



Universidade Federal de Campina Grande  
Centro de Engenharia Elétrica e Informática  
Unidade Acadêmica de Engenharia Elétrica  
Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

## **Relatório de Estágio Integrado**

Cícero Einstein do Nascimento Santos

Campina Grande, Paraíba.

2009

Cícero Einstein do Nascimento Santos

## Relatório de Estágio Integrado

*Relatório de Estágio Integrado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para conclusão da disciplina Estágio Integrado.*

Orientador: Prof. Damásio Fernandes Júnior

Campina Grande, Paraíba.

2009

Cícero Einstein do Nascimento Santos

## Relatório de Estágio Integrado

*Relatório de Estágio Integrado apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito para conclusão da disciplina Estágio Integrado.*

Aprovado em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ . Nota: \_\_\_\_\_

---

Cícero Einstein do Nascimento Santos

Orientando

---

Prof. Damásio Fernandes Júnior, D. Sc.

Orientador

*Dedico às duas mulheres mais importantes da minha vida.*

*Pelo amor, compreensão, apoio e carinho.*

*Pelas palavras de incentivo.*

*Pelos puxões de orelha.*

*Por estarem sempre comigo.*

*Dedico a Valéria (minha mãe) e a Juliana (meu amor).*

## **Agradecimentos**

A Deus, pelo dom da sabedoria e pelas bênçãos alcançadas durante esta caminhada.

Ao prof. Damásio, pela orientação deste trabalho e pelas contribuições na consolidação dos conceitos adquiridos.

A Alunorte, pela oportunidade de estágio. Este período proporcionou minha evolução como profissional.

A Jefferson Lima, meu tutor, pela amizade, pela condução das minhas atividades, pela disponibilidade em atender minhas dúvidas e questionamentos e pela contribuição a minha formação como engenheiro e como pessoa.

A toda equipe da Geimp, pela contribuição técnica e pessoal ao meu estágio.

Aos meus companheiros de estágio, especialmente Diego, Jorge e Radines, pelos momentos de conversa e descontração, pela convivência tranqüila e divertida e pela troca de experiências.

Aos meus amigos Isaac e Ciclindo, por tornarem minha estadia em Campina Grande agradável e divertida, pela confiança, pelos conselhos, pela conversa fiada e séria, e principalmente pela amizade.

Aos meus companheiros de curso, Allan, Bybyanna, Diego, Fábio, Marcus e João, por me acompanharem nesta caminhada.

Aos meus companheiros do Iphotobot, pela amizade e pelas reuniões não culturais ou científicas.

Aos meus pais e irmãos (aqui incluo Tivan), pelo apoio, pelos sacrifícios e pelo amor a mim dedicado.

E por fim, a Juliana, por todo amor e carinho a mim dedicado, pelos incentivos e por chorar as minhas mágoas e sorrir minhas vitórias comigo.

*Como pretendemos que as coisas mudem, se sempre fazemos o mesmo. A crise é a melhor benção que pode ocorrer com as pessoas e países, porque a crise traz progressos. A criatividade nasce da angústia, como o dia nasce da noite escura. É na crise que nascem as invenções, os descobrimentos e as grandes estratégias. Quem supera a crise, supera a si mesmo sem ficar superado. Quem atribui à crise seus fracassos e penúrias, violenta seu próprio talento e respeita mais aos problemas do que às soluções. A verdadeira crise é a crise da incompetência. O inconveniente das pessoas e dos países é a esperança de encontrar as saídas e soluções fáceis. Sem crise não há desafios, sem desafios, a vida é uma rotina, uma lenta agonia. Sem crise não há mérito. É na crise que se aflora o melhor de cada um. Falar de crise é promovê-la, e calar-se sobre ela é exaltar o conformismo. Em vez disso, trabalhemos duro. Acabemos de uma vez com a única crise ameaçadora, que é a tragédia de não querer lutar para superá-la.*

*Albert Einstein*

## Resumo

O presente trabalho apresenta uma descrição das atividades do estágio realizado por Cícero Einstein do Nascimento Santos. Este estágio é integralizado como requisito para obtenção do grau em Engenharia Elétrica, na Universidade Federal de Campina Grande. Foi cumprido, no período de seis meses, nas instalações da empresa Alumina do Norte do Brasil S. A. – Alunorte, sediada no estado do Pará. As atividades foram desempenhadas na área de engenharia de projetos, possuindo caráter de análise e execução de serviços elétricos. Além de critérios e normas relativos à preparação de documentação técnica, foram aplicados conceitos de dimensionamentos, especificações e instalações elétricas prediais e industriais. Em complementação, visitas técnicas às demais áreas do sistema elétrico de uma grande refinaria, incluindo sistema de cogeração de energia, proporcionaram uma compreensão do seu sistema elétrico em sua totalidade.

**Palavras-chave:** Estágio Integrado, Engenharia Elétrica, Sistema Elétrico, Projetos, Normas Técnicas.

## Sumário

Lista de Figuras .....	viii
Introdução .....	1
1.1. Apresentação da empresa .....	2
1.2. Processo Bayer .....	4
1.3. Gerência de Engenharia e Implantação de Projetos .....	7
Capítulo 2 - Atividades.....	10
2.1. Introdução .....	10
2.2. Atividades desenvolvidas durante o estágio .....	10
2.2.1. Projetos e desenhos elétricos .....	10
2.2.2. Critérios de projeto e normas técnicas.....	12
2.2.3. Equipamentos elétricos e ferramentas de trabalho .....	13
2.2.3.1. Detector de tensão .....	13
2.2.3.2. <i>HiPot Test</i> .....	13
2.2.3.3. Equipamento de injeção de corrente.....	14
2.2.3.4. Solda exotérmica .....	15
2.2.4. Sistema elétrico .....	16
2.2.4.1. Distribuição de energia elétrica .....	16
2.2.4.2. Cogeração de energia elétrica.....	18
2.2.4.3. Geração de energia elétrica emergencial .....	19
2.2.5. Acionamento e Proteção .....	20
2.2.6. Relacionamento interpessoal .....	21
Capítulo 3 - Apresentação de Casos .....	22
3.1. Introdução .....	22
3.2. Incorporação de rede de distribuição em 13,8 kV .....	22
3.3. Arranjo típico de uma subestação.....	27
Conclusão .....	35
Referências .....	36
Anexo .....	37



## Lista de Figuras

Figura 1. 1 – Diagrama organizacional da Alunorte. ....	3
Figura 1. 2 – Processo produtivo da Alunorte – Visão geral [5]. ....	4
Figura 1. 3 – Pátio de Bauxita. ....	5
Figura 1. 4 – Moagem. ....	5
Figura 1. 5 – Desaguamento. ....	5
Figura 1. 6 – Digestão. ....	5
Figura 1. 7 - Tanques Flash. ....	6
Figura 1. 8 – Decantação. ....	6
Figura 1. 9 – Lavagem de Lama. ....	6
Figura 1. 10 - Filtração de Lama. ....	6
Figura 1. 11 – Precipitação. ....	7
Figura 1. 12 – Calcinação. ....	7
Figura 2. 1 – Esquema <i>Hipot Test</i> . ....	14
Figura 2. 2 – Esquema para teste de continuidade do aterramento. ....	14
Figura 2. 3 – Aplicação da solda exotérmica. ....	16
Figura 2. 4 – (a) Conexão por solda. (b) Conexão mecânica. ....	16
Figura 2. 5 – Sistema elétrico da Alunorte ....	17
Figura 2. 6 – Cogeração de Energia Elétrica. ....	18
Figura 2. 7 – (a) Turbina de Contrapressão. (b) Gerador Síncrono. ....	19
Figura 2. 8 – Grupo Gerador de Emergência. ....	20
Figura 3. 1 - Detalhe coluna de instalação do disjuntor. ....	23
Figura 3. 2 - Detalhe encaminhamento pelo <i>Pipe Rack</i> . ....	23
Figura 3. 3 – Interligação com o <i>Pipe Rack</i> . ....	24
Figura 3. 4 - Substituição de cabo isolado por cabo nu. ....	25
Figura 3. 5 - Detalhe da troca N3 para N4. ....	25
Figura 3. 6 - Inversão no sentido da chave fusível. ....	26
Figura 3. 7 - Vista lateral da estrutura DN3A-CF [11]. ....	26
Figura 3. 8 - Sistema duplo redundante. ....	28
Figura 3. 9 – Transformadores. ....	28
Figura 3. 10 – Centro de Comando de Motores de Média Tensão. ....	29

Figura 3. 11 - Barra A do MCCM. ....	30
Figura 3. 12 - Dispositivos de partida de motores. ....	30
Figura 3. 13 - Barra A do BCCM. ....	31
Figura 3. 14 - Centro de Controle de Motores de Baixa Tensão. ....	31
Figura 3. 15 - Conjunto Inversor de Frequência. ....	32
Figura 3. 16 - Barra C do BCCM. ....	32
Figura 3. 17 - Transformador auxiliar 480 V - 230 V/133V. ....	33
Figura 3. 18 - Conjunto carregador de baterias. ....	33
Figura 3. 19 - UPS. ....	34

# Introdução

O programa de estágios na modalidade Estágio Integrado tem como um de seus objetivos gerais, integrar o aluno com a problemática tecnológica, econômica, política e humanística, existentes nos setores da indústria e de serviços, permitindo uma visão realista do funcionamento das empresas [1].

Em conformidade com o exposto e com o Termo de Compromisso em anexo, foi realizado o Estágio Integrado, constante da grade curricular do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Campina Grande, durante o período de 15 de setembro de 2008 a 15 de março de 2009.

O referido estágio foi exercido em sua totalidade pelo aluno Cícero Einstein do Nascimento Santos (doravante chamado Estagiário), regularmente matriculado no Curso de Graduação em Engenharia Elétrica desta universidade. Suas atividades foram desenvolvidas na empresa Alumina do Norte do Brasil S. A. (Alunorte), localizada na cidade de Barcarena – PA.

A Alunorte é uma refinaria de alumina, idealizada para integrar a cadeia produtiva do alumínio no Pará, estado rico em bauxita, minério rico em alumina. E desde 2006, figura como a maior produtora mundial de alumina, sendo responsável por 7% da produção mundial [2].

Ao longo deste relatório, será apresentada a evolução das atividades propostas como complementares a formação técnica e profissional do aluno, de forma que, o exposto venha a comprovar sua integração com o ambiente organizacional e as práticas inerentes à sua formação.

# Capítulo 1 - A empresa

## 1.1. Apresentação da empresa

Em 1978, um acordo entre os governos do Brasil e do Japão — que contou com a participação da Vale (na época, chamada de Companhia Vale do Rio Doce) — criou a Alunorte. Porém, em função de uma crise no mercado, que retardou a implantação do projeto, suas operações foram iniciadas em julho de 1995.

