



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

Ítalo Araújo Ferreira de Lucena

Relatório de Estágio

ACUMULADORES MOURA S/A

Campina Grande
Setembro 2013

Ítalo Araújo Ferreira de Lucena

ACUMULADORES MOURA S/A

Relatório de Estágio submetido à Universidade Federal de
Campina Grande como parte dos requisitos necessários para
a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador:

George Acioli Júnior

Campina Grande
Setembro 2013

Ítalo Araújo Ferreira de Lucena

ACUMULADORES MOURA S/A

Relatório de Estágio submetido à Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Professor George Acioli Júnior
Universidade Federal de Campina Grande
Professor Orientador

Professor Convidado
Universidade Federal de Campina Grande

Campina Grande
Setembro 2013

Agradecimentos

Agradeço muito a minha família, em especial aos meus pais (Flauberto e Mônica) que sempre me apoiaram em todos os momentos e nunca me deixaram desistir. Ao meu irmão Guilherme que me aturou nesses anos.

Um agradecimento em especial para a minha noiva Kamylla, que não me deixou desistir do curso quando achei que não permaneceria nele.

Agradecer também aos meus professores que passaram tanto conhecimento nesses anos. Em especial ao professor Péricles Rezende, que me aceitou como bolsista desde o segundo período e me permitiu trabalhar no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Controle, e assim adquirir uma experiência inestimável.

*"Bom mesmo é ir à luta com
determinação, abraçar a vida com
paixão, perder com classe e vencer com
ousadia...pois o triunfo pertence a quem
se atreve."*

Charles Chaplin

Resumo

Este relatório de estágio de curso tem por objetivo a completa descrição da empresa e trabalhos desenvolvidos durante 6 meses de estágio na companhia Acumuladores Moura S/A. Será mostrado toda a cadeia produtiva de uma bateria industrial tracionária bem como suas aplicações e melhorias realizadas durante todo o período de estágio. O estágio foi realizado na área de engenharia do produto e assim todas as atividades descritas nesse relatório estarão diretamente ligadas ao produto final fornecido pela fábrica.

Palavras-chave: bateria industrial, bateria tracionária, Acumuladores Moura.

Abstract

This report's objective is to do a complete description about the company and work that was developed working at Acumuladores Moura S/A during 6 months. It will be shown all the production of tractionary battery and your applications and all the improvements that were made during the internship. All the activities were made as a product engineer, so the changes will impact directly in the final product provided by the factory.

Key-words: industrial battery, tractionary battery, Acumuladores Moura.

Sumário

1	A Empresa	7
1.1	História	7
1.2	Estrutura Organizacional	8
1.3	Produtos	9
1.3.1	Moura Inteligente com Prata - Baterias Automotivas	9
1.3.2	Moura Log Diesel	10
1.3.3	Moura Clean - Baterias Estacionárias	10
1.3.4	Moura HDP - Baterias Tracionárias	10
1.3.5	Moura Boat - Baterias Náuticas	11
1.4	Estrutura da Engenharia de Produto	11
2	Bateria Tracionária	13
2.1	Componentes	14
2.1.1	Grade	14
2.1.2	Sistema de blindagem da placa positiva	15
2.2	Suporte Inferior	17
2.3	Separador	17
3	Fabricação de Bateria	19
3.1	Produção das Placas	20
3.1.1	Óxido de Chumbo	20
3.1.2	Fundição	20
3.1.3	Massa	23
3.1.4	Empastamento	24

3.1.5	Cura	25
3.1.6	Pequenas Peças	25
3.2	Montagem de Elementos	27
3.2.1	Soldagem	27
3.2.2	Selagem	28
3.3	Formação	29
3.3.1	Soaking	30
3.3.2	Aplicação de Corrente	30
3.3.3	INBATEC	31
3.4	Acabamento e Expedição	31
4	Atividades Desenvolvidas	34
4.1	Distribuição de Tensão em Grades Tracionárias	34
4.1.1	Justificativa	34
4.1.2	Metodologia	34
4.1.3	Resultado	35
4.1.4	Conclusão	36
4.2	Estudos de Placas e Grades com Altura 400mm	36
4.2.1	Justificativa	36
4.2.2	Desenvolvimento	37
4.2.3	Conclusão	40
4.3	Redução de Custos de Caixotes de Madeira	40
4.3.1	Justificativa	40
4.3.2	Desenvolvimento	41
4.3.3	Conclusão	42
4.4	Estudo do Laboratório Químico da UN01	42
4.4.1	Justificativa	42
4.4.2	Equipamentos	43
4.5	Mudança da Liga Usada na Grade Tracionária	47
4.5.1	Justificativa	47
4.5.2	Metodologia	47

4.5.3	Resultados	48
4.6	Mudança da Liga dos Polos Tracionários	50
4.6.1	Justificativa	50
4.6.2	Metodologia	50
4.6.3	Resultados	50
4.6.4	Conclusão	51
4.7	Projeto 5s	52
4.7.1	Definição de 5s	52
4.7.2	Projeto	52
5	Conclusão	54

Lista de Figuras

1.1	Inauguração da Moura	7
1.2	Vista unidade 01	8
1.3	Relacionamento unidades da moura	9
1.4	Estrutura da engenharia de produto	12
2.1	Bateria tracionária	13
2.2	Elemento tracionário	14
2.3	Grade positiva	15
2.4	Placa positiva envelopada	16
2.5	Blindagem	16
2.6	Suporte Inferior	17
2.7	Separador industrial	18
3.1	Fluxo do processo	19
3.2	Produção do óxido	20
3.3	Grade positiva após a fundição	21
3.4	Grade negativa após a fundição	21
3.5	Fundidora	22
3.6	Reaproveitamento	22
3.7	Masseira	23
3.8	Empastadeira	24
3.9	Placa empastada	24
3.10	Estufas	25
3.11	Insertos HDP	26

3.12	Conexões	27
3.13	Placas depois da solda	28
3.14	Processo de selagem	29
3.15	Banco de formação	30
3.16	Bateria Log Moura	32
3.17	Expedição	33
4.1	Diagrama do teste	35
4.2	Esquema da realização do teste	35
4.3	Resultado distribuição de tensão	36
4.4	Pontos de medição	37
4.5	Caixote antes da mudança	41
4.6	Caixote após mudança	42
4.7	Analisador de partículas	43
4.8	Sistema de Filtros	44
4.9	Analisador de Superfície	44
4.10	Analisador de Porosidade	45
4.11	Analisador de Impurezas	46
4.12	Espectômetro	46
4.13	Relação entre a evolução do hidrogênio e a concentração de antimônio	48
4.14	Testes de trinca e de flexibilidade	49
4.15	Preço da tonelada da liga	49
4.16	Amostra de teste de solda	51
4.17	Amostra de teste de resistência mecânica	51
4.18	Área da engenharia antes	53
4.19	Área da engenharia depois	53

Lista de Tabelas

4.1	Dados grade positiva	37
4.2	Dados grade negativa	38
4.3	Dados placa negativa	39
4.4	Dados placa positiva	39
4.5	Cálculo Fator de Massa	40
4.6	Ligas produzidas na metalúrgica	47
4.7	Ligas da bateria Fulguris	50

1 | A Empresa

1.1 História

Em 1957, foi fundada uma fábrica de baterias de chumbo-ácido no agreste pernambucano, a qual anos depois se tornaria líder no âmbito do mercado do Mercosul. Esta empresa, a Acumuladores Moura S.A., localizada em Belo Jardim - Pernambuco foi fundada por Edson Mororó Moura, graduado em Química Industrial pela Universidade Federal de Pernambuco, inicialmente em parceria com seu pai, seu cunhado, um primo e um amigo. Hoje, possui 6 plantas industriais e 67(sessenta) centros de distribuição comercial no Brasil, Argentina, Uruguai, Paraguai e Porto Rico, além de distribuidores que atuam em toda a região do Mercosul e parte do continente Europeu. Em 2011, foi inaugurada a Planta Industrial na Argentina, denominada BASA. Atualmente a empresa produz 5 milhões de baterias por ano, entre baterias automotivas, tracionárias, náuticas e estacionárias. Em 2012, estima-se que a produção chegue aos 6,5 milhões de baterias por ano.



Figura 1.1: Inauguração da Moura

1.2 Estrutura Organizacional

A Empresa objeto do estudo de caso é a Acumuladores Moura S/A atualmente conhecida somente como Moura; atua na fabricação, venda e distribuição de acumuladores de baterias, situada na cidade de Belo Jardim, estado de Pernambuco.

