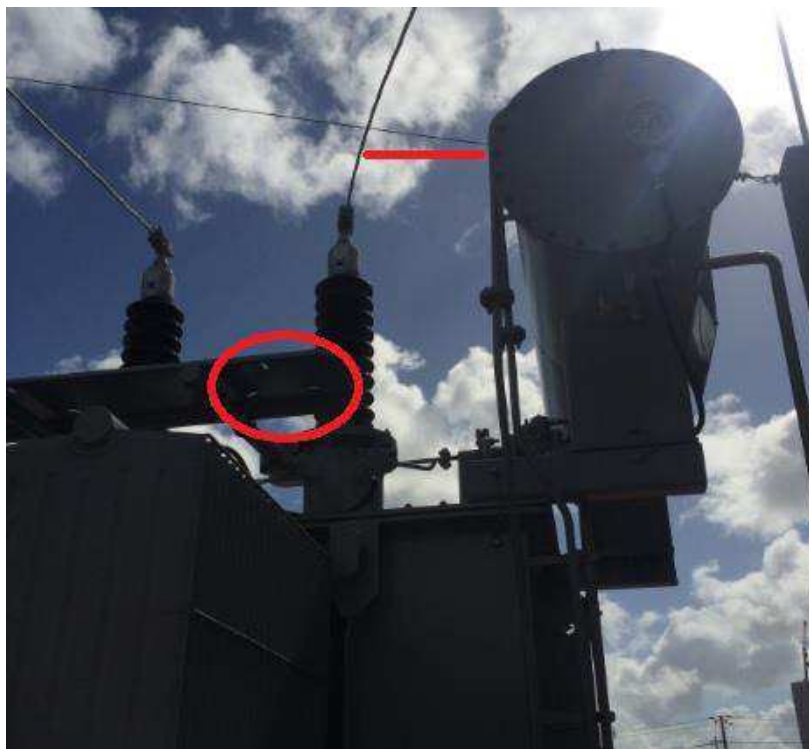
Destarte, o site manager da ABB solicitou a mesma dois IP's para serem instalados na bandeja do Trafo como medida de segurança para que não apresentasse problemas na energização ou quando energizada.

A Figura 24, destacado em vermelho, mostra o para-raio instalado no Trafo 1. O estagiário não conseguiu identificar em norma qual a distância mínima entre a fase e a carcaça do Trafo, nesse caso o tanque de óleo. Mas a distância entre a fase H3 e o tanque de óleo foi aproximadamente 400 mm, a distância entre as partes condutoras das buchas de alta do Trafo foi aproximadamente 900 m. Com isso, pode perceber que havia uma diferença considerável entre as distâncias definidas em fábrica e as definidas no local durante a instalação dos equipamentos.

O para raio foi usado para aumentar a distância entre o cabo condutor que liga a fase H3 do Trafo e a linha. A instalação teve êxito, pois durante a energização não houve problemas e a SE está energizada a aproximadamente dois meses sem apresentar nenhum defeito.



Figura 23 – Bucha de alta do trafo.



Fonte: Próprio autor.

Figura 24 – Isolador para-raio instalado na bandeja do trafo 1.



Fonte: Próprio autor.

### 3.2.5 DEFEITO NO TRANSFORMADOR DE SERVIÇOS AUXILIARES

Depois de feita a instalação de todos os equipamentos, a ABB executa o comissionamento dos equipamentos. Durante os ensaios no transformador de serviços auxiliares (TSA), foi diagnosticado um defeito. Ele apresentou valores de tensão entre os enrolamentos com desvio muito elevado em relação a medição de fábrica e os valores definidos em norma 5440/14, que são, tolerância máxima de +0,5% ou 1/10 da tensão de curto-circuito. Na Figura 25 serão mostrados os valores de placa do TSA, assim como, é possível visualizar os valores de resistência ôhmica dos enrolamentos primários medidos em campo na Tabela 1. Os valores em vermelho na coluna 7, mostram desvio percentual superior ao determinado em norma.

Figura 25 – Dados de placa do TSA.



Fonte: Próprio autor.

Tabela 1 – Medições de resistência do TSA.

Tap	V prim. nom.	V sec. nom.	Ratio nom.	V prim.	V sec.	Ratio	I prim.
A 001	14490 V	380.0 V	66.0458 :1	499.89 V	179.92 V	66.7178 :1	0.97500 mA
A	14145	380.0	64.4733	499.92	179.91	65.0507	1.0030