Iniciadas no ano 2000, três obras de expansão industrial, projetaram a Alunorte para: a maior refinaria da América Latina e a quarta do mundo, em 2003; a maior refinaria de alumina do planeta, em 2006; e em 2008 (ainda maior produtora mundial), capaz de produzir 6,26 milhões de toneladas de alumina por ano.

A alumina é obtida a partir de um processo de refinamento da bauxita, conhecido como Processo Bayer, idealizado por Karl Josef Bayer. A bauxita utilizada na Alunorte tem origem na cidade de Oriximiná - PA, fornecida pela Mineração Rio do Norte S. A. (MRN), transportada por navios ao longo dos rios Trombetas e Amazonas; e na cidade de Paragominas - PA, fornecida pela Vale, de onde a bauxita segue por um mineroduto de 244 km de extensão.

A alumina produzida tem destino no mercado brasileiro principalmente nas empresas Alumínio Brasileiro S. A. (Albras) e Valesul Alumínio S. A., que utilizam esse produto na fabricação de alumínio primário. E também é exportada, através do porto de Vila do Conde, para os mercados da América do Norte, Europa e Ásia.

A alumina pode ser utilizada também na fabricação de detergentes, produtos de limpeza, compostos para tratamento da água, supressores de fumaça, materiais ópticos e pastas de dente, além de atender também à indústria plástica, de mármore, granito sintético e isolante.

A Alunorte é organizada segundo gerências subordinadas à direção industrial (Figura 1.1). Elas podem ser classificadas da seguinte forma:

- Operacionais:
  - Gerência do Porto (Gepor);
  - Gerência da Área Vermelha (Gever);
  - Gerência da Área Branca (Geban);
  - Gerência de Manutenção (Geman);
  - Gerência da Área Técnica (Getec);
  - Gerência de Utilidades (Getil);
- Administrativas:
  - Gerência Administrativa (Geadm);
- Projetos:
  - Gerência de Engenharia e Implantação de Projetos (Geimp).

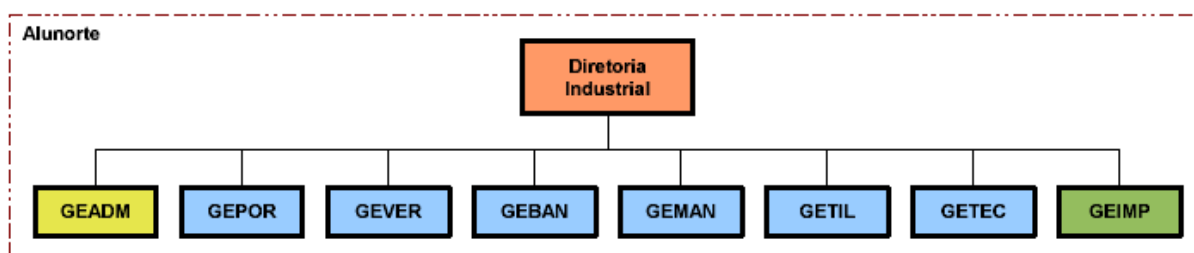


Figura 1. 1 – Diagrama organizacional da Alunorte.

As gerências operacionais são responsáveis pelo processo produtivo da refinaria, e são compostas por engenheiros, técnicos e operadores, coordenados por um gerente de área, apoiado por coordenadores de turno.

A gerência administrativa é responsável por todos os procedimentos administrativos da Alunorte, exceto aqueles referentes a padrões de qualidade, segurança e meio ambiente, cujo andamento é gerido pela Getec.

E por fim, a Geimp é responsável pelo suporte técnico às áreas operacionais e pela implantação de projetos novos ou de grande porte, conforme descrito de forma mais detalhada na subseção 1.3.

## 1.2. Processo Bayer

O Processo Bayer foi inventado em 1887, por Karl Bayer [3]. Bayer, em Saint Petersburg (Rússia), desenvolvendo um método para fornecer alumina à indústria têxtil, descobriu que o hidróxido de alumínio, precipitado a partir de uma solução alcalina era cristalino e poderia ser facilmente filtrado e lavado, enquanto que precipitado a partir de um ácido médio por neutralização era gelatinoso, e difícil de ser lavado (processo comumente executado até então).

Este processo ganhou grande importância na metalurgia juntamente com o processo de obtenção do alumínio (processo Hall-Héroult), inventado em 1886.

O Processo Bayer pode ser dividido em três etapas fundamentais: Digestão, Precipitação e Calcinação [4]. Na Figura 1.2, pode ser visualizado um fluxograma simplificado do Processo Bayer implementado pela Alunorte.

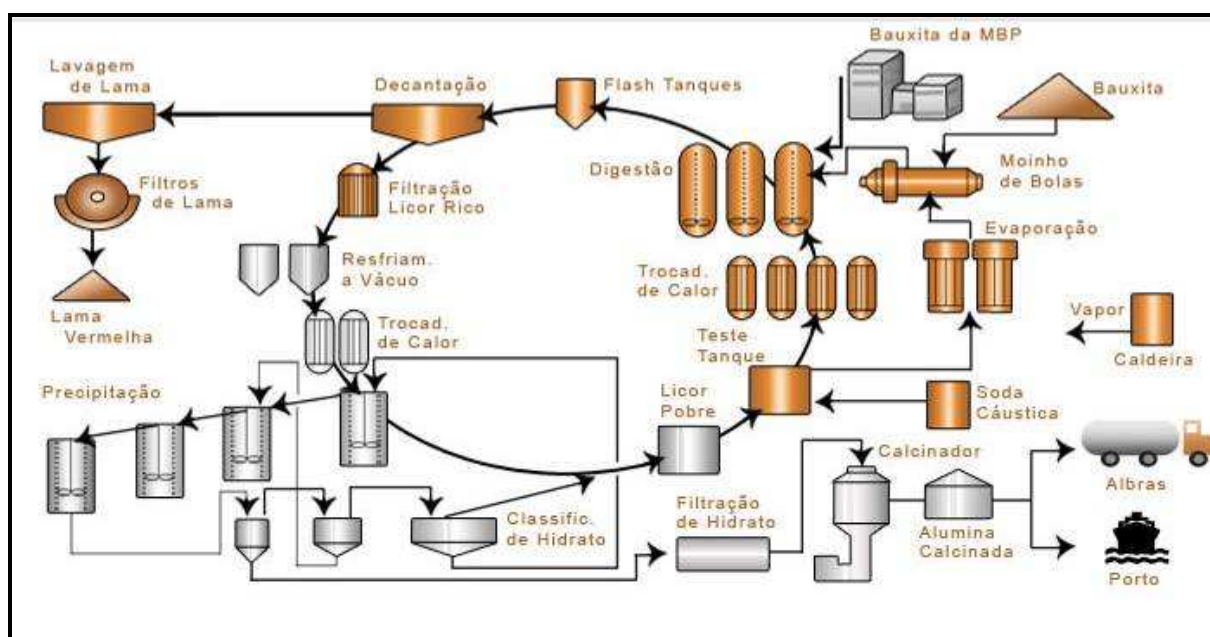


Figura 1. 2 – Processo produtivo da Alunorte – Visão geral [5].

Na moagem (Figura 1.4), a bauxita recuperada dos pátios de estocagem (Figura 1.3) é moída juntamente com o Licor Pobre em hidróxido de alumínio,  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , e uma mistura de leite de cal. Paralelamente, a bauxita recebida através do mineroduto é filtrada em Filtros Hiperbáricos para retirada da água utilizada para o bombeamento (Figura 1.5). Destes dois processos resulta uma Poupa de Bauxita que é encaminhada para a digestão.

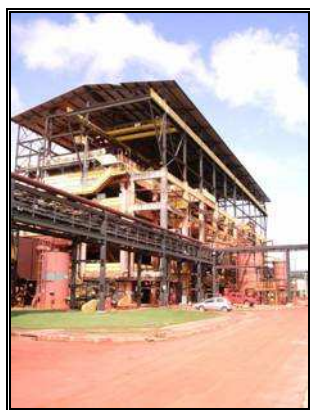
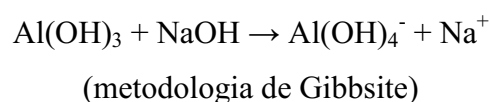


**Figura 1. 3 – Pátio de Bauxita.**



**Figura 1. 4 – Moagem.**

Na digestão (Figura 1.6), o hidróxido de alumínio (agregado na bauxita), é dissolvido em solução de hidróxido de sódio, NaOH (soda cáustica), segundo a reação:



**Figura 1. 5 – Desaguamento.**



**Figura 1. 6 – Digestão.**

Este processo ocorre a condições controladas de concentração, temperatura e pressão, de acordo com as propriedades da bauxita. A metodologia de Gibbsite prevê um aquecimento em torno de 140°C. O produto proveniente dos digestores sofre um resfriamento em Tanques Flash (Figura 1.7), e é conduzido à decantação (Figura 1.8), onde o material decantado consiste de uma lama vermelha (Sodalita Bayer), que é direcionada à lavagem, filtração e rejeição (Figura 1.9 e Figura 1.10).





**Figura 1. 7 - Tanques Flash.**



**Figura 1. 8 – Decantação.**

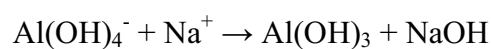


**Figura 1. 9 – Lavagem de Lama.**

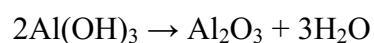


**Figura 1. 10 - Filtração de Lama.**

O transbordo da decantação consiste de um Licor Rico em hidróxido de alumínio. Ele é filtrado e resfriado, de forma a apresentar uma temperatura suficiente para cristalização do hidróxido e conseqüente precipitação (Figura 1.11), segundo a reação:



O hidróxido de alumínio depositado é conhecido como hidrato. O hidrato é recuperado, classificado, filtrado e levado à calcinação (Figura 1.12), onde é submetido a temperaturas em torno de 1000°C para eliminação de vapor d'água, segundo a reação:



O produto obtido após a calcinação é a alumina calcinada,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Para cada 5 t de bauxita são produzidas cerca de 2 t de alumina e 1 t de alumínio.





Figura 1.11 – Precipitação.



Figura 1.12 – Calcinação.

### 1.3. Gerência de Engenharia e Implantação de Projetos

A missão do engenheiro é encontrar soluções para problemas técnicos. Para tanto se baseia em conhecimentos das ciências naturais e da engenharia e leva em consideração condicionantes materiais, tecnológicas e econômicas, bem como restrições legais e ambientais [6].

A Geimp é uma gerência criada para suportar a função de desenvolvimento, implantação e modificação de projetos de engenharia básica, conceitual e executiva, para ampliações, melhorias operacionais e novos projetos de investimento, revisão de desenhos e documentos técnicos, *as built* de modificações, e serviços de consultoria para a Alunorte.

A gerência é composta por um quadro de engenheiros de formação mecânica, civil e elétrica, gerenciados administrativamente por um gerente de área e um gerente de divisão.