É a maior empresa no segmento de acumuladores energéticos da América Latina. Possui capital nacional e um parque industrial composto por seis fábricas, sendo quatro em Belo Jardim- PE (unidade 1, 4, 5 e 8), uma em Itapetininga - SP e uma em Pilar - Argentina e uma capacidade de produção anual que ultrapassa sete milhões de unidades, dois centros técnicos e logísticos avançados e mais de setenta centros de distribuição comercial no Brasil, na Argentina e no Uruguai, além de distribuidores parceiros no Paraguai, Reino Unido e Portugal, atendendo assim todo o MERCOSUL e parte do continente europeu. (Moura, 2013)

Pode-se ver na Figura 1.2, a seguir, a imagem a unidade 01, que são montadas e fabricadas as baterias automotivas:

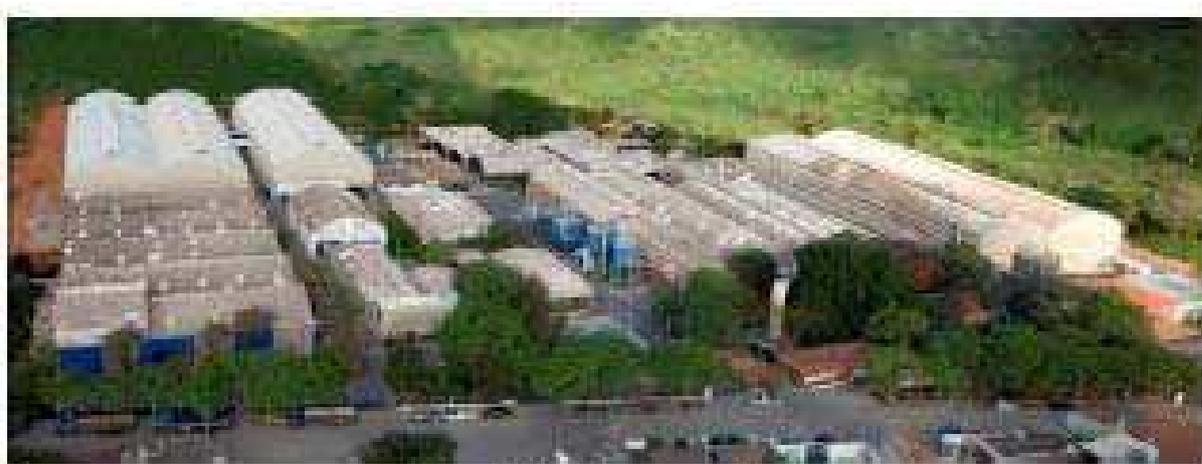


Figura 1.2: Vista unidade 01

Na Figura 1.3, a seguir, é mostrada uma rede de interações da unidade 01, 04, 05 e 08, a cadeia funciona da seguinte forma:

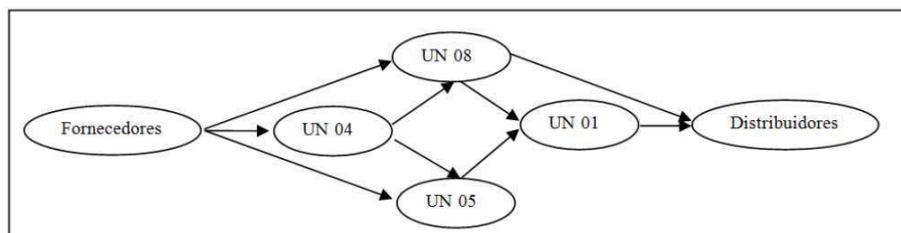


Figura 1.3: Relacionamento unidades da moura

- A unidade 04 em que fábrica polipropileno - PP e chumbo - Pb. A unidade recebe baterias descartadas pelo mercado devido à logística reversa e assim a unidade é responsável por triturar as baterias, separando as soluções, metais e plástico. Os metais são tratados na unidade produzindo barras de chumbo chamadas de "lingotes de chumbo" e o plástico é fornecido para o setor de reciclagem em que pertence a unidade 05.
- A unidade 05 fabrica caixas, em que fornece exclusivamente para a unidade 01, o seu principal fornecedor é a unidade 04, fornecendo Pb e PP. O setor de reciclagem ou REPLA recicla PP fornecida também pela unidade 04.
- A unidade 08 fabrica as baterias especiais, seus principais fornecedores são a unidade 04 e uma empresa Italiana fornecendo vasos. As baterias especiais são: Moura VRLA, Moura Boat, Moura Log HDP e Moura Moto.
- unidade 01 fabrica as seguintes baterias: Moura Automotiva, Moura Log Diesel, Moura Log Monobloco, Moura Clean Nano e Moura Clean Max.

1.3 Produtos

1.3.1 Moura Inteligente com Prata - Baterias Automotivas

As baterias automotivas são os principais produtos do Grupo Moura. A tecnologia de utilização da Prata nas baterias proporciona uma maior vida útil ao acumulador, sendo fornecida para Volkswagen, Fiat, Ford e Renault, além de ser exportada para Inglaterra, Bélgica, Holanda, Espanha, Grécia, EUA, Argentina, Uruguai, Porto Rico, dentre outros.

1.3.2 Moura Log Diesel

A LOG Diesel é uma bateria que foi feita sob medida para automóveis de grande porte, como caminhões, ônibus e tratores movidos a óleo diesel e atende às especificações mais exigentes destas categorias. Ela oferece uma maior resistência mecânica às vibrações intensas das longas jornadas de trabalho - típicas das operações de transporte profissional de carga e de passageiros. Esforços semelhantes também são exigidos das baterias nas operações agrícolas e de construção civil. A tecnologia de elementos blindados é o grande diferencial das baterias LOG Diesel. Durante a sua montagem, os elementos são submetidos a uma alta taxa de compressão, de maneira a fixá-los nas cavidades da caixa. Desta forma, o conjunto evita a desunião entre o material ativo e a grade, mesmo quando a bateria é exposta a intensas vibrações mecânicas. Testada e aprovada pelas maiores montadoras de caminhões da América do Sul atendidas pela Moura, a bateria LOG Diesel é totalmente livre de manutenção, o que elimina a necessidade de reposição de água e também o risco de penetração de impurezas em seu eletrólito.

1.3.3 Moura Clean - Baterias Estacionárias

As baterias estacionárias da linha Moura Clean utilizam uma tecnologia inovadora. A família de baterias traz uma solução definitiva para os problemas associados à utilização de baterias reguladas a válvula (VRLA) em altas temperaturas, como também para os problemas oriundos da instalação de baterias ventiladas localizadas em ambiente compartilhado com equipamentos eletrônicos. Esta nova família de baterias é o resultado da experiência do Grupo Moura em projeto, desenvolvimento, industrialização e assistência técnica, associado a parcerias tecnológicas com alguns dos maiores fabricantes mundiais do setor. Além da melhor condutividade e resistência a altas temperaturas, a bateria estacionária Moura CLEAN oferece ainda um indicador visual do estado de carga da bateria (densímetro). Tal bateria oferece ainda uma maior compatibilidade com equipamentos eletroeletrônicos e facilidade e segurança quando do transporte e manuseio.

1.3.4 Moura HDP - Baterias Tracionárias

A linha de baterias tracionárias Moura Log oferece um elevado desempenho em operações com pisos irregulares e a temperaturas extremas. A tecnologia HDP possibilita o aumento da vida útil e incremento da resistência à vibração. A linha monobloco atende a demanda de veículos elétricos como: carros de golf, paleteiras e empilhadeiras.

1.3.5 Moura Boat - Baterias Náuticas

Em uma embarcação, as baterias podem ter duas funções distintas: partida e regime de serviço. A primeira função é para que seja dada a partida no motor da embarcação, e é projetada para fornecer uma alta corrente durante um curto intervalo de tempo - mesmo princípio da bateria utilizada para girar o motor de combustão dos automóveis. Já a bateria em uso de regime de serviço alimenta os equipamentos e utilidades elétricas da embarcação, como: iluminação, rádio, GPS, radar, microondas, refrigeradores e aquecedores, bombas e outros itens de consumo. Esse fornecimento é feito com o uso de inversores (CC-CA). A linha Moura Boat é pioneira em baterias náuticas no Brasil.

1.4 Estrutura da Engenharia de Produto

A estrutura da engenharia de produto está mostrada na figura a seguir. Essa equipe é responsável por três produtos, sendo eles Moura HDP, Moura Clean e a Moura Moto.

Dentre as responsabilidades desse time pode-se destacar:

- Gerir recursos humanos
- Gerir finanças
- Gerir a qualidade dos produtos
- Gerir projetos
- Gestão integrada de projetos
- Gestão de investimentos
- Marcas e patentes
- Incentivos fiscais
- Treinamentos.



Figura 1.4: Estrutura da engenharia de produto

2 | Bateria Tracionária

Durante o tempo de trabalho na empresa Acumuladores Moura, o estagiário foi responsável pela linha de baterias industriais tracionárias. E portanto foi necessário conhecer toda a cadeia produtiva da mesma para que fosse possível sugerir mudanças no processo bem como saber como o processo de produção iria modificar o produto final.

Uma bateria industrial tracionária é composta por diversos elementos 2V que são associados da maneira desejada para atingir as especificações dos clientes. Diferente de uma pequena bateria automotiva, uma bateria industrial pode chegar a pesar mais de 500kg.



Figura 2.1: Bateria tracionária



Figura 2.2: Elemento tracionário

2.1 Componentes

2.1.1 Grade

A grade é um dos componentes mais importantes da bateria e consiste em um esqueleto de chumbo formado por filetes entrelaçados. A mesma se torna uma placa quando os espaços vazios são preenchidos por material ativo, que adere aos filetes da grade. Esta, portanto, é responsável pela sustentação mecânica do material ativo e pela condução dos elétrons até os terminais do acumulador, sendo assim de grande importância para o seu desempenho elétrico e sua durabilidade.