Tap	V		Ratio nom.	V prim.		V sec.		Ratio		I prim.	
	prim. nom.	sec. nom.									
002	V	V	:1	V	°	V	°	:1	%	mA	20.72 °
A 003	13800 V	380.0 V	62.9008 :1	499.91 V	0.00 °	7.8766 V	179.92 °	63.4681 :1	<b>0.90</b> %	1.0140 mA	- 21.13 °
A 004	13455 V	380.0 V	61.3283 :1	499.91 V	0.00 °	8.0800 V	179.91 °	61.8698 :1	<b>0.88</b> %	1.0390 mA	- 22.06 °
A 005	13110 V	380.0 V	59.7558 :1	499.91 V	0.00 °	8.2939 V	179.92 °	60.2743 :1	<b>0.87</b> %	1.0880 mA	- 23.89 °
B 001	14490 V	380.0 V	66.0458 :1	500.02 V	0.00 °	7.5605 V	179.97 °	66.1359 :1	0.14 %	783.00 µA	-5.59 °
B 002	14145 V	380.0 V	64.4733 :1	499.89 V	0.00 °	7.7539 V	179.96 °	64.4692 :1	0.01 %	764.00 µA	-7.72 °
B 003	13800 V	380.0 V	62.9008 :1	499.91 V	0.00 °	7.9470 V	179.94 °	62.9059 :1	0.01 %	772.00 µA	-8.19 °
B 004	13455 V	380.0 V	61.3283 :1	499.90 V	0.00 °	8.1515 V	179.96 °	61.3264 :1	0.00 %	788.00 µA	-9.03 °
B 005	13110 V	380.0 V	59.7558 :1	499.91 V	0.00 °	8.3671 V	179.97 °	59.7473 :1	0.01 %	814.00 µA	- 11.13 °
C 001	14490 V	380.0 V	66.0458 :1	499.89 V	0.00 °	7.5732 V	179.98 °	66.0081 :1	0.06 %	879.00 µA	- 10.54 °
C 002	14145 V	380.0 V	64.4733 :1	499.92 V	0.00 °	7.7575 V	179.97 °	64.4436 :1	0.05 %	892.00 µA	- 13.20 °
C 002	14145 V	380.0 V	64.4733 :1	499.91 V	0.00 °	7.9503 V	179.96 °	62.8792 :1	<b>2.47</b> %	929.00 µA	- 13.36 °
C 004	13455 V	380.0 V	61.3283 :1	499.91 V	0.00 °	8.1553 V	179.97 °	61.2985 :1	0.05 %	930.00 µA	- 14.36 °
C 005	13110 V	380.0 V	59.7558 :1	499.88 V	0.00 °	8.3705 V	179.97 °	59.7193 :1	0.06	0.96600 mA	- 15.02

Tap	V prim. nom.	V sec. nom.	Ratio nom.	V prim.		V sec.		Ratio		I prim.	
							°		%		°

Fonte: ABB S/A.

Esse defeito no TSA foi diagnosticado enquanto o engenheiro responsável estava na obra. A responsabilidade por todos os equipamentos são da ABB, a BM é responsável por executar a obra e prestar qualquer apoio e assistência que a ABB necessite. O conserto ou troca do TSA ficou sob responsabilidade da ABB que entrou em contato com a TRAEL, fabricante do Trafo, para realizar o conserto in loco. Eles diagnosticaram que o problema era na conexão entre os enrolamentos e precisaram retirar o mesmo do local, o engenheiro responsável já havia se ausentado da obra e as responsabilidades das pendências ficaram sob o estagiário. Deste modo, o estagiário ficou responsável por garantir a desconexão dos cabos de média e baixa do Trafo para o mesmo ser retirado e, quando ele voltou do conserto, responsável por conectar novamente.

Ao retornar do conserto a TRAEL informou que o defeito apresentado era má conexão entre os enrolamentos e caso ele fosse energizado daquela forma iria ocasionar um acidente. Isso mostra a importância dos ensaios nos equipamentos antes da energização da SE.

O estagiário entrou em contato com a ABB informando que o Trafo estava novamente no local e eles enviaram um responsável por realizar os ensaios e verificar que estava tudo dentro das normas, como pode ser visto na Tabela 2.

Tabela 2 – Ensaios de relação de transformação do TSA pos conserto.

ABB		TRANSFORMADOR DE FORÇA				CLIENTE:	
Local do Equipamento:		Circuito/Tag:	Número de série:	Elaborado por:	Data:		
SUBESTAÇÃO PRINCIPAL PATIO 69 KV		C3-SERV AUX TRA	339903	Redison Santos	15/09/2015		
ENSAIOS DE RELAÇÕES DE TRANSFORMAÇÕES							
N.º de série: 339903		Grupo vetorial: Dyn3		TAG:	TR-A		
Posição de tap	Tensão de placa (V)		Relação calculada	Conexões AT/BT, relações medidas			Maior erro encontrado
	Lado AT	Lado BT		H1-H2 / X0-X2	H2-H3 / X0-X3	H3-H1 / X0-X1	
2							
3	13.800,00 V	380,00 V	62,901	62,887	62,887	62,886	-0,02%
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							
32							
33							

Observações:  
Resultados obtidos encontra-se em conformidade com os dados fornecidos pelo fabricante. Equipamento apto a entrar em operação.

*R. Haw*

Fonte: ABB.

A energização da SE estava marcada e uma das pendências principais era o defeito no TSA, pois o mesmo iria alimentar a casa de comando. Só que seis dias após a entrega do Trafo pela TRAEL e conferência da ABB, o Trafo apresentou vazamento de óleo na bucha X0, como pode ser visto na Figura 26. Com isso, o estagiário comunicou a ABB que entrou em contato com a TRAEL, a mesma enviou funcionários especializados que efetuaram a troca do anel de vedação das buchas no local.

Figura 26 – Vazamento na bucha X0 do TSA.