A cada engenheiro compete desenvolver, gerenciar e supervisionar a execução de projetos em atendimento às necessidades da Alunorte. E para tal, deve deter competências em análise de aspectos relativos a custos, prazos, qualidade, aplicabilidade, viabilidade, riscos à segurança do trabalho e meio ambiente.

Sob aspectos técnicos, o engenheiro de projetos deve:

- Fornecer laudos e relatórios técnicos, baseados em critérios nacionalmente e internacionalmente (quando aplicável) aceitos em normas técnicas vigentes;

- Fornecer suporte técnico e atuar em manutenções de grande porte, na fase pré-operacional de novos equipamentos;
- Identificar a documentação técnica a ser revisada/criada relativa a projetos novos e modificações;
- Desenvolver estimativas e estudos de viabilidade técnica e econômica;
- Elaborar ou atualizar procedimentos aplicáveis à implantação e manutenção de equipamentos;
- Avaliar a necessidade de elaboração de projeto complementar para contratações ou aquisições de equipamentos e serviços especializados; e
- Realizar auditorias nas instalações e sistemas, visando verificar a conformidade com as normas e procedimentos vigentes.

A equipe de engenharia da Alunorte presta suporte às áreas operacionais através de Serviços de Engenharia. Estes devem ser solicitados por um Engenheiro Solicitante sob a aprovação do Gestor da área interessada. Em conformidade com o serviço, é definido um Gerente de Projeto em função da habilidade e do conhecimento dos engenheiros e de sua carteira de trabalho.

Os Serviços de Engenharia que abrangem mais de uma área de formação são distribuídos entre os demais engenheiros, sob supervisão do Gerente de Projeto, e acompanhados pelo Gerente de Projeto auxiliado por Fiscais, quando necessário. A execução do serviço é de responsabilidade da área solicitante, exceto em projetos considerados especiais ou de expansão.

O Gerente de Projeto analisa o serviço de engenharia de modo a verificar a viabilidade da solicitação quanto aos aspectos técnicos, normativos, financeiros e funcionais, e complementa a solicitação com informações técnicas que melhorem seu entendimento e execução, caso julgue necessário.

O esclarecimento das informações pode acarretar em reuniões e visitas técnicas com Engenheiro Solicitante, para complementação de dados e/ou proposição de soluções técnicas alternativas.

Em sendo necessária, a contratação de serviços terceirizados para a execução do projeto, o Gerente de Projeto deve presidir reuniões e visitas técnicas, além de acompanhar todo o serviço prestado.

Nestas diretrizes, a Geimp contempla a área de engenharia de projetos da Alunorte com o objetivo de garantir a correta aplicação de legislações, normas, procedimentos e tecnologia especializada a projetos de implantação e manutenção, e desta forma, agregar confiabilidade aos projetos e facilitar o desenvolvimento dos conceitos de engenharia da Alunorte.

# Capítulo 2 - Atividades

## 2.1. Introdução

As atividades de estágio foram orientadas segundo o Plano de Desenvolvimento de Estagiário (em anexo), elaborado conjuntamente pela Alunorte e o estagiário. O plano foi concebido em concordância com a formação do estagiário e com as diretrizes da área de engenharia de projetos da Alunorte.

As atribuições delegadas ao estagiário possuíam caráter técnico de acordo com a demanda diária de solicitações de serviços de engenharia da disciplina elétrica da Geimp. Todos os serviços foram acompanhados por um Tutor indicado pela Alunorte.

Foi nomeado Tutor, o Eng. Jefferson Lima, atualmente Engenheiro de Manutenção Pleno da Alunorte, formado em Eletrotécnica no Centro Federal de Educação Tecnológica do Pará (CEFET-PA), graduado em Engenharia Elétrica e mestrando em Qualidade de Energia pela Universidade Federal do Pará (UFPA).

As atividades executadas em conjunto com os conceitos envolvidos serão descritas nas subseções seguintes.

## 2.2. Atividades desenvolvidas durante o estágio

### 2.2.1. Projetos e desenhos elétricos

Projetar uma instalação elétrica para qualquer tipo de prédio ou local consiste essencialmente em selecionar, dimensionar e localizar, de maneira racional, os equipamentos e outros componentes necessários para proporcionar, de modo seguro e efetivo, a transmissão de energia elétrica de uma fonte até pontos de utilização [7].

Um projeto elétrico é dinâmico e deve estar diretamente ligado aos avanços tecnológicos. O projetista deve conhecer profundamente todas as técnicas usadas pela

engenharia elétrica, bem como toda normalização aplicável, sempre se preocupando com a conservação desta modalidade de energia.

Na Alunorte, a documentação de um projeto elétrico compreende, entre outros:

- Diagramas unifilares, de instrumentação, de interligação, de controle e de malha;
- Projeto de iluminação, tomadas estabilizadas, tomadas de uso geral e específico;
- Projeto de cabeamento estruturado;
- Sistema aterramento e Sistema de Proteção contra Descargas Atmosféricas (SPDA);
- Encaminhamentos;
- Dimensionamento de cabos;
- Lista de cabos, materiais elétricos, instrumentos e equipamentos;
- Cômputo de cargas;
- Especificações de equipamentos elétricos; e
- Descrição de serviços elétricos.

O contato diário com os documentos listados proporcionou o desenvolvimento das habilidades do estagiário na leitura e interpretação de desenhos elétricos, com familiarização de simbologia e nomenclaturas utilizadas em projetos elétricos. Sendo possível sua capacitação na avaliação de projetos elétricos sob aspectos documentais, no uso de normas técnicas aplicáveis a projetos elétricos, e na identificação e padronização de documentação técnica.

No exercício diário, foram desempenhadas atividades de conferência de documentação e avaliação de projetos elétricos sob conceitos de:

- Dimensionamento de cabos, disjuntores, quadros de força e distribuição, segundo os critérios básicos determinados pela Alunorte e as normas vigentes;
- Distribuição de circuitos;
- Projeto de iluminação, tomadas de uso geral e específico;
- Levantamento de cargas;

- Encaminhamento da alimentação de equipamentos, máquinas e quadros até subestações;
- Alocação e especificação de instrumentos;
- Esquemas de comandos de motores e painéis elétricos.

Todos os conhecimentos citados foram aplicados em visitas técnicas e acompanhamentos de obras e serviços. Os comentários porventura gerados eram encaminhados ao tutor para conhecimento e adoção das medidas cabíveis.

### **2.2.2. Critérios de projeto e normas técnicas**

Em nosso cotidiano, comitês técnicos e organismos de normalização setorial interagem com indústrias, empresas de serviços e instituições governamentais identificando suas necessidades e somando esforços na busca da qualidade, da competitividade e do desenvolvimento [8].

Uma norma técnica é um documento estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido que fornece regras, diretrizes ou características para atividades, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação e confiabilidade em um dado contexto [9].

A base normativa e os critérios referenciados durante o estágio são listados a seguir:

- NR-10 (Segurança em instalações e serviços em eletricidade);
- NBR-5410:2004 (Instalações elétricas de baixa tensão);
- NBR-5419:2005 (Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas);
- Paredes Corta-Fogo (Corpo de Bombeiros);
- Critérios Básicos para Projeto Elétrico (Alunorte);
- Critérios Básicos para Dimensionamento de Cabos de Força (Alunorte);
- Procedimento para Codificação de Equipamentos, Instrumentos e demais Itens Tagueados\* (Alunorte);
- Detalhes Típicos (Alunorte).

---

\* O padrão de identificação da Alunorte utiliza um código alfanumérico chamado de “tag”. Assim, um item que possui esta identificação é dito “tagueado”.

## **2.2.3. Equipamentos elétricos e ferramentas de trabalho**

### **2.2.3.1. Detector de tensão**

O Detector de Tensão é um equipamento que permite a detecção da diferença de potencial imposta por um campo elétrico criado em torno de um dispositivo energizado. Sua utilização é dada por aproximação ao campo elétrico, o que torna viáveis serviços em ambientes secos ou chuvosos.

Na sua utilização é possível detectar, com total segurança, a presença de tensão em instalações de corrente alternada, sem que se faça necessário o contato físico, em condutores sem blindagem, tais como linhas de transmissão e distribuição, subestações, cubículos, leitos de cabos, entre outros. Sua utilização é recomendável em serviços de manutenção em instalações elétricas para certificação de que o local de trabalho está desenergizado.

Seu funcionamento foi observado em serviços de lançamento de cabos, quando da verificação de tensões induzidas ou estabelecidas por contato, nos bandejamentos de média e alta tensão devido a possíveis falhas de isolamento de cabos energizados e em serviços internos a painéis ou cubículos desenergizados dentro de subestações, para prevenção da energização acidental de seu invólucro.

### **2.2.3.2. *HiPot Test***

*HiPot* é uma abreviação para *High Potential* (Alta Tensão). Tradicionalmente, *HiPot* é o termo utilizado para a classe de instrumentos usados para verificação da isolação elétrica de cabos, motores, transformadores, entre outros.

O *HiPot Test* verifica se a isolação do componente ou equipamento elétrico é suficiente para proteger o operador de um choque elétrico ou o sistemas elétrico contra curto-circuitos. Tipicamente, uma tensão é aplicada entre o componente isolado e seu chassi metálico e a corrente é monitorada de forma que, ao atingir um valor mínimo estabelecido, é concluída a falha de isolação (Figura 2.1).

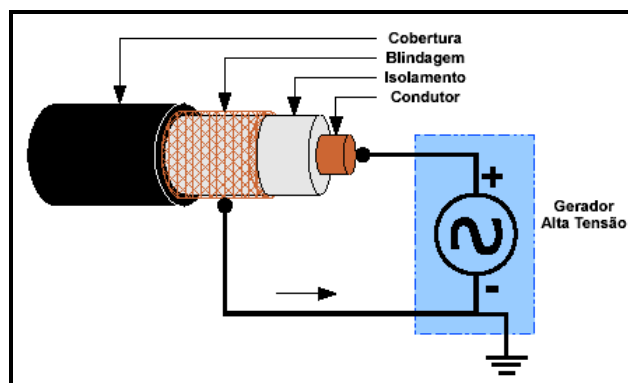


Figura 2.1 – Esquema *Hipot Test*.

O teste foi acompanhado na avaliação da integridade do isolamento de um cabo unipolar para 13,8 kV. A metodologia do teste consistiu em aplicar as tensões de 7,5 kV, 15 kV e 22 kV, por um período de 1 min, repetindo o procedimento 15 vezes para cada nível de tensão.

### 2.2.3.3. Equipamento de injeção de corrente

Utilizado na inspeção da continuidade do sistema de aterramento e SPDA da Alunorte (Figura 2.2). A preparação dos testes obedeceu aos critérios seguintes: foi medida a resistência dos cabos de teste usados; a esta resistência foi adicionada uma resistência de 1,0  $\Omega$ ; e o equipamento de injeção de corrente foi ajustado de forma a impor ao conjunto (cabos + resistência) uma corrente de 5 A.

