



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

MARCONNI FREITAS BARROSO RIBEIRO GONÇALVES

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

Campina Grande, Paraíba  
Julho de 2013

MARCONNI FREITAS BARROSO RIBEIRO GONÇALVES

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio Integrado submetido ao  
Departamento de Engenharia Elétrica da  
Universidade Federal de Campina Grande  
como parte dos requisitos necessários para a  
obtenção do grau de Bacharel em Ciências no  
Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Orientador:

Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Julho de 2013

MARCONNI FREITAS BARROSO RIBEIRO GONÇALVES

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO

*Relatório de Estágio Integrado submetido ao Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Sistemas Elétricos

Aprovado em        /        /

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

**Professor Edson Guedes da Costa, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças, sabedoria e ajuda, sobretudo, nos momentos de maior dificuldade.

Agradeço ao meu pai e mestre por estar sempre presente em minha vida, guiando-me e auxiliando-me com sua grande sabedoria. Agradeço, também, a minha querida mãe por me amparar nos momentos de fraqueza e por me ensinar o verdadeiro valor da família. Agradeço a minha irmã por se fazer uma pessoa presente e generosa.

Agradeço a todos os meus familiares, que sempre estiveram ao meu lado, aconselhando-me para o bem.

Agradeço ao meu amor, Camila, primeiramente, pelas horas empregadas comigo para o desenvolvimento do relatório. Também por se mostrar uma grande pessoa, ajudando-me nos momentos de dificuldade e sempre confiando no que sentimos um pelo outro.

Agradeço a todos os meus professores de curso, em especial o professor Edson Guedes, que me ensinou grandes valores com paciência e sabedoria.

Finalmente, agradeço a todos os meus amigos, que sempre estiveram presentes nas alegrias e tristezas e que sempre me encorajaram a realizar meus sonhos.

## RESUMO

O presente relatório refere-se ao estágio curricular desenvolvido pelo aluno Marconni Freitas Barroso Ribeiro Gonçalves, do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande. As atividades aqui descritas foram desenvolvidas na Unidade 1 da empresa Acumuladores Moura S.A. (Moura), localizada no município de Belo Jardim – PE. Particularmente, as atividades foram desenvolvidas no setor de projetos, com ênfase na área de instalações elétricas prediais e industriais. Além de projeto e manutenção de subestações e adequação da empresa à Norma Regulamentadora nº 10 (NR-10), a qual prevê requisitos e condições mínimas de trabalho em instalações elétricas ou serviços com eletricidade. Os projetos elétricos foram realizados devido à demanda de crescimento da empresa. Inicialmente, foi desenvolvido um projeto de alimentação de estufas para cura e secagem das placas das baterias. Em seguida, elaborou-se um projeto para reestruturação da sala de manutenção elétrica, com a instalação de novos pontos de tomada, interruptores e luminárias. Paralelamente às outras atividades, o estagiário acompanhou a manutenção preventiva de todas as subestações da Unidade 1 da Moura, realizou um estudo para se determinar os principais pontos que estavam em desacordo com NR-10 e, a partir das falhas encontradas, foi criado um plano de ação para correção dos problemas.

# LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Portaria da Unidade 1 da empresa Acumuladores Moura S.A. ....	9
Figura 2 – Fotografia dos principais componentes da bateria. ....	14
Figura 3 – Fluxograma da produção de uma bateria. ....	15
Figura 4 – Imagem de um modelo de bateria. ....	22
Figura 5 – Imagem da célula de uma bateria. ....	23
Figura 6 – Imagem do elemento de uma bateria. ....	24
Figura 7 – Imagem dos elementos ligados em série. ....	24
Figura 8 – Tipos de linhas elétricas ....	27
Figura 9 – Capacidade de condução de corrente de cabos elétricos. ....	27
Figura 10 – Foto da superfície de uma estufa do modelo 2. ....	29
Figura 11 – Foto do painel de uma estufa do modelo 2. ....	29
Figura 12 – Foto da estrutura para alimentação de uma estufa do modelo 1. ....	30
Figura 13 – Foto do instrumento para medição da resistência de isolamento (Modelo A). ....	32
Figura 14 – Foto do instrumento para medição da resistência de isolamento (Modelo B). ....	32
Figura 15 – Termografia de uma chave seccionadora. ....	33
Figura 16 – Foto da manutenção da subestação. ....	34
Figura 17 – Foto da manutenção da subestação. ....	35
Figura 18 – Foto da bancada de testes. ....	36
Figura 19 – Foto de entrada da subestação obstruída. ....	38
Figura 20 – Tipos de linhas elétricas. ....	39
Figura 21 – Instalação da sala de manutenção elétrica. ....	40
Figura 22 – Instalação da sala de manutenção elétrica. ....	40

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estrutura organizacional do Grupo Moura. ....	11
Tabela 2 – Seção do condutor neutro para sistemas trifásicos.....	28
Tabela 3 – Estudo comparativo entre os dois modelos de testes de curto-circuito.....	31

# SUMÁRIO

1	A Empresa .....	9
1.1	Histórico.....	9
1.2	Estrutura organizacional .....	11
1.3	Local do estágio .....	12
2	Principais Componentes da Bateria .....	14
3	Processo Produtivo de Bateria.....	15
3.1	Óxido .....	16
3.2	Masseira .....	16
3.3	Grades .....	17
3.4	Empastamento.....	18
3.5	Cura e Secagem.....	18
3.6	Montagem .....	19
3.7	Formação .....	20
3.8	Acabamento .....	20
4	Funcionamento das baterias.....	22
5	Atividades Desenvolvidas .....	26
5.1	Atividade 1: Projeto e execução de instalação de estufas .....	26
5.2	Atividade 02: Estudo e aplicação de instrumentos para testes em baterias.....	31
5.3	Atividade 03: Subestações .....	33
5.3.1	Manutenção de subestação .....	33
5.3.2	Acompanhamento de testes em transformador .....	35
5.4	Atividade 04: Aplicação da NR-10 .....	36
5.5	Atividade 05: Projeto de reforma da sala de manutenção elétrica .....	38
6	Conclusão .....	42
	Bibliografia.....	43
	Anexo A – Projeto das estufas (Parte 1).....	44
	Anexo B – Projeto das estufas (Parte 2).....	45
	Anexo C – Certificados dos cursos nr-10 básico e complementar sep .....	46
	Anexo D - Diagrama unifilar do sistema de potência.....	47
	Anexo E - Encaminhamentos de média tensão das subestações.....	48
	Anexo F – Ferramental eletricitistas .....	49
	Anexo G – Projeto sala manutenção elétrica.....	50

# 1 A EMPRESA

## 1.1 HISTÓRICO

A empresa Acumuladores Moura S.A. é uma indústria com capital nacional, estabelecida há 54 anos, com atuação predominante no mercado automotivo e com atual ascensão no mercado nacional de baterias industriais. Fundada em Belo Jardim – PE, a empresa recebe originalmente o sobrenome do empreendedor Edson Mororó Moura que juntamente com sua esposa, Maria da Conceição Viana Moura, fundaram o empreendimento em 1957. Na Figura 1 é mostrada a entrada principal da Unidade 1 da Moura.



Figura 1 – Portaria da Unidade 1 da empresa Acumuladores Moura S.A.

A história da Moura se iniciou no quintal de uma casa localizada na cidade de Belo Jardim. O primeiro nome da empresa foi Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda e as instalações iniciais eram simples e com máquinas rudimentares. Porém, por volta de 1968, a Moura manteve contato a maior montadora inglesa de baterias da época, a Chloride, uma das mais avançadas tecnologias do mundo, com quem conseguiu firmar um contrato de recebimento de tecnologia bastante significativo para o desenvolvimento da fábrica. Com o avanço tecnológico, a Moura começou a produzir baterias de qualidade, expandindo as vendas para outras regiões do país, e como a Chloride, tinha acordos com algumas montadoras de carros. A Moura passou a

fornecer peça original dessas montadoras no Brasil. No MERCOSUL, atende a Ford, Renault, Fiat, Mercedes-Benz e GM.

No mercado externo, possui participação na Argentina, Uruguai e Porto Rico. Além disso, mantém parcerias tecnológicas e comerciais com os maiores fabricantes da área, com destaque para EXIDE (empresa espanhola que no ano de 1998 tornou-se parceria com a Moura) e GNB *Technologies* (empresa americana que desde 1996 é parceira da Moura) fornecedora da Ford Inglaterra e Ford Estados Unidos e detentora da patente mundial para a fabricação de baterias com a chamada “liga prata”, lançada com exclusividade no Brasil pela Moura.

