



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RAPHAEL RODRIGUES MENDES

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
ACUMULADORES MOURA S/A**

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2015

RAPHAEL RODRIGUES MENDES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO ACUMULADORES MOURA S/A

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

Orientador:

Prof. Jaidilson Jó, UFCG

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2015

RAPHAEL RODRIGUES MENDES

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
ACUMULADORES MOURA S/A

Aprovado em 06 /02/2015

Prof. George Acioli
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Prof. Jaidilson Jó
Universidade Federal de Campina Grande

Dedico este trabalho aos meus pais e avós, que certamente
queriam estar presentes neste momento especial.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço à UFCG, aos professores e Coordenadoria do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica por terem me ajudado e oferecido condições adequadas para adquirir conhecimento e poder realizar o estágio.

Agradeço, também, aos meus pais, Polyana de Araújo Rodrigues e Francisco de Assis Mendes, por terem se esforçado para me proporcionar a melhor educação, alimento, saúde, força e coragem, as quais foram essenciais para superação de todas as adversidades ao longo desta difícil caminhada.

Agradeço a toda minha família, que com todo carinho e apoio que não mediu esforços para eu chegasse a esta etapa da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Jaidilson Jó, por toda paciência, disposição e tempo gasto me dando sugestões.

Agradeço aos companheiros de trabalho e amigos Marcella Pedrosa, Diego Duarte, Fábio Henrique, Luis Carlos, Ewerton Samuel, Maitozambuh e Marcelo Von Montfort por todo companheirismo e solidariedade no nosso movimentado cotidiano de muitas decisões.

“Que não me empolgue a subida, qua a humildade viva em mim,que eu suba
sempre na vida sem me esquecer de onde eu vim.”

Manoel Botti

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Baterias tracionárias Moura.	15
Figura 2 - Bateria estacionária.....	15
Figura 3 - Fluxograma geral do processo de fabricação.....	16
Figura 4 - Grade HDP.....	18
Figura 5 - Solda HDP (Orelha Lateral) Fonte: DINIZ, 1994.....	20
Figura 6 - Strap.....	21
Figura 7 - Banco de formação OPzS.	22
Figura 8 - Inbatec.	23
Figura 9 - Computador do Inbatec, no lado esquerdo, e computador do Digatron, no lado direito.....	24
Figura 10 - Montagem de Bateria Tracionaria.	25
Figura 11 - Exemplo de montagem da bateria em estante.....	26
Figura 12 - POP MBI.	28
Figura 13 - Gráfico de temperatura e densidade.....	30
Figura 14 - Gráfico com corrente e tensão.	30
Figura 15 - Disjuntor do quadro principal da subestação.	34
Figura 16 - Quadro com disjuntores.	34
Figura 17 - Retificadores instalados.	35
Figura 18 - Retificador com falta de peças.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Estrutura Organizacional do Grupo Moura	14
Tabela 2 - Comparativo para elementos OPzS	31
Tabela 3 - Comparativo para elementos HDP.	32

LISTA DE ABREVIATURAS

GQ - Garantia da Qualidade

MBAI - Moura Baterias Automotivas e Industriais

MBI - Moura Baterias Industriais

LPP - Lição Ponto a Ponto

OPzS - Sigla Alemã que representa Baterias Estacionárias

HDP - *High density paste* , refere-se ao tipo de Bateria Tracionária Moura Log

POP - Procedimento Operacional Padrão

TPM - *Total Productive Maintenance*

SUMÁRIO

1	Introdução.....	12
1.1	Objetivos do estágio.....	12
1.2	A empresa	12
1.3	Estrutura organizacional	13
1.4	Produtos	14
1.4.1	Moura Log – Baterias Tracionárias	14
1.4.2	Moura Clean – Baterias Estacionárias	15
2	Processo produtivo	16
2.1	Óxido de chumbo.....	17
2.2	Masseira	17
2.3	Grades	18
2.4	Empastamento.....	19
2.5	Cura e secagem	19
2.6	Montagem	20
2.7	Formação	21
2.7.1	Formação ao ar livre	21
2.7.2	Formação com Recirculação no Inbatec	23
2.8	Acabamento	24
3	Atividades desenvolvidas	26
3.1	Estudo do processo produtivo	26
3.1.1	Resultados.....	26
3.2	Padronização e Melhoria de Documentos	27
3.2.1	Resultados.....	28
3.3	Otimizar planos de formação com recirculação para baterias industriais	29
3.3.1	Resultados.....	31
3.4	Formação de baterias Log Monobloco.....	32
3.4.1	Resultados.....	33
3.5	Instalação e recondicionamento de retificadores.....	33

3.5.1	Resultados.....	36
4	Conclusão	37
5	Referências	38

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho refere-se ao estágio curricular desenvolvido pelo aluno do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Raphael Rodrigues Mendes, realizado na Acumuladores Moura S/A, localizada no município de Belo Jardim, Pernambuco, Brasil, de maio de 2014 a fevereiro de 2015 totalizando uma carga horária de 1.134h. O estágio foi alocado na Engenharia de Processos da Unidade 08.

Durante o estágio participou de treinamentos ligados aos programas de qualidade da empresa, tais como: Gestão por Competências, Gerenciamento da Rotina (Falconi), Tratamento de Anomalias, TPM. As principais atividades de engenharia desempenhadas foram otimização de planos de formação com recirculação reduzindo o tempo e a energia aplicada, formação de baterias Log monobloco, instalação e recondicionamento de retificadores para formação de baterias de moto e golf além da padronização e criação de alguns documentos como Procedimento Operacional Padrão (POP), Padrões Visuais, Fichas Técnicas e Lição Ponto a Ponto (LPP).