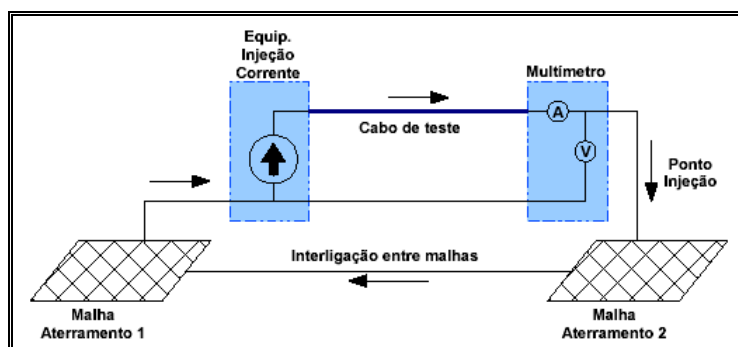


Figura 2.2 – Esquema para teste de continuidade do aterramento.



O procedimento consistiu em: a partir da subestação principal da refinaria, adotar pontos de referência, e injetar uma corrente nos demais pontos de:

- aterramento de máquinas;
- estruturas metálicas;
- descida de SPDA;
- painéis elétricos;
- transformadores;
- cercas, portões e demais partes metálicas passíveis de energização acidental.

Utilizando um multímetro, era medida a corrente estabelecida, e uma leitura inferior a um limiar (90%) indicava falta de interligação entre os pontos de aterramento.

#### **2.2.3.4. Solda exotérmica**

Para proteção de pessoas e equipamentos elétricos, um sistema eficaz de aterramento e SPDA é essencial. Um bom sistema de proteção deve minimizar os estragos causados por surtos, descargas atmosféricas e ainda diminuir ruídos e interferências. Uma regra fundamental em sistemas de aterramento é evitar *loops* de terra. Para isso, é essencial que todos os cabos de terra estejam firmemente conectados.

A solda exotérmica é uma forma de se fazer todas as conexões de um sistema de aterramento e SPDA. Para execução da solda é necessário um molde de grafite adequado ao tipo de conexão e uma mistura de óxido de cobre, alumínio, estanho, cálcio sílico e fluorita.

Com a ignição da mistura, se desencadeia uma reação exotérmica atingindo temperaturas superiores a 2200°C. A esta temperatura os metais presentes na mistura fundem-se e o material é depositado na parte inferior do molde, entrando em contato com os componentes que se deseja soldar (Figura 2.3). Em seguida, a solda e os componentes de conexão se resfriam e solidificam proporcionando uma conexão perfeita (Figura 2.4).

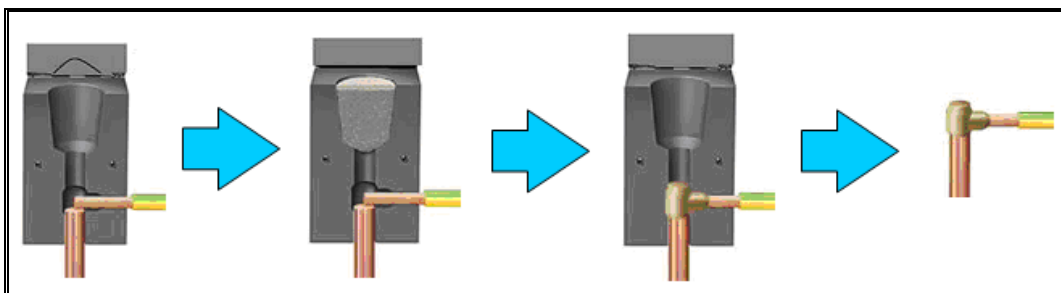


Figura 2.3 – Aplicação da solda exotérmica

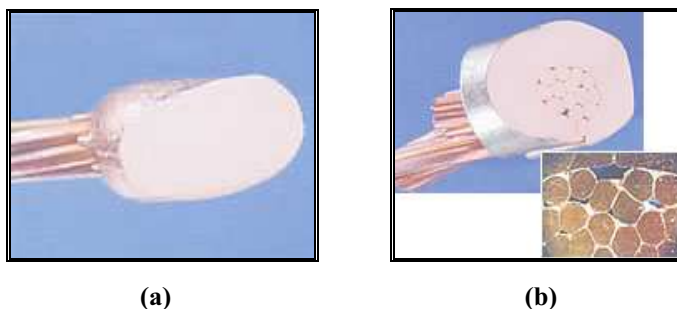


Figura 2.4 – (a) Conexão por solda. (b) Conexão mecânica.

A aplicação desta modalidade de solda foi verificada durante a instalação do sistema de aterramento, na construção de uma estação de tratamento de água, na área industrial da Alunorte.

## 2.2.4. Sistema elétrico

### 2.2.4.1. Distribuição de energia elétrica

A Alunorte possui um sistema de distribuição de energia elétrica do tipo radial redundante, ou seja, cada circuito de distribuição é composto de dois ramos de alimentação, sendo cada um capaz de alimentar a carga demandada pela refinaria em sua totalidade [10].

A distribuição de força acontece através de subestações instaladas em prédios próprios. Estas podem ser distinguidas em: Subestação Principal, Secundária e Terciária (Figura 2.5). E sua interligação é predominantemente aérea, instalada em leitos de cabos isolados e bandejamentos. As tensões de distribuição em alta tensão, média tensão e baixa tensão são 13,8 kV, 4,16 kV e 480 V, respectivamente.

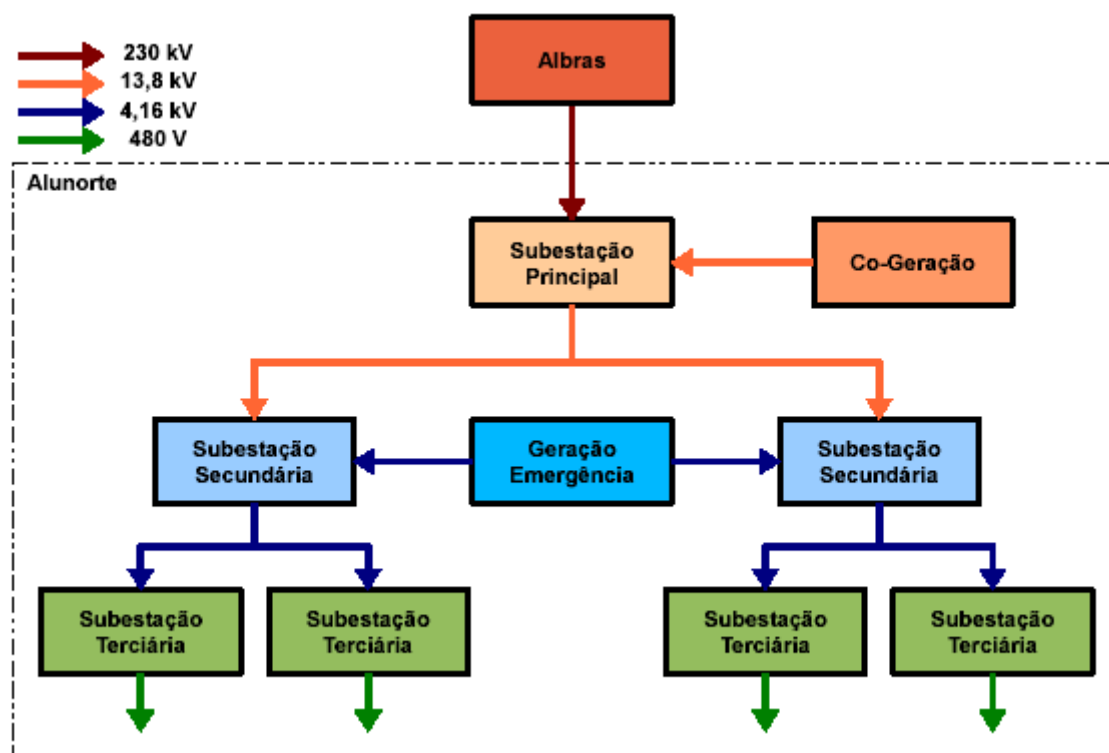


Figura 2. 5 – Sistema elétrico da Alunorte

A subestação principal é alimentada pela concessionária local de energia, a partir da subestação da Albras, através de uma linha de 230 kV. Sua instalação é aérea desde a Albras até o limite da área industrial da Alunorte e, a partir daí é encaminhada por via subterrânea até a subestação principal. Nela, a tensão é rebaixada a 13,8 kV, e distribuída às subestações secundárias. Esta subestação também é alimentada a partir da área de Cogeração, em 13,8 kV e alimenta cargas em 13,8 kV e 4,16 kV.

As subestações secundárias são alimentadas em 13,8 kV, e são responsáveis pelo rebaixamento da tensão para 4,16 kV, a fim de que possa ser distribuída para as subestações secundárias. Elas alimentam ainda cargas em 4,16 kV e 480 V. Uma subestação terciária é alimentada em 4,16 kV, e alimenta cargas em 4,16 kV e 480 V.

Os aspectos apresentados foram evidenciados em consultas a arquivos técnicos e especificações, assim como em visitas periódicas a subestações, e acompanhamento de serviços de instalação e/ou manutenções no sistema elétrico, na área industrial da Alunorte.

### 2.2.4.2. Cogeração de energia elétrica

Cogeração é a produção simultânea e de forma seqüenciada, de duas ou mais formas de energia a partir de um único combustível. O processo mais comum é a produção de energia elétrica e térmica (calor ou frio).

Na Alunorte a cogeração se dá pelo aproveitamento da geração de vapor necessária ao processo produtivo. O vapor é produzido em caldeiras a carvão mineral e a óleo com baixo ponto de fluidez (bpf), a altas pressões e é utilizado no processo a baixas pressões. Desta forma, a redução da pressão é convertida em energia elétrica através de turbinas de contrapressão simples acopladas a geradores.

O vapor para a admissão das turbinas é oriundo do coletor de vapor de alta pressão (85 bar) que reúne os fluxos de todas as caldeiras de alta pressão. As turbinas apresentam uma contrapressão em 16 bar. E então, o vapor é utilizado no processo. (Figura 2.6)

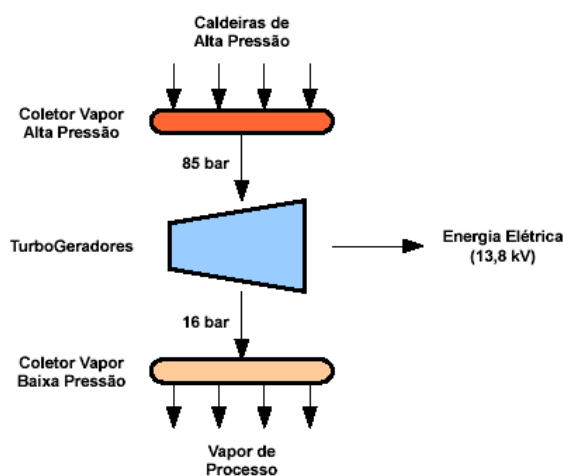


Figura 2. 6 – Cogeração de Energia Elétrica.