Como resultado da fabricação e distribuição de baterias ao longo de vários anos, a Moura conseguiu evoluir e se destacar entre as principais montadoras do cenário mundial, aumentando a cada ano a sua produção de baterias, assim como as plantas industriais em diversas cidades. Dentre os principais acontecimentos de sua história destacam-se os seguintes:

- 1957 – Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim – PE;
- 1966 – Fundação da Metalúrgica Moura;
- 1983 – Início das exportações para os Estados Unidos;
- 1983 – Início do fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S.A.;
- 1984 – Lançamento da bateria para veículos movidos à álcool;
- 1986 – Inauguração da planta industrial de Itapetininga – SP;
- 1988 – Início do fornecimento de baterias à Volkswagen do Brasil;
- 1999 – Lançamento da bateria Moura com Prata;
- 2000 – Início do fornecimento de baterias à Iveco;
- 2000 – Lançamento da bateria estacionária Clean;
- 2001 – Lançamento da bateria tracionária LOG;
- 2002 – Início do fornecimento de baterias à Nissan;
- 2003 – Lançamento da bateria náutica BOAT;
- 2004 – Lançamento da bateria inteligente;
- 2005 – Início do fornecimento de baterias à Mercedes-Benz;
- 2006 – Lançamento da bateria LOG DIESEL;
- 2008 – Início do fornecimento de baterias à Cherry;
- 2009 – Início do fornecimento de baterias à GM;

- 2010 – Início do fornecimento de baterias à Kia Motors;
- 2011 – Inauguração da planta industrial na Argentina.

## 1.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A Moura encontra-se dividida em diversas unidades, tanto no Brasil quanto em países da América do Sul, onde cada unidade é responsável por um processo distinto para a obtenção final do produto. A empresa conta também com diversos distribuidores comerciais e mais de dois mil funcionários.

A estrutura organizacional pode ser observada na Tabela 1.

Tabela 1 - Estrutura organizacional do Grupo Moura.

UNIDADE	PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO
UN 01 – ACUMULADORES MOURA MATRIZ	Baterias sem carga para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição	Belo Jardim – PE
UN02 – UNIDADE ADMINISTRATIVA	Centro administrativo	Jaboatão dos Guararapes – PE
ESCRITÓRIO SÃO PAULO	Centro administrativo	São Paulo –SP
ESCRITÓRIO RIO DE JANEIRO	Centro administrativo	Niterói – RJ
UN 03 – DEPÓSITO FIAT E IVECO	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais	Betim – MG
UN 04 – METALÚRGICA	Reciclagem de baterias e ligas de chumbo	Belo Jardim – PE
UN 05 – INDÚSTRIA DE PLÁSTICO	Caixa, tampa e pequenas peças para baterias	Belo Jardim – PE
UN 06 – UNIDADE DE FORMAÇÃO E ACABAMENTO	Baterias para montadoras brasileiras	Itapetininga – SP
UN 08 – MOURA BATERIAS INDUSTRIAIS	Baterias estacionárias	Belo Jardim – PE
BASA – DEPÓSITO ARGENTINA	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Buenos Aires
WAYOTEK – DEPÓSITO PORTO RICO	Baterias para montadoras e reposição no Porto Rico	Carolina
RADESCA – DEPÓSITO URUGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Uruguai	Montevidéu
RIOS RESPUESTOS – DEPÓSITO PARAGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Paraguai	Assunção

### 1.3 LOCAL DO ESTÁGIO

O presente estágio foi desenvolvido na Unidade 01 (UN-01). Na área fabril da UN-01 são montadas, formadas e acabadas baterias automotivas, náuticas e estacionárias. Elas são destinadas para dois tipos de mercados: carros novos e reposição, carros usados. A unidade é dividida basicamente em duas partes: área fabril e áreas de apoio administrativo. A área fabril é subdividida nas seguintes unidades gerenciais básicas (UGBs):

- UGB-01 – moinho, fundição, empastamento e cura/secagem;
- UGBs 2 e 3 – montagem das baterias;
- UGB-04 – formação e acabamento de baterias.

A área de apoio engloba setores como engenharia, logística e toda a parte administrativa e financeira da unidade, tais como:

- DEMAI – responsável pela instalação e manutenção das linhas de produção e da fábrica como um todo;
- CQ – responsável pelo controle de qualidade da bateria;
- PCP – responsável pela logística;
- SIMA – responsável pela segurança industrial e meio ambiente.

A Unidade 04 (UN-04), também localizada em Belo Jardim – PE, é dividida em três UGBs: UGB - MA, UGB – Fornos e UGB - Refino. A UGB – MA é a responsável pela quebra de sucata de bateria e pela separação do material após a quebra em óxido, polipropileno (PP), metal e ácido. Trata-se da principal fornecedora de PP para a Unidade 05 (UN-05). Já a UGB – Fornos é a responsável pela acomodação dos óxidos e metais gerados em galpão de estocagem e pela geração de chumbo bruto a partir do processo de operação de fornos rotativos. E, finalmente, a UGB – Refino é responsável pela operação de refino do chumbo bruto até que ele alcance especificações determinadas, com mexedores e aplicação de determinados insumos para purificação do mesmo.

As ligas de chumbo produzidas na UN-04 são o produto final, sendo repassadas para a UN-01 e para o setor de pequenas peças da UN-05.

A UN-05 é a unidade responsável pela reciclagem do plástico das baterias, pela fundição de buchas, que é a base de encaixe dos terminais, e produção de caixas e tampas. Ela é subdividida conforme a seguir:

- IMPLA – setor de injeção de plásticos;
- REPLA – reciclagem de plásticos;
- Pequenas Peças – produção de buchas e terminais.

A unidade responsável pela produção das baterias industriais é a Unidade 08 (UN-08). Contudo, não foram desenvolvidas atividades do estágio nesta unidade.

## 2 PRINCIPAIS COMPONENTES DA BATERIA

A Unidade 01 da Moura é responsável pela produção dos principais componentes da bateria automotiva, tais como: placas positivas, placas negativas, separadores, conectores, eletrólito, terminais de saída ou pólos, tampa e caixa. Estes componentes podem ser observados na Figura 2.

As placas positivas das baterias são compostas por grades e materiais ativos positivos, nos quais a corrente passa ao circuito externo quando o acumulador está em descarga. Já as placas negativas são constituídas por grades e materiais ativos negativos.

Os separadores são materiais isolantes e porosos que separam as placas de polaridades opostas, evitando curto circuito, enquanto que os conectores têm como função fazer conexões entre os elementos da bateria.

O eletrólito é uma solução aquosa de ácido sulfúrico diluído em água desmineralizada e que tem a função de estabelecer a corrente elétrica entre as placas da bateria.

Os terminais de saída ou pólos são terminais onde a ligação com o circuito externo é realizada e são compostos de liga especial de chumbo antimônio.

A caixa é o recipiente que comporta o conjunto de elementos, formando, assim, a bateria. A tampa é a parte selante. A caixa e a tampa garantem o isolamento da bateria, evitando perda do óxido de chumbo.

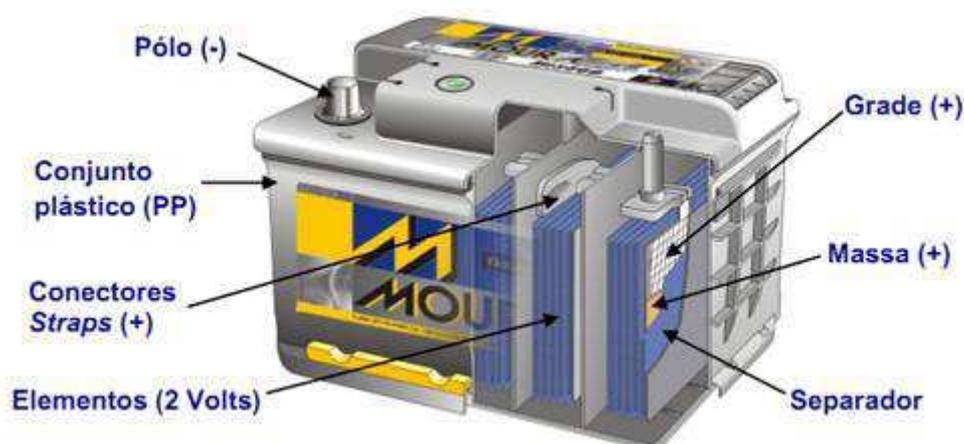


Figura 2 – Fotografia dos principais componentes da bateria.

### 3 PROCESSO PRODUTIVO DE BATERIA

O processo de produção de uma bateria é composto de várias etapas. A primeira etapa é a produção das placas e do óxido de chumbo. A segunda etapa envolve o processo de empastamento, cura e secagem. A etapa seguinte consiste na conexão dos diversos elementos à caixa, finalizado com a selagem da tampa. E, finalmente, ocorre o processo de formação da bateria.

O fluxograma geral do processo de fabricação de bateria pode ser observado na Figura 3.