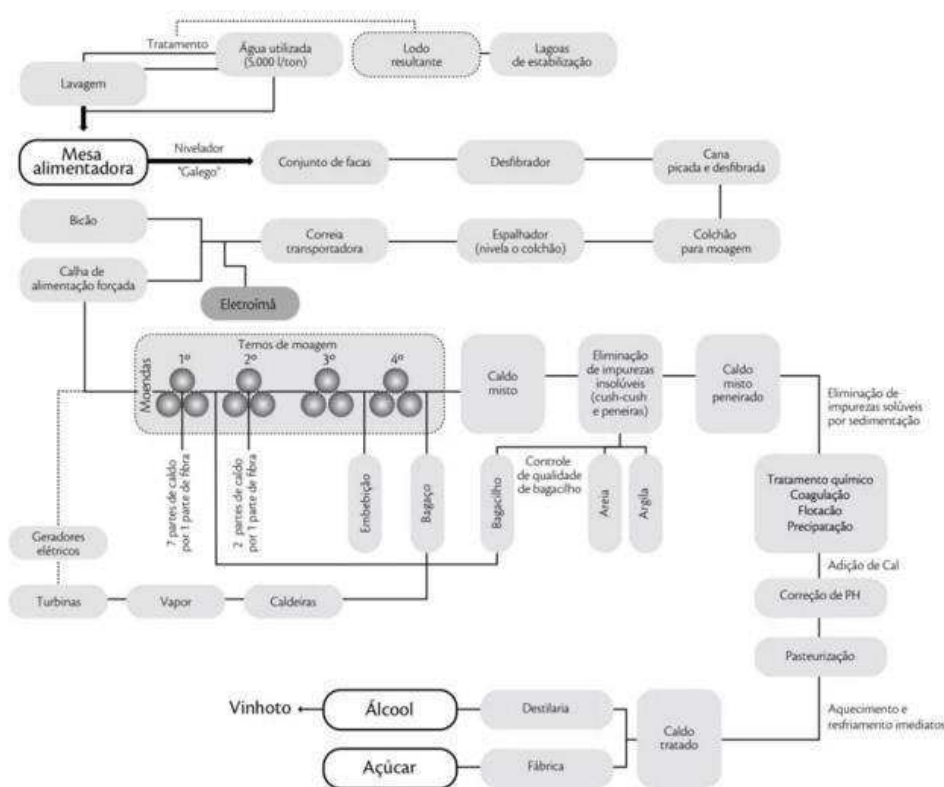
Fonte: Próprio autor.

### 3.3 USJP

O estagiário chegou a obra da USJP em 10 de agosto, onde promoveu assistências as duas obras. Na USJP ele acompanhou as atividades sob supervisão do engenheiro eletricitista Hugo e finalizou as pendências das SE 69kV sob supervisão do engenheiro eletricitista Ivson.

Como dito anteriormente, a usina produz açúcar, álcool e energia. Na Figura 27 é possível visualizar a forma que é a produção desses produtos na USJP. Sendo esse modelo um pouco diferente da realidade, pois a USJP conta hoje com dois geradores, um de condensação e outro de contra-pressão. Nas Figuras 28, 29 e 30 é possível visualizar como está montado a estrutura da usina e associar ao modelo de produção.

Figura 27 – Modelo de fabricação da usjp.



Fonte: USJP.

Figura 28 – Desfibrilador de cana.



Fonte: Próprio autor.

Figura 29 – Caldeiras 3 e 4.



Fonte: Próprio autor.

Figura 30 – Bagaço da cana utilizado nas caldeiras.



Fonte: Próprio autor.

No ano de 2014 houve um acidente na USJP, com a explosão do gerador que alimentava a usina e seus arredores como pode ser visto na Figura 31. A Figura 32 mostra um dos efeitos da explosão do gerador a estrutura externa a ele, o teto foi arremessado. O círculo em amarelo mostra o buraco no teto que a explosão do gerador causou e o círculo em vermelho mostra o mesmo coberto. Essa edificação onde ocorreu o acidente é denominada de casa de força antiga. A edificação onde foi instalado o gerador 4 é chamado de casa de força nova.



Figura 31 – Gerador com defeito que foi substituído.



Fonte: Próprio autor.

Figura 32 – Edificação pos explosão do gerador.



Fonte: Próprio autor.

Deste modo, a USJP expandiu uma planta para abrigar o novo gerador, que foi comprado para substituir o queimado. O projeto para a instalação do novo gerador e a modificação da parte elétrica da usina foi responsabilidade da ATP que contratou a BM para executar a instrumentação do novo gerador, a montagem dos leitos, iluminação e tomadas da expansão da estrutura, lançamento dos cabos, modificação dos circuitos e construção do pipe rack (estrutura metálica aérea), responsável por suportar os cabos do

Trafo de 13,8 kV até a casa de força nova. Logo, todos os circuitos que estavam na casa de força antiga foram deslocados até a casa de força nova.

Como poderá ser visto durante a apresentação das atividades desenvolvidas, os geradores e caldeiras são identificados pelos números 3 e 4, isso não significa que a usina possui quatro geradores e quatro caldeiras, isso se dá pelo fato de que a medida que a usina foi crescendo, foi acrescentando ou substituindo novos equipamentos e dando sequência a identificação.