O sistema de cogeração é composto de três turbogeradores trifásicos (Figura 2.7), 13,8 kV, 60Hz, 1800 rpm, com capacidades de geração de 34,8 MVA, 37,5 MVA e 37,5 MVA, totalizando uma potência instalada de 109,8 MVA. A energia gerada é encaminhada à subestação principal da Alunorte.



(a)

(b)

**Figura 2. 7 – (a) Turbina de Contrapressão. (b) Gerador Síncrono.**

Em regime normal, os turbo geradores fornecem uma média de 84,0 MW, o que corresponde a 66,7% da potência mensal consumida pela refinaria. O restante da energia é fornecido pela concessionária de energia local.

Há momentos em que é necessária a parada parcial ou total da cogeração. Estas paradas podem ser por defeitos ou manutenção. Nestes casos uma válvula redutora de pressão é utilizada para que o processo não seja prejudicado. A válvula é utilizada também, quando a necessidade de vapor é maior que a fornecida na saída das turbinas.

As visitas à cogeração foram executadas em acompanhamento aos engenheiros da Getil, sendo possível o entendimento das leituras apresentadas em painéis de comando, excitação e proteção. Houve também oportunidades de manobras na excitação das máquinas ou troca de tap em transformadores remotamente.

### **2.2.4.3. Geração de energia elétrica emergencial**

As interrupções do fornecimento de energia elétrica representam um alto risco de prejuízos em vários segmentos da sociedade. As fontes de energia elétrica de emergência, constituídas por grupos geradores, assegurando a confiabilidade necessária a quaisquer serviços, especialmente àqueles ditos essenciais, são uma necessidade crescente nos dias atuais.

Na Alunorte, o sistema de geração de emergência é composto por grupos geradores (Figura 2.8), com operação em paralelo, instalados em prédios próprios. Cada grupo consiste

de: um motor diesel estacionário quatro tempos, com cilindros em “V”, injeção direta, e acionamento em potência contínua não limitada; um alternador trifásico, 4,16 kV, 60 Hz, e  $\cos \varphi = 0,8$ ; e conjunto de carregadores e banco de baterias para alimentação em 125 Vcc.



**Figura 2. 8 – Grupo Gerador de Emergência**

Os grupos geradores alimentam Centros de Controle de Motores de 4,16 kV (MCCM) em subestações secundárias (Figura 2.5), e contam com painéis de comando com regulação, proteção, partida, parada, carregamento das baterias e alarmes. Assim como, painéis de sincronismo e rastreamento automático, e painéis de força com disjuntores de entrada e conexão às cargas.

As oportunidades de visita se deram em acompanhamentos de serviços e/ou inspeções executadas por engenheiros da Getil, assim como no acompanhamento da inspeção do sistema de aterramento da refinaria.

### **2.2.5. Acionamento e Proteção**

A função dos dispositivos de acionamento é possibilitar a energização e o controle de equipamentos a partir da sua alimentação. Desta forma é possível obter variações de velocidade, vazão, entre outras grandezas necessárias ao funcionamento de um processo.

Os principais dispositivos de acionamento encontrados na Alunorte são inversores de frequência e conjuntos *Soft Starter*. Eles são utilizados em motores que precisam de um controle de velocidade, tal como correias, compressores, sopradores e bombas de controle de vazão.

Dispositivos de proteção (ou dispositivos multifuncionais) são utilizados para comparar permanentemente grandezas elétricas (corrente, tensão, frequência,...) ou não-elétricas (pressão, temperatura,...), com valores pré-determinados. Obedecidos aos critérios de comparação, são enviadas ordens para execução de ações (abertura ou fechamento de chaves) ou alarmes.

A principal função da proteção é a detecção de fenômenos elétricos anormais (curto-circuitos, faltas, afundamentos de tensão, etc.) que podem prejudicar o funcionamento do circuito protegido.

Transformadores, alimentadores, motores, barramentos e instrumentação são os principais equipamentos beneficiados pelo sistema de proteção da Alunorte. As funções de proteção são, em sua maioria, implementadas digitalmente, utilizando relés multifuncionais. Há exceções apenas no uso de fusíveis em chaves contadoras.

A oportunidade de acompanhamento destes sistemas se deu em visitas e execução de serviços de instalação e/ou manutenção em subestações e na área industrial da Alunorte.

## 2.2.6. Relacionamento interpessoal

O cenário organizacional vive um processo de constante transformação e não basta apenas adquirir tecnologia de última geração e ensinar novas metodologias aos funcionários. É preciso ir além para alcançar um desempenho que atenda às necessidades do negócio.

Um pré-requisito fundamental para que isso aconteça é fazer com que as pessoas não apenas formem grupos, mas sim consigam trabalhar em equipe, onde cada um exerce um papel que complementa o desempenho do outro para atingirem objetivos comuns.

A integração do estagiário foi promovida na participação em reuniões setoriais periódicas (REGER<sup>†</sup>, DDE<sup>‡</sup>), visitas técnicas e levantamentos de campo em acompanhamento a empresas terceirizadas, serviços de instalações e manutenções em conjunto com engenheiros e técnicos de outros setores da refinaria ou de empresas contratadas, participação em eventos sociais (SIOM<sup>§</sup>), treinamentos técnicos e corporativos, e ambientação.

---

<sup>†</sup> Reunião Gerencial

<sup>‡</sup> Diálogo Direto em Equipe

<sup>§</sup> Simpósio Integrado de Oportunidade de Melhoria

# Capítulo 3 - Apresentação de Casos

## 3.1. Introdução

Está no estágio a oportunidade de assimilar teoria e prática aplicada às peculiaridades da profissão que o acadêmico escolheu para exercer. Pedagogicamente, o aprendizado é mais eficaz quando é adquirido por meio da experiência. E há muito mais retenção de informação quando é aplicado na prática tudo que é aprendido lendo ou ouvindo.

Dentre as atividades acompanhadas pelo estagiário, foram selecionados dois casos, os quais serão apresentados nas subseções seguintes.

## 3.2. Incorporação de rede de distribuição em 13,8 kV

O projeto consistiu em transferir a alimentação de uma rede de distribuição em 13,8 kV existente, utilizada para alimentação das obras da Expansão 3, da concessionária de energia elétrica local (Grupo Rede Celpa) para subestação principal da Alunorte.

Os serviços contemplaram a retirada de cabos isolados de força, e substituição por cabos nus, eliminação de parte do circuito com retirada de postes, instalação de um novo trecho de circuito, e a revisão completa dos cabos da rede aérea e conexões mantidas.

A rede era utilizada na alimentação de prédios administrativos, ambulatório médico, refeitório, empreiteiras e cargas operacionais, tendo suas funcionalidades aproveitadas após a conclusão das obras de expansão.

A necessidade do serviço foi justificada pela redução de custos com energia elétrica, associada à adequação do sistema elétrico, tornando-o mais confiável, no tocante a funcionalidade, manutenção, monitoramento e manobras.

Para execução do serviço foram convidadas empresas terceirizadas para licitação. No seu andamento, foi realizada vista técnica às instalações da rede aérea e posterior reunião de esclarecimento do escopo do serviço. Este compreendeu essencialmente:

- Elaborar os procedimentos necessários à execução dos serviços;



- Medir previamente os comprimentos necessários antes do corte dos cabos;
- Movimentar e acomodar os materiais, incluindo os de fornecimento da Alunorte;
- Remover cabos isolados de força existentes, conforme detalhes de projeto;
- Instalar suportes metálicos para os leitos de cabos em estruturas metálicas (*Pipe Rack*);
- Lançar cabos isolados em leitos instalados em estruturas metálicas;
- Realizar testes de isolamento e continuidade;
- Identificar os circuitos nas duas extremidades;
- Fornecer materiais não fornecidos pela Alunorte;
- Instalar terminações termo-contráteis, conectores, terminais, anilhas e cintas de amarração;
- Lançar cabos e instalar postes com cruzetas e todos os materiais necessários a uma instalação aérea.

Para interligação da rede foi disponibilizado um disjuntor no Conjunto de Manobra da subestação principal (Figura 3.1). Usando um cabo isolado, a alimentação foi encaminhada por estrutura metálica de tubulação até o ponto de interligação determinado (Figura 3.2).



**Figura 3. 1 - Detalhe coluna de instalação do disjuntor.**



**Figura 3. 2 - Detalhe encaminhamento pelo *Pipe Rack*.**

Antes do lançamento dos cabos junto ao *Pipe Rack*, foi utilizado um detector de alta tensão para identificar leitos metálicos acidentalmente energizados. Após o lançamento, foi realizado um teste de isolamento (*Hipot Test*) e de continuidade dos cabos.

O ponto de interligação entre os cabos isolados e os cabos nus foi escolhido segundo a proximidade da subestação principal (Figura 3.3). Pode ser notado que, a interligação foi realizada utilizando duas chaves fusível em paralelo. A justificativa dada pela empresa contratada para o serviço foi o aumento da confiabilidade da rede. Isto, visto que as chaves apresentavam capacidades de seccionamento distintas.



(a) Ponto de Interligação.



(b) Detalhe conexão cabo nu – cabo isolado.

Figura 3. 3 – Interligação com o *Pipe Rack*.

Apesar de não ter sido encontrada nenhuma recomendação que defendesse a utilização de duas chaves fusível, os engenheiros responsáveis pelo serviço optaram por manter a instalação. Esta decisão foi apoiada na urgência do serviço e no fato de a instalação não afetar o funcionamento da rede.

A substituição dos cabos isolados por cabos nus (Figura 3.4) foi realizada com a preocupação de homogeneizar a instalação e aumentar a capacidade de corrente do circuito. Evitando as conexões entre cabos nus e isolados, as quais podem gerar pontos quentes e necessitam de conexões termo-contráteis.

Como apresentado na Figura 3.4, o poste intermediário utilizado na adequação da flecha formada pelo lance de cabos isolados, foi substituído por um poste com maior capacidade de tração. Além da instalação de uma cruzeta tipo N1, para suporte dos cabos nus.



(a) Cabo isolado.



(b) Cabo nu.

**Figura 3. 4 - Substituição de cabo isolado por cabo nu.**

Neste trecho do circuito foi necessária a troca de uma cruzeta tipo N3 por uma N4 (Figura 3.5). A necessidade se deu no aproveitamento da cruzeta existente, sendo preciso apenas instalar novos isoladores para compor a nova configuração.



(a) Configuração N3.



(b) Configuração N4.