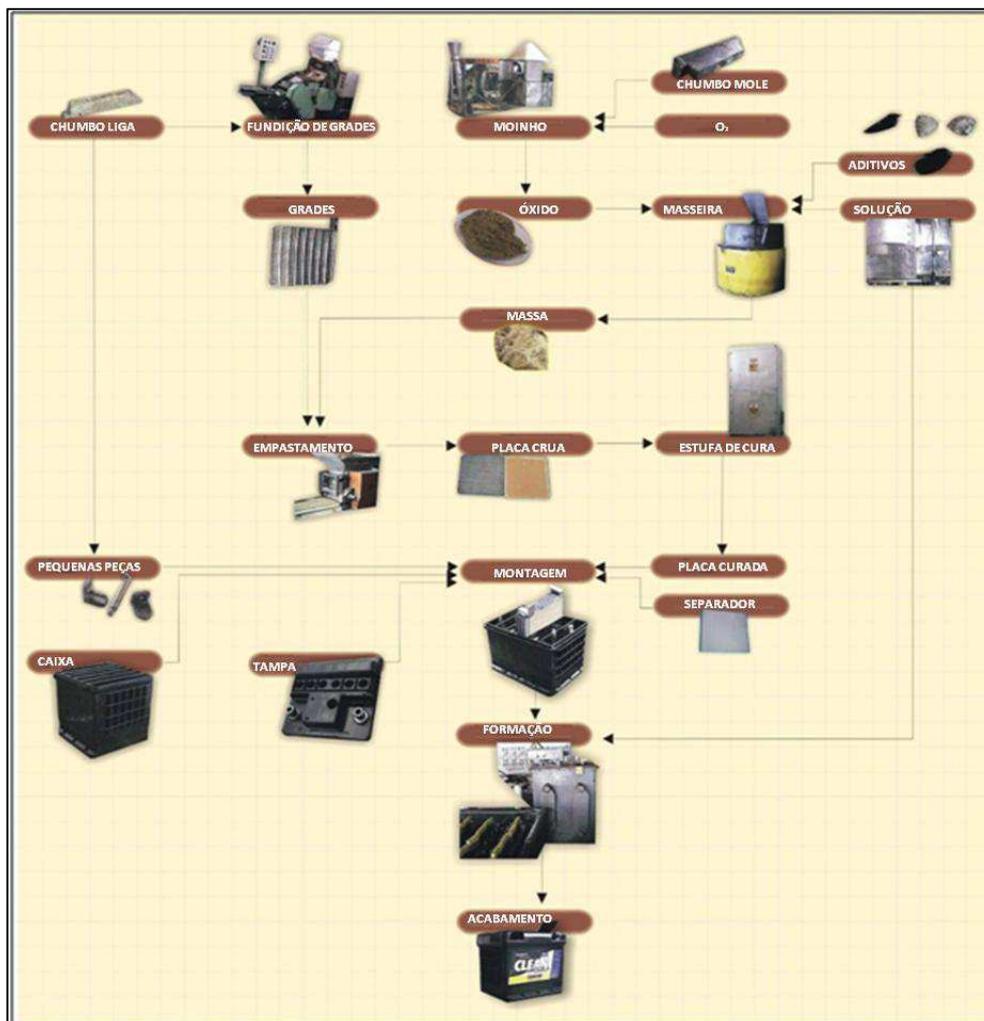


Figura 3 – Fluxograma da produção de uma bateria.

### 3.1 ÓXIDO

O Óxido de Chumbo empregado na fabricação da massa que vai empastar as placas da bateria é obtido a partir da fundição do chamado chumbo mole (chumbo com altíssimo grau de pureza).

A Moura utiliza dois tipos de equipamentos para produção do óxido de chumbo:

- Moinho de atrito – o atrito entre pedaços de chumbo mole gera calor e provoca a produção do óxido de chumbo (PbO);
- Moinho Barton – chumbo fundido é adicionado e misturado continuamente em um reator formando o PbO.

### 3.2 MASSEIRA

O óxido produzido no processo é o principal componente da massa que vai empastar as grades da bateria. Na masseira é onde ocorre a mistura do óxido de chumbo com alguns aditivos, distinguindo, assim, se a massa será positiva ou negativa.

A massa positiva contém:

- Óxido de Chumbo;
- Solução diluída de ácido sulfúrico – reage com PbO formando sulfato de chumbo;
- Água desmineralizada – responsável pelas plasticidade, umidade e densidade, propriedades necessárias para um bom empaste das grades e formação de diversos tipos de sulfatos;
- Fibra – dá a consistência mecânica à massa e ajuda na fixação da massa à grade.

A massa negativa, além de todos os aditivos citados anteriormente, contém:

- Negro de fumo – dá a coloração escura à placa negativa, servindo para diferenciá-la da placa positiva;

- Sulfato de Bário ( $\text{BaSO}_4$ ) – serve para ajudar na precipitação do sulfato de chumbo e na formação da massa;
- Vanisperse ou Vixil (Expansor) – aumenta a porosidade da placa a fim de que a solução de ácido sulfúrico penetre por todo seu interior, facilitando a troca de íons.

### 3.3 GRADES

As grades têm como matéria-prima ligas, cujo elemento principal é o chumbo. A adição dos elementos de liga ao chumbo visa melhorar a processabilidade e propriedades do chumbo tais como sua rigidez, resistência à corrosão e dureza.

Dentro do processo de fabricação de grades, trabalha-se com três tipos de ligas: liga selênio, liga prata e liga cálcio. Enquanto as ligas prata e selênio são utilizadas para as grades positivas, a liga cálcio é usada para grades negativas. É importante ressaltar os cuidados tomados para evitar a contaminação entre os tipos de ligas. Portanto, uma saída adotada foi convencionar cores características para cada tipo de liga:

- Liga prata (Ag) – verde;
- Liga cálcio (Ca) – marrom;
- Liga selênio (Se) – azul.

Existem dois tipos de produção de grades, o mais antigo meio de produção é por fundição e o outro é por expansão. No primeiro processo, as ligas de chumbo são fundidas em cadinhos a uma temperatura específica. A liga liquefeita escorre para o molde fundidor, onde as grades são moldadas e as rebarbas da grade são cortadas. Em seguida, o operador faz o controle de qualidade visual e aquelas que estiverem fora da especificação são retornadas ao cadinho para nova fundição.

No processo de expansão, as ligas de chumbo são fundidas em cadinhos e são enviadas para um tambor refrigerado, onde a liga se solidifica, pois está em contato com as paredes do tambor em rotação. Forma-se, assim, uma fita, a qual é expandida e depois enviada para o processo de empastamento.

### 3.4 EMPASTAMENTO

O empastamento é o processo pelo qual a massa produzida nas masseiras é aplicada às grades produzidas na fundição/expansão. No empaste, a massa é pressionada por um cabeçote contra as placas e, devido à sua plasticidade e ao formato da grade, fica aderida às mesmas.

Após a passagem pelo cabeçote, as placas atravessam um túnel de pré-secagem, cuja finalidade é impedir a adesão de uma placa à outra pela retirada da umidade da parte externa das placas. A secagem deve ser branda o suficiente para evitar a formação de rachaduras.

A quantidade de massa na placa e a uniformidade de sua aplicação são cruciais para o bom desempenho elétrico da bateria.

### 3.5 CURA E SECAGEM

As placas seguem, então, para uma estufa de cura, onde permanecem por, no mínimo, 24 horas. A principal característica desta etapa é a queda do teor de chumbo livre para cerca de 3%, devido à ocorrência de oxidação e a transformação de sulfato tribásico em tetrabásico. Outra característica importante é que nas estufas as placas passam por um processo de secagem, para a retirada da umidade restante das placas.

Cura e secagem são etapas essenciais para a qualidade das placas positivas das baterias, pois a formação de sulfato tetrabásico, em teor de 20 e 30% do total do sulfato presente, é altamente desejável. Tal processo é favorecido pelo aumento de temperatura.

Já para as placas negativas, o desejável são temperaturas baixas que não ataquem o Vansiperse, componente orgânico que se degrada fora dessa condição. Portanto, aconselha-se que a cura das placas positivas seja realizada em ambiente separado das negativas.

Atualmente, existem estufas distintas para cura e secagem, porém, com a inserção de novas tecnologias, uma estufa já realiza os dois processos.

### 3.6 MONTAGEM

A primeira etapa da montagem da bateria é a separação das placas fundidas na máquina cortar e lixar, A etapa cortar e lixar consiste em separar as placas, até então geminadas em painéis, e agrupá-las em placas negativa e positiva. No processo de corte dos painéis é importante que as bordas das grades não sejam distorcidas, de modo a evitar a formação de curto-circuito, pois tais distorções podem permitir um contato entre placas positivas e negativas vizinhas.

As placas possuem também pontos onde serão feitas soldas permitindo as ligações de diferentes grupos de placas, chamadas de orelhas ou *straps*. As orelhas devem estar perfeitamente limpas para garantir uma boa soldagem e, conseqüentemente, um bom contato elétrico e suporte mecânico. Nesta etapa do processo são montados os elementos, que são grupos alternados de placas positivas e negativas, com separadores entre elas e soldadas nas orelhas. Os elementos são colocados nas caixas e é realizada uma solda entre eles (solda *intercell*) e selagem da tampa. Após ter os elementos devidamente acondicionados na caixa, soldados e a tampa selada, tem-se a bateria montada.

Durante a etapa da montagem, testes essenciais devem ser realizados para garantir as especificações mínimas do controle de qualidade: teste de curto-circuito e continuidade e o teste de vazamento.

