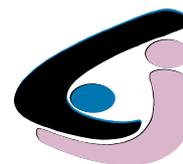




**Universidade Federal de Campina Grande**  
**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**  
**Departamento de Engenharia Elétrica**



**Relatório de Estágio Supervisionado**  
**COMPANHIA HIDRO ELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO**  
**Campina Grande - PB**

**Aluna: Thaciana Yara Gomes de Medeiros**  
**Orientador: Damásio Fernandes Júnior, D.Sc.**

Campina Grande - PB  
Fevereiro, 2010

Thaciana Yara Gomes de Medeiros

## **Relatório de Estágio Supervisionado**

**Banca Examinadora:**

**Orientador:**

---

**Professor Damásio Fernandes Júnior**

**Professor Convidado:**

---

**Professor Edson Guedes da Costa**

Campina Grande – PB

Fevereiro, 2010

Relatório de Estágio  
COMPANHIA HIDROELÉTRICA DO SÃO FRANCISCO  
Campina Grande – PB

*Relatório de Estágio Supervisionado  
apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande, em  
cumprimento parcial às exigências para  
obtenção do Grau de Engenheiro Eletricista.*

Campina Grande – PB  
Fevereiro, 2010

Estagiária:

Thaciana Yara Gomes de Medeiros

Matrícula:

20411239

Empresa:

CHESF – Companhia Hidroelétrica do São Francisco

Local:

DRCL

Campina Grande, PB

Tipo de Estágio e Período:

Estágio Supervisionado

09 de março a 23 de dezembro de 2009

Professor Orientador:

Damásio Fernandes Júnior

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por ser luz em meu caminho, clareando as minhas decisões.

A meus pais e minha irmã, pelo apoio e torcida constantes.

Aos amigos de longa data, pelo amor, presença e conforto.

Às amizades que a Engenharia Elétrica me proporcionou e que souberam ser família nos momentos mais difíceis.

Ao Prof. Dr. Damásio Fernandes Júnior, orientador, tutor, professor e amigo, pela orientação e pelos conselhos, sempre salutares.

Aos engenheiros Evandro Soares Macedo e Vladimir Cesarino de Souza, pela dedicação, paciência, confiança, ensinamentos e exemplo de postura e conduta profissional.

A todos os colegas da Chesf, pelo carinho, boa vontade, aprendizados e pelos bons momentos que dividimos.

Finalmente, agradeço a todos, sem exceção, que me ajudaram direta ou indiretamente na realização desse estágio.

# SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO .....	7
2 A EMPRESA .....	8
2.1 Serviço Leste de Operação de Campina Grande (SLOG).....	12
2.2 Serviço Leste de Manutenção de Campina Grande (SLMG).....	12
2.3 Organograma da Companhia.....	12
3.1 Familiarização e estudo de normativos .....	13
3.1.1 Comunicação Verbal na Operação (NO-OP.01.04).....	13
3.1.2 Codificação Operacional de Instalações e Equipamentos e Representação em Diagrama Unifilar (IN-OP.01.004).....	15
3.2 Familiarização com Instalações e Equipamentos.....	19
3.3 Intervenções .....	21
3.3.1 Substituição de Transformador .....	21
3.3.2 Substituição de chaves e limpeza de isoladores em CGU .....	22
3.3.3 Procedimentos de rotina da operação.....	24
3.3.4 Simulados da Operação.....	25
3.3.5 Comissionamento da Subestação Coteminas (SE CTM).....	26
3.3.6 Treinamento dos Operadores .....	29
3.3.7 CIPA.....	29
3.4 Treinamentos e Cursos .....	31
3.4.1 Curso de Primeiros Socorros para Socorristas.....	32
3.4.2 Treinamento “Filosofia da Proteção” .....	32
3.4.3 Curso de formação para Engenheiros de Manutenção de Linhas de Transmissão	32
3.4.4 Treinamento Disjuntor SIEMENS 3AP 245 kV .....	33
3.4.5 Treinamento Transformador de Corrente SIEMENS isolado a gás SF6	33
3.4.6 Treinamento Retificador ADELCO CBM 9000 .....	33
3.4.7 Treinamento Grupo Gerador STEMAC ST 2140.....	34
3.4.8 Treinamento em Contingência em Linhas de Transmissão .....	34

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Gerências Regionais da Chesf.....	11
Figura 2: Organograma Simplificado da Companhia .....	13
Figura 3: Subestação Campina Grande II .....	20
Figura 4: Subestação Móvel da COSERN .....	22
Figura 5: Substituição de chaves seccionadoras .....	23
Figura 6: Condição dos isoladores, parafusos e conectores trocados na intervenção.....	24
Figura 7: Isoladores quebrados para simulação do evento .....	25
Figura 8: Instalação da Coteminas em Campina Grande.....	26
Figura 9: Subestação Coteminas .....	27
Figura 10: Mapa de Riscos Ambientais – Sala Compensador Estático .....	31
Figura 11: Escavação das áreas de fixação das torres.....	35
Figura 12: Montagem das torres .....	35
Figura 13: Colocação dos pré-formados .....	35
Figura 14: Içamento das torres.....	36
Figura 15: Visão geral do trabalho realizado .....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Subestações componentes da DRCL .....	11
Tabela 2: Alfabeto fonético – Numerais.....	14
Tabela 3: Alfabeto Fonético – Letras .....	14
Tabela 4: Caracterização do 1º dígito.....	16
Tabela 5: Caracterização do 2º dígito.....	16
Tabela 6: Caracterização dos 3º e 4º dígitos.....	17
Tabela 7: Caracterização do 5º dígito.....	18
Tabela 8: Codificação das cores – Diagrama Unifilares .....	19

## **1. APRESENTAÇÃO**

Este documento tem como objetivo decorrer sobre o estágio realizado pela aluna Thaciana Yara Gomes de Medeiros. As atividades foram desenvolvidas na Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (Chesf), em Campina Grande, Paraíba.