Figura 2.3: Grade positiva

2.1.2 Sistema de blindagem da placa positiva

Para que atenda a maior parte de suas aplicações, as baterias Moura Tração, usualmente são de grande porte. Sendo assim, são utilizadas em sua fabricação, grandes placas de chumbo fundidas e uma grande quantidade de massa (material ativo). Esse tipo de bateria, portanto, está muito mais susceptível a queda de massa, principalmente da placa positiva (placa mais agredida, devido as reações químicas). Para contornar esse problema, significativas inovações foram feitas no sistema de blindagem dessa placa, pois promovem uma melhor amarração mecânica da massa à grade. A seguir serão apresentados os itens que compõe o novo sistema de blindagem e suas inovações

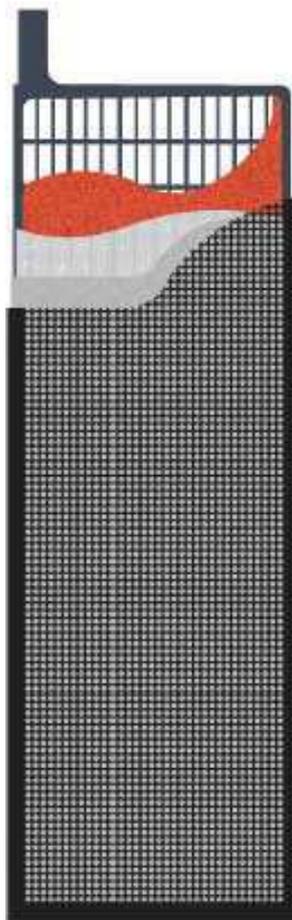


Figura 2.4: Placa positiva envelopada

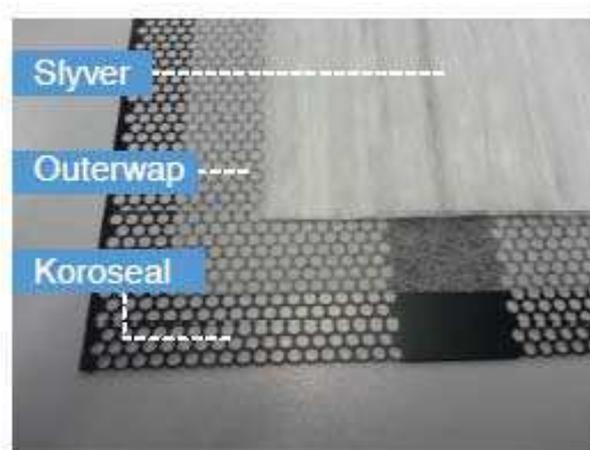


Figura 2.5: Blindagem

- SLYVER: Foi o único item que não sofreu alterações no novo projeto. É uma manta de fibra de vidro, montada em contato direto com a placa positiva, com fios orientados no sentido longitudinal

que facilitam o fluxo das bolhas de gases no sentido vertical durante as reações químicas e que devido à natureza de seu material e de sua espessa manta de fios com alta capacidade de absorção, retêm o eletrólito em quantidades suficientes para reação com o material ativo da placa positiva.

- **OUTERWAP:** Tendo sido implantado no projeto da bateria HDP, o outerwap é um material em fibra de vidro similar ao Slyver, mas em menor espessura e é utilizado para amarração do sistema de blindagem no sentido lateral. Sua principal função é comprimir o Slyver à placa positiva. Com isso conseguimos um aumento na compressão interna do elemento, prevenindo desta forma a queda de massa durante a vida útil da bateria.
- **KOROSEAL:** fabricado em PVC rígido, tem como principal função reter todo o sistema de blindagem, tornando-o mais rígido e estável mecanicamente. Devido a sua natureza termo retrátil, em temperaturas em torno de 50°C o Koroseal se retrai comprimindo ainda mais o sistema de blindagem da placa positiva.

2.2 Suporte Inferior

Outro item que também faz parte do sistema de blindagem da placa positiva e que também auxilia contra o fenômeno de geração de "Mossing" é o suporte protetor, que tem a função de evitar curtos-circuitos na parte inferior entre as placas.



Figura 2.6: Suporte Inferior

2.3 Separador

O separador é um material que tem como função principal evitar o curto-circuito entre as placas positivas e negativas da célula evitando o contato entre as mesmas. Separadores para baterias industriais são produzidos geralmente a partir de polietileno micro poroso.

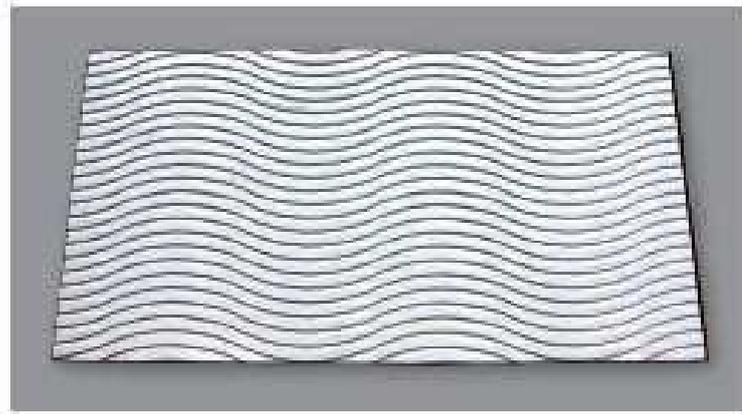


Figura 2.7: Separador industrial

3 | Fabricação de Bateria

O fluxograma abaixo demonstra todas as etapas da produção.

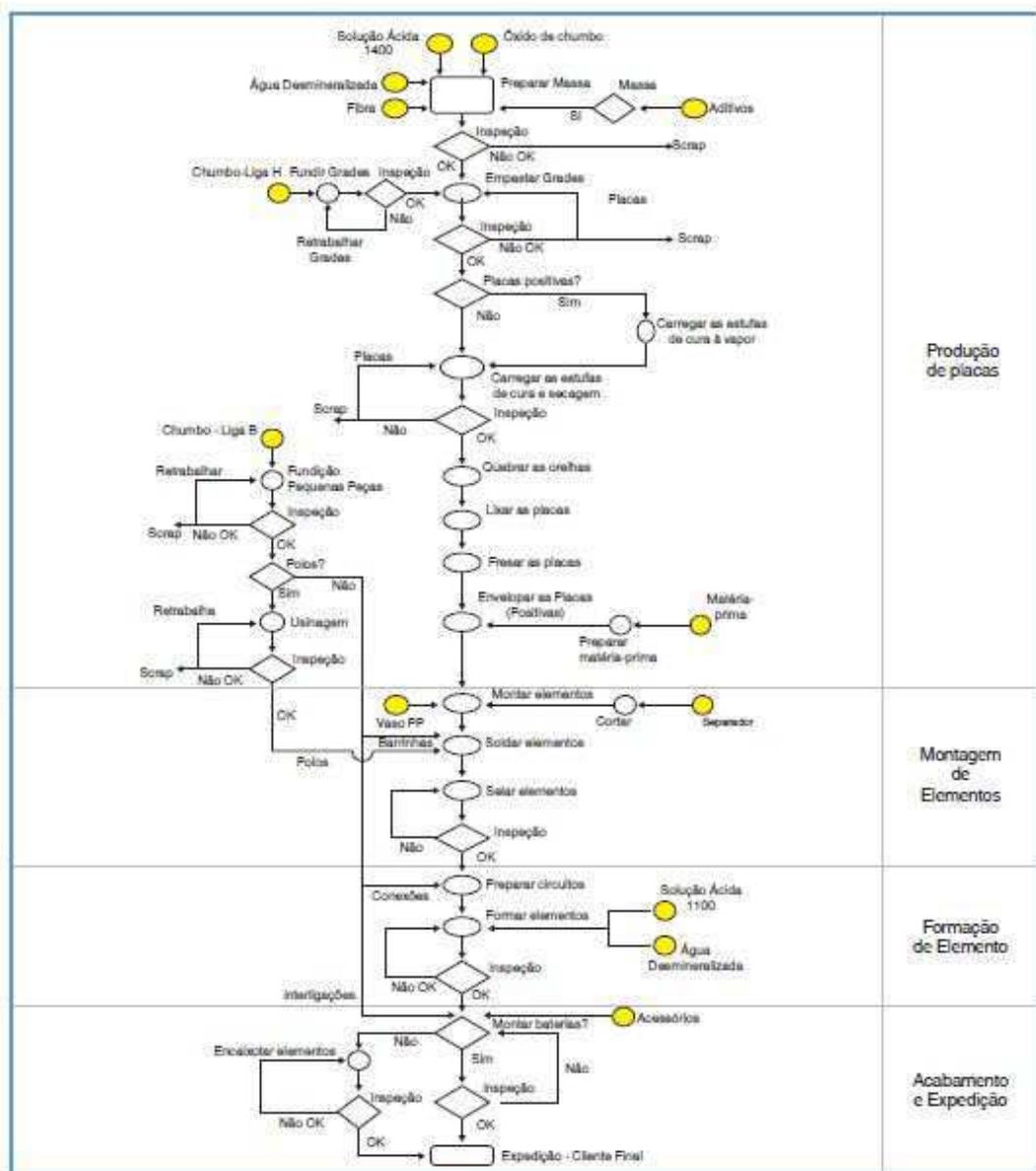


Figura 3.1: Fluxo do processo

3.1 Produção das Placas

3.1.1 Óxido de Chumbo

A matéria prima que é a fonte de parte dos componentes de uma bateria é o chumbo. A partir deste material pode-se fabricar as grades e os pólos. E ele também é reagente nas reações que geram eletricidade. Para que isso seja produzido é necessário o óxido de chumbo.

Tal componente é proveniente de um moinho. Esse equipamento recebe lingotes de chumbo de liga mole (alto teor de pureza) e através de suas pás, essas peças são quebradas até que se tornem pó. Esse pó reage com o ar presente no ambiente e com a água que é adicionada aos poucos no sistema. O produto dessa reação é o óxido de chumbo. Durante esse processo alguns aspectos dessa matéria são controlados, tais como: granulometria, reatividade, teor de chumbo livre, densidade e aspectos visuais.



Figura 3.2: Produção do óxido

3.1.2 Fundição

Diferente do óxido de chumbo, o tipo de liga usado para a fabricação da grade não possui um grau de pureza tão elevado, uma vez que os elementos de liga são responsáveis por alterações físicas e químicas das propriedades do chumbo. Tais mudanças promovem uma boa processibilidade e rigidez ao mesmo tempo que modificam o consumo de água do acumulador.

O processo de fundição das placas se dá a partir de uma máquina chamada de fundidora. Esse equipamento é responsável por receber a liga de chumbo apropriada, derretê-la e conduzir esse material até um molde que tem o seu interior coberto por cortiça para que o chumbo derretido possa se fixar e concluir o processo de fundição.



Figura 3.3: Grade positiva após a fundição



Figura 3.4: Grade negativa após a fundição

A fundidora é formada por três partes principais:

- Cadinho: funciona como um estoque de chumbo que será utilizado para a fabricação das grades.
- Linha: responsável por levar o chumbo do cadinho para a concha.
- Concha: recebe o chumbo vindo da linha e o despeja no molde.



Figura 3.5: Fundidora

A temperatura desses três itens é monitorada cuidadosamente para que se mantenha no ponto de operação.