No teste de curto-circuito, ou teste dielétrico, é aplicada uma tensão nos elementos da bateria. A finalidade do teste é determinar se o isolamento entre cada placa é bom o suficiente para que não haja nenhum contato físico entre as placas, seja por conta de separador furado, ou até mesmo, por fragilidade do separador. O teste é importante, pois ele detecta pontos de possível falha, onde o isolamento está comprometido. As baterias reprovadas são descartadas do processo e enviadas para o processo de reciclagem na UN-05.

No teste de continuidade é testada a ligação física entre os elementos da bateria, para garantir que haja um circuito fechado internamente. A falta de continuidade pode ocorrer ou por quebra do *strap* ou por falha na solda *intercell*. Portanto, se não há um caminho para a corrente elétrica fluir, a bateria simplesmente não irá funcionar. As baterias reprovadas são descartadas e enviadas para o processo de reciclagem na Unidade 5.

Após a selagem da tampa, é realizado o teste de vazamento, no qual as células da bateria são infladas com ar comprimido. Durante a injeção de ar comprimido não deve haver queda de pressão por um tempo determinado. A queda de pressão indica vazamento e, neste caso, a bateria é rejeitada, retirada do processo e enviada para a reciclagem na Unidade 5.

### 3.7 FORMAÇÃO

Na formação, as placas irão sofrer transformações que irão produzir o material ativo do acumulador. Nesta etapa, a bateria será preenchida com uma solução de ácido sulfúrico e, então, seus terminais serão ligados a um retificador para a primeira carga, em que uma corrente elétrica pré-determinada produzirá as transformações eletroquímicas.

A solução de ácido sulfúrico existente no acumulador garante uma boa condutividade de íons e é parte fundamental nas reações que ocorrem durante o processo de carga e descarga. A formação propriamente dita consiste na passagem de uma corrente elétrica entre as placas, de modo que na placa negativa irá se formar o material ativo chumbo e na positiva o material ativo será o bióxido de chumbo. Nos estágios iniciais da formação, a densidade da solução está baixa, e também sua condutividade elétrica. As placas também são pouco condutoras no estágio inicial e, por isso, parte da energia elétrica é convertida em calor. A formação das placas negativas é um processo eficiente e ocorre sem dificuldade, no entanto, as placas positivas são difíceis de formar. Assim, em uma bateria, as placas negativas se formam primeiro que as positivas.

### 3.8 ACABAMENTO

Após a conclusão da etapa de formação, as baterias são submetidas à etapa final: o acabamento. As baterias já se encontram praticamente prontas para uso, porém, antes de seguirem para a comercialização, devem ser sujeitas a procedimentos de limpeza, a testes finais relativos à seu desempenho e à afixação de etiquetas e emprego de embalagens.

O procedimento de limpeza das baterias contribui com relevância na estética das baterias e, além disso, mostra-se essencial para a realização dos testes finais. Dentre estes testes, os principais são os de vazamento e os de alta descarga. O primeiro teste consiste na aplicação de uma pressão pré-estabelecida para avaliar a selagem da bateria. Já o segundo teste simula a partida na bateria, o que requer que os bornes estejam limpos, pois a camada de óxido que se forma no borne positivo, durante e após a formação, é pouco condutora, dificultando a passagem de corrente elétrica durante o teste.

## 4 FUNCIONAMENTO DAS BATERIAS

A armazenagem de energia em um acumulador é possível por causa da capacidade que diferentes substâncias têm de ceder ou de receber elétrons. Para esclarecer o funcionamento de um acumulador, será dado um exemplo em termos de um acumulador de chumbo-ácido.

O bióxido de chumbo ( $\text{PbO}_2$ ) é uma substância com tendência a receber elétrons, enquanto que o chumbo metálico ( $\text{Pb}$ ) tem tendência a ceder elétrons. Assim, quando se coloca em contato  $\text{Pb}$  e  $\text{PbO}_2$  e são estabelecidas condições para que elétrons possam circular de um para o outro, a transferência de elétrons entre eles se dará com extrema facilidade.

Para se estabelecer as condições, é importante saber exatamente o que está ocorrendo com o material ativo ( $\text{Pb}$  e  $\text{PbO}_2$ ), após a transferência dos elétrons. Em quais substâncias químicas o chumbo e o bióxido de chumbo irão se transformar após a transferência de elétrons irá depender do meio em que eles se encontram.

No acumulador de chumbo-ácido, o meio utilizado para que possa ocorrer a transferência de elétrons entre as substâncias é uma solução de ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Nesse caso, o chumbo metálico, ao perder seus elétrons, e o bióxido de chumbo, ao receber esses elétrons, ambos, transformam-se em sulfato de chumbo ( $\text{PbSO}_4$ ). Os íons sulfato ( $\text{SO}_4$ ) necessários a essa transformação, são provenientes do ácido sulfúrico (GRUPOMOURA, 2011)

O modelo de uma bateria pode ser observado na Figura 4.

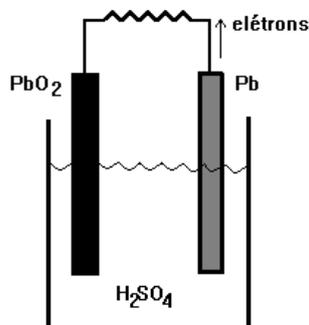


Figura 4 – Imagem de um modelo de bateria.

As equações dadas, a seguir, expressam o processo eletroquímico da reação.



Para que um acumulador seja útil, deve-se fazer com que os elétrons transferidos no processo, descrito anteriormente, passem por um circuito elétrico externo e realizem um trabalho, por exemplo, girando um motor elétrico, acendendo uma lâmpada etc. Como fazer com que os elétrons sejam transferidos com eficiência e controle é o segredo do funcionamento de um bom acumulador.

Finalmente, o dispositivo só é considerado um acumulador se possibilitar que os elétrons transferidos do chumbo ao bióxido de chumbo possam ser transferidos no sentido contrário, através da aplicação de uma corrente elétrica externa, no presente caso, regenerando o chumbo e o bióxido de chumbo consumidos.

Os elétrons, por serem partículas de carga negativa, são atraídos por regiões de potencial elétrico positivo e repelidos por regiões de potencial elétrico negativo. Assim, diz-se que num acumulador o chumbo é o polo negativo e o bióxido de chumbo é o polo positivo. Como esse material é, normalmente, utilizado na forma de placas, fala-se de placas positivas e placas negativas.

A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva separadas, uma da outra, por um separador poroso, e imersas em uma solução de ácido sulfúrico. A unidade constitui o que se chama de célula e pode ser observada na Figura 5.



Figura 5 – Imagem da célula de uma bateria.

Os elétrons, sendo partículas de carga negativa, tendem a ser atraídos por regiões de potencial elétrico positivo e repelidos por regiões de potencial negativo. Nesta

perspectiva a composição das placas negativas de chumbo metálico é tida como sendo o pólo negativo, enquanto que a composição das placas positivas de dióxido de chumbo é tida como sendo o pólo positivo do acumulador. A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é uma função da quantidade de material ativo nelas presente.

Dessa forma, se o tamanho das placas é dobrado, teoricamente, a quantidade de carga disponível é dobrada. Todavia, ao invés de dobrar o tamanho das placas, é possível dobrar suas quantidades. Assim, ligando uma placa positiva a outra placa positiva e uma negativa a outra também negativa, realiza-se a chamada ligação em paralelo, formando-se, assim, um elemento da bateria, como pode ser observado na Figura 6.

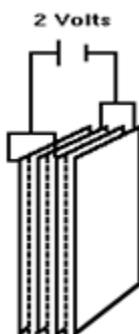


Figura 6 – Imagem do elemento de uma bateria.

Tal elemento possui uma diferença de potencial entre o conjunto de placas de, aproximadamente, 2,0 V. Essa é uma função, principalmente, da densidade da solução de ácido sulfúrico absorvida pelas placas.

Desejando-se aumentar a diferença de potencial do acumulador, devem-se ligar dois ou mais elementos, de modo que as placas positivas se liguem às placas negativas (esta ligação é chamada de ligação em série). Com a ligação em série, pode-se aumentar a tensão de 2,0 em 2,0 V. O esquema de ligação pode ser observado na Figura 7.

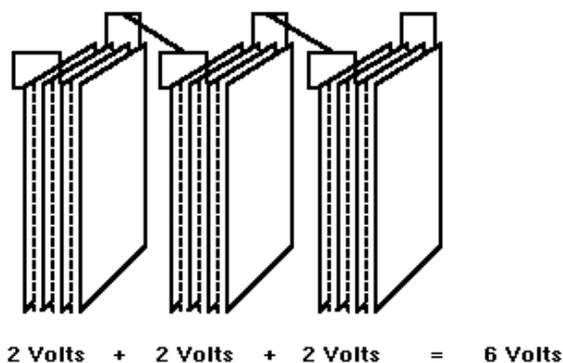


Figura 7 – Imagem dos elementos ligados em série.