1.1 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

- Estudo do processo produtivo
- Padronização e melhoria de documentos
- Otimizar planos de formação com recirculação para baterias industriais
- Realizar a formação de baterias Log Monobloco
- Instalação e recondicionamento de retificadores

1.2 A EMPRESA

A Acumuladores Moura S/A é uma indústria com capital nacional, estabelecida há 55 anos, atuando predominante no mercado automotivo e expandindo-se para o mercado de baterias industriais. Fundada em Belo Jardim – Pernambuco, a Moura

recebe originalmente o sobrenome do empreendedor Edson Mororó Moura que juntamente com sua esposa, Maria da Conceição Viana Moura, fundaram o empreendimento em 1957.

A história da Moura começou mesmo no quintal de uma casa localizada na cidade de Belo Jardim. O primeiro nome da empresa foi Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda. As instalações iniciais eram simples com máquinas rudimentares. Porém, por volta de 1968, os técnicos da Moura conheceram a maior montadora 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 ser peça indispensável dessas montadoras no Brasil. No MERCOSUL, atende à 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 a EXIDE (empresa espanhola que no ano de 1998 firmou 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 Acumuladores Moura S/A.

1.3 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.

Tabela 1- Estrutura Organizacional do Grupo Moura

UNIDADE	PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO
01 – Acumuladores Moura	Baterias cruas para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição.	Belo Jardim – PE
02 – Unidade Administrativa	Centro administrativo	Jaboatão – PE
03 – Depósito Fiat e Iveco	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais.	Belo Horizonte – MG
04 – Metalúrgica Bitury	Reciclagem de bateria e ligas de chumbo.	Belo Jardim - PE
05 – Indústria de plásticos	Caixa e tampa para baterias.	Belo Jardim – PE
06 – Formação e Acabamento	Baterias para montadoras brasileiras.	Itapetininga – SP
07 – Pilar, Argentina	Baterias para montadoras e reposição na Argentina.	Buenos Aires
08 – Moura Baterias Industriais	Baterias tracionárias e estacionárias	Belo Jardim -PE

O setor da engenharia de processos da Unidade 08 é composto basicamente da engenheira chefe, Marcella Pedrosa, engenheiro trainee, Diego Duarte e eu como estagiário.

1.4 PRODUTOS

A Unidade 08 (ou MBI), na qual o estágio foi desenvolvido, é responsável pela produção de baterias de grande porte (baterias industriais) do tipo estacionárias e tracionárias.

1.4.1 MOURA LOG – BATERIAS TRACIONÁRIAS

A linha de baterias tracionárias Moura Log, mostrada na Figura 1, oferece elevado desempenho em operações com pisos irregulares e em temperaturas extremas. A tecnologia *High Density Paste* - HDP possibilita o aumento da vida útil e incremento da resistência à vibração. As baterias tracionárias são utilizadas em empilhadeiras elétricas; paleteiras elétricas; rebocadores elétricos; plataformas elevatórias elétricas; lavadoras e varredoras de piso.



Figura 1 - Baterias tracionárias Moura.
Fonte: ACUMULADORES MOURA,2014.

1.4.2 MOURA CLEAN – BATERIAS ESTACIONÁRIAS

As baterias estacionárias possuem duas aplicações básicas: flutuação e ciclos constantes de carga e descarga. No regime de operação de flutuação as baterias permanecem grandes períodos sob tensão de flutuação e em caso de falta do sistema externo de abastecimento, são destinadas a compensar as perdas internas e mantê-las sempre em estado de plena carga. Estas baterias são utilizadas em sistemas de telecomunicações, no-breaks, subestações elétricas, alarmes de vigilância eletrônica, iluminação de emergência/sinalização e hospitais. No regime de ciclos constantes, a bateria é submetida a um grande número ciclos de carga e descarga, e fornece a energia necessária para as instalações, sendo carregada em intervalos de tempo regulares. Estas baterias são utilizadas em sistemas de energia eólica e solar, em monitoramento remoto, e sinalização marítima. Os elementos estacionários são apresentados na Figura 2.

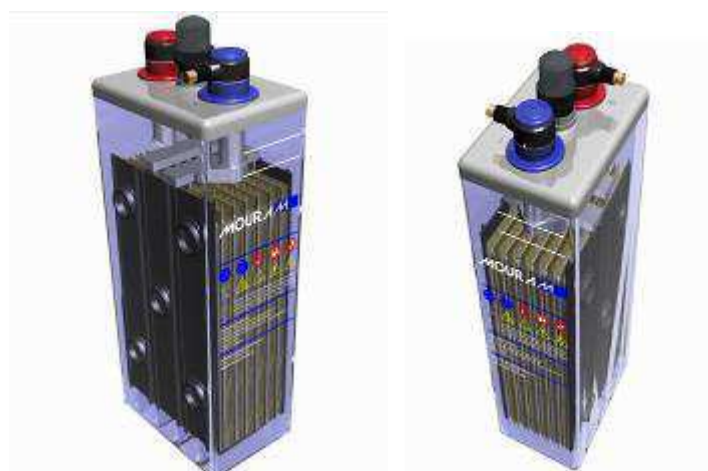


Figura 2 - Bateria estacionária.
Fonte: ACUMULADORES MOURA,2014.

2 PROCESSO PRODUTIVO

O processo de produção de uma bateria é composto de várias etapas. A primeira etapa é a produção das grades e do óxido de chumbo que iniciam paralelamente. 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.