### 3.3.1 ACOMPANHAMENTO E FISCALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES EM CAMPO

A obra possuía 22 (vinte e duas) pessoas *in loco*, assim como o contrato determinava. O ambiente de trabalho na usina é muito estressante e perigoso, pois, todas as atividades são executadas simultaneamente aumentando os riscos de acidentes.

Com isso, foi solicitado ao estagiário estar em campo auxiliando o técnico de segurança e o engenheiro eletricista na fiscalização das atividades, em relação à segurança e o bom encaminhamento.

A Figura 33 mostra um local onde estão sendo desenvolvidas atividades em três níveis de altura, com os colaboradores BM no piso intermediário, assim, o estagiário comunicava ao técnico de segurança que avaliava segundo as normas NR-10 e NR-35, se havia condições seguras de trabalho. Pois os serviços desenvolvidos geralmente são a quente, como soldas e sopragem da linha podendo causar acidentes aos colaboradores próximo ao local.

Figura 33 – Atividades na USJP.



Fonte: Próprio autor.

Devida modificação dos circuitos e o preço elevado dos cabos de 240 mm<sup>2</sup>, a usina, juntamente com a ATP, decidiram aproveitar alguns cabos existentes. O estagiário acompanhou o lançamento desses cabos auxiliando nas medições dos mesmos, sendo esta parte de extrema importância pelo fato de o lançamento menor que houve foi de 80 metros, ou seja, um erro na medição ou no corte acarretaria a perda do lance e conseqüente prejuízo, considerável, para as empresas. Nas Figuras 34, 35 e 36 é possível visualizar o lançamento de cabos, utilizando cabos novos, ainda na bobina e cabos já usados, como também a remoção destes cabos.

Figura 34 – Remoção dos cabos de MT da casa de força antiga para serem reaproveitados.



Fonte: Próprio autor.

Figura 35 – Lançamentos de cabos na USJP.



Fonte: Próprio autor.

Figura 36 – Lançamento de cabos no pipe rack.



Fonte: Próprio autor.

Após o lançamento dos cabos é necessário realizar testes para ter certeza que o longo tempo de uso, no caso dos cabos reaproveitados, e o lançamento dos mesmos, não os danificou, para cabos novos e usados.

Os testes “Megger<sup>6</sup>” e “hi-pot<sup>7</sup>” são padrões na indústria elétrica, pois determinam a integridade de condutores e componentes elétricos. Os dois testes possuem similaridades quanto a utilização, mas possuem diferenças distintas entre si.

Os dois testes são utilizados para medir a resistência dielétrica, determinando a resistência de isolamento e a quantidade de vazamento de corrente em um condutor. O megohmetro testa o vazamento de corrente em um espaço de tempo para determinar a integridade do isolamento enquanto que o teste de alto potencial é usado para testar a capacidade de tensão que um isolamento suporta. O megohmetro utilizado na usina ia de 600 a 12.000 V, e o hi-pot de 15.000 a 42.000 V. Os dois testes foram realizados com sucesso, tendo em vista que, nenhum cabo apresentou defeito de isolamento. Na Figura 37 é possível visualizar a execução do “megger<sup>8</sup>” em cabos de MT para a casa de força nova. O círculo em vermelho mostra o equipamento que realiza o teste e o círculo em amarelo mostra os cabos de 120 mm<sup>2</sup> com as muflas que estão sendo testados.

<sup>6</sup> Teste da resistência de isolamento. Tradução nossa.

<sup>7</sup> Teste da capacidade de tensão que o isolamento do cabo suporta. Tradução nossa.

<sup>8</sup> Teste da resistência de isolamento. Tradução nossa.

Figura 37 – Teste megger em cabos de mt na casa de força nova.



Fonte: Próprio autor.

### 3.3.2 ACOMPANHAMENTO DE MONTAGEM INDUSTRIAL

O contrato em sua maioria consistia na montagem industrial das novas estruturas da usina. O estagiário pode acompanhar a montagem industrial da expansão da planta que abriga os geradores, adquirindo conhecimento em como é realizada a montagem industrial além de todos os itens e equipamentos necessários para o bom andamento do serviço. Aquele também acompanhou a montagem dos encaminhamentos para instrumentação do gerador e seus componentes.

Na Figura 38 o círculo em amarelo mostra o gerador 3, o mesmo já estava instalado na planta, possui capacidade de geração de 23 KVA/h e toda a energia produzida pelo mesmo é vendida e colocada na rede. A figura em vermelho mostra o gerador 4, que é o novo gerador com capacidade de geração de 12,5 KVA/h como pode ser visto nos dados de placa mostrado na figura 40. Essa energia gerada será consumida pela usina durante a montagem para alimentar a mesma. E o círculo em azul mostra

colaboradores trabalhando nos cubículos de MT da casa de força nova. A Figura 39 mostra a bomba de óleo e o gerador.

Figura 38 – Geradores 3 e 4 e atividades nos cubículos de média da casa de força nova.



Fonte: Próprio autor.

Figura 39 – Instalação do gerador 4.



Fonte: Próprio autor.

Figura 40 – Placa do gerador 4.