Quando as grades saem da fundidora têm a sua rebarba removida e reaproveitada para fabricação de novas grades. Também observa-se se ela está de acordo com os padrões de qualidade, e em caso positivo a mesma será utilizada no processo de empastamento.



Figura 3.6: Reaproveitamento

3.1.3 Massa

Produzida a partir do óxido de chumbo vindo do moinho mencionado previamente, a massa é o componente ativo das placas. A mesma é a produzida em um equipamento chamado de masseira, ele consiste em um grande misturador que combina diferentes tipos de componentes para fabricar a massa positiva e a negativa.



Figura 3.7: Masseira

Para a NEGATIVA a mistura utilizada é composta por:

- Óxido de chumbo
- Água
- Fibra: melhora a união da massa
- Expansor: aumenta a porosidade
- PA10: funciona de maneira similar ao expansor.

A diferença entre o a massa da placa negativa e o da positiva é que nesta os únicos elementos usados são oxido, a água e a fibra.

O processo de misturar os componentes mencionados anteriormente se á de maneira contínua até que a massa se torne homogênea, e possua a densidade, plasticidade teor de chumbo livre desejado para o produto.

3.1.4 Empastamento

Uma vez que as grades e a massa estejam prontas, o próximo passo é preencher os espaços vazios da grade com o material ativo. Tal processo é realizado com o auxílio de um cabeçote mecânico de rolos.

Aconselha-se que assim que a massa seja preparada ela seja utilizada no empastamento, uma vez que a pasta sofre transformações que irão alterar suas propriedades. O ideal é que essas transformações só ocorram quando o processo de empastamento já tenha sido concluído. Para que se obtenha um bom empastamento, é necessário que tanto a densidade quanto a plasticidade da placa estejam de acordo com a especificação do projeto, uma vez que isso permite que a massa possua uma boa fluidez e penetre assim no inferior da grade e assim obter um empastamento uniforme e sem falhas.

A massa aplicada na placa irá determinar o desempenho elétrico da bateria, e também o custo da mesma. Assim, balancear a quantidade de massa para que se tenha a performance desejada e o custo reduzido.



Figura 3.8: Empastadeira



Figura 3.9: Placa empastada

Quando o empastamento é concluído, as placas passam por um túnel de secagem para que ocorra

uma melhor adesão entre a massa e a grade, e evitar que uma grade adira à outra. Idealmente a placa deveria ficar seca por fora, mas conservar a umidade em seu interior, para que quando ela for submetida ao processo de cura ela não resseque tanto que formem-se rachaduras que irão diminuir o contato entre grade e massa. Quanto maior o contato melhor a condução elétrica e protege-se a grade contra corrosão.

3.1.5 Cura

A cura é o processo em que as reações iniciadas na masseira são finalizadas. No caso da placa positiva ela é enviada para uma estufa de cura a vapor para sofrer um processo de secagem. Em seguida tanto essa placa quanto a negativa são enviadas para mais duas estufas.

- Estufa de cura: possui o objetivo de diminuir a quantidade de chumbo livre para níveis bastante reduzidos.
- Estufa de secagem: diminui os níveis de umidade presentes nas placas e melhora a coesão da massa.

O processo de cura é realizado primeiro, pois a oxidação do chumbo ocorre em intervalos restritos de umidade, o que não pode ser alcançado caso já ocorra a secagem.

Quando esse processo é finalizado, a orelha "extra" é removida e então a placa é lixada para remover imperfeições e a orelha é fresada para que se remova o excesso de massa presente neste local e assim a condução não seja prejudicada.

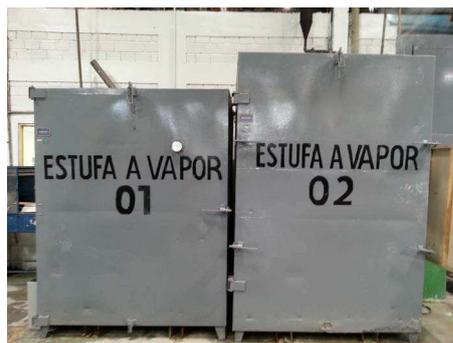


Figura 3.10: Estufas

3.1.6 Pequenas Peças

Utilizando chumbos e ligas que não seja a mole, essa parte da produção se encarrega de produzir os polos dos elementos, straps e insertos e conexões. Existe uma estrutura que armazena todo o chumbo a

uma alta temperatura para que ele funda. Com o auxílio de uma concha o material é derramado sobre um molde e em seguida o mesmo é prensado para que adquira a forma esperada.

No caso da bateria tracionaria, o polo pode ser roscado ou soldado. O soldado faz com que quaisquer conexões feitas entre os elementos não possam ser desfeitas pelo cliente, o que faz com que a manutenção se dê exclusivamente por funcionários da MOURA. O polo roscado possui um parafuso na sua parte superior, o que permite que quaisquer conexões feitas possam ser modificadas, em compensação o preço da bateria é superior aquela que possui outro tipo de polo.

No caso da bateria tracionaria, o polo pode ser roscado ou soldado. O soldado faz com que quaisquer conexões feitas entre os elementos não possam ser desfeitas pelo cliente, o que faz com que a manutenção se dê exclusivamente por funcionários da MOURA. O polo roscado possui um parafuso na sua parte superior, o que permite que quaisquer conexões feitas possam ser modificadas, em compensação o preço da bateria é superior aquela que possui outro tipo de polo.



Figura 3.11: Insertos HDP



Figura 3.12: Conexões

3.2 Montagem de Elementos

Nessa etapa da fabricação as placas que foram produzidas e envelopadas serão agrupadas entre si para que se tenham o número de componentes especificados pelo projeto. Conjuntos composto por placa positiva, placa negativa e um separador entre elas serão montados.

3.2.1 Soldagem

Quando as placas e separadores são agrupados de maneira correta o próximo passo é soldar os polos do elemento. Nessa etapa o operador utiliza um pente de solda para dar apoio às orelhas das placas, mantendo-as unidas, e ao polo. Com o auxílio de um maçarico, outro metal é derretido em um molde e quando o mesmo se solidifica, as orelhas já estão unidas aos polos do elemento.



Figura 3.13: Placas depois da solda

Após a certificação de que a soldagem ocorreu de maneira satisfatória, as placas são inseridas no vaso. Essa inserção é um pouco difícil uma vez que para que se aumente a vida útil da bateria é necessária uma boa compressão.

3.2.2 Selagem

Com o auxílio de uma máquina a tampa do elemento é "colada" ao vaso em que as placas foram inseridas. O processo consiste em esquentar a boca do vaso e as bordas da tampa e por termo fusão unir ambos e assim o elemento selar. Na tampa é aplicada vaselina para que ela não adira à máquina que faz o processo de aquecimento.



Figura 3.14: Processo de selagem

Nos orifícios por onde os polos passam, são inseridas buchas que servirão para vedar o elemento e também para contribuir com a tecnologia de polo flutuante. Durante a vida da bateria o ácido reage com o chumbo produzindo sulfato de chumbo ($PbSO_4$), como seu volume é 2,4 vezes maior do que a do óxido de chumbo (PbO_2) e nem todo o sulfato é convertido em óxido novamente o nível da bateria sobe, se os polos estiverem fixos a capa pode chegar a estoura. Para evitar isso a bucha é utilizada para dar um grau de liberdade ao polo, portanto quando o volume aumenta o polo é empurrado um pouco para cima e a integridade do elemento é mantida.

Após a selagem ser terminada é feito um teste de vazamento para saber se o elemento foi selado corretamente, em caso positivo o mesmo pode ser enviado para a formação.

3.3 Formação

Processo em que os elementos que foram selados e aprovados irão receber ácido sulfúrico e uma carga elétrica. Utilizando um retificador para fornecer a corrente, transformações eletroquímicas se conduzem nas placas para gerar tanto o material ativo positivo quanto o negativo.



Figura 3.15: Banco de formação

3.3.1 Soaking

A primeira etapa da formação consiste em encher o elemento com uma solução de ácido sulfúrico. Esse ácido reage com o material das placas curadas e produz mais sulfato e chumbo. Como a reação é exotérmica ocorre a elevação da temperatura do elemento, caso ela aumente além de 55°C ocorrerá a danificação dos componentes orgânicos da placa negativa (expansores). Durante esse processo o ácido vai se infiltrando na placa, por isso é importante que os materiais usados para envelopar a placa positiva possuam uma porosidade que não atrapalhe esse processo.

Com o andamento das reações a densidade da solução vai diminuindo a medida que o produto das reações é o sulfato, como foi mencionado anteriormente esse elemento possui um volume alto, portanto não é aconselhável que o se encha muito o elemento, pois isso pode fazer com que o líquido transborde danificando o elemento e o meio em que ele está inserido.

Os elementos são deixadas em repouso para que a solução nos poros da placa se torne ácida, e permitir que a temperatura diminua.

3.3.2 Aplicação de Corrente

Os elementos são colocados em cubas e ligados em série para que se inicie a aplicação de corrente elétrica. Devido ao efeito joule a temperatura tende a aumentar bastante e como foi mencionado anteriormente

isso não é desejado. Portanto, as cubas são enchidas com água para que se mantenha a temperatura adequada.

Após a aplicação da corrente o sulfato produzido durante o soaking reage com a água e se torna chumbo metálico esponjoso (Pb) na placa negativa e dióxido de chumbo na placa positiva (PbO_2).

O elemento é descarregado e recarregado até que o elemento obtenha uma capacidade de 100%. Durante todo o processo, a densidade é mensurada e mais ácido ou água é adicionada para que essa medida se mantenha no valor que for adequado ao elemento.