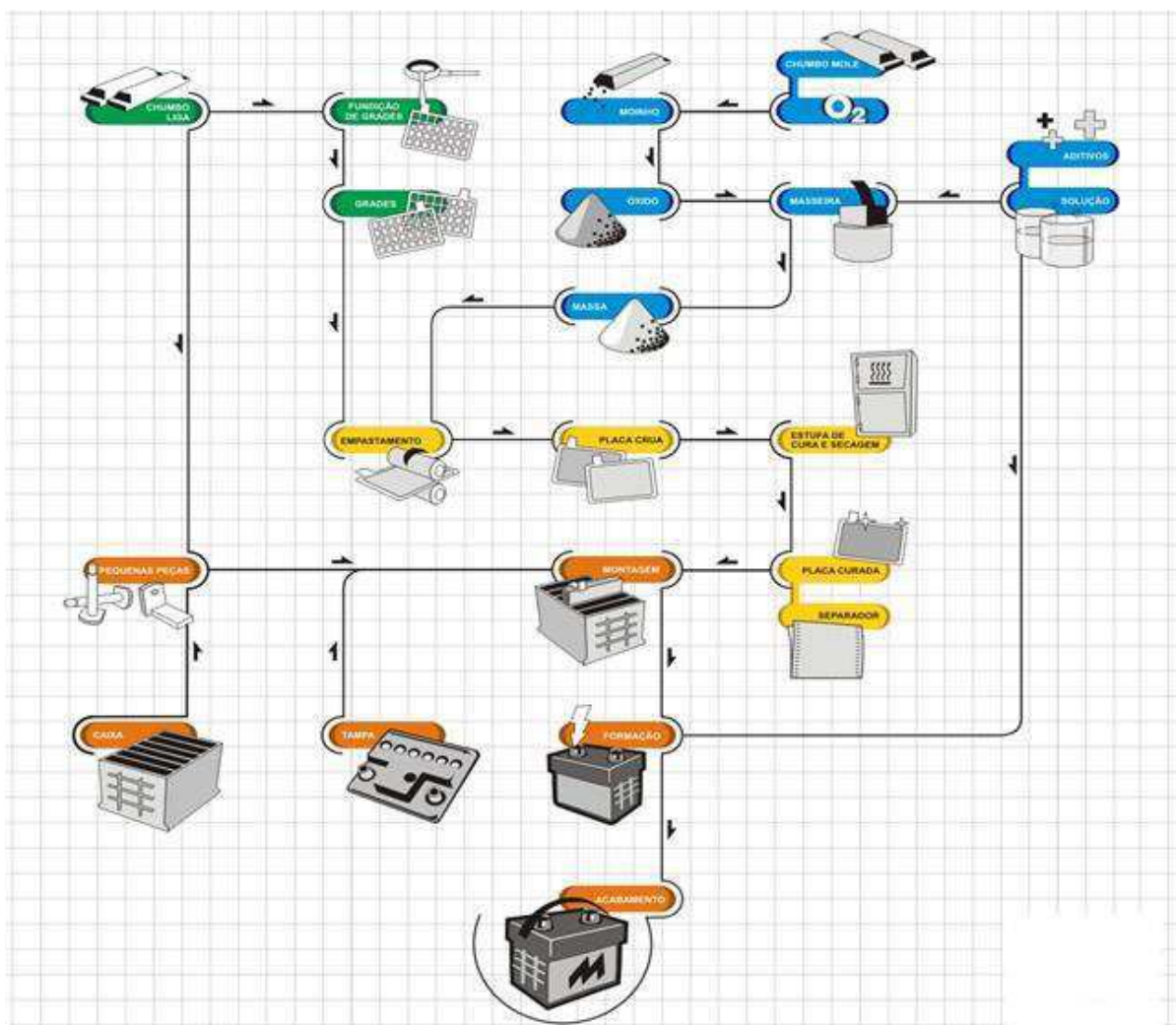


Figura 3 - Fluxograma geral do processo de fabricação.

2.1 ÓXIDO DE CHUMBO

O processo de produção do 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.

Este processo de produção de óxido é indicado pela cor azul no fluxograma da figura 3.

2.2 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 pela plasticidade, umidade e densidade, propriedades necessárias para um bom empaste das grades e responsáveis pela 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 (BaSO₄) – 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.

2.3 GRADES

As grades de chumbo, mostradas na Figura 4, têm a função de suporte mecânico e condução de eletricidade. Diferentemente do chumbo utilizado na produção de óxido, as grades são produzidas a partir de ligas que facilitam o seu processo de fabricação. Assim, ao se introduzir elementos de liga, as propriedades físicas e químicas do chumbo são alteradas, proporcionando, ao mesmo tempo, maior rigidez e resistências às grades.

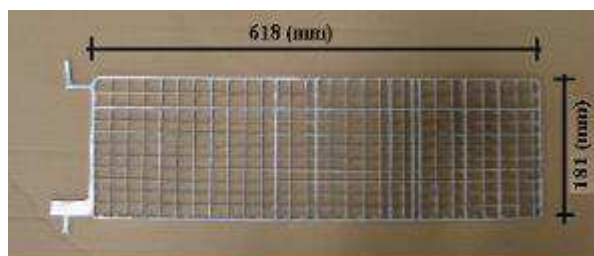


Figura 4 - Grade HDP.

Um importante elemento de liga utilizado é o antimônio (Sb), o qual é destinado para melhorar a dureza das grades, logo após a fundição. No entanto, o antimônio é extremamente prejudicial do ponto de vista de consumo de água na bateria, porém, para baterias industriais, esse tipo de liga é necessário devido a sua característica de dureza. Atualmente trabalha-se com ligas de teor de antimônio, 5% para grades HDP e cerca de 1,5% para grades OPzS, e com a adição de arsênio (As) e selênio (Se) como elementos de liga, mas, mesmo com estas adições, se faz necessário a reposição com água. Após a fundição das grades é preciso que as mesmas passem por um período de envelhecimento, antes que possam ser utilizadas no empastamento (especificamente as grades positivas) para melhorar a adesão massa/grade.

O processo de fundição de grades é mostrado no fluxograma da figura 3 na cor verde.

2.4 EMPASTAMENTO

Uma vez produzidas as grades e a massa, os processos se encontram e pode-se realizar o empastamento, que é o processo pelo qual a massa é aplicada à grade. Na prática, depois da massa ser produzida, deve-se proceder imediatamente o empastamento, pois a massa está sofrendo transformações que irão alterar suas propriedades e deseja-se que estas transformações ocorram somente nas placas já empastadas. A qualidade do empastamento irá depender da plasticidade e densidade da massa. Portanto, esses dois parâmetros devem ser ajustados para garantir um bom empastamento. É importante que a massa tenha uma fluidez suficiente para penetrar pela parte inferior da grade.