**Figura 3. 5 - Detalhe da troca N3 para N4.**

Outro fato pode ser destacado na troca do sentido de ligação das chaves fusível (Figura 3.6). Apesar de não ter sido encontrada nenhuma recomendação expressa acerca do sentido de ligação destas chaves, pode ser observado um padrão em todos os esquemas apresentados no Manual de Engenharia [11] da concessionária de energia local.



Figura 3. 6 - Inversão no sentido da chave fusível.

Este padrão é exemplificado na Figura 3.7. Pode ser notado, pela observação da chave fusível (681/6998), que os pontos de interligação da chave devem ser instalados de forma que a fonte seja ligada ao seu terminal fixo.

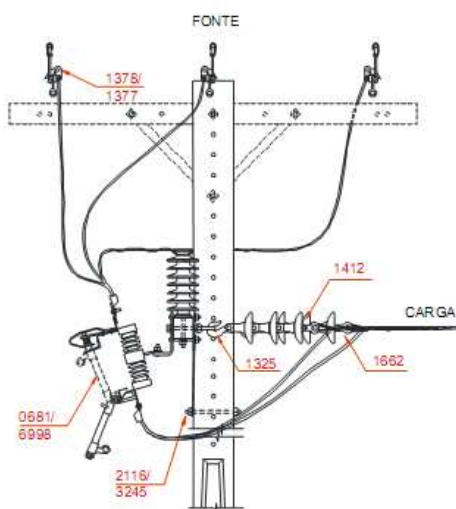


Figura 3. 7 - Vista lateral da estrutura DN3A-CF [11].

O restante do circuito foi revisado em sua totalidade, em acordo com o especificado após sua inspeção geral. O fornecimento por parte da concessionária local foi desligado com a abertura das chaves fusível correspondentes.

Esta atividade promoveu o contato do estagiário com serviços, dispositivos e normas aplicadas a redes de distribuição em 13,8 kV. Agregando experiência prática e habilidades na análise das condições de conservação, assim como na adequação do circuito a padrões de estabilidade e confiabilidade.

### 3.3. Arranjo típico de uma subestação

Uma Subestação é uma instalação elétrica de apoio, contendo equipamentos utilizados para transmissão, distribuição e proteção de um sistema elétrico. Ela exerce as funções de controle, monitoramento e transferência em um sistema elétrico, distribuindo o fluxo energético, transformando seus níveis de tensão e fornecendo pontos de entrega para consumidores industriais e comuns.

Na Alunorte as subestações podem ser classificadas, na sua maioria, como subestações de distribuição. Sendo exceção apenas a subestação principal caracterizada como subestação abaixadora (230 kV – 13,8 kV).

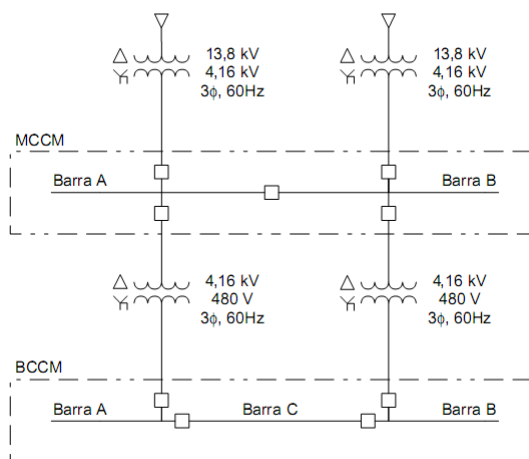
As instalações são abrigadas em prédios próprios, exceto transformadores de alta e média tensão em todas as subestações, como também barramentos, banco de capacitores, filtros harmônicos e equipamentos de medição em alta tensão na subestação principal.

Tipicamente, uma subestação é dotada de:

- Transformadores de força de 13,8 kV – 4,16 kV (Apenas em subestações secundária e principal);
- Transformadores de força de 4,16 kV – 480 V (Algumas subestações terciárias podem não possuir);
- Centro de Controle de Motores de 4,16 kV (MCCM) (Algumas subestações terciárias podem não possuir);
- Centro de Controle de Motores de 480 V (BCCM);
- Painéis e transformadores auxiliares (Iluminação, Força e Instrumentação);
- Carregador e bateria para sistemas 125 Vcc e 24 Vcc;
- Inversores de Frequência (De acordo com a necessidade);
- Dispositivos de partida suave para motores (*Soft Starter*) (De acordo com a necessidade);
- Sistema *Uninterrupt Power Supply* (UPS).

Na subestação principal, além de MCCM e BCCM, existe o Conjunto de Manobra de Alta Tensão (AQF). Este painel é alimentado em 13,8 kV a partir dos transformadores abaixadores (230 kV – 13,8 kV).

A alimentação das subestações obedece a um sistema duplo redundante (Figura 3.8). Ou seja, há sempre dois circuitos de alimentação. Estes circuitos alimentam o MCCM e BCCM através de transformadores 13,8 kV – 4,16 kV e 4,16 kV – 480 V, respectivamente (Figura 3.8 e Figura 3.9).



**Figura 3. 8 - Sistema duplo redundante.**

O MCCM é composto de dois barramentos, Barra A e Barra B. Sendo que, cada barramento é dimensionado para suportar toda a carga alimentada. No caso da retirada de uma das alimentações do circuito os barramentos são interligados pelo fechamento de um disjuntor de interligação (Figura 3.8).



**(a) Transformadores 13,8 kV – 4,16 kV.**



**(b) Transformadores 4,16 kV - 480 V.**

**Figura 3. 9 – Transformadores.**

Os painéis serão construídos em perfis de aço, revestidos de chapas de aço, formando colunas auto-suportáveis, divididos em compartimentos individualizados por circuito elétrico



(Figura 3.10). As montagens são, em sua maioria, do tipo extraível, e seus componentes básicos são:

- Disjuntor extraível, com intertravamento elétrico;
- Transformadores de Potencial (TP) e Transformadores de Corrente (TC) para medição/proteção;
- Multimedidores digitais;
- Relés multifuncionais;
- Relés de proteção;
- Alimentadores para motores de 4,16 kV;
- Alimentadores para transformadores de força
- Painéis de sinalização.



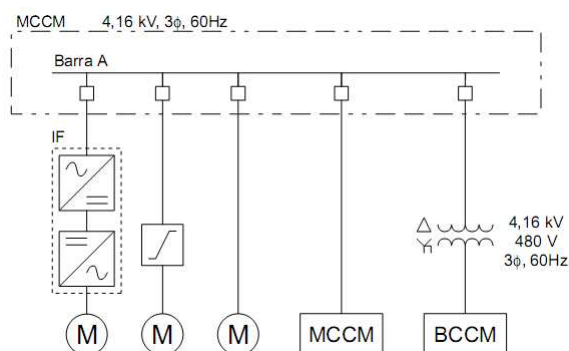
(a) MCCM.



(b) Detalhe coluna do MCCM.

**Figura 3. 10 – Centro de Comando de Motores de Média Tensão.**

As barras A e B desempenham as mesmas funções no MCCM. Suas cargas são basicamente motores em 4,16 kV, BCCM e outros MCCM's (Figura 3.11). Os motores são predominantemente de partida direta e regime contínuo de funcionamento.



**Figura 3. 11 - Barra A do MCCM.**

Há casos de motores com controle de velocidade, sendo utilizado um conjunto inversor de frequência, assim como motores com partida suave, sendo utilizado conjunto *Soft Starter* (Figura 3.12).



**(a) Detalhe inversor de frequência em 4,16 kV.**

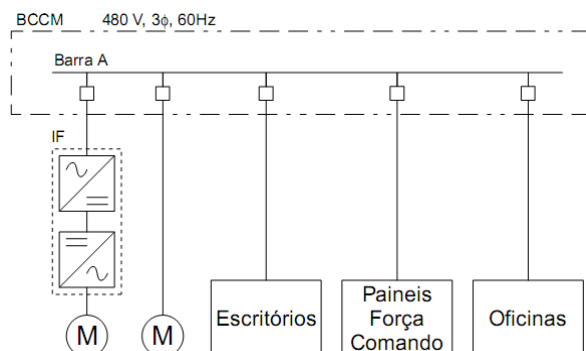


**(b) Detalhe *Soft Starter*.**

**Figura 3. 12 - Dispositivos de partida de motores.**

Um BCCM é alimentado a partir do MCCM, através de transformadores 4,16 kV – 480 V. Ele é composto de três barramentos, Barra A, Barra B e Barra C. As barras A e B alimentam cargas comuns, tais como motores em 480 V, painéis em escritórios, oficinas e painéis de força locais (Figura 3.13).





**Figura 3. 13 - Barra A do BCCM.**

Semelhante ao MCCM, os painéis do BCCM são construídos em perfis de aço, revestidos de chapas de aço, constituindo colunas auto-suportáveis, divididas verticalmente em compartimentos individualizados por circuito elétrico do tipo com gavetas extraíveis (Figura 3.14). Seus componentes típicos são listados abaixo.

- Disjuntor extraível com intertravamento elétrico;
- TP's e TC's para medição/proteção;
- Relés de proteção;
- Relés multifuncionais;
- Multimetrodigitais;
- Alimentadores de motores em 480 V;
- Alimentadores de cargas não motoras em 480V.



**(a) BCCM.**



**(b) Detalhe coluna do BCCM.**

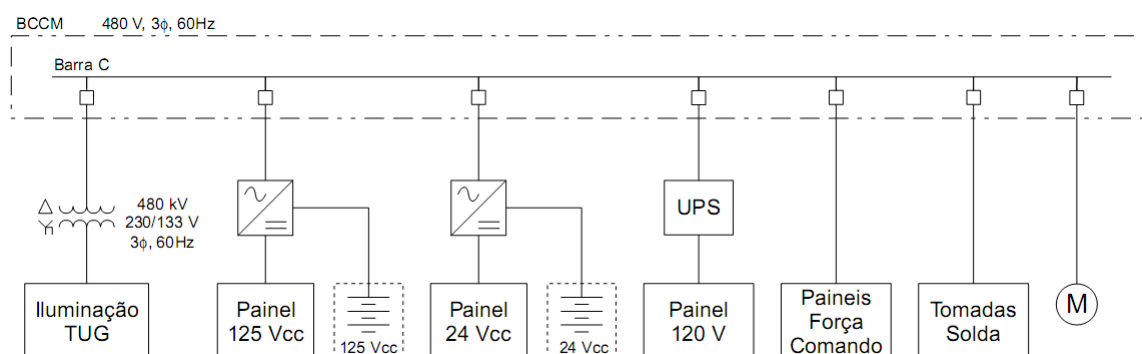
**Figura 3. 14 - Centro de Controle de Motores de Baixa Tensão.**

Comumente, motores em 480 V têm partida direta. Exceto em casos onde são utilizados conjuntos inversores de frequência para controle de velocidade (Figura 3.15).