## 2. A EMPRESA

A Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), através do Decreto Lei Nº 8.031-5, foi criada em 03 de outubro de 1945. Tendo como fim a geração, transmissão e comercialização da energia elétrica, a Chesf se tornou uma das maiores empresas do ramo no país.

São 14 hidrelétricas que representam praticamente a totalidade de seu quadro gerador. Mesmo com suas maiores forças provenientes do Rio São Francisco, a Chesf conta ainda com uma termelétrica baiana de extrema importância em períodos de pouca chuva.

Quando o assunto é transmissão de energia elétrica, a Companhia Hidro Elétrica do São Francisco conta com mais de 18 mil quilômetros de linhas operando nas tensões de 500, 230, 138 e 69 kV, isso tudo aliado a uma capacidade de transformação de mais de 43.000 MVA em suas 98 subestações.

A Chesf possui um dos maiores sistemas de transmissão de energia elétrica em alta tensão do Brasil. Seu sistema interliga os estados do Nordeste e une a região aos sistemas das regiões Norte, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, permitindo assim rotas de transferência de energia elétrica entre as regiões.

Procurando uma melhor gestão de seus recursos e a melhoria contínua de seus resultados, o sistema Chesf de geração e transmissão é dividido em seis grandes áreas denominadas regionais. Para cada regional uma gerência correspondente é responsável (ver Figura 1):

- Gerência Regional Norte – GRN;
- Gerência Regional Leste – GRL;
- Gerência Regional de Paulo Afonso (Centro) – GRP;
- Gerência Regional Sul – GRS;
- Gerência Regional Oeste – GRO.



**Figura 1: Gerências Regionais da Chesf**

Fonte: [www.chesf.gov.br](http://www.chesf.gov.br)

A Gerência Regional Leste, gerência de interesse deste relatório, responde pelos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Alagoas. Sediada em Recife, a GRL é subdividida em Divisões Regionais. A Divisão Regional Leste de Campina Grande (DRCL), com sede em Campina Grande, engloba especificamente os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba e é responsável pelas subestações mostradas na Tabela 1.

**Tabela 1: Subestações componentes da DRCL**

Nível de Tensão	Subestação	Sigla	Localização
230 kV	Assu II	ACD	Açu - RN
	Campina Grande II	CGD	Campina Grande – PB
	Coteminas	CTM	Campina Grande – PB
	Mussuré II	MRD	João Pessoa – PB
	Natal II	NTD	Natal – RN
	Paraíso	PRS	Santa Cruz – RN
138 kV	Currais Novos II	CRD	Currais Novos – RN
	Santa Cruz II	STD	Santa Cruz – RN
	Santana do Mato II	SMD	Santana do Matos - RN
69 kV	Bela Vista	BVT	Campina Grande – PB
	Campina Grande I	CGU	Campina Grande – PB

Cada Divisão Regional é formada por Serviços. A DRCL possui o Serviço Leste de Operação de Campina Grande (SLOG) e o Serviço Leste de Manutenção de Campina Grande (SLMG).

## **2.1 Serviço Leste de Operação de Campina Grande (SLOG)**

O SLOG é responsável pela operação das subestações. Treinamento de operadores, elaboração de documentação técnica, coordenação administrativa e técnica, controle de acesso às subestações, monitoramento, supervisão de ambiente e de intervenções, controle de solicitações de intervenção, entre outras são algumas de suas responsabilidades.

## **2.2 Serviço Leste de Manutenção de Campina Grande (SLMG)**

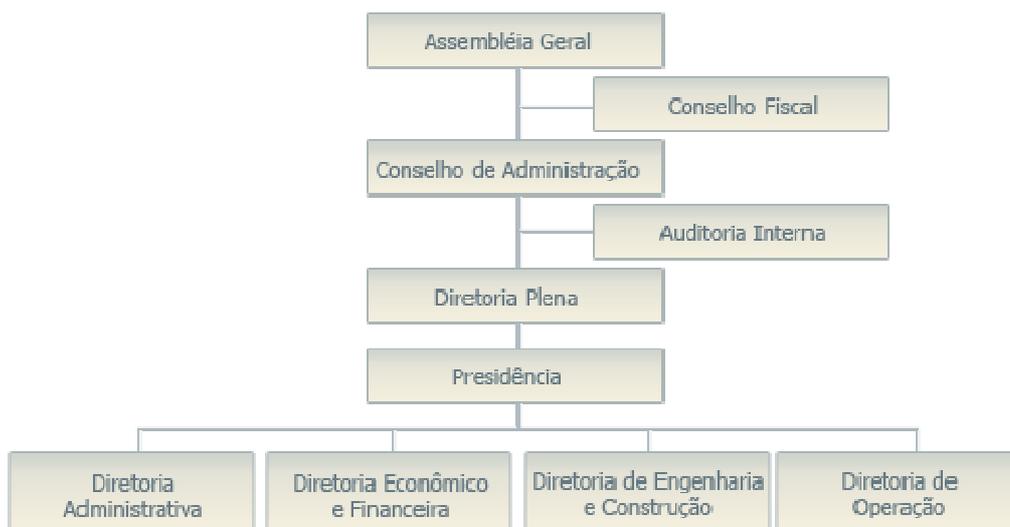
O SLMG é dividido em duas áreas: equipamentos e linhas de transmissão. A primeira responde pela manutenção de equipamentos de alta tensão e dos serviços auxiliares, já a segunda tem como responsabilidade a manutenção das linhas de transmissão do sistema. Atividades como termovisão, ensaios, manutenção e conservação de equipamentos, intervenções em linhas energizadas e inspeção de linhas usando helicópteros são responsabilidade do SLMG.