Um bom empastamento resulta em placas uniformes e sem falhas. A uniformidade das placas é essencial para a etapa de montagem de elemento e para o desempenho da bateria. A quantidade de massa na placa irá determinar seu desempenho elétrico, por outro lado, irá também determinar o custo da mesma. Assim, deseja-se uma quantidade de massa suficiente para um bom desempenho e na menor quantidade possível para um baixo custo.

Assim que o empaste é realizado, as placas são passadas por um túnel de pré-secagem. Esta etapa deve garantir que as placas estejam secas o suficiente para evitar que umas fiquem aderindo às outras, e úmidas o suficiente para garantir que as placas sejam curadas adequadamente. O ideal é que as placas estejam secas somente em sua superfície exterior e que retenham a umidade em seu interior. Após esta etapa, as placas estão em condições de serem colocadas no processo de cura.

2.5 CURA E SECAGEM

As placas seguem, então, para uma estufa de cura, onde permanecem por um tempo determinado. A principal característica dessa 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 mesmas.

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.

O processo de empastamento, cura e secagem é mostrado no fluxograma da figura 3 na cor amarela.

2.6 MONTAGEM

As placas possuem também pontos onde serão feitas as soldas que ligarão os diferentes grupos de placas, chamadas de orelhas ou bandeiras. Essas orelhas devem estar perfeitamente limpas para garantir uma boa soldagem e, conseqüentemente, um bom contato elétrico e suporte mecânico. Nesse estágio, as placas estão prontas para serem montadas conforme apresentado na Figura 5 para placas HDP, as placas OPzS possuem orelhas centrais (Figura 6).

Por montagem, entende-se aqui a soldagem das orelhas, colocação das placas nos vasos montando os elementos (elementos são grupos alternados de placas positivas e negativas, com separadores entre elas). Para HDP há a selagem da tampa e esta etapa tem que ser feita em 100% dos elementos. O teste de vazamento não pode apresentar nenhum tipo de vazamento e, caso ocorra, o elemento deverá ser segregado.

Para OPzS há o processo de Colagem tampa/vaso, o qual necessita de 36 horas de cura para que o elemento suporte a presença do eletrólito na formação e, após a cura, 100% dos elementos passam pelo teste de vazamento.



Figura 5 - Solda HDP (Orelha Lateral) Fonte: DINIZ, 1994.

Esse processo é realizado manualmente. Neste caso, é essencial que as orelhas das placas estejam bem limpas, livres de massa. As placas devem ter suas orelhas lixadas e apresentarem brilho metálico no momento de soldagem, para se garantir uma boa união com o “strap”. O “strap” deve possuir as dimensões adequadas para permitir uma maior facilidade nas etapas seguintes (colocação dos elementos dentro do vaso), e para garantir uma boa condutância elétrica.



Figura 6 - Strap.

2.7 FORMAÇÃO

A formação é a etapa em que o elemento recebe energia por um longo período de tempo para que ocorram transformações eletroquímicas e seja formado o material ativo.

Atualmente, existem dois modos de formação sendo aplicados na empresa Acumuladores Moura: a formação com o eletrólito parado, ao ar livre, e a formação com recirculação utilizando o Inbatec.

2.7.1 FORMAÇÃO AO AR LIVRE

Este tipo de formação já é praticado e consolidado há bastante tempo. É a forma mais simples e que requer menor investimento, em contrapartida, é necessário muito tempo para realizar a formação completa dos elementos.

Antes de iniciar a formação propriamente dita, é realizado o enchimento do elemento e o seu descanso por 3 h, conhecido como *soaking*, na literatura. Nesta etapa o PbO e os sulfatos básicos reagem com a solução de ácido sulfúrico. Essas reações são

responsáveis por mudanças na composição química e na morfologia dos cristais que constituem a placa curada.

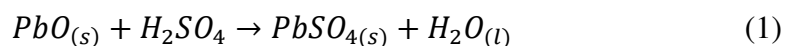
O procedimento padrão para a formação é o seguinte: os elementos crus provenientes da montagem de elementos recebem a solução de ácido sulfúrico na densidade especificada 1200 g/l. Depois de feito o nivelamento da solução, são arranjados nos bancos para serem formados. As baterias estacionárias são formadas em pallets, conforme mostrado na Figura 7. Os circuitos podem incluir de 36 a 72 elementos por cada série e são utilizados dois tipos de retificadores.



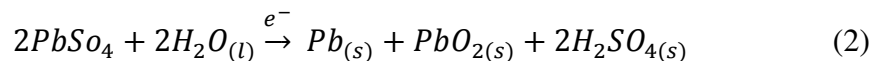
Figura 7 - Banco de formação OPzS.

Na formação, as placas irão sofrer transformações que irão produzir o material ativo do acumulador. Uma corrente elétrica pré-determinada produzirá as transformações eletroquímicas. 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 dióxido de chumbo.

O processo de formação da bateria pode ser resumido em duas reações químicas, que ocorrem durante o plano de formação.



A Equação 1 ocorre durante o enchimento do elemento e é espontânea.



A reação da Equação 2 é não-espontânea, sendo forçada pela corrente elétrica introduzida. O chumbo livre é formado na placa negativa e o óxido de chumbo, formado na positiva. A reação precisa ter uma conversão alta, pois a presença de sulfato de chumbo pode danificar o separador, permitindo o contato entre as placas e provocando assim pequenos curtos, que reduzem a vida útil da bateria.

A formação de Pb na placa negativa ocorre de forma mais rápida que a formação de PbO₂ na placa positiva. Quando a conversão na placa negativa já atingiu 100%, na placa positiva está em torno de 50%. Deste modo, a placa negativa recebeu carga excessiva, podendo levar ao aparecimento de corrosão nas grades.

O plano de formação indica a quantidade de Ah a ser fornecido ao elemento e como isso será feito.