Os elementos ligados em série devem estar em compartimentos separados, ou seja, a solução de um elemento não deve entrar em contato com a de outro elemento, visto que, caso haja contato entre um e outro elemento, há descarga entre ambos caracterizando um curto-circuito, fechado pela solução. Motivo pelo qual, também, existe um separador entre as placas positivas e negativas de cada elemento, impedindo o contato direto entre elas. Os separadores devem ser porosos para permitirem a condução de cargas elétricas entre uma placa e outra através da solução.

## 5 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

### 5.1 ATIVIDADE 1: PROJETO E EXECUÇÃO DE INSTALAÇÃO DE ESTUFAS

A primeira atividade desenvolvida pelo estagiário foi o projeto e a execução da instalação de seis novas estufas de cura e secagem na UGB-1, sendo duas estufas do modelo 1 e quatro do modelo 2. As estufas tem uma grande importância na produção das baterias, pois compõem o processo final de produção das placas.

Para o início do projeto, foi necessário o estudo dos dois modelos de estufa, a partir de manuais e informações dos funcionários. O estudo tratou tanto das dimensões das estufas, para a organização dessas no espaço a que foram destinadas, quanto do levantamento da carga de cada uma, para que se fizesse a cotação dos quadros de força para energização e o cálculo da seção mínima dos condutores.

Para a determinação da seção dos condutores de alimentação foi utilizada a Equação 1:

$$P = \sqrt{3} * V_L * I_L, \quad (1)$$

em que se tem que  $P$  é a potência ativa,  $V_L$  é a tensão de alimentação entre fases e  $I_L$  é a corrente que flui em cada fase do condutor. Sabendo que para as estufas do modelo 1 e do modelo 2 a potência média demandada é de aproximadamente 75 kW e 152 kW, respectivamente, e que a tensão de alimentação entre fases é de 380 V, a corrente para alimentação da estufa do modelo 1 é de, aproximadamente, 114 A e a corrente para alimentação da estufa modelo 2 é de, aproximadamente, 232 A. Sabendo que seria feita a instalação de seis estufas, a corrente total calculada para energização delas é de 1148,5 A.

De acordo com as Figura 8, Figura 9 e segundo a Norma Brasileira 5410 (NBR 5410), a seção mínima dos condutores fase das estufas do modelo 1 e do modelo 2 é de 35 mm<sup>2</sup> e 95 mm<sup>2</sup>, respectivamente.

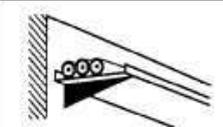
12		Cabos unipolares ou cabo multipolar em bandeja não-perfurada, perfilado ou prateleira <sup>3)</sup>	C
----	---	---	---

Figura 8 – Tipos de linhas elétricas  
Fonte: NBR 5410

Seções nominais mm <sup>2</sup>	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Cobre												
0,5	10	9	10	9	12	10	11	10	12	11	14	12
0,75	12	11	12	11	15	13	15	13	16	14	18	15
1	15	13	14	13	18	16	17	15	19	17	21	17
1,5	19	17	18,5	16,5	23	20	22	19,5	24	22	26	22
2,5	26	23	25	22	31	28	30	26	33	30	34	29
4	35	31	33	30	42	37	40	35	45	40	44	37
6	45	40	42	38	54	48	51	44	58	52	56	46
10	61	54	57	51	75	66	69	60	80	71	73	61
16	81	73	76	68	100	88	91	80	107	96	95	79
25	106	95	99	89	133	117	119	105	138	119	121	101
35	131	117	121	109	164	144	146	128	171	147	146	122
50	158	141	145	130	198	175	175	154	209	179	173	144
70	200	179	183	164	253	222	221	194	269	229	213	178
95	241	216	220	197	306	269	265	233	328	278	252	211
120	278	249	253	227	354	312	305	268	382	322	287	240
150	318	285	290	259	407	358	349	307	441	371	324	271
185	362	324	329	295	464	408	395	348	506	424	363	304
240	424	380	386	346	546	481	462	407	599	500	419	351
300	486	435	442	396	628	553	529	465	693	576	474	396
400	579	519	527	472	751	661	628	552	835	692	555	464
500	664	595	604	541	864	760	718	631	966	797	627	525
630	765	685	696	623	998	879	825	725	1 122	923	711	596
800	885	792	805	721	1 158	1020	952	837	1 311	1 074	811	679
1 000	1014	908	923	826	1332	1 173	1 088	957	1 515	1 237	916	767

Figura 9 – Capacidade de condução de corrente de cabos elétricos.  
Fonte: NBR 5410

De acordo com a Tabela 2, a seção mínima dos condutores neutro das estufas do modelo 1 e do modelo 2 é de 25 mm<sup>2</sup> e 50 mm<sup>2</sup>, respectivamente.

Tabela 2 – Seção do condutor neutro para sistemas trifásicos.

<b>Seção dos condutores de fase</b>	<b>Seção reduzida do condutor neutro</b>
$S \leq 25 \text{ mm}^2$	S
35	25
50	25
70	35
95	50
120	70
150	70
185	95
240	120

Fonte: NBR 5410.

O primeiro quadro de força, denominado de quadro geral e localizado dentro da própria subestação, foi projetado para receber a alimentação do lado de baixa tensão de um transformador de 2000 kVA, 380 V/220 V. A proteção geral do quadro foi realizada por um disjuntor tripolar de 1600 A. O segundo quadro, denominado de quadro de distribuição, foi projetado com nove disjuntores, sendo quatro deles de 250 A, destinados a realizar a proteção das estufas do modelo 2, quatro de 125 A para proteção das estufas do modelo 1, dentre estes dois disjuntores reservas e, finalmente, um disjuntor de 32 A para a iluminação interna do galpão. A proteção geral do quadro também foi realizada por um disjuntor tripolar de 1600 A. Foi utilizada uma proteção de 1600 A porque a corrente total calculada para alimentação das estufas foi de 1148,5 A, logo, prevendo-se a instalação de futuras cargas no quadro, foi projetado, também, um disjuntor que suportasse tal aumento de carga.

De acordo com a Figura 9, a seção do condutor fase de alimentação do segundo quadro deve ser maior que 1000 mm<sup>2</sup>, já que o disjuntor tripolar possui corrente nominal de 1600 A. Porém, de modo a evitar gastos desnecessários, optou-se por uma medida alternativa: o uso de quatro cabos por fase de 240 mm<sup>2</sup> e dois cabos de 240 mm<sup>2</sup> para o condutor neutro. A seção do condutor neutro foi determinada conforme a Tabela 2.

Na segunda etapa, todo o projeto foi feito no AutoCAD (presente nos Anexos A e B). Para tanto, foi necessária uma observação detalhada de algumas estufas já instaladas na empresa, como pode ser observado nas Figuras 10, 11 e 12.

O projeto especifica o material necessário para a realização do serviço e o esquema da estrutura que permitirá a alimentação das estufas.



Figura 10 – Foto da superfície de uma estufa do modelo 2.



Figura 11 – Foto do painel de uma estufa do modelo 2.

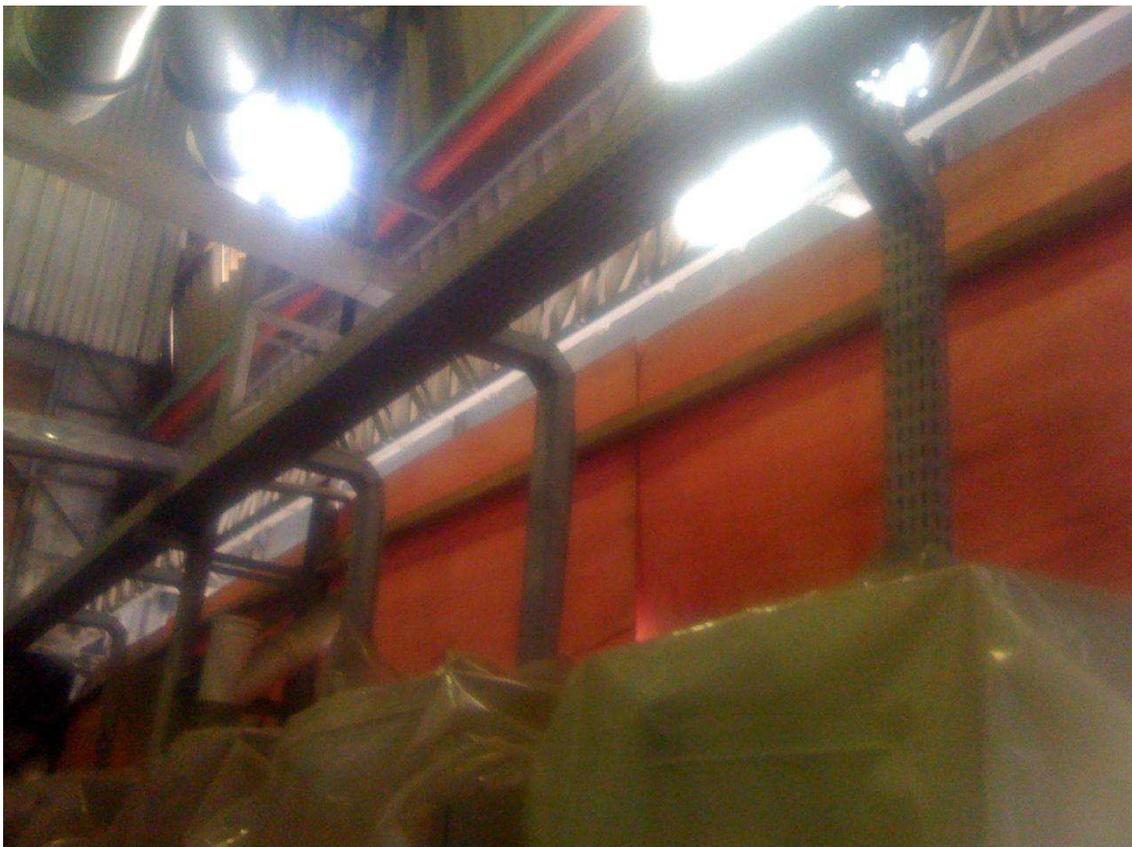


Figura 12 – Foto da estrutura para alimentação de uma estufa do modelo 1.