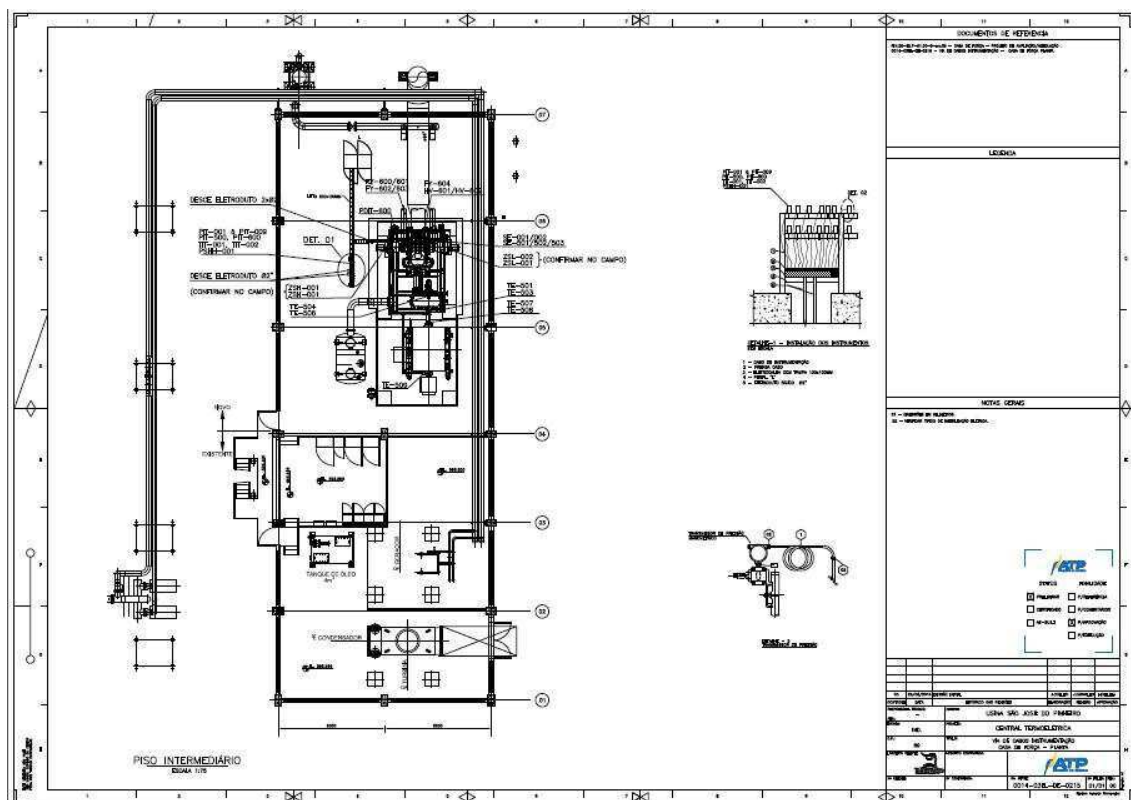


Fonte: Próprio autor.



A Figura 41 mostra o projeto seguido para a implementação da iluminação e das tomadas na expansão da casa de força nova e dos encaminhamentos e instrumentação para o gerador 4.

Figura 41 – Piso intermediário da casa de força nova.



Fonte: Próprio autor.

Devido a modificação da parte elétrica da usina, muitos circuitos foram modificados, logo fora construída uma estrutura metálica aérea, o pipe rack, para suportar os cabos do Trafo de 13,8 kV que alimenta a irrigação da usina para os painéis de média que foram transferidos para a casa de força nova. Para a montagem do pipe rack foram utilizados leitos pesados galvanizados a fogo, cantoneiras, cabos de aço, clips para cabo de aço e plataforma articulada.

Os leitos foram fixados a estrutura existente através das cantoneiras, as cantoneiras foram fixadas a estrutura com o uso de cabos de aço e clips para cabos de aço e a plataforma articulada facilitou o acesso dos colaboradores aos locais de difícil acesso como pode ser visto na Figura 42.

Os leitos são responsável por encaminhar e suportar os cabos de 240 mm<sup>2</sup> do Trafo até a casa de força nova, foram dois lances de cabos trifásicos para circuitos diferentes. Um circuito alimenta a vila e o outro a irrigação.

Essa estrutura demorou a ser montada por causada sua extensão e o local onde passava, que fica entre a caldeira e a fabricação, como pode ser constatado nas Figuras 42, 43 e 44.

Figura 42 – Pipe rack entre a fabricação e a caldeira.



Fonte: Próprio autor.

Figura 43 – Pipe rack do lado da casa de bombas.



Fonte: Próprio autor.

Figura 44 – Pipe rack proximo a destilaria.