## **2.3 Organograma da Companhia**

A Chesf é administrada por um Conselho Administrativo e por uma Diretoria (ver Figura 2). A Diretoria é presidida por uma equipe formada pelo Diretor-Presidente e por até 5 Diretores com mandato de 3 anos em regime integral.

O Conselho Administrativo é formado por um Presidente e mais 5 Conselheiros também com 3 anos de mandato. O Ministro de Estado do Planejamento, Orçamento e Gestão indica um dos membros do Conselho de Administração.

O Conselho Fiscal é permanente, formado por 3 membros efetivos e 3 suplentes, com mandato de 1 ano eleitos pela Assembléia Geral, dentre estes dois fazem parte do Tesouro Nacional.



**Figura 2: Organograma Simplificado da Companhia**

Fonte: [www.chesf.gov.br](http://www.chesf.gov.br)

### **3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

#### **3.1 Familiarização e estudo de normativos**

Com o intuito de organizar, padronizar, qualificar e assegurar ao máximo todas as suas ações e processos, a Chesf trabalha com um grande banco de dados de arquivos de instrução, normas e documentação técnica.

O acervo é extenso e de alta qualidade. No geral, toda a documentação está atualizada ou em fase de atualização. Essa fase inicial do estágio foi essencial para a adequação e familiarização com os procedimentos da empresa.

##### **3.1.1 Comunicação Verbal na Operação (NO-OP.01.04)**

Essa norma da operação tem como objetivo o estabelecimento de um padrão para a comunicação verbal durante o envio e recebimento de informações operacionais. Dessa forma é garantida uma melhor utilização do tempo na

comunicação, a qualidade da informação trocada, além da redução do número de falhas operacionais.

A base da padronização da comunicação verbal está na codificação alfa-numérica através do alfabeto fonético, este utilizado no código operacional ou posição de qualquer equipamento ou linha (ver Tabelas 2 e 3).

**Tabela 2: Alfabeto fonético – Numerais**

<b>ALGARISMO</b>	<b>PALAVRA</b>	<b>ALGARISMO</b>	<b>PALAVRA</b>
<b>0</b>	Zero	<b>5</b>	Cinco
<b>1</b>	Uno	<b>6</b>	Meia
<b>2</b>	Dois	<b>7</b>	Sete
<b>3</b>	Três	<b>8</b>	Oito
<b>4</b>	Quatro	<b>9</b>	Nove

**Tabela 3: Alfabeto Fonético – Letras**

<b>LETRA</b>	<b>PALAVRA</b>	<b>LETRA</b>	<b>PALAVRA</b>
<b>A</b>	Alfa	<b>N</b>	November
<b>B</b>	Bravo	<b>O</b>	Oscar
<b>C</b>	Charlie	<b>P</b>	Papa
<b>D</b>	Delta	<b>Q</b>	Quebec
<b>E</b>	Echo	<b>R</b>	Romeu
<b>F</b>	Foxtrot	<b>S</b>	Sierra
<b>G</b>	Golf	<b>T</b>	Tango
<b>H</b>	Hotel	<b>U</b>	Uniform
<b>I</b>	India	<b>V</b>	Victor
<b>J</b>	Juliet	<b>W</b>	Whisky
<b>K</b>	Kilo	<b>X</b>	Extra
<b>L</b>	Lima	<b>Y</b>	Yankee
<b>M</b>	Mike	<b>Z</b>	Zulu

### **3.1.2 Codificação Operacional de Instalações e Equipamentos e Representação em Diagrama Unifilar (IN-OP.01.004)**

Esta instrução normativa estabelece critérios para a codificação operacional de identificação das instalações, equipamentos e linhas de transmissão, além da representação de equipamentos em diagramas unifilares.

As competências da codificação das instalações não são de interesse desse relatório e não serão aqui descritas.

Os equipamentos e linhas de transmissão devem ser identificados por um código alfanumérico de 4 a 6 dígitos seguindo a estrutura abaixo:

<b>1°</b>	<b>2°</b>	<b>3°</b>	<b>4°</b>	<b>-</b>	<b>5°</b>	<b>6°</b>
-----------	-----------	-----------	-----------	----------	-----------	-----------

Onde:

- 1º dígito – Define o tipo de equipamento (ver Tabela 4);
- 2º dígito – Define a tensão de operação dos equipamentos (ver Tabela 5);
- 3º dígito e 4º dígitos – Definem a função e a sequência do equipamento ou linha (ver Tabela 6);
- 5º dígito – Define a posição do equipamento. Nem sempre é necessário, quando sim, deve ser separado por um traço (ver Tabela 7);
- 6º dígito – É utilizado apenas nos casos de necessidade de diferenciar dois ou mais equipamentos da vinculados a um mesmo equipamento principal.