**Figura 3. 15 - Conjunto Inversor de Frequência.**

A barra C de um BCCM é utilizada na alimentação de cargas essenciais. Entre estas estão iluminação, tomadas, painéis de instrumentação (120 V, 125 Vcc e 24 Vcc), painéis de estações remotas, tomadas de solda e motores com aplicações específicas de segurança (Figura 3.16).



**Figura 3. 16 - Barra C do BCCM.**

Este barramento é interligado às barras A e B através de disjuntores de interligação. Por padrão, a interligação é estabelecida com a barra A. Em caso de falha nesta barra o disjuntor de interligação com a barra B é automaticamente fechado evitando a interrupção da alimentação (Figura 3.8).

Para iluminação são utilizados transformadores auxiliares 480 V – 230 V/133 V (Figura 3.17). Além da iluminação, estes transformadores alimentam tomadas de uso geral dentro da subestação.



**Figura 3. 17 - Transformador auxiliar 480 V - 230 V/133V.**

Os painéis 125 Vcc e 24 Vcc alimentam essencialmente instrumentação, automação, proteção e multimedidores. Nesta alimentação são usados conjuntos carregadores de bateria (Figura 3.18). Ele converte a tensão alternada em tensão contínua para as cargas de tensão contínua, em paralelo com a alimentação de um grupo de baterias. Na ocorrência de falta de alimentação, o banco de baterias garante que estes sistemas possam funcionar.



**Figura 3. 18 - Conjunto carregador de baterias.**

Equipamentos como estações de controle, estações remotas, inversores de frequência, *Soft Starter* e alguns instrumentos necessitam de alimentação ininterrupta e estabilizada. Esta função é executada pelo sistema UPS (Figura 3.19).



**Figura 3. 19 - UPS.**

E por fim, a alimentação de tomadas de solda trifásicas, 60A, 4 pólos, polarizadas, é fornecida em 440V. Eletricamente, são agrupadas até 3 tomadas por circuito, sendo que apenas uma poderá ser utilizada de cada vez. Estes circuitos são protegidos por disjuntores de caixa moldada, com bobina de desligamento.

A interligação entre as subestações é predominantemente aérea, usando cabos isolados de alta, média e baixa tensão, dispostos em leitos montados na estrutura metálica existente.

A ausência de alguns dos equipamentos elétricos citados é perfeitamente aceitável quando observada a função de cada subestação, a exemplo de pequenas subestações instaladas próximas a prédios executivos ou laboratórios de análise. Estas comumente apresentam apenas transformadores abaixadores e painéis de força e iluminação.

# Conclusão

As atividades delegadas ao estagiário evoluíram no âmbito técnico, em acordo com a formação do aluno, sendo respeitados o negócio, as políticas de gestão, as perspectivas organizacionais e o mapa estratégico da empresa.

Este período proporcionou o enriquecimento profissional do estagiário, dando-lhe oportunidades de vivenciar as práticas inerentes ao cotidiano de um profissional da sua área de formação.

Sob aspectos técnicos, o sistema elétrico da Alunorte apresentou a complexidade necessária à realização de atividades em diversos campos de atuação do profissional electricista. Sendo possível acompanhar casos relativos a geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, assim como a instrumentação e automação industrial.

Acerca de projetos elétricos foram consolidados os conceitos relativos à sua avaliação e viabilidade, sendo consideradas características construtivas, materiais e funcionais, proporcionando a aplicação de critérios e normas técnicas referentes a instalações elétricas prediais e industriais.

Além da interação com profissionais da mesma área de formação, outra igualmente importante foi propiciada, a multidisciplinar. Isto contribuiu com a capacidade do estagiário para atuar em equipe, prevendo a convivência entre os diversos ramos da engenharia.

Cada atividade desenvolvida possibilitou a integração do estagiário com profissionais de empresas terceirizadas e de outras áreas da fábrica, tornando real a troca de experiências entre academia e indústria, promovendo assim o enriquecimento técnico de cada atividade executada.

## Referências

- [1] Universidade Federal de Campina Grande. **Resolução nº 01/2000**. Campina Grande. 2000;
- [2] Alumina do Norte do Brasil S.A. **Histórico**. Disponível em: <http://ww.alunorte.net>. Acesso em: 06 fev. 2009;
- [3] **Processo Bayer**. Disponível em: <http://ww.wikipedia.org>. Acesso em: 06 fev. 2009;
- [4] International Aluminium Institute. **Bayer process chemistry**. Disponível em: <http://www.world-aluminium.org>. Acesso em: 09 fev. 2009;
- [5] Alumina do Norte do Brasil S.A. **Processo**. Disponível em: <http://ww.alunorte.net>. Acesso em: 06 fev. 2009;
- [6] PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jorg; GROTE, Karl-Heinrich. **Projeto na Engenharia**. 6ª Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher Ltda, 2005;
- [7] COTRIM, A. A. M. B. **Instalações Elétricas**. 4ª Ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2003;
- [8] COSTA, Pedro Buzatto. **Palavra do Presidente**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br>. Acesso em: 03 de mar. 2009;
- [9] Confederação Nacional da Indústria (CNI). **Normalização**. Disponível em: <http://www.normalizacao.cni.org.br>. Acesso em: 03 de mar. 2009;
- [10] Alumina do Norte do Brasil S.A (Alunorte). **Critérios Básicos para Projeto Elétrico**. 2003;
- [11] Centrais Elétricas do Pará S.A. (CELPA). **Montagem de Redes de Distribuição Aérea Urbana - 13,8 e 34,5 kV**. 2004. Disponível em: <http://www.gruporede.com.br/celpa>. Acesso em: 31 mar. 2009.

# **Anexo**

**FIEP**  
**SESI**  
**SENAI**  
**IEL**

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO PARAÍBA  
INSTITUTO EUVALDO LODI - NÚCLEO REGIONAL DA PARAÍBA  
ÓRGÃO DE INTEGRAÇÃO EMPRESA-ESCOLA.  
TERMO DE COMPROMISSO DE ESTÁGIO

Termo de Compromisso de Estágio sem vínculo empregatício, objetivando proporcionar formação e aperfeiçoamento técnico a estudante, nos termos da Lei nº 6.494, de 07/12/77, alterada pela Lei nº 8.859 de 12/03/94 e Decreto nº 87.497 de 18/08/82. Aos 15 do mês de Setembro de 2008, na cidade de Campina Grande, Estado da Paraíba, neste ato, as partes a seguir nomeadas, celebram entre si este TERMO DE COMPROMISSO DE ESTÁGIO.

**UNIDADE CONCEDENTE:**

Razão Social: ALUNORTE- ALUMINA DO NORTE DO BRASIL S.A..  
Endereço: RODOVIA PA 481 KM 12 AREA CDT - DISTRITO DE MURUCUPI  
Cidade: BARCARENA - PA  
CGC N° 05.848.387/0003-16 Fone: (91) 3754-9450  
Representada(o) por: MAURO ANTONIO BARBOSA RIBEIRO Cargo: GERENTE ADMINISTRATI  
ESTAGIÁRIO(A):

Nome: CICERO EINSTEIN DO NASCIMENTO SANTOS  
Endereço: AV. FLORIANO PEIXOTO - CENTRO  
Fone: RG n° 2000016010567 CPF n° 639.714.103-91  
Aluno(a) matriculado(a) no Curso de ENGENHARIA ELETRICA de nível SUPERIOR da Instituição de Ensino UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE.

**INSTITUIÇÃO DE ENSINO:**

Nome: UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
Endereço: APRIGIO VELLOSO-882 - BODOCONGÓ  
Cidade: CAMPINA GRANDE - PB  
Fone: 3310-1244 CGC n° 05.055.128/0001-76  
REITOR: THOMPSON FERNANDES MARIZ

**AGENTE DE INTEGRAÇÃO:**

Nome: INSTITUTO EUVALDO LODI/NR/PB-IEL/PB  
Endereço: Av. Manoel Guimarães, 195 - Edf. Agostinho Velloso da Silveira - 5° Andar Bairro: José Pinheiro - Município: Campina Grande - Estado: Paraíba - Cep: 58.100-440  
Fone: (0xx83) 3310-5300 - CGC n° 08.706.467/0001-63.

**CONVENCIONANDO AS CLÁUSULAS E CONDIÇÕES SEGUINTE:**

CLÁUSULA PRIMEIRA - O estágio tem por objetivo, nos termos de convênio firmado entre o INSTITUTO EUVALDO LODI/NR/PB e a Instituição de Ensino: proporcionar complementação do ensino e da aprendizagem como instrumento de treinamento prático, aperfeiçoamento técnico, cultural, científico e de relacionamento humano aos estagiários do ensino de 2° Grau, técnico profissionalizante e do ensino de 3° Grau.  
CLÁUSULA SEGUNDA - A EMPRESA ou organização se compromete a conceder a estudantes previamente selecionados, estágios em suas dependências, visando complementar e consolidar, na prática, os conhecimentos ministrados pela escola.

**CLÁUSULA TERCEIRA:**

- O horário de estágio será: 08:00 às 17:00. Com 01( uma) hora para almoço. totalizando 40 horas por semana.
- O estágio será realizado compatível com o horário escolar do(a) estagiário(a) e com o horário da unidade Concedente.
- O presente T. C. E., terá vigência de 15/09/2008 a 15/03/2009, podendo ser denunciado a qualquer momento, unilateralmente, mediante comunicação escrita, com

**FIEP**  
Federação  
das Indústrias  
do Estado da Paraíba

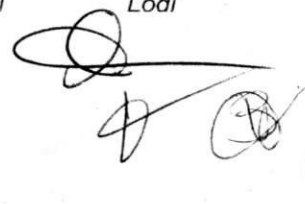
Edifício Agostinho Veloso da Silveira  
Rua Manoel Guimarães, 195 - Bairro José Pinheiro  
Fone: (0\*\*) 83 3310-5300 - Fax: 3310-5375  
E-mail: fiepb@fiepb.org.br - Caixa Postal: 535  
CEP: 58.100-440 Campina Grande - Paraíba

**SESI**  
Serviço  
Social  
da Indústria

**SENAI**  
Serviço Nacional  
de Aprendizagem  
Indústrial

**IEL**  
Instituto  
Euvaldo  
Lodi

v1.1





**FIEP**  
**SESI**  
**SENAI**  
**IEL**

antecedência mínima de cinco (05) dias.

d) A empresa concederá ao estagiário, mensalmente, uma bolsa de complementação educacional no valor de R\$ 900,00 ( Novecentos reais).

CLÁUSULA QUARTA - Durante a vigência do T.C.E., o(a) estagiário(a) terá cobertura de Seguro Contra Acidentes Pessoais proporcionada pela Apólice nº 19019 da Seguradora METLIFE SEGURADORA mantida a cargo do Instituto Euvaldo Lodi/Reginal Paraíba. O presente seguro situa-se em São paulo, na Av. Engenheiro Luis Carlos Berrini, 1253-8º andar CEP: 04571-010. Fone: 08006385433.