3.3.3 INBATEC

O processo de formação pode demorar um tempo considerável, uma vez que nem sempre é possível aplicar a corrente que se deseja para que o elemento carregue de maneira mais rápida. Isso se deve ao efeito joule, pois com o aumento da temperatura ocorre a danificação dos componentes da placa negativa. Tendo em vista esse problema um novo equipamento foi adquirido. Ele funciona como um banco de formação comum, seu diferencial é que ele permite a recirculação do eletrólito durante a formação. Ajustando-se a densidade de eletrólito que se deseja ao final do processo o INBATEC se encarrega de manter esse parâmetro constante e de refrigerá-lo, fazendo com que correntes mais elevadas possam ser aplicadas ao banco de elementos.

3.4 Acabamento e Expedição

Essa etapa consiste basicamente em dar os últimos retoques na bateria antes de ela ser enviada para os clientes. Primeiramente, o elemento é limpo, pois como em alguns processos de formação é manual água e ácido são derramados de maneira que impacta o visual do elemento. Em seguida, a tampa é marcada indicando quando ele foi produzido e a qual família ele pertence.

No caso da bateria estacionária, cada elemento ganha um rótulo indicando o tipo da bateria, nesse rótulo existem indicações de qual o nível máximo e mínimo de eletrólito que é suportado. Como esse tipo de acumulador é armazenado em forma de estantes, não é viável montá-los na fábrica, o que faz com que eles sejam enviados para serem preparados de acordo com a necessidade do cliente.

A bateria tracionaria é montada na fábrica. Os elementos são dispostos dentro da caixa da bateria de maneira que um material chamado de polionda é usado para preencher os espaços em que existam folgas e assim dar melhor sustentação ao conjunto. Em cada um dos polos uma selagem azul é aplicada, pois

em caso de que se tente violar esse lacre o mesmo se romperá e indicará que alguma atitude inadequada ocorreu. Em cada um dos elementos um filtro é conectado, ele indica se o nível de eletrólito está dentro do aceitável. Um conjunto de mangueiras é utilizado para interconectar a bateria de maneira que se possa nivelar o fluido nos elementos depois que são enviados.

Cabos são conectados as extremidades da bateria para a mesma possa ser conectada a algum equipamento externo. Caso os polos sejam roscados a polaridade dos cabos não precisa ser informados, já nos soldados o polo positivo é indicado por um cabo vermelho. A bateria então é rotulada com seu tipo, suas instruções e uma placa com as especificações técnicas da mesma.



Figura 3.16: Bateria Log Moura

Quando todos os passos anteriores são concluídos, os elementos ou baterias são encaixotados e enviados para os mais diversos clientes da Moura.



Figura 3.17: Expedição

4 | Atividades Desenvolvidas

Durante o estágio na Acumuladores Moura S.A. foram desenvolvidas atividades e estudos voltados para o desenvolvimento de projetos de baterias tracionárias para empresas que utilizam paletas elétricas tais como Nakko e Pão de Açúcar.

4.1 Distribuição de Tensão em Grades Tracionárias

4.1.1 Justificativa

Durante a formação está ocorrendo um problema em que alguns elementos não alcançam a capacidade desejada, o que implica em realizar mais ciclagens, o que faz com que as baterias sofram atrasos para serem entregues para os clientes. Para descobrir a origem desse problema foi realizado um teste para estimar se a corrente é uniforme nos diversos pontos da grade.

4.1.2 Metodologia

O teste consistiu em aplicar uma corrente constante sobre toda a grade e medir a queda de tensão nos diversos pontos da mesma, e através da diferença de potencial nos diversos pontos descobrir o mesmo se mantém constante durante toda a grade.

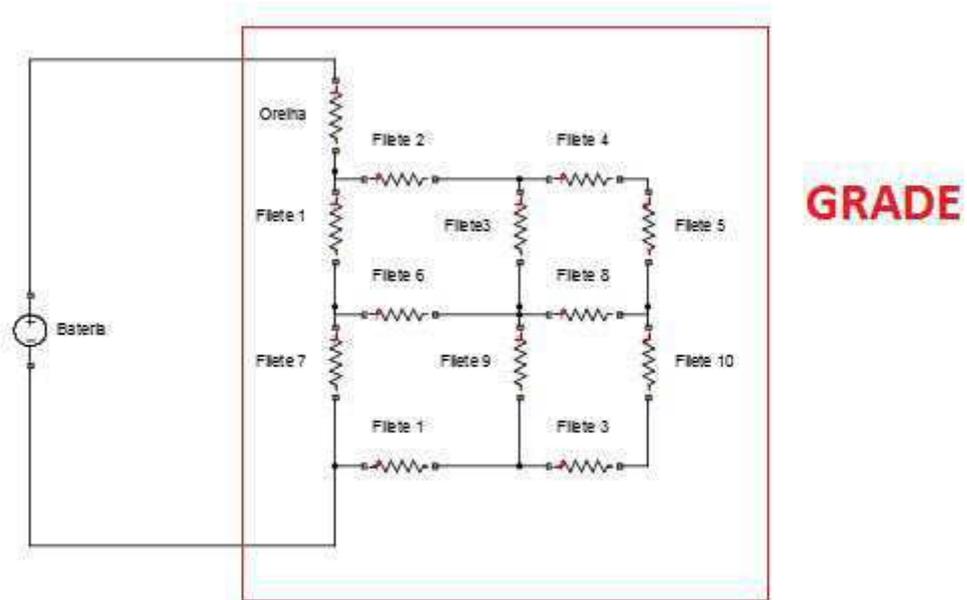


Figura 4.1: Diagrama do teste

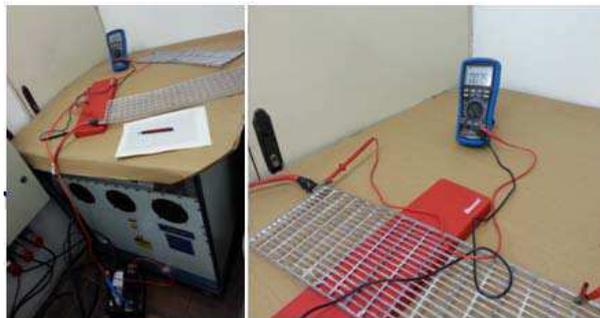


Figura 4.2: Esquema da realização do teste

4.1.3 Resultado

Os resultados foram mostrados na figura a seguir.

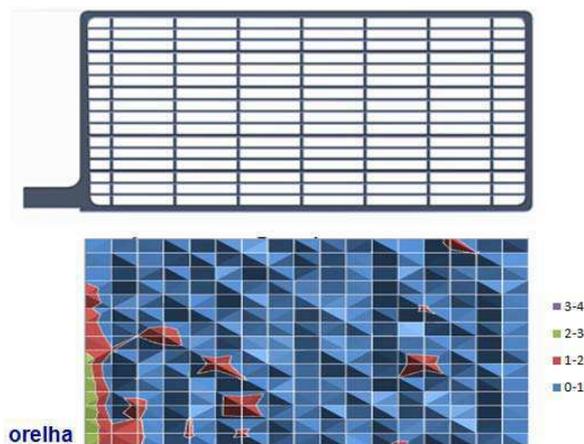


Figura 4.3: Resultado distribuição de tensão

Os números representam a tensão em mV dos diversos filetes presentes na placa, e as cores representam áreas cuja queda de tensão tiveram valores similares.

Como a distribuição de tensão é uniforme e os filetes tem aproximadamente o mesmo comprimento e área transversal, como:

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

Onde R é a resistência, l é o comprimento e A a área transversal.

A corrente também se mantém constante, devido a simetria apresentada pela grade.

4.1.4 Conclusão

Como a corrente se mantém constante, o problema de formação não é decorrente da geometria da grade e sim de algum outro fator.

Entre outras ações a serem tomadas podem-se destacar a alteração do plano de formação (maneira como a corrente é aplicada sobre o elemento durante a formação).

4.2 Estudos de Placas e Grades com Altura 400mm

4.2.1 Justificativa

Os elementos com grade 400 tem sofrido com perda de carga. Esse estudo será realizado para que se descubra se a origem do problema está relacionado com o processo de fabricação da placa.

4.2.2 Desenvolvimento

Peso e Espessura Grades

Para esse teste, 25 grades positivas e negativas foram selecionadas. Seu peso foi medido e sua espessura foi medida em 06 pontos diferentes. Como mostrados na figura a seguir.

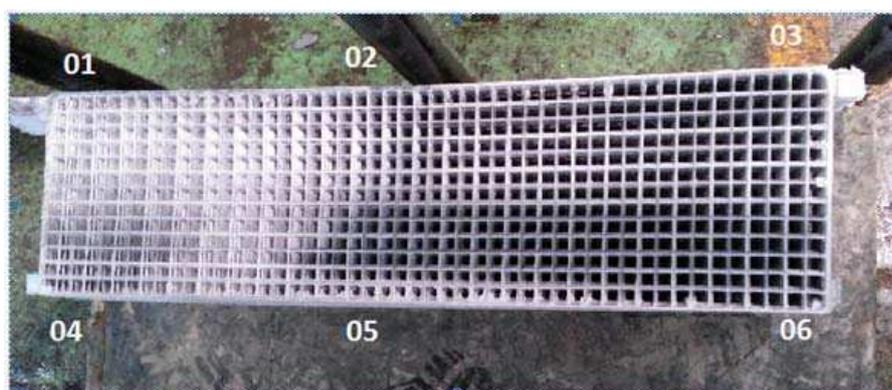


Figura 4.4: Pontos de medição

Os resultados serão mostrados abaixo.