**Tabela 4: Caracterização do 1º dígito**

<b>Caractere</b>	<b>Equipamento</b>
<b>0</b>	Equipamento não interruptor
<b>1</b>	Disjuntor
<b>2</b>	Religador
<b>3</b>	Chave Seccionadora ou de aterramento rápido
<b>4</b>	Chave fusível
<b>5</b>	Chave de abertura em carga e VCR
<b>6</b>	Bobina de Bloqueio
<b>7</b>	Para-raios
<b>8</b>	Transformador de potencial
<b>9</b>	Transformador de corrente

**Tabela 5: Caracterização do 2º dígito**

<b>Caractere</b>	<b>Nível de tensão</b>
<b>6</b>	1 a 9,9 kV
<b>1</b>	10 a 25 kV
<b>9</b>	26 a 50 kV
<b>2</b>	51 a 75 kV
<b>3</b>	76 a 150 kV
<b>4</b>	151 a 250 kV
<b>5</b>	251 a 550 kV

**Tabela 6: Caracterização dos 3º e 4º dígitos**

<b>Caracteres</b>	<b>Função e sequência</b>	
<b>G1, G2,... G9</b>	Gerador	
<b>A1, A2,... A9</b>	Transformador de aterramento	
<b>BP</b>	Barramento principal	
<b>BA</b>	Barramento auxiliar	
<b>B1, B2,... B9</b>	Barramento (outros)	
<b>D1, D2,... D9</b>	Disjuntor de transferência / meio	
<b>W1, W2,... W9</b>	Disjuntor comum a dois transformadores	
<b>E1, E2,... E9</b>	Reator	
<b>H1, H2,... H9</b>	Banco de capacitor	
<b>K1, K2,... K9</b>	Compensador síncrono	
<b>Q1, Q2,... Q9</b>	Compensador estático	
<b>R1, R2,... R9</b>	Regulador série	
<b>T1, T2,... T9</b>	Transformador	
<b>C1, C2,... C9</b>	Linha de Transmissão	
<b>F1, F2,... F9</b>		
<b>J1, J2,... J9</b>		
<b>L1, L2,... L9</b>		
<b>M1, M2,... M9</b>		
<b>N1, N2,... N9</b>		
<b>P1, P2,... P9</b>		
<b>S1, S2,... S9</b>		
<b>V1, V2,... V9</b>		
<b>Y1, Y2,... Y9</b>		
<b>Z1, Z2,... Z9</b>		
<b>X1, X2,... X9</b>		Equipamentos que estejam nas instalações, mas sem aplicação para a operação, energizados ou susceptíveis a energização através de outros equipamentos manobráveis.

**Tabela 7: Caracterização do 5º dígito**

<b>Caractere</b>	<b>Posição</b>
<b>1, 2, 3, 4</b>	Barramento seccionável, Transformador de potencial, Transformador de corrente, Para-raios e seccionadora de disjuntor de transferência.
<b>1, 2, 3</b>	Seccionadora de barramento
<b>4</b>	Seccionadora de disjuntor, lado do barramento
<b>5</b>	Seccionadora de disjuntor, lado contrário do barramento
<b>6</b>	Seccionadora de <i>bypass</i>
<b>1, 2</b>	Seccionadora de gerador
<b>8, 9</b>	Seccionadora com outras funções
<b>A, B, C</b>	Transformador de mesma classe de tensão rigidamente paralelo com outro (s) e disjuntor de auto-trafo
<b>N</b>	Reator de neutro
<b>L</b>	Reator limitador

A identificação das fases nos equipamentos e nas linhas de transmissão é feita através de cores:

- Fase A: Azul;
- Fase B: Branco;
- Fase C: Vermelho.

Tratando-se dos diagramas unifilares, os detalhes da simbologia dos equipamentos não serão aqui abordados já que esse aspecto já foi anteriormente estudado em disciplinas do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Entretanto, outros critérios para padronização dos diagramas unifilares merecem atenção. As cores, por exemplo, servem para identificar os equipamentos de acordo com os níveis de tensão (ver Tabela 8).

**Tabela 8: Codificação das cores – Diagrama Unifilares**

<b>Cor</b>	<b>Nível de Tensão</b>
<b>Vermelho</b>	500 kV
<b>Azul</b>	230 kV
<b>Preto</b>	138 kV
<b>Verde</b>	69 kV
<b>Marrom</b>	13,8 kV
<b>Laranja</b>	Abaixo de 13,8 kV.

Para correto entendimento e melhor visualização encontra-se em anexo o diagrama unifilar da subestação Campina Grande II (CGD), localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Além dos discriminados acima outros documentos instrutivos foram estudados à medida que se mostraram necessários, entre eles:

- **Planejamento e execução da manutenção em equipamentos de subestação** - Norma de Manutenção NM.MN-SE-S.002;
- **Intervenções em equipamentos e linhas de transmissão** – Instrução Normativa da Operação – IN-OP.01.002;
- **Codificação operacional dos equipamentos auxiliares de usinas e subestações** – Instrução Normativa IN-OP.01.005;
- **Materiais utilizados pela operação de instalações** – Norma de Operação NO-OP.01.20;
- **Organização da documentação técnico-operacional** – Norma de Operação NO-OC.01.08;
- **Inspeção em Linhas de Transmissão** – Instrução da Manutenção IN-NM-LT-M-055.

### **3.2 Familiarização com Instalações e Equipamentos**

Subestação é a instalação que agrupa os equipamentos, condutores e acessórios destinados à proteção, medição, manobra e transformação de grandezas elétricas.

Todo esse universo até então só estudado na teoria estava agora à disposição para ser visto e entendido em seu completo funcionamento na SE Campina Grande II.

Essa é a maior subestação sob responsabilidade da DRCL e possui uma grande quantidade de equipamentos, uns com tecnologia obsoleta, outros de ponta, alguns já em desuso em contrapartida com os de vanguarda. Entre eles:

- Para-raios;
- Transformador de corrente;
- Bobina de bloqueio;
- Transformador de potencial;
- Chaves seccionadoras;
- Chaves de aterramentos;
- Barramento (principal e auxiliar);
- Disjuntor;
- Transformador;
- Transformador de aterramento;
- Autotransformador;
- Banco de capacitor;
- Reator;
- Compensador síncrono;
- Compensador estático;
- Isolador;
- Retificador;
- Sistema de baterias;
- Grupo Gerador;
- Sistema de proteção;
- Sistema de controle remoto.