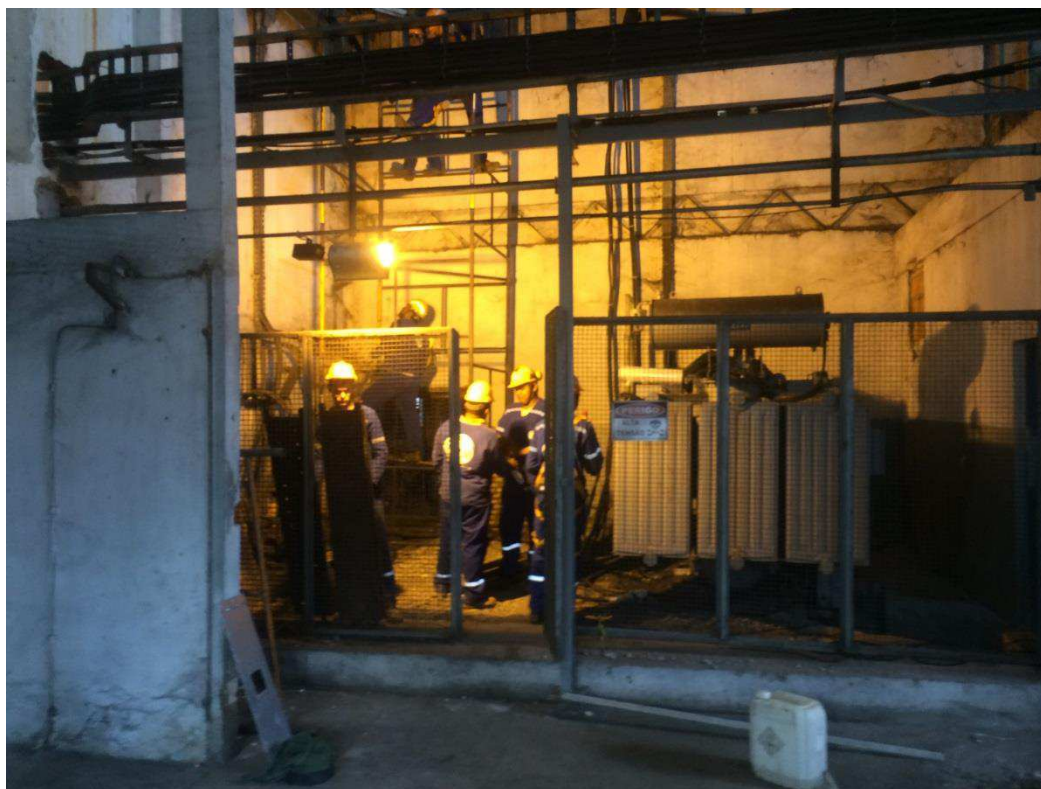
Fonte: Próprio autor.

### 3.3.3 DESLIGAMENTOS

Conforme citado anteriormente, as atividades na usina eram todas realizadas simultaneamente, dificultando e atrasando os serviços elétricos. Com isso, todo domingo eram realizados desligamentos de energia que iam de seis horas da manhã até o horário que os serviços fossem encerrados. Esses desligamentos eram realizados no domingo pelo fato de não haver expediente neste dia, logo, não iria prejudicar nenhuma atividade. Esses desligamentos ocorriam para a mudança de circuitos e ligação de circuitos que antes estavam energizados e foram desenergizados só para haver a conexão ao mesmo.

Deste modo, o estagiário acompanhava esses serviços sob supervisão e orientação do engenheiro para absorver o máximo de conhecimento possível. Anotava as atividades finalizadas e algum problema apresentando, além de ir buscar o almoço para todos os envolvidos no serviço, pois o almoço era no local da obra para diminuir o tempo de deslocamento, garantindo um intervalo de descanso de almoço aos colaboradores no local de trabalho.

Figura 45 – Desligamento para modificação no circuito da casa de força antiga.



Fonte: Próprio autor.

Figura 46 – Desligamento para conexão do circuito a um painel de média que não podia ser desligado.



Fonte: Próprio autor.

As atividades de desligamento requerem muito cuidado e precisão na execução. Elas são desenvolvidas em períodos de tempo pré definidos e o atraso das mesmas pode ocasionar problemas em outras atividades que dependem da energia elétrica para serem desenvolvidas.

A USJP possui uma SE 69 kV que rebaixa para 13,8 kV e três trafo de 13,8 kV que rebaixam para 380 V. Cada Trafo de 13,8 kV possui aproximadamente 12 cabos por fase conectados. Qualquer atividade de manutenção ou modificação nos mesmos requer muita atenção e cuidado, por que todos esses cabos já possuem mufla e para não ser conectado em fase diferente. Com isso ao término das atividades no respectivo Trafo, era feito o teste de continuidade para garantir que todos os cabos estavam conectados em suas respectivas fases. A Figura 47 mostra um Trafo de 13,8 kV com 12 cabos por fase.

Figura 47 – Fases do trafo de 13,8 kV da casa de força antiga.



Fonte: Próprio autor.

A segurança durante serviços elétricos vem em primeiro lugar, por isso que antes de energizar qualquer circuito deve ter certeza que o mesmo está devidamente conectado. Após todas as atividades serem executadas durante o desligamento, a USJP é responsável por ligar a energia. Enquanto a BM executava as suas atividades, os colaboradores da usina aproveitaram a oportunidade para limpar internamente os cubículos de média e esqueceram de ligar um cabo de 13,8 kV ao barramento.

Quando a energia foi estabelecida o cabo fechou o curto em outra fase provocando um princípio de incêndio no local como pode ser visto na Figura 48. A proteção atuou, desligando o curto.