Para a correta listagem do material, foi necessário o uso de alguns catálogos de material elétrico, contando com a colaboração de um técnico da equipe de manutenção elétrica.

Definida a lista completa, foi dada entrada juntamente com o setor de Compras da Moura, para cotação e compra de todo o material, onde prazos foram dados para a chegada do material e o conseqüente início da execução do projeto.

A última etapa do projeto foi a execução, porém o quadro para alimentação das estufas ainda não havia sido entregue e o prazo de início da execução já havia sido extrapolado. Então, a solução tomada foi alimentar as estufas através de outro quadro existente no galpão e, como apenas as estufas do modelo 1 já haviam sido montadas, precisava-se apenas de dois disjuntores disponíveis no quadro e de mais alguns metros de cabo 35mm<sup>2</sup>.

Finalmente, todo o material foi entregue e, no dia 08 de fevereiro de 2013, as seis estufas estavam devidamente instaladas e energizadas, prontas para os testes finais e aprovação para uso.

## 5.2 ATIVIDADE 02: ESTUDO E APLICAÇÃO DE INSTRUMENTOS PARA TESTES EM BATERIAS

A segunda atividade em destaque do estágio realizada foi o estudo do teste de isolamento para aplicação de um novo instrumento nas linhas de montagem.

A medição da resistência de isolamento tem por objetivo do teste determinar se o isolamento de um componente é adequado para uso contínuo. Aliado ao teste tem-se, também, o teste de continuidade, que tem por objetivo avaliar as condições das soldas no componente elétrico, testando se o circuito está contínuo.

Atualmente, utilizam-se 12 exemplares do modelo A de um instrumento para medição dos níveis de isolamento das baterias nas linhas de montagem. Alguns exemplares dos instrumentos (modelo A) por problemas técnicos necessitam ser inspecionados constantemente, provocando parada nas linhas de produção e, conseqüentemente, atraso na entrega das baterias.

Devido às constantes paradas das linhas de produção, foi sugerido a utilização de um outro instrumento de medição de resistência de isolamento (modelo B) nos testes. Um estudo comparativo entre os dois modelos foi realizado e as principais características entre os dois tipos podem ser observadas na Tabela 3. O modelo A é importado e o modelo B é de fabricação nacional.

Tabela 3 – Estudo comparativo entre os dois modelos de testes de curto-circuito.

<b>Modelo A</b>	<b>Modelo B</b>
É importado	É de fabricação nacional
Não danifica quando rejeita a bateria	Danifica quando há rejeição
Já é um instrumento conhecido na Moura	Experiência nova
Quebra com facilidade (atentar para o aterramento inexistente)	-----
Difícil manutenção	-----
Garantia de um ano	Garantia de dois anos
Sem segurança nos ajustes	Ajuste remoto
Custo de 15 mil reais	Custo de 9 mil reais

A partir da Tabela 3, podem ser verificadas algumas vantagens e desvantagens de um modelo para o outro. O modelo A, por já ser usado na Moura, tem uma grande vantagem em cima do modelo B, além disso, ele não danifica as placas ou os

separadores da bateria, pois o equipamento aplica uma tensão pré-determinada e sinaliza a rejeição ou aprovação da bateria.

Porém, o modelo B também apresenta muitas outras vantagens. A principal delas é a disponibilidade de suporte técnico, visto que não há necessidade de enviar o equipamento para fora do país, caso seja necessária à manutenção.

Outra grande vantagem do modelo B é a possibilidade das alterações das configurações a partir de um controle remoto que se encaixa no painel traseiro do instrumento. A realização das alterações é feita por técnicos especializados no manuseio do instrumento. Já o modelo A pode ser alterado sem grandes restrições, pois os botões encontram-se no painel frontal do instrumento, como pode ser observado na Figura 13. O modelo B pode ser observado na Figura 14.

Outras características relevantes observadas foram o custo e a garantia do equipamento, mostrando ser o modelo A, então, mais vantajoso que o modelo importado (modelo B).



Figura 13 – Foto do instrumento para medição da resistência de isolamento (Modelo A).



Figura 14 – Foto do instrumento para medição da resistência de isolamento (Modelo B).

Ao final do estudo comparativo, foi preparada, pelo estagiário, uma apresentação para alguns engenheiros, chefes e a equipe do controle de qualidade. Na apresentação, foram discutidas as principais características dos dois modelos assim como o modo de funcionamento de cada um. Finalmente, optou-se pela compra de apenas um exemplar do modelo B para testes experimentais e, caso os resultados esperados fossem alcançados, outros novos instrumentos seriam inseridos nas linhas de montagem. O exemplar do modelo B adquirido ainda se encontra em fase experimental.

## 5.3 ATIVIDADE 03: SUBESTAÇÕES

### 5.3.1 MANUTENÇÃO DE SUBESTAÇÃO

A terceira atividade relevante desenvolvida na empresa foi a manutenção da principal subestação da Unidade 1 da Moura. Trata-se de uma subestação de 69 kV, responsável pelo abaixamento da tensão para 13,8 kV e distribuição para as demais subestações abrigadas da Unidade 1.

Após a realização de inspeções termográficas, realizada por uma empresa terceirizada, foi constatada a necessidade de uma intervenção na subestação. Nas inspeções, diversos pontos de sobreaquecimento foram detectados, sobretudo nas chaves seccionadoras. Na Figura 15 é mostrada uma termografia de chave seccionadora, ressaltando um ponto quente na região de contato. A temperatura no momento da medição era de 82.1°C.

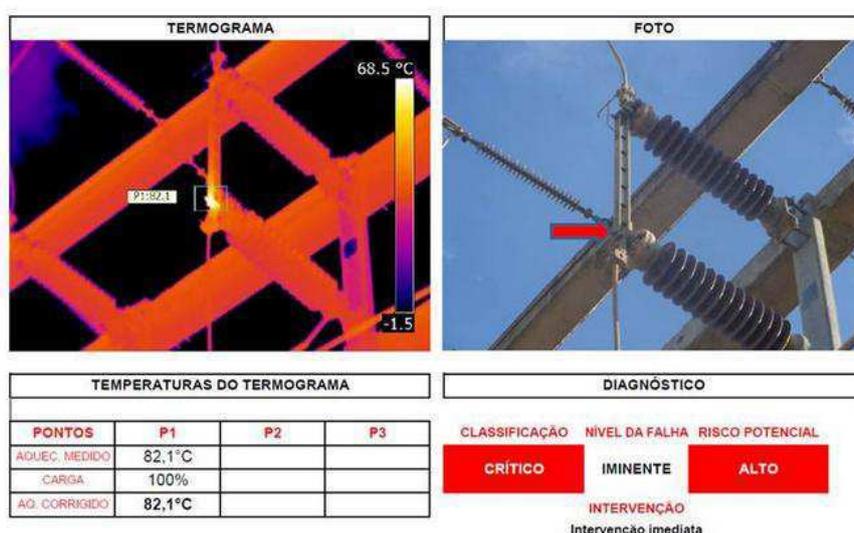


Figura 15 –Termografia de uma chave seccionadora.

Diante disso, um desligamento geral da subestação foi realizado no dia 01/05/2013. As principais ações executadas dentro da subestação foram:

- Reaperto e limpeza dos contatos das chaves seccionadoras;
- Reaperto e limpeza dos contatos dos cabos com os diversos equipamentos elétricos;
- Limpeza de buchas do transformador de potência, disjuntores, para-raios, transformador de corrente e transformador de potencial;
- Coleta de óleo do transformador de potência.

Para que a manutenção ocorresse de forma segura, foram seguidos criteriosamente os passos de desenergização de uma subestação, conforme explicitados na NR-10 e, portanto, nenhum incidente foi registrado durante a manutenção.

A subestação em manutenção pode ser observada nas Figuras 16 e 17.