2.7.2 FORMAÇÃO COM RECIRCULAÇÃO NO INBATEC

A formação com recirculação de eletrólito é proporcionada devido à utilização de um novo equipamento chamado Inbatec. O Inbatec possui como grandes vantagens a possibilidade do controle automático via computador do enchimento, densidade e temperatura propícios para uma melhor aceitação de carga por parte dos elementos, sem a necessidade de intervenção do operador, apenas a sua supervisão.



Figura 8 - Inbatec.

Os planos de formação utilizados na formação com recirculação no Inbatec são criados no *software* dos retificadores, Digatron, responsáveis por fornecer energia aos elementos.

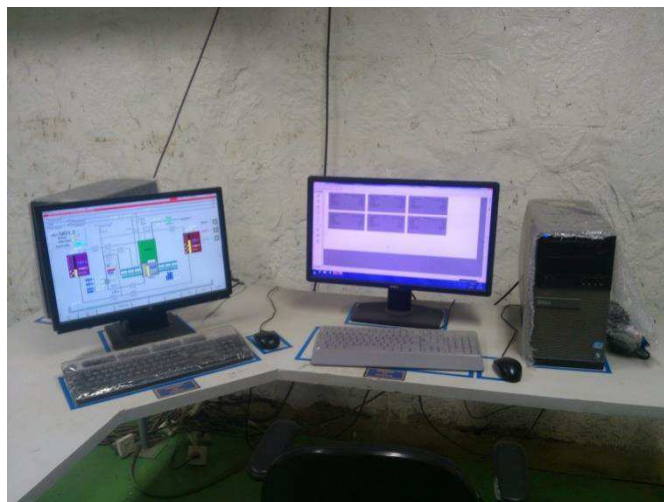


Figura 9 - Computador do Inbatec, no lado esquerdo, e computador do Digatron, no lado direito.

O procedimento padrão de formação é bastante similar ao da formação ao ar livre e é da seguinte forma: os elementos crus provenientes da montagem de elementos recebem a solução de ácido sulfúrico proveniente do Inbatec, através de mangueiras conectadas a cada elemento, na densidade de aproximadamente $1,130 \text{ g/cm}^3$. Durante o processo de formação, a densidade é controlada automaticamente com a injeção de ácido ou água baseada em patamares, divisões da formação em etapas, de acordo com o controle a qual está configurado pelo usuário. O número máximo de elementos colocados por retificador é de 92 elementos, número este limitado pela capacidade máxima de tensão. O elemento chega a aproximadamente $2,8 \text{ V}$ quando está recebendo energia durante a formação.

Após o enchimento é realizado o *soaking* de 2h com o eletrólito recirculando e, posteriormente, é fornecida energia de acordo com o seu plano de formação.

2.8 ACABAMENTO

Para baterias HDP, uma vez construídos os elementos, esses são colocados na caixa de aço conforme o desenho de cada bateria (Figura 10). Os elementos na caixa não devem estar folgados, pois em condições de vibração seriam facilmente destruídos. No entanto, não devem estar exageradamente comprimidos no interior da caixa, pois

isto facilitaria a formação de curtos-circuitos e diminuiria o volume de solução disponível para as placas. Devem estar corretamente alinhados para facilitar a realização da solda entre os elementos e impedir a existência de tensões mecânicas que possam comprometer o desempenho da bateria.

A solda entre os elementos deve ser forte o suficiente para manter a ligação entre os elementos e nas dimensões apropriadas para uma boa condução de eletricidade. Os elementos também podem ser rosqueados e a montagem destes na bateria são feitos por interligações de cobre que devem estar bem fixadas ao polo em contato com a interligação. Em escala industrial, deve ser feita uma limpeza da bateria, testes finais de desempenho, afixação de etiquetas e colocação de embalagens.

A limpeza, além de sua elevada relevância estética, também é importante para a realização dos testes finais, na afixação das etiquetas e na estocagem. Em geral, o elemento sai da formação com uma camada de solução sobre a tampa e em volta do mesmo. A afixação de etiquetas também requer que a caixa de aço esteja limpa (desengordurada) e seca. As etiquetas, por seu turno devem ser fabricadas de material (cola, papel, tintas e material plástico) resistente ao ataque do ácido sulfúrico.



Figura 10 - Montagem de Bateria Tracionaria.

Para baterias OpzS, os elementos são limpos, rotulados e colocadas em caixotes de madeiras os quais serão abertos nos clientes e feita a sua instalação. A instalação é feita diretamente no cliente de forma similar ao apresentado na Figura 11.



Figura 11- Exemplo de montagem da bateria em estante
Fonte: ACUMULADORES MOURA,2014.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o período de estágio foram desempenhadas diversas atividades tais como treinamentos, grupos de melhoria relacionados ao TPM, participação no programa 5S, porém, o foco do estágio foi o estudo do processo produtivo, padronização e melhoria de documentos, otimização dos planos de formação para baterias industriais, formação de baterias Log Monobloco e instalação e recondicionamento de retificadores, os quais são descritos nos tópicos 3.1 a 3.5.

3.1 ESTUDO DO PROCESSO PRODUTIVO

O estudo do processo produtivo foi a primeira atividade realizada com a finalidade de se aprender todo o processo de fabricação. As etapas estudadas foram descritas no tópico 2 deste relatório de estágio.

3.1.1 RESULTADOS

O estudo deste processo proporcionou uma base para conhecer os principais fatores que influenciam a formação e permitir um melhor desenvolvimento no projeto de otimização dos planos de formação de baterias com recirculação de eletrólito.

3.2 PADRONIZAÇÃO E MELHORIA DE DOCUMENTOS

A padronização de processos é uma das principais responsabilidades da engenharia de processos. Alcançar um método padrão, a uniformidade, a forma de fazer que acaba se tornando identidade do processo produtivo de uma empresa é sempre complicado.

Em busca disso, foram elaborados, atualizados e co-relacionados os procedimentos relacionados ao setor de formação. Todos os procedimentos do setor de formação passaram por revisões visando melhorar a descrição dos procedimentos e estabelecer relações entre o POP(procedimento operacional padrão), o Padrão Visual, a Ficha Técnica e a LPP(lição ponto a ponto) quando necessário.