Para a grade positiva:

Tabela 4.1: Dados grade positiva

PLACA	PESAGEM GRADE POSITIVA		ESPESSURA GRADE POSITIVA				
	Peso (g) (com orelha)	Medida 1 (mm)	Medida 2 (mm)	Medida 3 (mm)	Medida 4 (mm)	Medida 5 (mm)	Medida 6 (mm)
1	1060	6,73	6,48	6,63	6,64	6,69	6,61
2	1062	6,82	6,73	6,88	6,63	6,72	6,57
3	1060	6,68	6,52	6,6	6,65	6,74	6,59
4	1058	6,65	6,51	6,65	6,84	6,70	6,70
5	1060	6,71	6,55	6,74	6,71	6,70	6,73
6	1060	6,65	6,54	6,66	6,66	6,64	6,62
7	1066	6,76	6,62	6,7	6,63	6,71	6,63
8	1068	6,59	6,55	6,74	6,68	6,63	6,67
9	1068	6,76	6,70	6,64	6,70	6,65	6,69
10	1068	6,89	6,76	6,84	6,69	6,70	6,62
11	1028	6,44	6,46	6,63	6,64	6,64	6,72
12	1026	6,71	6,75	6,73	6,81	6,74	6,76
13	1030	6,51	6,45	6,52	6,74	6,75	6,82
14	1034	6,56	6,47	6,52	6,65	6,66	6,76
15	1032	6,67	6,48	6,00	6,76	6,87	6,63
16	1028	6,75	6,40	6,41	6,68	6,67	6,65
17	1030	6,73	6,45	6,52	6,71	6,64	6,79
18	1024	6,23	6,30	6,73	6,66	6,62	6,8
19	1030	6,67	6,44	6,55	6,66	6,64	6,78
20	1024	6,54	6,34	6,34	6,72	6,63	6,73
21	1026	6,62	6,40	6,58	6,69	6,66	6,78
22	1012	6,59	6,31	6,52	6,66	6,72	6,80
23	1018	6,45	6,57	6,53	6,65	6,69	6,74
24	1008	6,50	6,35	6,41	6,66	6,66	6,67
25	1016	6,60	6,47	6,44	6,71	6,62	6,71
MÉDIA (sem orelha)	1014,84	6,61	6,50	6,58	6,69	6,68	6,70
6,63							

Como os limites de peso vão de 985g até 1015g e o de espessura de 6,62mm até 6,75mm, pode-se concluir que as amostras apresentam uma média satisfatória, uma vez que se encontram dentro dos limites estipulados pelo projeto.

Para a grade negativa

Tabela 4.2: Dados grade negativa

PLACA	PESAGEM GRADE POSITIVA		ESPESSURA GRADE POSITIVA				
	Peso (g) (com orelha)	Medida 1 (mm)	Medida 2 (mm)	Medida 3 (mm)	Medida 4 (mm)	Medida 5 (mm)	Medida 6 (mm)
1	1060	6,73	6,48	6,63	6,64	6,69	6,61
2	1062	6,82	6,73	6,88	6,63	6,72	6,57
3	1060	6,68	6,52	6,6	6,65	6,74	6,59
4	1058	6,65	6,51	6,65	6,84	6,70	6,70
5	1060	6,71	6,55	6,74	6,71	6,70	6,73
6	1060	6,65	6,54	6,66	6,66	6,64	6,62
7	1066	6,76	6,62	6,7	6,63	6,71	6,63
8	1068	6,59	6,55	6,74	6,68	6,63	6,67
9	1068	6,76	6,70	6,64	6,70	6,65	6,69
10	1068	6,89	6,76	6,84	6,69	6,70	6,62
11	1028	6,44	6,46	6,63	6,64	6,64	6,72
12	1026	6,71	6,75	6,73	6,81	6,74	6,76
13	1030	6,51	6,45	6,52	6,74	6,75	6,82
14	1034	6,56	6,47	6,52	6,85	6,66	6,76
15	1032	6,67	6,48	6,00	6,76	6,87	6,63
16	1028	6,75	6,40	6,41	6,68	6,67	6,65
17	1030	6,73	6,45	6,52	6,71	6,64	6,79
18	1024	6,23	6,30	6,73	6,66	6,62	6,8
19	1030	6,67	6,44	6,55	6,66	6,64	6,78
20	1024	6,54	6,34	6,34	6,72	6,63	6,73
21	1026	6,62	6,40	6,58	6,69	6,66	6,78
22	1012	6,59	6,31	6,52	6,66	6,72	6,80
23	1018	6,45	6,57	6,53	6,65	6,69	6,74
24	1008	6,50	6,35	6,41	6,66	6,66	6,67
25	1016	6,60	6,47	6,44	6,71	6,62	6,71
MÉDIA (sem orelha)	1014,84	6,63	6,50	6,58	6,69	6,68	6,70
				6,63			

Como os limites de peso vão de 560g até 590g e o de espessura de 4,1mm até 4,3mm, pode-se concluir que as amostras apresentam uma média abaixo dos valores de projeto para as duas características estudadas.

Peso e Espessura Placa Seca

Para esse teste, 25 grades positivas e negativas foram selecionadas e os procedimentos adotados para a grade foram utilizados aqui. E os resultados foram.

Para a placa negativa:

Tabela 4.3: Dados placa negativa

PLACA	PESAGEM PLACA SECA NEGATIVA	ESPESSURA PLACA SECA NEGATIVA					
	Peso (g) (sem orelha)	Medida 1 (mm)	Medida 2 (mm)	Medida 3 (mm)	Medida 4 (mm)	Medida 5 (mm)	Medida 6 (mm)
1	1560	4,71	4,35	4,53	4,56	4,81	4,26
2	1525	4,76	4,51	4,78	4,54	4,50	4,38
3	1540	4,66	4,93	4,56	4,66	4,34	4,43
4	1535	4,96	4,57	4,56	4,53	4,32	4,63
5	1540	4,47	4,48	4,6	4,55	4,31	4,93
6	1530	4,53	4,26	4,61	4,54	4,33	4,43
7	1540	4,50	4,34	4,76	4,46	4,28	4,43
8	1535	4,35	4,30	4,6	4,43	4,46	5,02
9	1550	4,45	4,43	4,5	4,70	4,40	4,37
10	1565	4,40	4,38	4,76	4,59	4,32	4,39
11	1570	4,48	4,47	4,62	4,47	4,37	4,38
12	1530	4,58	4,40	4,43	4,60	4,30	4,41
13	1525	4,42	4,60	4,75	4,64	4,36	4,27
14	1520	4,32	4,64	5,05	4,56	4,32	4,49
15	1555	4,57	4,35	4,52	5,02	4,30	4,52
16	1550	4,90	5,01	5,15	4,55	4,68	4,67
17	1530	5,35	4,93	4,9	4,73	4,56	4,36
18	1550	4,60	5,06	4,53	4,68	4,47	4,65
19	1535	4,92	5,01	5,14	4,52	4,52	4,56
20	1535	4,63	4,74	4,98	4,60	4,43	4,6
21	1565	4,60	4,65	4,55	4,58	4,52	4,67
22	1570	4,40	4,58	5,16	4,63	4,48	4,63
23	1560	4,60	4,51	4,92	4,45	4,60	4,54
24	1567	4,52	4,70	4,58	4,62	4,50	4,65
25	1550	4,48	4,62	4,54	4,55	4,52	4,38
MÉDIA (sem orelha)	1545	4,58	4,59	4,72	4,59	4,44	4,53
4,58							

O peso da placa está de acordo com os parâmetros do projeto enquanto que a espessura está 0,18mm acima do máximo indicado no projeto.

Para a placa positiva:

Tabela 4.4: Dados placa positiva

PLACA	PESAGEM GRADE SECA POSITIVA	ESPESSURA GRADE SECA POSITIVA					
	Peso (g) (com orelha)	Medida 1 (mm)	Medida 2 (mm)	Medida 3 (mm)	Medida 4 (mm)	Medida 5 (mm)	Medida 6 (mm)
1	2740	8,20	7,74	8,62	7,21	7,34	7,21
2	2685	7,29	6,93	6,79	7,32	7,40	7,31
3	2670	7,93	7,28	7,66	7,28	8,01	6,87
4	2755	7,02	6,98	7,86	7,32	7,70	7,25
5	2740	6,98	6,82	6,97	7,36	7,12	7,86
6	2640	7,27	6,96	7,13	6,97	7,90	7,03
7	2480	6,80	6,40	6,77	6,86	7,13	7,27
8	2820	10,87	7,70	7,38	7,58	7,62	7,94
9	2805	6,96	7,98	7,57	7,78	7,69	7,08
10	2795	11,62	7,67	7,58	8,07	7,37	7,21
11	2780	7,94	7,75	7,37	7,84	7,36	7,05
12	2815	7,71	7,56	7,88	7,13	7,50	7,21
13	2745	7,46	7,39	7,82	6,83	7,02	7,08
14	2805	7,77	8,24	7,12	7,74	7,75	7,21
15	2810	7,64	7,22	6,72	7,71	7,69	7,47
16	2800	8,15	7,55	7,52	7,42	7,73	7,21
17	2735	6,73	7,22	7,13	7,94	7,36	6,95
18	2800	7,50	6,99	6,91	7,42	7,40	7,02
19	2780	7,78	7,53	7,55	7,43	7,21	7,15
20	2785	7,25	7,27	7,25	7,80	7,13	7
21	2710	6,77	7,95	7,20	7,22	7,46	8,04
22	2700	7,06	6,94	7,03	7,08	8,78	7,13
23	2710	6,75	7,42	7,90	7,18	7,12	7,31
24	2715	7,39	7,29	6,80	7,17	9,17	7,16
25	2743	7,66	7,29	7,38	7,38	6,89	7,03
MÉDIA (sem orelha)	2718	7,70	7,36	7,35	7,40	7,55	7,27
7,44							

O peso da placa está 80g acima da especificação do projeto. De forma semelhante a espessura está 0,54mm acima do máximo indicado no projeto.

Fator de Massa

Utilizando como exemplo um elemento 7HDP para calcular o fator de massa, e usando os dados médios do peso da grade para saber quanto de massa existe na placa, tem se que:

Tabela 4.5: Cálculo Fator de Massa

PRODUTO	
Massa negativa por placa (g)	1012
Massa positiva por placa (g)	1704
Massa negativa em elemento 7HDP (g)	4048
Massa positiva em elemento 7HDP (g)	5112
FATOR DE MASSA	0,8

4.2.3 Conclusão

Pode-se perceber que o molde da grade positiva está fornecendo um produto nos conformes do projeto, enquanto que a negativa não está alcançando os devidos valores nos parâmetros estudados. Após o empastamento e cura das placas nota-se que em geral esses produtos apresentam valores de massa e espessura acima dos valores desejados, isso se dá ao fato de que essas placas foram empastadas nas novas empastadeiras, o que pode justificar a falta de precisão da quantidade de massa utilizada. Vale ressaltar que o peso da grade negativa só atingiu o objetivo, pois a grade já possuía uma massa inferior ao que era desejado.