CLÁUSULA QUINTA - Durante a realização do estágio, caberá à Unidade Concedente:

a) Proporcionar ao(a) estagiário(a) atividades de aprendizagem social, profissional e cultural, compatível com o contexto básico da profissão, ao qual o curso se refere;

b) Proporcionar ao(a) estagiário(a) condições de treinamento prático e de relacionamento humano;

c) Designar o(a) Senhor(a) JEFERSON LIMA ALVES, como supervisor(a) de estágio, enquanto vigorar o Termo de Compromisso.

CLÁUSULA SEXTA - Durante o estágio, caberá ao(a) Estagiário(a) o seguinte:

a) O(a) estagiário(a) se obriga a cumprir as normas internas da Concedente, principalmente as relativas a programação sobre o seu estágio;

CLÁUSULA SÉTIMA - O(a) estagiário(a) se obriga a conhecer e cumprir as normas internas da Empresa, especialmente aquelas relativas à orientação geral do estágio, bem como, a observar a programação do estágio, elaborada de acordo com currículos e calendário escolares.

CLÁUSULA OITAVA - O(a) estagiário(a) compromete-se formalmente, a manter sigilo sobre informações, dados ou trabalhos reservados da Empresa nos quais tenha acesso.

CLÁUSULA NONA - O(a) estagiário(a) se compromete a participar do treinamento atitudinal e das avaliações que o IEL/PB venha a ministrar.

CLÁUSULA DÉCIMA - Excepcionalmente, as horas estagiadas a mais ou a menos num dia serão compensadas pela diminuição ou acréscimo em outros dias.

CLÁUSULA DÉCIMA PRIMEIRA - A realização de exames escolares, e demais atividades de presença obrigatória, devidamente comprovada pela Instituição de Ensino, será considerada motivo justo para falta do Estagiário.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA - A EMPRESA se compromete a facilitar as atividades do coordenador do estágio no âmbito da INSTITUIÇÃO DE ENSINO para que o mesmo, juntamente com o Supervisor, possa auxiliar o ESTAGIÁRIO em eventuais problemas durante o Estágio.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCEIRA - A EMPRESA se compromete a avaliar, através do Supervisor o desempenho do ESTAGIÁRIO.

CLÁUSULA DÉCIMA QUARTA - Ao final do estágio, o(a) estagiário(a) deverá apresentar à Instituição de Ensino em que estiver matriculado, relatório sobre o trabalho por ele realizado, juntamente com a avaliação da Empresa.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA - A Unidade Concedente e o(a) estagiário(a) signatários deste Termo, de comum acordo e para os efeitos do art. 7º do Decreto 87.497/82, elegem, como seu representante e órgão de apoio, o Instituto Euvaldo Lodi - Núcleo Regional da Paraíba, Instituição sem fins lucrativos, de Utilidade Pública pelo Decreto nº 2.614 de 29/10/73, ao qual comunicarão a interrupção, conclusão ou as eventuais modificações do convencionados neste Termo de Compromisso de Estágio.

CLÁUSULA DÉCIMA SEXTA - O presente TERMO DE COMPROMISSO poderá ser rescindido nas seguintes hipóteses:

**FIEP**  
Federação  
das Indústrias  
do Estado da Paraíba

Edifício Agostinho Veloso da Silveira  
Rua Manoel Guimarães, 195 - Bairro José Pinheiro  
Fone: (0\*\*) 83 3310-5300 - Fax: 3310-5375  
E-mail: fiepb@fiepb.org.br - Caixa Postal: 535  
CEP: 58.100-440 Campina Grande - Paraíba

**SESI**  
Serviço  
Social  
da Indústria

**SENAI**  
Serviço Nacional  
de Aprendizagem  
Indústrial

**IEL**  
Instituto  
Euvaldo  
Lodi

v1.1



**FIEP**  
**SESI**  
**SENAI**  
**IEL**

- a) Ocorrendo abandono, mudança ou conclusão de curso do estagiário, ou trancamento de matrícula junto a Instituição de Ensino;
- b) Término do Estágio;
- c) Quando comprovado o rendimento não satisfatório do estagiário;
- d) Não cumprimento do convencionado neste Termo de Compromisso;
- e) Quando a empresa não atender as expectativas do estagiário.
- f) A qualquer tempo, por solicitação escrita da empresa ou do estagiário.

CLÁUSULA DÉCIMA SÉTIMA - O período de estágio não poderá ser inferior a um semestre letivo, salvo nos casos dos alunos de nível médio, podendo ser renovado por igual ou menor período, observado o que determina a legislação em vigor e de acordo com as condições em que se encontra o estagiário junto a sua Instituição de Ensino, possibilitando ou não a renovação do estágio.

CLÁUSULA DÉCIMA OITAVA: O presente Termo só terá validade após assinatura de todas as partes e entrará em vigor a partir da data de sua assinatura.

PARAGRAFO UNICO: Para efeito de comprovação curricular, nos casos em que haja a rescisão antes do período previsto no T.C.E., o presente termo somente terá validade mediante a declaração comprobatória do período de realização do estágio emitido pela unidade concedente ou pelo IEL/PB.

CLÁUSULA DÉCIMA NONA: De comum acordo, as partes elegem o foro da Comarca de Campina Grande-PB, para dirimir qualquer questão que se originar deste T.C.E., e que não possa ser resolvido amigavelmente.

E, por estarem assim justas e acordes, firmaram o presente Termo de Compromisso de Estágio em 4 (quatro) vias de igual teor e para o mesmo fim destinadas.

Campina Grande, 10 de Setembro de 2008.

  
Messiana Malato Montagner  
Coordenadora de Desenvolvimento de Estágios


  
Betânia Maria Oliveira de Amorim  
Coordenadora de Programas e Estágios PRE/UFPG

INSTITUIÇÃO DE ENSINO

INSTITUTO EUVALDO LODI  
Núcleo Regional da Paraíba

INSTITUTO EUVALDO LODI  
Núcleo Regional da Paraíba

Kátia Saraiva F. Costa  
Superintendente

  
Cicero Einstein do N. Santos

ESTAGIÁRIO(A)

"Esta página integra o contrato firmado entre o Instituto Euvaldo Lodi - Núcleo Regional da Paraíba - ALUNORTE - ALUMINA DO NORTE DO BRASIL S.A. - CÍCERO EINSTEIN DO NASCIMENTO SANTOS - UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE. É composto de 03 laudas, todas rubricadas pelas partes".

**PLANO DE DESENVOLVIMENTO DE ESTAGIÁRIO**

Nome: Cicero Einstein do Nascimento Santos	Matrícula: 804356
Tutor: Jefferson Lima	
Data Admissão: 15/09/2008	Término: 15/03/2008
Área: GEIMP- Gerência de Implantação de Projetos	Curso: Engenharia Elétrica

Plano de Desenvolvimento												
Item	Conteúdo	Objetivo	Metodologia	Mês								
				SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV			
1	<b>PROGRAMA DE AMBIENTAÇÃO</b>											
2	Apresentação da Empresa	Integração à Organização e conhecimentos sobre a empresa, seus produtos e serviços, sua organização e políticas.	Palestras e cursos.									
3	Desenvolvimento de Pessoas											
4	Saúde e Medicina Ocupacional											
5	SGO-ISO 9001											
6	SGA-ISO 14001											
7	SST-ISO 18000											
8	Introdução ao TPM											
9	SA 8000											
10	Planejamento Estratégico											
11	CAPDO											
12	5S											
13	Noções do Processo Produtivo											
14	Normas de Segurança do Trabalho											
	<b>PROGRAMA TÉCNICO</b>											
1	Equipamentos Elétricos e ferramentas de trabalho (multiteste, megger, detector de alta tensão, etc)	Conhecer princípio de funcionamento, medição e campos de aplicação, apresentação de relatórios quando solicitado.	Acompanhar Engenheiros, Especialistas, técnicos e eletricitas/instrumentistas em atividades específicas ou oficinas.									
2	NR's - Normas Técnicas/Regulamentadoras	Conhecer normas que regem a área de serviços envolvendo eletricidade (NR10, NBR5410, etc.)	Leitura/palestras									
3	Trabalho em equipe / Relacionamento interpessoal	Integração do profissional com a equipe elétrica e interação com os profissionais da área operacional e manutenção Elétrica, Acompanhamento de execução de obras e apresentação de relatórios quando solicitado.	Participar de DDS's, reuniões diárias, visitas técnicas, levantamento de campo e acompanhamento de serviços.									
4	Projetos e Desenhos Elétricos	Capacitar para ler desenhos/projetos elétricos, Identificar falhas e apresentar soluções, apresentação de relatórios quando solicitado.	Trabalhar "As built" de desenhos modificados									
5	Processo Bayer e equipamentos de processo de todas as áreas	Conhecer as características do processo nos quais os equipamentos e instrumentos aplicados/submetidos, apresentação de relatórios quando solicitado. Fazer junto com o Engenheiro indicado da Aéra da Alunorte, uma visita de cada setor para verificar o funcionamento do sistema elétrico. (GETIL, GEMAN, GEVER, GEPOR,...)	Acompanhar Engenheiros, Especialistas, técnicos e eletricitas/instrumentistas em atividades específicas									
6	Sistemas de acionamento e proteção	Conhecer os principais dispositivos de acionamento e proteção, participar de dimensionamento e especificação (contator, disjuntor, relé, Inversor de frequência, soft-start, limitador de corrente, etc), apresentação de relatórios quando solicitado.	Acompanhar Engenheiros, Especialistas, técnicos e eletricitas/instrumentistas em atividades específicas									
7	Sistema de Potência/Alimentação Auxiliar	Conhecer configuração das subestações, circuitos de interligação, Manobras nos barramentos, Alimentação de emergência, Alimentação auxiliar 125Vcc e 24Vcc, conhecer o arranjo Geral típico de uma subestação.. Apresentação de relatórios quando solicitado.	Ler projetos/ Desenhos/ Procedimentos									
8	Instrumentação(Hart, Foudation Fiuldbus, etc)	Conhecer os princípios de medição da principais váriáveis de processo (temperatura, nível, vazão, pressão, etc); Conhecer tecnologias de comunicação de instrumentação; Participar da resolução de problemas envolvendo instrumentaçãoapresentação de relatórios quando solicitado.	Acompanhar Engenheiros, Especialistas, técnicos e eletricitas/instrumentistas em atividades específicas; Acompanhar trabalhos executados na Oficina Elétrica Central									
9	Trabalho de Estação	Desenvolver trabalho de pesquisa e/ou implementação de melhorias nos procedimentos de Projeto Elétrico no Setor de Engenharia da Alunorte e Apresentação do Arranjo Típico Geral de Uma Subestação.	Consultas/Pesquisas/etc									