As relações entre esses documentos foram implementadas da seguinte forma:

- Os Códigos de Padrão Visual e da Ficha Técnica foram adicionados, em sua maioria, na região do POP destinada aos resultados esperados daquele procedimento já que esses dois documentos apresentam especificações de qualidade do produto, o que sempre se espera alcançar no fim de um procedimento.
- Os códigos das LPPs foram adicionados às etapas em que era conveniente uma descrição mais clara do procedimento para melhor compreensão do operador.

Após qualquer atualização, o treinamento dos demais envolvidos no uso diário daquele documento é de fundamental importância. Nessa etapa, implantou-se o treinamento em cascata, isto é, a Engenharia de Processos treina o supervisor de produção, este treina os encarregados de produção para que os mesmos possam treinar os líderes de produção e os operadores. Durante esses treinamentos surgem várias sugestões que são colocadas em questão para avaliação da viabilidade da sua implementação.

O papel do CQ/Engenharia de Processos nesse contexto é o de implantação de uma codificação própria para se obter um controle de documentos.

Nessa nova estrutura de Controle de Documentos, foram contemplados os seguintes códigos:

- POP: MNM 00XX
- Padrão Visual: MTR 00XX
- Ficha Técnica: MTP 00XX

Os XX no fim dos códigos representam números que são dispostos em ordem de acordo com a sua data de registro.

O Modelo do POP utilizado na MBI é apresentado na Figura 12.

POP MNM 00XX: Título do Procedimento			ED: 01 - mês/12	SETOR:
ATIVIDADES CRÍTICAS			SEGURANÇA	
ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3		
			EPIs Obrigatórios:	
			RECOMENDAÇÕES AMBIENTAIS	
			RECOMENDAÇÕES DE SEGURANÇA	
ETAPA 4	ETAPA 5	ETAPA 6	EM CASO DE NÃO-CONFORMIDADE:	
			Procurar o encarregado para, se necessário, posterior contato com a Engenharia de Processos.	
			RESULTADOS ESPERADOS	
			Conforme MTR00XX e MTP00XX	
IMPLANTAÇÃO: M	NOTAS			
COORDINADOR: —	DISTRIB: 24/13	CHEFE DO SETOR:	GERENTE DE PRODUÇÃO:	CONTROLE DE QUALIDADE
				SEGURANÇA INDUSTRIAL

Figura 12 - POP MBI.

Fonte: DOCUMENTO ACUMULADORES MOURA,2014.

3.2.1 RESULTADOS

Proporcionou uma maior facilidade para achar documentos, reduziu a quantidade de erros por parte do operador com padronização de procedimentos e problemas que necessitam do auxílio da engenharia para solução, com exemplos e soluções mostradas nas LPPs.

3.3 OTIMIZAR PLANOS DE FORMAÇÃO COM RECIRCULAÇÃO PARA BATERIAS INDUSTRIAIS

O primeiro passo foi estudar a máquina através do manual e entrar em contato com o fabricante para sanar dúvidas acerca do Inbatec, equipamento que proporciona a formação com recirculação. Alguns trabalhos acerca da otimização deste processo já tinham sido realizados, porém, devido a mudança de funcionários foram perdidas informações e não se tinha nenhum documento oficial padronizando o processo ou parâmetros da máquina.

A fim de ter o controle da operação foram realizados treinamentos com informações básicas acerca do funcionamento, como também a utilização de níveis hierárquicos de permissão, o que possibilitou o bloqueio de alguns parâmetros para os operadores e a garantia da manutenção de parâmetros vitais para o bom funcionamento da máquina, alterados apenas por parte da engenharia.

Inicialmente os planos eram semelhantes aos utilizados na formação ao ar livre apenas com a corrente maior, o que possibilitava uma redução no tempo de formação. Após a estabilização do processo básico com a padronização do processo, parâmetros e aumento de corrente, foi iniciado o estudo para otimizar os planos de formação.

Primeiramente foi feita uma análise das experiências apresentadas pelos representantes do Inbatec e de alguns resultados de testes anteriormente feitos. Ao realizar os testes, os seguintes parâmetros foram analisados durante a formação: corrente, tensão, temperatura e densidade do eletrólito. A partir destes parâmetros geravam-se gráficos similares ao das Figuras 13 e 14, que eram armazenados em um banco de dados.

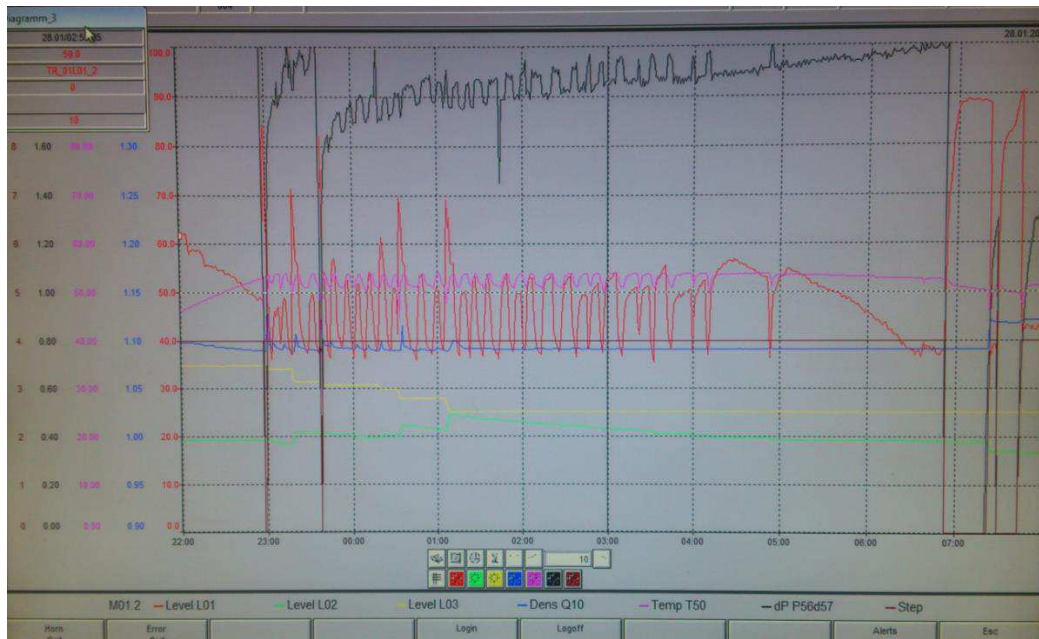


Figura 13 - Gráfico de temperatura e densidade.