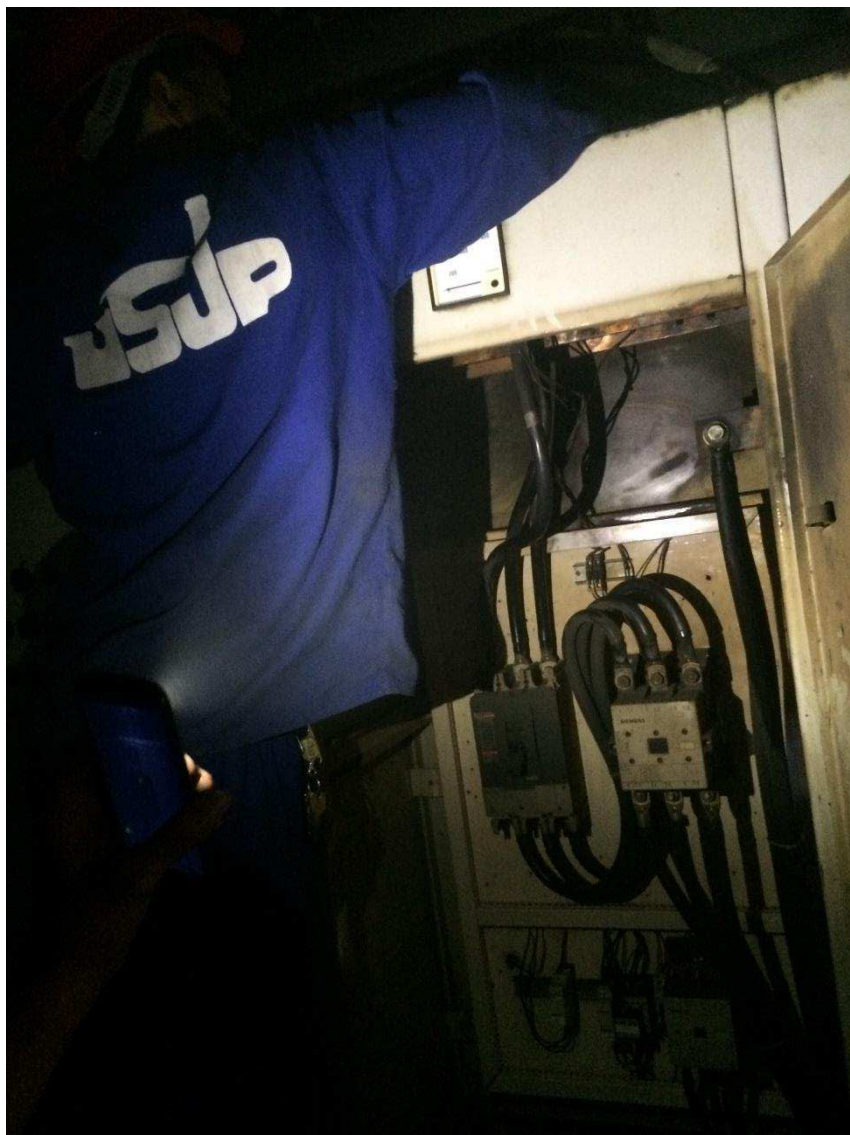
Figura 48 – Princípio de incêndio ocasionado por um curto.



Fonte: Próprio autor.

As Figuras 49 e 50 mostram o local onde ocorreu o curto e como ficou após o mesmo.

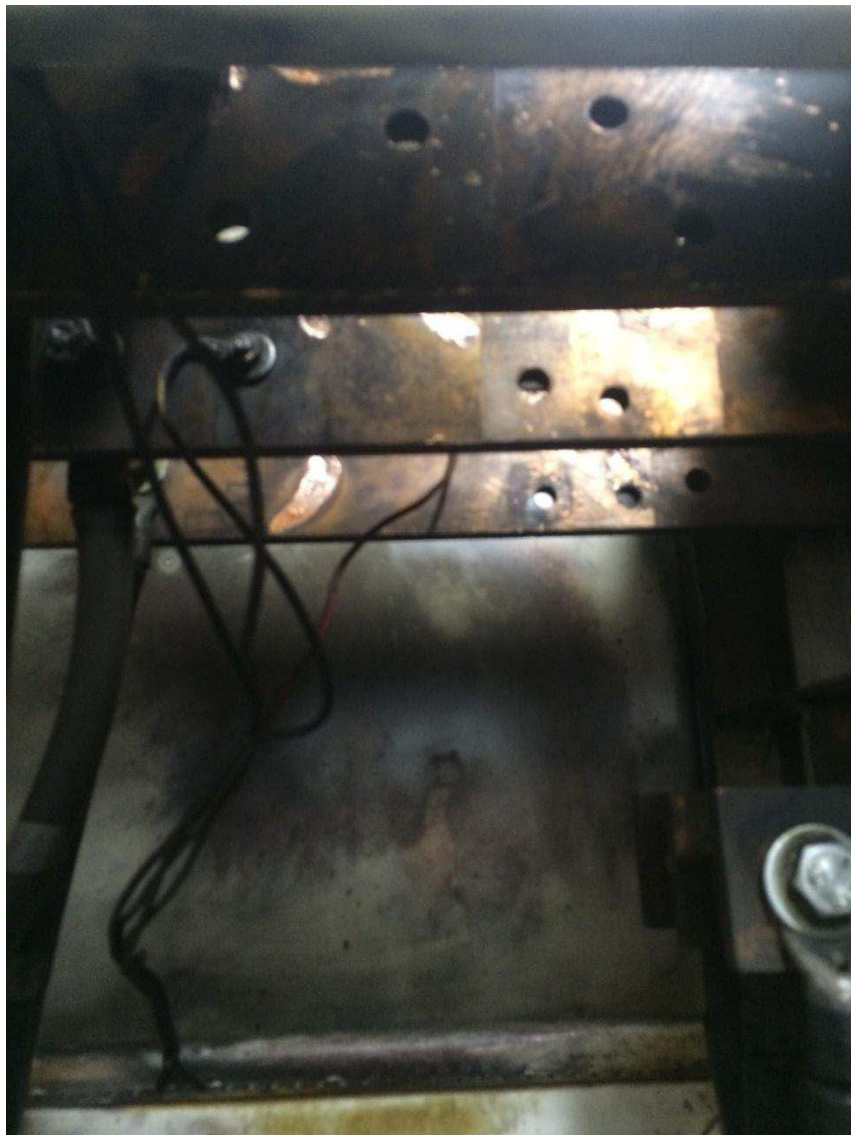
Figura 49 – Cubículo de média onde ocorreu o curto.