Apesar de que parte das medidas não atingiu sua meta, ao se fazer o estudo do fator de massa, nota-se que a relação entre massa negativa e positiva foi satisfatório, uma vez que a mesma atingiu o valor de 0,8. Quando essa relação possui pelo menos o valor obtido isso quer dizer que a quantidade de material ativo nas placas é suficiente para que as reações que ocorrem durante a formação permitam que o elemento alcance a carga nominal explicitada pelo fabricante do molde da grade.

4.3 Redução de Custos de Caixotes de Madeira

4.3.1 Justificativa

O gasto que a unidade 08 tem com caixotes de madeira é elevado. No primeiro semestre de 2013 esse custo foi de aproximadamente R\$200.000,00. Esse projeto então mostrará novos modelos de caixas de madeira que possam diminuir consideravelmente o dinheiro investido nesse produto.

4.3.2 Desenvolvimento

Volume do Caixote Antes da Mudança

A atual caixa é formada por 46 peças individuais de madeira, sendo elas distribuídas entre tampa (8 peças) e a caixa em si (38 peças). O volume de cada uma dessas peças foi medido para se calcular o volume total de madeira usado na fabricação desse caixote bem como seu peso.



Figura 4.5: Caixote antes da mudança

$$V_{total} = 69810cm^3$$

$$P_{total} = 37kg$$

Volume do Caixote Após Mudança

A mudança consiste na remoção da tampa e de 12 peças de madeira presentes nas laterais do caixote. O novo volume encontrado e o novo peso foram de:

$$V_{novo} = 44100cm^3$$

$$P_{novo} = 23kg$$



Figura 4.6: Caixote após mudança

4.3.3 Conclusão

Como o fornecedor se baseia no volume de madeira utilizado para fabricar o caixote para cotar seu preço, baseado nos cálculos acima se espera uma redução nos custos de:

$$Reduo = 1 - \frac{44100}{69810} = 36,83\%$$

Utilizando o valor gasto no primeiro semestre como referência. Se os caixotes fossem trocados pelo novo modelo o gasto no segundo semestre ao invés de R\$206.172,85 seria de aproximadamente:

$$Gasto = R\$130.204,00$$

O que promove uma economia de R\$75.932,85 por semestre e R\$151.865,70 por ano. Deve-se levar em consideração o preço que ainda será determinado pelo fornecedor.

4.4 Estudo do Laboratório Químico da UN01

4.4.1 Justificativa

Como o laboratório químico da unidade 08 será instalado em breve, um estudo prévio de um já existente ajudará tanto nas máquinas que devem existir quanto no funcionamento delas.

4.4.2 Equipamentos

Analizador de Partículas

Equipamento utilizado para medir a distribuição do tamanho das partículas. O modelo utilizado é da marca Malvern e diferente daquele que veio da empresa Power, esse não funciona com o auxílio de uma bomba de vácuo. Seu princípio de funcionamento se baseia em misturar o componente a ser analisado em água. Essa mistura entra na máquina e se situa entre duas lentes, em seguida um laser passa nessas lentes e o resultado é obtido.

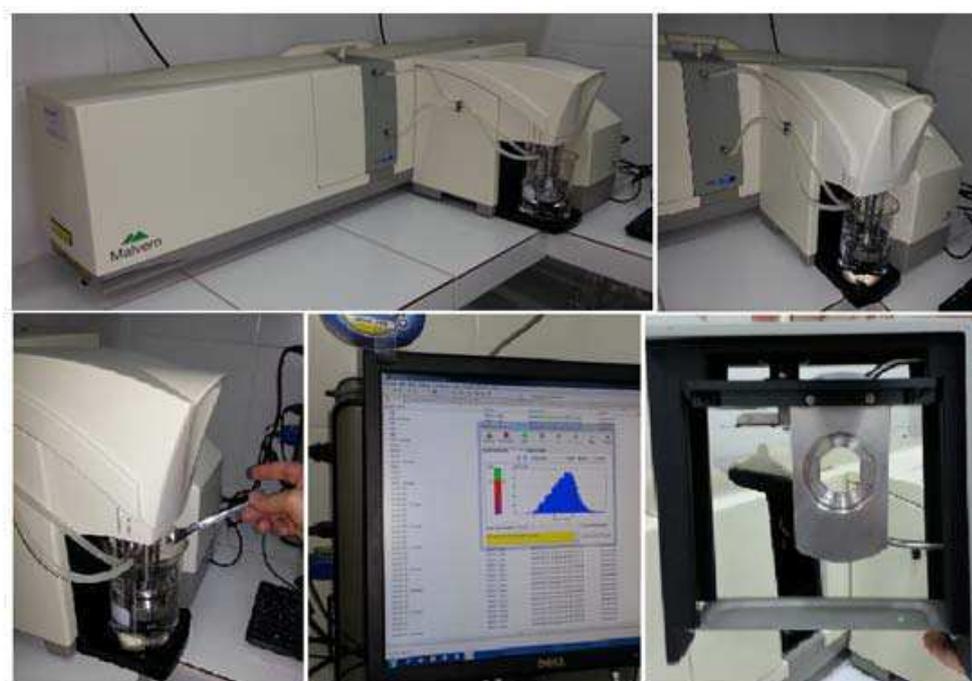


Figura 4.7: Analisador de partículas

Sistema de Filtros

Para fornecer a água que é necessária nos diversos equipamentos utilizados um sistema de filtros foi adquirido. Esse conjunto é do fabricante Millipore, modelo Milli-Q. Além de realizar a filtragem da água, uma análise do líquido é fornecida através de uma interface.



Figura 4.8: Sistema de Filtros

Analizador de Superfície e de Porosidade

Com o objetivo de analisar superfícies como as das grades e das placas e assim obter a sua porosidade, dois equipamentos desse tipo foram adquiridos. Ambos obtêm o mesmo resultado mas a diferença está no material usado para a análise. O primeiro funciona a base de nitrogênio líquido, e segundo os químicos presentes, é de mais fácil manuseio.



Figura 4.9: Analizador de Superfície

O segundo equipamento funciona a base de mercúrio, o que acarreta o risco por este ser um elemento contaminante e com diversos efeitos à saúde humana. Este também possui um manuseio mais complexo do que o anterior.



Figura 4.10: Analisador de Porosidade

Analisador de Impurezas

Equipamento utilizado para analisar componentes do elemento e detectar a presença de elementos. Ele utiliza plasma para realizar a análise o que resulta em uma boa precisão. Uma grande vantagem dessa máquina da HORIBA Scientific é a sua automação. É possível elaborar um programa para que várias análises sejam realizadas sem a necessidade de o usuário fazer algum esforço o que permite que se possa trabalhar em outros projetos durante a realização desses testes.



Figura 4.11: Analisador de Impurezas

Espectômetro

Equipamento utilizado para analisar ligas metálicas e informar os metais e a sua porcentagem que compõem a liga. Diferente do que é utilizado na unidade 04, este é silencioso, possui uma melhor interface para o usuário, os diversos tipos de ligas podem ser pré-programadas no computador para que quando ocorra algum ensaio já se possa comparar com os resultados esperados e todos os ensaios são salvos para referências futuras. O fabricante desse equipamento é a AMETEK.



Figura 4.12: Espectômetro

4.5 Mudança da Liga Usada na Grade Tracionária

4.5.1 Justificativa

Com o objetivo de diminuir o custo da liga, bem como melhorar a fundição das grades tracionárias, foram estudadas novas composições de ligas com menor teor de antimônio para alcançar esses resultados.

4.5.2 Metodologia

Foram observadas todas as ligas produzidas pela metalúrgica presente na UN04 para que assim fosse possível estudar a melhor alternativa.

As ligas produzidas pela Moura estão presentes na tabela a seguir.