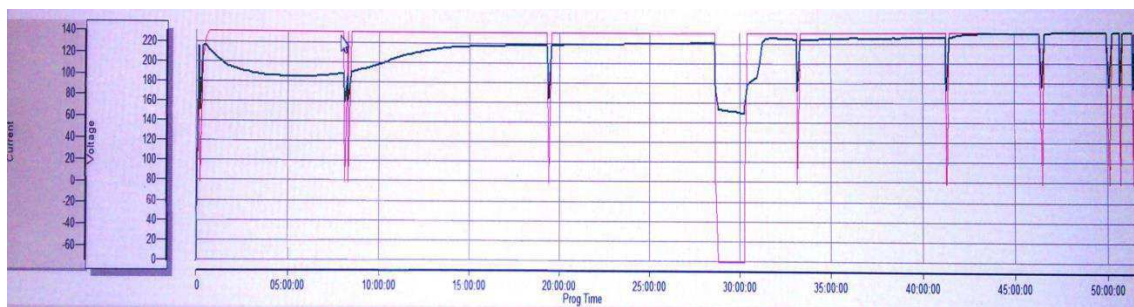


Figura 14 - Gráfico com corrente e tensão.

Além da análise dos dados já mencionados, foram discutidos os principais fatores que influenciam a formação com a chefe do setor de engenharia de processos e com o técnico do Inbatec, que veio realizar manutenção na máquina. Com os dados analisados e a discussão foram levantados os seguintes pontos que proporcionam uma melhor formação a serem verificados através de testes:

- Controle da temperatura entre 50° C a 55°C;
- Descarga durante a formação;
- Densidade baixa $1.130 \pm 0.025 \text{ g/cm}^3$ durante maior parte da formação.

A partir destes fatores foram realizados testes ao longo dos meses em diversos modelos de baterias OPzS, analisando cada fator individualmente para achar o melhor modelo do plano de formação. Com os resultados obtidos foi criado o plano de

formação otimizado, o qual foi comprovado através de alguns testes que comparavam a quantidade de energia fornecida necessária e tempo, com os resultados dos testes anteriores para se obter a mesma capacidade após a formação.

Depois de otimizado, o plano de formação para baterias OPzS foi replicado no modelo do plano para baterias HDP obtendo excelentes resultados.

3.3.1 RESULTADOS

Os resultados obtidos, de modo geral, foram a redução do consumo de energia durante a formação e do tempo total para liberação dos elementos (tempo de formação com teste de capacidade), obtendo a capacidade mínima requerida.

Na Tabela 2 temos o comparativo dos principais tipos de elementos Opzs na formação ao ar livre, com recirculação de eletrólito antes da otimização e com recirculação após a otimização. O Ah refere-se a quantidade de carga utilizada no processo.

Tabela 2 - Comparativo para elementos OPzS

Elemento	Tipo de formação	Ah aplicado na formação	Ah aplicado para liberação	Tempo de liberação
6MO400	Ao ar livre	8640Ah	9840Ah	291h
6MO400	Recirculação sem plano otimizado	6364Ah	7564Ah	136h
6MO400	Recirculação com plano otimizado	7651Ah	8051Ah	98h
10MO1000	Ao ar livre	17190Ah	21190Ah	345h
10MO1000	Recirculação sem plano otimizado	12900Ah	16900Ah	154h
10MO1000	Recirculação com plano otimizado	16437Ah	17437Ah	80h

Para os elementos OPzS é levado em consideração o teste de capacidade devido a ser obrigatório sua realização por norma técnica. Pode-se verificar que os planos de otimização com recirculação sem plano otimizado usaram uma menor quantidade de Ah na formação, porém o tempo para liberação é consideravelmente maior devido a necessidade de se repetir o teste de capacidade até atingir o mínimo requerido.

Na Tabela 3 temos o comparativo dos principais tipos de elementos HDP na formação ao ar livre e formação com recirculação de eletrólito. Não foi comparado os resultados antes da otimização porque não foram realizados a formação de elementos HDP utilizando a recirculação no período anterior a este estágio.

Tabela 3 - Comparativo para elementos HDP.

Elemento	Tipo de formação	Ah total aplicado na formação	Tempo na formação
7MT410	Ao ar livre	3910Ah	90h
7MT410	Recirculação com plano otimizado	3598Ah	32h
9MT560	Ao ar livre	7228Ah	110h
9MT560	Recirculação sem plano otimizado	6362Ah	48h
11MT618	Ao ar livre	9900Ah	120h
11MT618	Recirculação com plano otimizado	9370Ah	65,5h

Os elementos HDP não precisam passar pelo teste de capacidade sempre, pois não é previsto por norma. O controle da capacidade é feito amostralmente pelo CQ, por isso foi levado em consideração apenas o tempo e o Ah da formação.

3.4 FORMAÇÃO DE BATERIAS LOG MONOBLOCO

As baterias Log Monobloco são também conhecidas como Golf Cart, baterias utilizadas em carrinhos de golf. O início desta atividade se deu devido a um projeto para transferir o setor de formação destas baterias da MBAI para a Unidade 08, por questões de logística e custos.

Para analisar a viabilidade deste projeto, primeiramente foram realizados testes de formação para diferentes modelos. Inicialmente, a formação utilizada foi de maneira análoga a da MBAI, porém os resultados de capacidade obtidos não foram satisfatórios, ficando abaixo do mínimo necessário para liberação da bateria.