Figura 16 – Foto da manutenção da subestação.



Figura 17 – Foto da manutenção da subestação.

### 5.3.2 ACOMPANHAMENTO DE TESTES EM TRANSFORMADOR

Um dos transformadores da Unidade 1 foi enviado para uma empresa especializada em manutenção de transformadores. Ele se encontrava fora de serviço pelo menos há um ano.. O transformador passou por uma completa manutenção, sendo submetido a ensaios e a troca de óleo. O acompanhamento dos seguintes ensaios de rotina foi realizado:

- Relação de tensões;
- Resistência elétrica dos enrolamentos;
- Ensaio em curto-circuito;
- Ensaio em vazio;
- Resistência de isolamento.

Pode ser observada a bancada de testes e uma parte do transformador em análise na Figura 18.



Figura 18 – Foto da bancada de testes.

#### 5.4 ATIVIDADE 04: APLICAÇÃO DA NR-10

A primeira ação tomada para adequação da empresa à NR-10 foi a verificação dos funcionários que atuam direta ou indiretamente com instalações elétricas e serviços com eletricidade. Foi constatado que alguns trabalhadores ainda não eram capacitados e que outros estavam com o curso em atraso, pois a validade do curso de NR-10 é de apenas dois anos.

Com uma relação completa de funcionários que se encontravam sem a capacitação na NR 10 ou com a capacitação em atraso foram planejados os cursos. Assim, as turmas foram organizadas e foi promovida a capacitação de todos que trabalham com eletricidade, para que eles ficassem cientes dos devidos riscos. Além disso, foram exigidos que as empresas terceirizadas, que trabalham com eletricidade, também promovessem a capacitação seus profissionais para, assim, seguir a norma. O estagiário também recebeu capacitação nos cursos NR-10 Básico e Complementar SEP, para, assim, poder aplicar a norma na empresa. Os certificados encontram-se no Anexo C.

Outra ação relevante realizada no estágio foi o cumprimento dos itens 10.2.3 e 10.2.4 existentes na NR-10.

10.2.3 As empresas estão obrigadas a manter esquemas unifilares atualizados das instalações elétricas dos seus estabelecimentos com as especificações do sistema de aterramento e demais equipamentos e dispositivos de proteção. (NR 10, 2004, p. 1).

10.2.4 Os estabelecimentos com carga instalada superior a 75kW devem constituir e manter o Prontuário de Instalações Elétricas, contendo, além do disposto no subitem 10.2.3, no mínimo:

- a) conjunto de procedimentos e instruções técnicas e administrativas de segurança e saúde, implantadas e relacionadas a esta NR e descrição das medidas de controle existentes;
- b) documentação das inspeções e medições do sistema de proteção contra descargas atmosféricas e aterramentos elétricos;
- c) especificação dos equipamentos de proteção coletiva e individual e o ferramental, aplicáveis conforme determina esta NR;
- d) documentação comprobatória da qualificação, habilitação, capacitação, autorização dos trabalhadores e dos treinamentos realizados;
- e) resultados dos testes de isolamento elétrica realizados em equipamentos de proteção individual e coletiva;
- f) certificações dos equipamentos e materiais elétricos em áreas classificadas;
- g) relatório técnico das inspeções atualizadas com recomendações, cronogramas de adequações, contemplando as alíneas de “a” a “f”.(NR 10, 2004, p. 1).

Conforme recomendado pela NR-10, os diagramas unifilares da instalação elétrica da Unidade 1 da Moura foram atualizados e encontram-se nos Anexos D e E. Da mesma forma, no Anexo F encontra-se uma lista das ferramentas fornecidas aos eletricitistas. Todos os documentos citados foram atualizados durante o período de estágio.

É importante sempre ter um acesso fácil e rápido às subestações, pois caso ocorra algum problema, como desligamentos não programados ou até mesmo incêndio, será bem mais fácil o acesso ao local do defeito. Em uma das subestações foi constatado

que empilhadores desavisados colocavam paletes com baterias na entrada da subestação. Assim, finalizando a adequação da empresa à NR-10, foi realizada a completa desobstrução das entradas das subestações e feitas as recomendações da não obstrução. Uma das entradas de subestações obstruídas pode ser verificada na Figura 19.



Figura 19 – Foto de entrada da subestação obstruída.

Embora se tenha adotado as recomendações diante do problema da obstrução, a outra medida adotada para sua correção foi a instalação de barras de ferro e correntes nas proximidades das entradas das subestações, para evitar o depósito de material e a consequente obstrução das portas que dão acesso à subestação.

## 5.5 ATIVIDADE 05: PROJETO DE REFORMA DA SALA DE MANUTENÇÃO ELÉTRICA

A última atividade desenvolvida foi o projeto e execução de reforma da sala de manutenção elétrica. O ambiente a ser reformado encontrava-se em condições precárias, com a fiação totalmente desprotegida. A partir do problema exposto, foi solicitado um projeto de reforma elétrica e telefônica da sala. Assim, o estudo da área foi realizado e a localização dos móveis foi essencial para a distribuição dos pontos de força e de rede por todo o ambiente. O projeto completo encontra-se no Anexo G.

A sala é subdividida em duas partes, uma com 15,5 m<sup>2</sup> e outra com 20 m<sup>2</sup>. Na primeira parte, foi prevista a instalação de três tomadas de 600 W, para alimentação de computadores, e outras seis tomadas de 100 W, para uso em geral. Além disso, foi

prevista a instalação de um ponto de força para alimentação de ar condicionado. Na segunda parte da sala, foi prevista a instalação de quatro tomadas de 600 W e oito tomadas de 100 W. Também foi prevista a instalação de uma tomada especial para alimentação de ar condicionado.

Com relação às tomadas, a primeira parte da sala apresentou uma carga geral de 2400 W e, de acordo com a Equação 2, apresentou uma corrente máxima de 11 A.

$$P = V * I, \quad (2)$$

onde P é a potência ativa, V é a tensão da rede, no caso 220 V, e I é a corrente calculada. Logo, de acordo com as Figura 9 e a Figura 20, o cabo projetado para a alimentação do circuito é 2,5 m<sup>2</sup>.

Na segunda parte da sala, a carga geral das tomadas foi de 3200 W, então, de acordo com a Equação 2, apresentou uma corrente de 14,5 A e, portanto, a seção do fio utilizado no circuito é 2,5 m<sup>2</sup>.

Já para os aparelhos de ar-condicionado, os quais apresentam carga de 18000 BTU/h (equivalente a, aproximadamente, 5000 W), de acordo com a Equação 2 a corrente calculada para cada um foi de 22 A. Portanto, como pode ser observado na Figura 9 e na Figura 20, o cabo utilizado para cada circuito de alimentação é 4 m<sup>2</sup>.

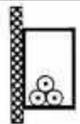
5		Condutores isolados ou cabos unipolares em eletroduto aparente de seção não-circular sobre parede	B1
---	---	---	----

Figura 20 – Tipos de linhas elétricas.  
Fonte: NBR 5410

Desse modo, a sala ficou dividida em quatro circuitos, dois para alimentação das tomadas, com disjuntores de proteção de 16 A, e os outros dois para os ar-condicionados, com disjuntores de proteção de 25 A.

Devido à instalação das novas cargas, foi necessária a aquisição de um quadro de distribuição de sobrepor. O quadro foi dimensionado para acomodar os quatro disjuntores do projeto e outros quatro de reserva, conforme recomendação da NBR 5410.

Para o dimensionamento da seção dos condutores do quadro geral, foi utilizada a Equação 1. Para tanto, considerou-se a potência total da instalação, conforme cálculos a seguir:

$$P = \sqrt{3} * V_L * I_L,$$

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} * V_L},$$

$$I_L = \frac{15600}{\sqrt{3} * 380},$$

$$I_L = 23,64 A.$$

Considerando o resultado obtido e prevendo-se instalação futura de cargas, o cabo dimensionado para alimentação do quadro foi de 10 mm<sup>2</sup>. Logo, foi dimensionado um disjuntor tripolar de 50 A para proteção geral dos circuitos. O ambiente onde foi realizada a reforma pode ser observado nas Figuras 21 e 22.



Figura 21 – Instalação da sala de manutenção elétrica.



Figura 22 – Instalação da sala de manutenção elétrica.

Durante o estágio, A Moura sempre se mostrou colaborativa e participativa com as mudanças e reformas que venham trazer melhorias das qualidades dos seus produtos e com a segurança ou benefícios para as suas instalações e funcionários.

## 6 CONCLUSÃO

De maneira geral, o estágio na empresa Acumuladores Moura S. A. contribuiu para o engrandecimento profissional do estagiário, oferecendo suporte interpessoal, em gestão e desenvoltura para lidar com adversidades e pessoas.

O estágio proporcionou a utilização de vários conceitos adquiridos durante anos de curso, além disso, muito também se aprendeu. O contato com diversas pessoas mais experientes no ramo industrial proporcionou a consolidação e aprendizado de novas teorias e conhecimentos.