A SE CGD (Figura 3) teve papel essencial na etapa de aprendizado, familiarização e fixação de conceitos.



**Figura 3: Subestação Campina Grande II**

### **3.3 Intervenções**

Inúmeros procedimentos e intervenções foram acompanhados durante todo o período de estágio. Limpeza e troca de isoladores, substituição de transformadores, transferências de cargas, termovisão, retrofits, manutenções em disjuntores, chaves, transformadores de correntes e relés, etc.

Neste relatório consta a descrição de alguns destes procedimentos.

#### **3.3.1 Substituição de Transformador**

Dois transformadores de 5 MVA da subestação Santa Cruz II (SE STD) foram substituídos por um único de 10 MVA.

Os antigos equipamentos da subestação, localizada na cidade de Santa Cruz no Rio Grande do Norte, já não estavam funcionando de maneira satisfatória. Para evitar desligamentos e o sobrecarregamento dos trafos, a solicitação de substituição foi atendida.

Desde a regulamentação da parcela variável, desligamentos são evitados sempre que possível. Com esse intuito, a Companhia Energética do Rio Grande do Norte (COSERN) cedeu à Chesf uma subestação móvel de 10 MVA (ver Figura 4).

Primeiramente, a subestação móvel foi energizada em paralelo com os dois transformadores de 5 MVA depois, os transformadores foram desligados e o procedimento de substituição começou.

Finalizada a troca, o novo transformador foi energizado em paralelo com a subestação móvel, as condições do transformador foram analisadas e com o aval do supervisor da intervenção, a subestação foi retirada e assim, o novo equipamento assumiu toda a carga.

Devido à sua magnitude, a intervenção durou toda a manhã e tarde. Foram inúmeros os procedimentos realizados, todos cuidadosamente coordenados e fiscalizados seguindo todas as normas de segurança.

A maior preocupação com a instalação do novo transformador seria o seu comportamento quando estivesse em plena carga (no horário de pico). Seria necessário verificar se os radiadores estariam funcionando corretamente, para evitar um super aquecimento do equipamento. Para essa análise é padrão a realização de uma termovisão, entretanto, essa intervenção foi realizada no dia de ocorrência de

um grande sinistro no sistema Chesf, toda a Grande João Pessoa ficou sem energia elétrica e o único termovisor da gerência foi encaminhado para a capital paraibana.

Assim, para verificar o correto funcionamento dos radiadores foi utilizado o tato, comparando a temperatura do corpo do transformador com a dos radiadores com o uso das mãos, identificando os pontos de passagem do óleo, certificando dessa forma, o correto funcionamento dos radiadores.



**Figura 4: Subestação Móvel da COSERN**

### **3.3.2 Substituição de chaves e limpeza de isoladores em CGU**

A subestação Campina Grande I (CGU), localizada na cidade de mesmo nome, é a mais antiga sob os cuidados da DRCL e por isso recebe constantes manutenções.

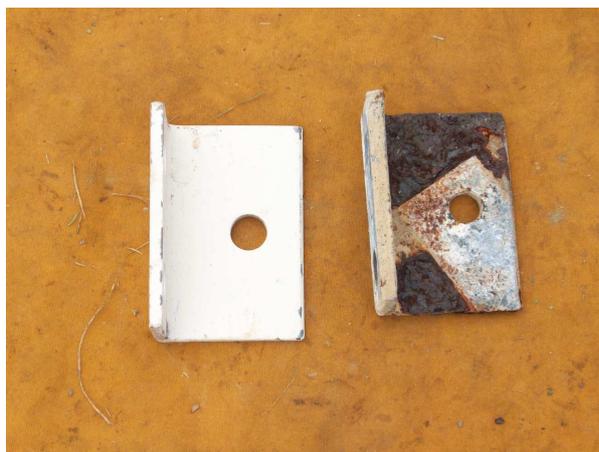
Um desligamento foi programado para a troca de chaves seccionadoras (ver Figura 5) que já possuíam um histórico de relatos de falhas de funcionamento. As chaves se encontravam no setor de 69 kV da subestação, com código operacional 32T1-5. O diagrama unifilar da SE CGU segue em anexo.



**Figura 5: Substituição de chaves seccionadoras**

Aproveitando o desligamento, uma equipe foi designada para fazer pequenos ajustes na subestação: limpeza de isoladores, troca de conexões e aperto e substituição de parafusos, entre outras atividades. Na Figura 6 é mostrada a condição dos isoladores, parafusos e conectores substituídos





**Figura 6: Condição dos isoladores, parafusos e conectores trocados na intervenção**

Além disso, o departamento de proteção designou de Recife alguns especialistas para ajustes nas proteções dos disjuntores.

Foi uma intervenção muito interessante, pois, apesar de simples, foi extremamente rica em procedimentos e em detalhes de caráter técnico e operacional.

### **3.3.3 Procedimentos de rotina da operação**

Durante o período de alocação no SLOG, sob a supervisão do engenheiro eletricitista Evandro Soares, foi possível o acompanhamento diário de todas as incumbências dos operadores do sistema e seus coordenadores.

Durante esse tempo, inúmeras atividades foram observadas:

- Coleta de óleo dos transformadores para análise;
- Supervisão de intervenções nas instalações;
- Manobras de chaves seccionadoras (remotamente e localmente);
- Manobras remotas em disjuntores;
- Testes no grupo gerador;
- Comunicação com o ONS e com os centros de controle da Chesf;
- Inspeção diária nas condições dos equipamentos da subestação.