A baixa capacidade obtida gerou uma investigação para verificar como estava a capacidade dos elementos também formados na MBAI. Ao realizar os testes de capacidade, os resultados foram semelhantes ao testes da Unidade 08. Este problema

gerou um plano de ação, um estudo mais aprofundado e o contato com a *Crown batteries* (fabricante deste tipo de bateria) para analisar as causas desses resultados e revisar o plano de formação.

Os principais pontos levantados para uma melhora na formação foram:

- Controlar temperatura entre 55° e 65°;
- Tempo de *soaking* de 1h;
- Utilizar um retificador com maior precisão na formação e no teste de capacidade.

A partir destes pontos levantados foram alterados o processo de formação, recebido um novo plano de formação da fabricante com algumas alterações e aumentada a corrente de modo a manter a temperatura mais alta.

3.4.1 RESULTADOS

Após vários testes com planos de formação diferentes chegou-se a um plano otimizado para alguns modelos que atingem a capacidade mínima requerida para liberação, redução de 5% do tempo de formação, porém um aumento na quantidade de energia.

3.5 INSTALAÇÃO E RECONDICIONAMENTO DE RETIFICADORES

Com o início do projeto de baterias de moto e a transferência da formação de baterias de golf para a Unidade 08 foi necessário a compra de retificadores com alta precisão para baixas correntes. A Moura recebeu uma excelente proposta de comprar retificadores usados de uma antiga fabricante de baterias, porém tinha como problema o transporte e instalação desses equipamentos, além de muitos apresentarem defeitos e falta de peças.

Devido ao grande custo de comprar novos retificadores, a Moura optou por comprar usados e realizar sua instalação e recondicionamento.

Para realizar a instalação dos retificadores, a Moura contratou a empresa Metrodata que realizou o projeto e o dimensionamento dos cabos. Na instalação foi realizada uma derivação direta do transformador trifásico de 600V para o quadro

principal da subestação com disjuntor de 2000 A, que possui 4 cabos por fase na sua saída indo diretamente para a sala dos retificadores.



Figura 15 - Disjuntor do quadro principal da subestação.

Na sala de retificadores, os cabos chegam no quadro secundário que possui disjuntor semelhante ao do quadro principal com capacidade de 2000 A. Do disjuntor principal, os cabos se dividem e existe um disjuntor específico para cada cabine de retificadores, cabine esta constituída por 20 retificadores. O aterramento é feito por dois cabos, os disjuntores são mostrados na Figura 16.



Figura 16 - Quadro com disjuntores.

Após instalados, como evidenciados na figura 17, foi necessário a vinda de um técnico da Digatron, empresa fabricante do equipamento, para estabelecer a comunicação, configurar, reparar e trazer novas peças para os retificadores.



Figura 17 - Retificadores instalados.

Os retificadores são monofásicos e constituídos basicamente pela placa de controle, placa de comunicação, ponte retificadora mista e circuito de força. Esta separação facilitou a identificação do problema e possibilitou um rápido reparo devido a necessidade de apenas trocar a placa com mau funcionamento.



Figura 18 - Retificador com falta de peças.

Também foi realizada a calibração dos circuitos e a compra de um novo computador com *software* atualizado pela Digatron para controle dos retificadores.

Ao fim, foram realizados alguns testes para verificar o *ripple* e o tempo necessário para atingir a corrente estabelecida com a finalidade de assegurar o fornecimento de corrente requerido pela formação de baterias de moto e golf.

3.5.1 RESULTADOS

Ao término da visita do técnico da Digatron foram liberados para o uso 200 circuitos capazes de fornecer corrente de até 20 A e um *ripple* menor que 3%, os quais são propícios para a formação de baterias de moto e golf.

4 CONCLUSÃO

A realização do estágio na Acumuladores Moura S/A foi uma grande oportunidade para adquirir conhecimentos, aplicar os ensinamentos aprendidos ao longo do curso relacionados com perdas elétricas, instalações e conversores, além de desenvolver novas habilidades, principalmente em um ambiente extra universidade. Tais conhecimentos serão de grande importância para o início da vida profissional, ressaltando a experiência vivenciada no âmbito das relações interpessoais que não encontramos na esfera acadêmica.

O foco do estágio foi a estabilização do processo de formação e utilização do Inbatec, equipamento de última geração e de alto investimento que proporciona a formação com recirculação.

Com o aprendizado e experiência obtidos no Inbatec, foi possível replicar os excelentes resultados obtidos com baterias OpzS para baterias HDP, possibilitando uma maior velocidade no processo e qualidade do produto para todos os tipos de baterias fabricadas na unidade. Além disso, foi feita a instalação e condicionamento de retificadores que serão usados na formação de baterias de moto e golf.

As principais dificuldades encontradas durante a realização do estágio foi a grande dependência de outras pessoas para realização de atividades a mim estipuladas e um longo tempo para começar a obter resultados satisfatórios devido a falta de conhecimento técnico

Após a padronização do processo, o departamento de engenharia de processos está focado no controle do processo a fim de garantir a menor variação possível e qualidade do seu produto, visando sempre a melhoria contínua.

5 REFERÊNCIAS

DINIZ, F. B. *Manual sobre Acumuladores de Chumbo Ácido Automotivos*. Ed. 2, 1994.

MOURA, *Manual técnico*, 2006.

VINAL, G.W. *Storage Batteries*. John Wiley & Sons, 4ª Ed. 1955.

PAVLOV, D. *Lead-Acid Batteries: Science and Technology*. Elsevier, 1ª Ed. 1987.

SMITH, G., *Storage Batteries – Including Operation, Charging, Maintenance and Repair*, 3th Ed., Pitman, 1980.

ACUMULADORES MOURA. *Manual técnico de manutenção e operação baterias Moura Clean Max*. Belo Jardim: Moura, 2011.

ACUMULADORES MOURA S.A. 2014. Disponível em: <www.moura.com.br>. Acesso em: Dezembro, 2014.