Foi essencial, também, o contato direto com empresas terceirizadas ou até mesmo com os próprios funcionários da Moura, em que foi necessária a liderança sobre grupo de pessoas para a realização de determinados serviços, significando crescimento na área de gestão de pessoas e relações pessoais.

Deste modo, o estágio curricular fez cumprir sua finalidade, já que proporcionou grande crescimento profissional. Mas, os benefícios trazidos por ele foram além, pois o mesmo permitiu, também, o desenvolvimento da convivência com as pessoas no ambiente de trabalho, fossem eles do setor administrativo, técnicos ou mesmo engenheiros.

## BIBLIOGRAFIA

MTE. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 10: *Segurança em Instalações e serviço sem Eletricidade*. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5410: *Instalações elétricas de baixa tensão*. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 209 p.

BARROS, B. F.; Guimarães, E. C. A.; Borelli, R.; Gedra, R. L.; Pinheiro, S. R.; NR-10 *Norma Regulamentadora de Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade Guia Prático de Análise e Aplicação*, 1ª edição, Editora Érica, 2010.

MAMEDE FILHO, João. *Instalações Elétricas Industriais*. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

MAMEDE FILHO, João. *Manual de Equipamentos Elétricos*. 3 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

CAVALIN, Geraldo. CERVELIN, Severino. *Instalações Elétricas Prediais*. São Paulo: Érica, 1998.

CREDER, Hélio. *Instalações Elétricas*. 15 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

GRUPO MOURA. *Manual de treinamento técnico em baterias de chumbo-ácido*. Belo Jardim/PE, 2011.

Disponível em: <http://www.moura.com.br/>. Acessado em: junho de 2013.

## ANEXO A – PROJETO DAS ESTUFAS (PARTE 1)

## ANEXO B – PROJETO DAS ESTUFAS (PARTE 2)

# ANEXO C – CERTIFICADOS DOS CURSOS NR-10

## BÁSICO E COMPLEMENTAR SEP

**N2A**  
ENGENHARIA

CNPJ: 09.024.130/0001-39  
Av. General Polidoro, 777, SL 101  
Várzea, Recife, PE, CEP: 50740-050  
n2aengenharia@n2aengenharia.com.br  
TEL / FAX.: 81-3454-0649

CERTIFICADO NR-10 COMPLEMENTAR SEP

Recife, 16 novembro de 2012

A **N2A ENGENHARIA LTDA**, CNPJ 09.024.130/0001-39, registro PE 012112 – CREA/PE, certifica que: Marconni Freitas Barroso Ribeiro Gonçalves, RG N° 2587908 SSP/PI, participou do curso NR-10 SEP de 23/10/2012 a 16/11/2012, promovido pela **Acumuladores Moura UN-01**, com carga horária de 40 (quarenta) horas aula e o seguinte programa: Programa: 1. Organização do Sistema Elétrico de Potência – SEP. 2. Organização do trabalho: a) programação e planejamento dos serviços; b) trabalho em equipe; c) prontuário e cadastro das instalações; d) métodos de trabalho; e) comunicação. 3. Aspectos comportamentais. 4. Condições Impeditivas para serviços. 5. Riscos típicos no SEP e sua prevenção: a) proximidade e contatos com partes energizadas; b) Indução; c) descargas atmosféricas; d) estática; e) campos elétricos e magnéticos; f) comunicação e identificação; g) trabalhos em altura, máquinas e equipamentos especiais. 6. Técnicas de análise de Risco no S E P. 7. Procedimentos de trabalho – análise e discussão. 8. Técnicas de trabalho sob tensão: a) em linha viva; b) ao potencial; c) em áreas internas; d) trabalho a distância; e) trabalhos noturnos; f) ambientes subterrâneos. 9. Equipamentos e ferramentas de trabalho (escolha, uso, conservação, verificação, ensaios). 10. Sistemas de proteção coletiva. 11. Equipamentos de proteção individual. 12. Posturas e vestuários de trabalho. 13. Segurança com veículos e transporte de pessoas, materiais e equipamentos. 14. Sinalização e isolamento de áreas de trabalho. 15. Liberação de Instalação para serviço e para operação e uso. 16. Treinamento em técnicas de remoção, atendimento, transporte de acidentados. 17. Acidentes típicos – Análise, discussão, medidas de proteção. 18. Responsabilidades.

*Roberto José de Barros*  
Eng. Roberto José de Barros  
Nº 18607 D / PE  
CREA 18607 D / PE

validade 02 anos

**N2A**  
ENGENHARIA

CNPJ: 09.024.130/0001-39  
Av. General Polidoro, 777, SL 101  
Várzea, Recife, PE, CEP: 50740-050  
n2aengenharia@n2aengenharia.com.br  
TEL / FAX.: 81-3454-0649

CERTIFICADO NR-10 BÁSICO

Recife, 16 novembro de 2012

A **N2A ENGENHARIA LTDA**, CNPJ 09.024.130/0001-39, registro PE 012112 – CREA/PE, certifica que: Marconni Freitas Barroso Ribeiro Gonçalves, RG N° 2587908 SSP/PI, participou do curso NR-10 Básico de 23/10/2012 a 16/11/2012, promovido pela **Acumuladores Moura UN-01**, com carga horária de 40 (quarenta) horas aula e o seguinte programa: Programa: 1. **introdução à segurança com eletricidade.** 2. **riscos em instalações e serviços com eletricidade:** a) o choque elétrico, mecanismos e efeitos; b) arcos elétricos; queimaduras e quedas; c) campos eletromagnéticos. 3. **Técnicas de Análise de Risco.** 4. **Medidas de Controle do Risco Elétrica:** a) desenergização. b) aterramento funcional (TN / TT / IT); de proteção; temporária; c) equipotencialização; d) seccionamento automático da alimentação; e) dispositivos a corrente de fuga; f) extra baixa tensão; g) barreiras e invólucros; h) bloqueios e impedimentos; i) obstáculos e anteparos; j) isolamento das partes vivas; k) isolamento dupla ou reforçada; l) colocação fora de alcance; m) separação elétrica. **Normas Técnicas Brasileiras - NBR da ABNT: NBR-5410, NBR 14039 e outras;** 6) **Regulamentações do MTE:** a) NRs; b) NR-10 (Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade); c) qualificação; habilitação; capacitação e autorização. 7. **Equipamentos de proteção coletiva.** 8. **Equipamentos de proteção individual.** 9. **Rotinas de trabalho - Procedimentos.** a) instalações desenergizadas; b) liberação para serviços; c) sinalização; d) inspeções de áreas, serviços, ferramenta e equipamento; 10. **Documentação de instalações elétricas.** 11. **Riscos adicionais:** a) altura; b) ambientes confinados; c) áreas classificadas; d) umidade; e) condições atmosféricas. 12. **Proteção e combate a incêndios:** a) noções básicas; b) medidas preventivas; c) métodos de extinção; 13. **Acidentes de origem elétrica:** a) causas diretas e indiretas; b) discussão de casos; 4. **Primeiros socorros:** a) noções sobre lesões; b) priorização do atendimento; c) aplicação de respiração artificial; d) massagem cardíaca; e) técnicas para remoção e transporte de acidentados; 15. **Responsabilidades.**

*Roberto José de Barros*  
Eng. Roberto José de Barros  
Nº 18607 D / PE  
CREA 18607 D / PE

validade 02 anos

# ANEXO D - DIAGRAMA UNIFILAR DO SISTEMA DE POTÊNCIA

# ANEXO E - ENCAMINHAMENTOS DE MÉDIA TENSÃO DAS SUBESTAÇÕES

## ANEXO F – FERRAMENTAL ELETRICISTAS



### FERRAMENTAS ISOLADAS VDE TESTADAS CONFORME A NORMA NBR 60900:2004

SUGESTÃO: ADQUIRIR JOGO COMPLETO POR FUNCIONÁRIO OPERACIONAL

44349

Maleta com Ferramentas  
34 peças



REF.	Peso (Kg)
44349/034	
<b>Composição:</b>	
- Alicates universal (44300/008) 8";	
- Alicates corte diagonal (44301/006) 6";	
- Alicates bico meia cana (44302/006) 6";	
- Alicates bomba d'água (44308/010) 10";	
- Alicates bico curvo (44303/008) 8";	
- Alicates desemcapador de fios (44307/006) 6. 1/2";	
- 10 chaves fixas (44320) 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 22 mm;	
- Chave ajustável (44310/010) 10";	
- 3 chaves de fenda ponta chata (44315): 3x75 mm, 5x100 mm, 6x150 mm;	
- 3 chaves de fenda ponta cruzada (44316): 3x150 mm, 5x100 mm, 6x150 mm;	
- 8 chaves canhão (44317): 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 mm;	
- Martelo de pena (40730/005): 300 g;	
- Miniarco de serra (44340/010): 250 mm;	
- Faca reta desemcapadora de cabos (44345/007): 180 mm;	
- Maleta para ferramentas.	

## ANEXO G – PROJETO SALA MANUTENÇÃO ELÉTRICA