### 3.3.4 Simulados da Operação

A operação correta do sistema é uma das tarefas mais necessárias e fiscalizadas em um sistema elétrico de potência. E cabe aos operadores a função de manter a continuidade de fornecimento de energia elétrica e, mais, de agir corretamente na ocorrência de eventos, minimizando perdas e tempo de desligamento.

A experiência é o melhor caminho para se formar um bom operador, entretanto, sabemos que não é todo dia que temos ocorrências no sistema, principalmente as que exigem maior conhecimento e segurança nas ações, e mais, na ocorrência do evento, o operador não pode errar.

Como treinar então o operador para saber reagir aos eventos sem precisar esperar a ocorrência desses causando danos ao sistema e paradas no fornecimento de energia elétrica?

Para isso, anualmente, o SLOG convoca uma equipe experiente para criar situações simuladas. O objetivo é representar situações peculiares. Sejam elas envolvendo grandes danos ao sistema, demandando um grande número de procedimentos, fugindo do padrão, utilizando um novo equipamento ou sob situações adversas (chuva, mau funcionamento de veículo, quebra de equipamento de apoio, etc.).

Os eventos simulados são preparados de forma que representem com o máximo de realismo a cena que irá ser representada. Para isso, efeitos sonoros (bombas, buzinas, etc.), visuais (fumaça, pedaços de equipamentos, etc., ver Figura 7) e psicológicos são utilizados.



**Figura 7: Isoladores quebrados para simulação do evento**

Cada dupla de operadores é sorteada para um evento simulado e a partir desse momento, todas suas ações são avaliadas. Cada procedimento e os tempos de respostas são apontados e depois de concluído o evento, há um momento de discussão e avaliação com todos os operadores.

Em João Pessoa, para a Subestação Mussuré II (SE MRD), foram preparados três eventos:

- Evento 01: Desenergização da linha 04F1;
- Evento 02: Baixa pressão de SF<sub>6</sub> 1º e 2º graus no disjuntor 14T4;
- Evento 03: Centelhamento (ou ponto quente crítico) no transformador de potencial 82BP-1.

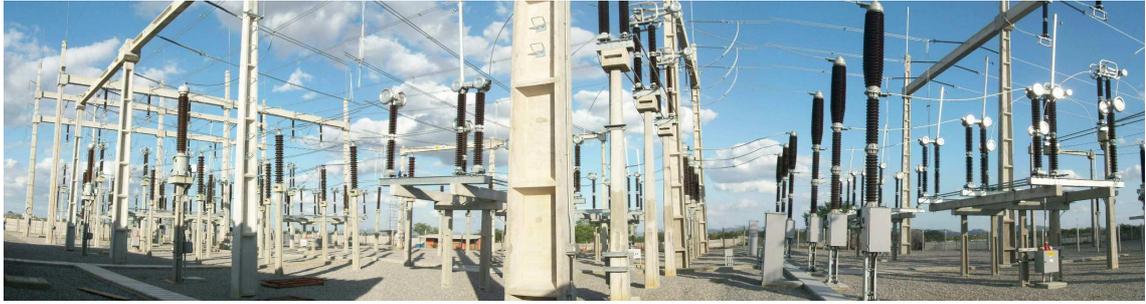
Os documentos de descrição de um dos eventos e de sua respectiva avaliação seguem em anexo.

### **3.3.5 Comissionamento da Subestação Coteminas (SE CTM)**

A Companhia Tecidos Norte de Minas (Coteminas) é uma empresa do ramo têxtil que fabrica e distribui produtos que ostentam conceituadas marcas de sucesso no mercado. A unidade de Campina Grande (ver Figura 8) foi criada na década de 80 e ano passado decidiu aderir à categoria de consumidor livre, passando a comprar energia diretamente da Chesf em 230 kV, para isso construiu uma subestação seccionadora de 230 kV – 13,8 kV, ver Figura 9.



**Figura 8: Instalação da Coteminas em Campina Grande**



**Figura 9: Subestação Coteminas**

A subestação foi energizada em 18 de dezembro de 2009 e durante o estágio todo o processo de comissionamento e de pré-operação pôde ser acompanhado e auxiliado.

A seguir, alguns detalhes das atividades realizadas.

O diagrama unifilar da SE CTM encontra-se em anexo.

#### ▪ **Controle, pedido e fiscalização de suprimentos**

Para que o acordo operativo fosse corretamente realizado, a Coteminas deveria entregar uma subestação à Chesf de acordo com os padrões da destinatária.

Equipamentos e materiais essenciais foram pedidos no acordo, entretanto muitos itens não constavam no documento. Um levantamento foi realizado na SE CGD e adequado às necessidades da SE CTM (de menor porte).

Entre esses itens constavam materiais relativos à segurança, placas de identificação de equipamentos e de ambientes, material de apoio à operação, meios de comunicação, itens de higiene e bem estar, placas de segurança e meio ambiente, etc.

Além da realização dos pedidos, também [eram checadas as especificações corretas](#) dos materiais recebidos.

## ▪ **Cadastro de equipamentos**

Cada equipamento da subestação deve ser cadastrado de acordo com as normas já descritas, a ficha de cadastro inclui localização e toda uma lista de itens a ser verificados antes da energização.

Itens estes que verificam desde a documentação técnica do equipamento até suas condições físicas e operacionais.

Para exemplificação, a ficha de integração de um disjuntor encontra-se em anexo.