Fonte: Próprio autor.



Figura 50 – Barramento onde ocorreu o curto.



Fonte: Próprio autor.

## 4 CONCLUSÃO

Ao final do estágio integrado, pôde-se constatar a importância da formação oferecida pelo curso de engenharia elétrica da UFCG, que possibilitou ao estagiário uma boa integração e entendimento das atividades realizadas.

A forma que ocorreu o estágio acrescentou muito conhecimento ao aluno, pois ele vivenciou as três áreas de atuação da empresa que são painéis elétricos, montagem industrial e montagem de subestação.

No período de estágio é possível destacar as disciplinas de equipamentos elétricos, instalações elétricas e seus respectivos laboratórios, juntamente com a disciplina de administração. Pois durante o estágio pode perceber que o Engenheiro assume diversas funções além da qual foi contratado para executar e uma das responsabilidades adicionada é a de administrar a obra reduzindo o máximo possível os gastos.

Diante disso, pode-se afirmar que o estágio integrado é uma experiência valiosa para a formação do aluno de engenharia, servindo de aprendizado para futuras decisões profissionais e pessoais, tendo em vista que o estagiário conviveu com diversos profissionais de setores e culturas diferentes.

De todo exposto tem-se que a disciplina de estágio foi de extrema importância para a formação do aluno, atendendo o objetivo de integrar o futuro Engenheiro no ambiente profissional antes de concluir a graduação e, assim, colocar em prática os conhecimentos adquiridos durante o curso.

## REFERÊNCIAS

ABB Asea Brown BoveriLtd. *ABB no Brasil*. Disponível em: <<http://new.abb.com/br/empresa/abb-no-brasil>>. Acesso em: 11 de nov. de 2015.

ACESE. *Nova Indústria Vidreira do Nordeste é lançada em Estância*. Disponível em: <<http://www.acese.org.br/leitura/7/1726/nova-industria-vidreira-do-nordeste-e-lancada-em-estancia.html>>. Acesso em: 18 de nov. de 2015.

ATP Soluções em Engenharia. *Histórico da Fábrica*. Disponível em: <<http://www.atpse.com.br/empresa/>>. Acesso em: 11 de nov. de 2015.

BRASIL. *Manual de Auxílio na Interpretação e Aplicação da Norma Regulamentadora 35 Trabalhos em Altura*. Ministério do Trabalho e Emprego - SIT – DSST Esplanada dos Ministérios, Bloco F - CEP: 70059-900, Brasília – DF, 2011.

BM Engenharia. *Quem somos*. Disponível em: <<http://bmeng.com.br/quem-somos.php>>. Acesso em: 19 de nov. de 2015.

CUNHA, João G. *Norma Regulamentadora nº 10, Segurança em instalações e serviços em eletricidade*. 1ª ed. Brasil, 2006.

FRONTIN, Sergio de Oliveira (Organizador). *Equipamentos de alta tensão – prospecção e hierarquização de inovações tecnológicas*. Brasília : Teixeira, 2013.

KINDERMANN, Geraldo; CAMPAGNOLO, Jorge Mário. *Aterramento Elétrico*. 3ª ed. Porto Alegre: Sagra – DC Luzzatto, 1995.

KLABIN S.A. *A empresa*. Disponível em: <<https://www.klabin.com.br/pt/a-klabin/a-empresa/>>. Acesso em: 15 de nov, de 2015.

PRYSMIAN CABLES & SYSTEMS. *Média tensão Uso Geral*. Disponível em: <<http://bmeng.com.br/quem-somos.php>>. Acesso em: 20 de nov. de 2015.

Usina São José do Pinheiro. *História*. Disponível em: <<http://www.usjp.com.br/Institucional.aspx>>. Acesso em: 12 de nov. de 2015.