## ▪ **Elaboração de documentação operacional**

Todas as subestações da Chesf, por norma, só podem ser energizadas quando sua documentação operacional estiver pronta. Esta documentação é formada por três instruções:

- IOA: Instrução de Operação de Serviços Auxiliares – contém informações técnicas e operacionais sobre o conjunto de equipamentos que compõem os serviços auxiliares da subestação;
- IOE: Instrução de Operação de Equipamentos – cada equipamento da subestação deve ter a sua IOE específica (para-raios, disjuntor, chave seccionadora, chave de aterramento, TP e TC) contendo informações técnicas e operacionais sobre sua estrutura e funcionamento;
- IOP: Instrução de Operação de Proteção – contém informações técnicas e operacionais sobre toda a estrutura que compõe o sistema de proteção da subestação.

Durante a operação normal de uma subestação, as IO's são frequentemente consultadas e por essa razão devem reunir o maior número de informações possíveis, os dados nelas contidos devem ser confiáveis.

Para a confecção das instruções de operação foi formada uma equipe constituída por três operadores e as duas estagiárias, com coordenação de um dos engenheiros responsável pelo comissionamento da subestação.

### ▪ **Elaboração do DUMP**

O Diagrama Unifilar de Medição e Proteção (DUMP) é um documento técnico que contém informações específicas sobre o sistema de proteção da subestação.

O DUMP reúne dados de proteção e medição como: funções ativas nos relés, conexões entre dispositivos, envio de sinais de abertura (TRIP), religamento e bloqueio, entre outros.

Sob a supervisão de um operador e do engenheiro responsável, ficou sob a responsabilidade desta estagiária a confecção do DUMP da SE CTM.

Em anexo, encontra-se a primeira versão do documento.

### **3.3.6 Treinamento dos Operadores**

Mudanças de configuração, instalação de novos equipamentos, entradas de novas instalações, enfim, qualquer processo que modifique o funcionamento normal da operação exige treinamento dos operadores.

Durante o período de estágio, foram preparados vários desses seminários, entre eles:

- Retrofit 04L3;
- Serviços Auxiliares da SE CTM;
- Sistema de Proteção da SE CTM;
- Instruções de operação dos equipamentos da SE CTM.

Após a realização de cada treinamento uma avaliação era realizada para fortalecer e avaliar os conhecimentos passados.

### **3.3.7 CIPA**

A Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) tem como objetivo a prevenção de acidentes e doenças decorrentes do trabalho, de modo a tornar compatível permanentemente o trabalho com a preservação da vida e da promoção da saúde do trabalhador.

É regulamentada pela Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) nos artigos 162 e 165 e pela Norma Regulamentadora 5 (NR 5) contida na portaria 3.214 de 08/06/78 baixada pelo Ministério do Trabalho.

Entre as suas atribuições estão:

- Identificação dos riscos do processo de trabalho e elaboração do mapa de riscos;
- Elaboração de plano de trabalho que possibilite a ação preventiva na solução de problemas de segurança e saúde no trabalho;
- Participação na implementação e no controle da qualidade das medidas de prevenção necessárias, bem como na avaliação das prioridades de ação nos locais de trabalho;
- Realização periódica de avaliação nos ambientes e condições de trabalho visando a identificação de situações que venham a trazer riscos para a segurança e saúde dos trabalhadores;
- Divulgação aos trabalhadores de informações relativas à segurança e saúde no trabalho;
- Participação nas discussões para avaliar os impactos de alterações no ambiente de trabalho relacionados à segurança e saúde dos trabalhadores;
- Promoção anual da Semana Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho (SIPAT).



**Figura 10: Mapa de Riscos Ambientais – Sala Compensador Estático**

A CIPA formada em Campina Grande tem como presidente o engenheiro do SLOG Evandro Soares. A comissão é ativa, todo mês promove palestras relacionadas à segurança ou saúde, para chamar atenção do público, os seminários têm divulgação peculiar usando o bom humor, a tática vem dando certo e as palestras da CIPA-CG são sempre recorde de público e este trabalho é fortemente divulgado em congressos da área de Segurança do Trabalho.

Além disso, a SIPAT mobiliza todos os colaboradores trazendo informação e conscientização. É praxe a presença de convidados abordando temas de interessa da empresa ou em voga na época.

### **3.4 Treinamentos e Cursos**

Sempre preocupada com a qualificação de seu empregado, a Chesf promove e ministra rotineiramente vários treinamentos e cursos sob sua supervisão. Abaixo, segue uma breve descrição de alguns deles.

### **3.4.1 Curso de Primeiros Socorros para Socorristas**

A Chesf forma todos os autorizados a entrar em áreas energizadas como socorristas.

Essa formação exige renovação dos conhecimentos em primeiros socorros a cada dois anos. O curso com carga de 16h foi ministrado por paramédicos da empresa *FireRescue* e aborda os procedimentos a serem realizados no socorro de vítimas de diversos tipos de acidente.

Além de atender um requisito da norma NR 10, o curso deixa todos os colaboradores mais seguros e cuidadosos em relação ao trabalho que realizam.

### **3.4.2 Treinamento “Filosofia da Proteção”**

Treinamento ministrado pelo engenheiro do SLOG Ednaldo Sobreira com duração de 32 horas.

No seu escopo:

- Princípios da filosofia de proteção de sistemas elétricos;
- Leitura de diagramas funcionais;
- Apanhamento histórico da evolução dos relés;
- Noções básicas da proteção digital de sistemas elétricos.

### **3.4.3 Curso de formação para Engenheiros de Manutenção de Linhas de Transmissão**

Curso com duração de 74 horas direcionado para os mais novos engenheiros contratados pela Chesf para atuar na área de manutenção de linhas de transmissão.

Um treinamento muito completo e rico dividido em duas partes: 36 horas teóricas e 36 horas práticas. A parte prática exigia treinamento prévio em altura e em manutenção de linhas vivas, dessa forma as estagiárias só puderam assistir a primeira metade do curso.

O objetivo do curso era a capacitação dos engenheiros recém admitidos para o controle e gerência dos procedimentos em manutenção de linhas de transmissão.

#### **3.4.4 Treinamento Disjuntor SIEMENS 3AP 245 kV**

Treinamento ministrado por um representante da SIEMENS sobre o disjuntor tipo 3AP de 245 kV.

Instruções de transporte, manutenção, inspeção e operação foram abordados no treinamento.

Esse equipamento compõe a subestação Coteminas.

O curso teve duração de 16 horas.

#### **3.4.5 Treinamento Transformador de Corrente SIEMENS isolado a gás SF6**

Treinamento ministrado por um representante da SIEMENS sobre o TC tipo de 230 kV.

O transformador de corrente tem a peculiaridade de ser isolado a gás SF6. Esse detalhe exigiu a atenção para o correto manuseio e manutenção do equipamento, especialmente dos operadores que serão os responsáveis pela inspeção de anormalidades.

Esse equipamento compõe a subestação Coteminas e passou também a compor as subestações de Campina Grande II e Pau Ferro, conectadas à SE CTM.

O curso teve duração de 16 horas.

#### **3.4.6 Treinamento Retificador ADELCO CBM 9000**

Treinamento ministrado por um representante da ADELCO fabricante do retificador CBM – 9000.

O objetivo do treinamento foi orientar a equipe responsável pelos serviços auxiliares sobre a correta manutenção do equipamento e os operadores sobre os procedimentos de operação do retificador.

Noções de eletrônica de potência e dicas sobre o carregamento das baterias foram abordadas.

Esse equipamento compõe a subestação Coteminas.

O curso teve duração de 16 horas.

### **3.4.7 Treinamento Grupo Gerador STEMAC ST 2140**

Treinamento ministrado por um representante da STEMAC fabricante do grupo gerador ST 2140.

O curso englobou noções da teoria de máquinas elétricas, além de aspectos construtivos, técnicos e operacionais do grupo. O público alvo foi a equipe de equipamentos responsável pela manutenção dos serviços auxiliares.

Esse equipamento compõe a subestação Coteminas.

O curso teve duração de 16 horas.

### **3.4.8 Treinamento em Contingência em Linhas de Transmissão**

Treinamento ministrado pela Chesf para capacitar seu corpo técnico na contingência de linhas de transmissão (ver figuras 11 a 14).

Curso extremamente rico e prático com abordagem de todas as etapas de construção de linhas de transmissão, desde a ancoragem dos pontos de apoio até a correta desmontagem da estrutura.

Primeiramente os procedimentos foram passados para todos os participantes, depois fomos divididos em três equipes cada uma sob a responsabilidade de um técnico experiente na área com a função de montar uma das etapas da estrutura completa.

Desde o correto manuseio do Tifor até a colocação dos pré-formados, vários detalhes foram vistos no curso.

No momento de içamento das linhas, todas as equipes observavam o trabalho dos colegas.

O curso teve duração de 40 horas.



**Figura 11: Escavação das áreas de fixação das torres**



**Figura 12: Montagem das torres**



**Figura 13: Colocação dos pré-formados**



**Figura 14: Içamento das torres**



**Figura 15: Visão geral do trabalho realizado**

#### **4. CONCLUSÃO**

Um estágio em uma empresa do porte e da complexidade da Chesf para um futuro engenheiro eletricitista, especialmente os com interesse pela eletrotécnica, é único.

Viver a realidade de uma transmissora e poder visualizar a prática e a execução do que até então só havia sido estudado na teoria foi de extrema valia para o aprendizado profissional da estagiária.

Ainda mais, com o acompanhamento do comissionamento de uma subestação, experiência que só incrementou os conhecimentos até então recebidos.

Além das atividades técnicas, todas as instruções sobre conduta e postura profissional e os aprendizados sobre os relacionamentos no ambiente de trabalho serão base para experiências futuras.

## 5. BIBLIOGRAFIA

A. C. Carvalho, A. P. Puente, A. Fuchs, C. M. Portela, E. J., Gueratto, D. D. Figueiredo, F. M. Salgado Carvalho, G. Garcia Junior, I. M. de Souza, J. Amon Filho, J. B. Almeida, J. S. Teixeira, L. P. S. Silva, M. Asano, M. A. G. Drummond, M. Lacorte, M. A. Vorpe, O. Kastup Filho, R. Colombo, S. V. Fernandes Júnior, S. A. Morais, S. O. Frontin, W. J. França. *Disjuntores e Chaves – Aplicações em sistemas de potência*. Furnas – Editora da Universidade Federal Fluminense, 1995.

Instrução Normativa: *IN-OP.01.002 – Intervenções em equipamentos e linhas de transmissão*, 4ª edição, 2008.

Instrução Normativa: *IN-OP.01.004 – Codificação Operacional de Instalações e Equipamentos e Representação em Diagrama Unifilar*, 2ª edição, 2008.

*Manual Cipa – A nova NR 5*. Ministério do Trabalho, 2008.

Norma de Operação: *NO-OC.01.08 – Organização da documentação técnico-operacional*, 2ª edição, 1995.

Norma de Operação: *NO-OP.01.04 – Comunicação Verbal na Operação*, 2ª edição, 2005

Norma de Operação: *NO-OP.01.20 – Materiais utilizados pela operação de instalações*, 1ª edição, 2006.

Intranet: *Chesfnet*

Companhia Hidro Elétrica do São Francisco. Disponível em: <http://www.chesf.gov.br>. Acesso em: 08/11/2009.

## **ANEXOS**