Tabela 4.6: Ligas produzidas na metalúrgica

Liga	Sb %	As %	Sn %	Ag %	Cu ppm	Fe ppm	Ni ppm	Bi ppm	Zn ppm	Pb ppm	Ca %	Al %	Se %	Letra	Cor
M	Máx. 0,0010	Máx. 0,0010	Máx. 0,0010	Máx. 0,0035	Máx. 10,00	Máx. 1,00	Máx. 1,0	Máx. 150,00	Máx. 10,0	Máx. 5,00				M	Nenhuma
P	Máx. 0,0010	Máx. 0,0010	1,0 - 1,2	0,014 - 0,016	Máx. 30,00	Máx. 3,00	Máx. 3,00	Máx. 300,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,06 - 0,075	0,015 - 0,025		P	Verde
C	Máx. 0,0010	Máx. 0,0050	0,24 - 0,36	Máx. 0,0100	Máx. 60,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 200,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,15 - 0,16	0,025 - 0,075		C	Marrom
E	3,00 - 3,30	0,10 - 0,20	0,25 - 0,40	Máx. 0,0080	- 500,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 150,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00				E	Roxo
N	Máx. 0,0010	Máx. 0,0050	0,08 - 0,12	Máx. 0,0100	Máx. 60,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 200,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,090 - 0,105	0,008 - 0,010		N	Azul Claro
B	4,30 - 4,70	0,08 - 0,12	0,70 - 1,00	Máx. 0,008	50,00 - 500,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 150,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00				B	Rosa
U	3,0 - 10,0	Máx. 0,0050	0,30 - 1,10	Máx. 0,0100	Máx. 60,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 400,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00				U	Azul Escuro
H	5,0 - 5,5	0,10 - 0,15	0,30 - 0,50	Máx. 0,0200	Máx. 60,00	Máx. 10,00	Máx. 20,00	Máx. 400,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00				H	Preto
A	Máx. 0,0010	Máx. 0,0050	0,20 - 0,40	Máx. 0,0100	Máx. 60,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 200,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,095 - 0,11	0,02 - 0,05		A	Branco
D	Máx. 0,0010	Máx. 0,0010	0,30 - 1,10	0,030 - 0,040	Máx. 30,00	Máx. 3,00	Máx. 3,00	Máx. 300,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,045 - 0,055	0,010 - 0,020		D	Laranja
S	Máx. 0,0010	Máx. 0,0050	1,3 - 1,4	Máx. 0,0100	Máx. 60,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 200,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,045 - 0,055	0,015 - 0,020		S	Creme
V	2,70 - 2,90	0,13 - 0,30	0,40 - 0,60	Máx. 0,0050	200 - 300	Máx. 10,00	Máx. 10,00	Máx. 100,00	Máx. 10,00	Máx. 5,00			0,025 - 0,028	V	Amarelo
R	1,50 - 1,70	0,04 - 0,06	0,30 - 0,40		Máx. 50,00		Máx. 5,00	Máx. 300,00	Máx. 10,00	Máx. 50,00			0,020 - 0,030	R	Azul claro
G	Máx. 0,0010	0,12 - 0,15	1,80 - 2,20		Máx. 50,00		Máx. 10,00	Máx. 300,00		Máx. 50,00			Máx. 0,0020	G	Verde claro
T	Máx. 0,0010	Máx. 0,0010	0,70 - 0,80	0,015 - 0,025	Máx. 30,00	Máx. 3,00	Máx. 3,00	Máx. 300,00	Máx. 10,00	Máx. 10,00	0,045 - 0,055	0,010 - 0,020		T	Azul

A liga usada na grade tracionária era a liga H (5,15% de antimônio). Após a análise das ligas existentes foi decidido realizar um desvio de qualidade durante o período de 1 mês, trocando a liga usada na fundição pela liga B. O motivo desse troca foi o fato de a quantidade de antimônio ser um pouco mais baixa (4,5%), o que faz com que a liga fique menos rígida e perca fluidez o que dificulta a fundição, porém como a quantidade de estanho é maior e esse mineral faz com que o tamanho de partícula diminua, essa fluidez perdida é compensada com um material mais barato.

A diminuição do antimônio afeta o diretamente o consumo de água na bateria.

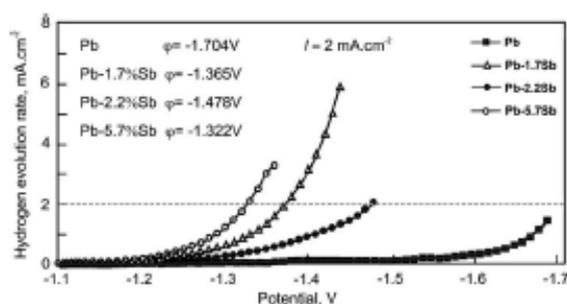


Figura 4.13: Relação entre a evolução do hidrogênio e a concentração de antimônio

A figura 4.13 mostra a dependência entre a evolução do hidrogênio no eletrodo para apenas chumbo e para ligas chumbo-antimônio. O gráfico mostra um efeito muito forte do Sb sobre a evolução do hidrogênio, mais forte do que na evolução do oxigênio.

Durante a corrosão das grades positivas, íons de antimônio são difundidos pela solução e Sb é depositado nas placas negativas. Hidrogênio evolui de maneira mais acelerada, o que resulta em uma perda maior de água pela célula.

4.5.3 Resultados

Foram realizados teste de trinca e de flexibilidade na placa. Ambos são feitos simultaneamente dobrando a placa em volta de um cano e analisando se a grade volta a forma original sem trincar, após isso amassasse a grade e observa-se se ocorre formação de trincas novamente.



Figura 4.14: Testes de trinca e de flexibilidade

Além disso o preço de ambas as ligas foi analisado e uma redução de 4,4% no preço da mesma foi observada.



Figura 4.15: Preço da tonelada da liga

4.6 Mudança da Liga dos Polos Tracionários

4.6.1 Justificativa

As baterias Log HDP estão sofrendo com um problema de quebra de polos quando em campo. Tal fato pode estar relacionado à maior concentração de antimônio nos mesmos. Visando solucionar esses problemas, novos polos com ligas que possuem menos desse elemento químico foram utilizados na fabricação de elementos de teste.

4.6.2 Metodologia

Usando como referência a tabela com os tipos de liga produzidos pela Moura e um estudo sobre a composição das ligas usadas em diversas partes da bateria da empresa Fulguris (principal concorrente da Moura no mercado de baterias industriais) uma nova liga seria escolhida.

Tabela 4.7: Ligas da bateria Fulguris

PARTE DO ELEMENTO	Polo Negativo	Polo Positivo	Grade Negativa	Grade Positiva	Strap Negativo	Strap Positivo
Antimônio (%)	3,67	3,67	5,31	6,42	4,14	4,18
Arsênio (%)	0,002	0,003	0,13	0,16	0,012	0,06
Estanho (%)	0,74	1,06	0,28	0,27	0,7	0,63
Prata (%)	0,003	0,003	0,006	0,002	0,002	0,002
LIGA CORRESPONDENTE	E	E	H	H. Porém o Sb é muito elevado	B	B

Como foi observado o equivalente usada por essa empresa seria a liga E (3,15% de antimônio), esse estudo confirma as suspeitas de usar uma liga com menos desse metal presente na mesma. Portanto diversos polos foram fabricados com essa liga para se realizar o teste de solda e de resistência mecânica.

4.6.3 Resultados

Análise da Solda

A solda foi feita de maneira mais uniforme e possui uma qualidade superior do que a liga B (usada até então nos polos tracionários).

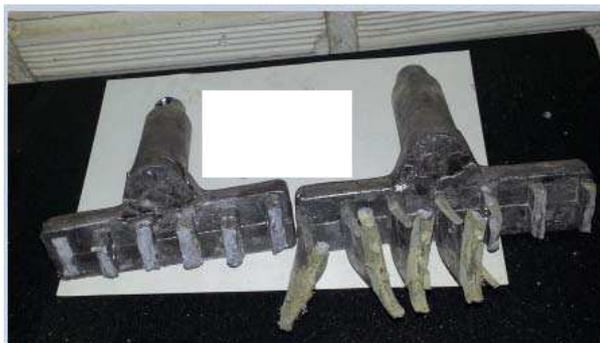


Figura 4.16: Amostra de teste de solda

Teste de Resistência Mecânica

O teste realizado para essa avaliação consistiu em, com o auxílio e uma morsa de bancada, dar sustentação ao polo e em seguida golpeá-lo com uma marreta diversas vezes até que o mesmo se separasse do strap.



Figura 4.17: Amostra de teste de resistência mecânica

Após a quebra desse polo foi constatado que houve uma maior dificuldade para danificá-lo do que os dos polos da liga atual de elementos HDP.

4.6.4 Conclusão

Após a realização do experimento notou-se que os polos de liga E apresentaram um resultado melhor em relação a quebra do que aquele que foi feito com a liga atual. Os mesmos foram mais difíceis de serem partidos e apresentaram uma maior flexibilidade o que indicaria um bom início do estudo com esse polo para resolver o problema encontrado em campo.

Outro fato pertinente é que esse teste mostra que a redução na quantidade de antimônio presente na

liga melhora a resistência a choques mecânicos. Portanto, mesmo que essas ligas não sejam utilizadas, mudar a composição atual para uma com menos antimônio apresentaria resultados satisfatórios.

4.7 Projeto 5s

4.7.1 Definição de 5s

A filosofia dos 5S busca promover, através da consciência e responsabilidade de todos, disciplina, segurança e produtividade no ambiente de trabalho. Cada uma das cinco palavras representa uma etapa do programa de implantação do 5S, que também podem ser chamados os cinco "sentidos":

- SEITON: significa deixar tudo em ordem, ou o "senso de organização". É literalmente arrumar tudo, deixar as coisas em seu devido lugar para que seja possível encontrá-las facilmente sempre que necessário. Assim, evita-se o desperdício de tempo e energia.
- SEIRI: se refere a evitar o que for desnecessário, ou o "senso de utilização". Ao separar aquilo que é realmente necessário ao trabalho daquilo que é supérfluo, ou desnecessário, passando-o para outros que possam fazer uso dele ou simplesmente descartando, conseguimos melhorar a arrumação e dar lugar ao novo.
- SEISO: significa manter limpo, ou o "senso de limpeza". Agora que você já tirou tudo que era desnecessário e deixou tudo em ordem, é preciso manter assim.
- SEIKETSU: zelar pela saúde e higiene, ou "senso de saúde e higiene". Não adianta nada mantermos o local de trabalho limpo se não cuidarmos de nossa higiene pessoal também.
- SHITSUKE: disciplina. Este conceito é um pouco mais abrangente do que o significado ao qual estamos acostumados de seguir as normas. Ele se refere também ao caráter do indivíduo que deve ser honrado, educado e manter bons hábitos.

4.7.2 Projeto

O projeto se resumia a organizar a área externa da engenharia, que seria um depósito de amostras e de materiais para teste, que se encontrava em um estado de total desorganização.

Para alcançar esse objetivo foi necessário a organização de uma equipe que incluía: o estagiário, uma pessoa da equipe de limpeza e um empilhador para remover objetos muito pesados que pertenciam a

departamentos distintos.

O antes e o depois são mostrados nas figuras 4.18 e 4.19, respectivamente.



Figura 4.18: Área da engenharia antes



Figura 4.19: Área da engenharia depois

5 | Conclusão

O estágio curricular realizado na empresa Acumuladores Moura S/A foi de grande valia ao estagiário; através dele foi possível não só levar os conhecimentos adquiridos durante a vida acadêmica como também permitiu o mesmo conhecer e entender a realidade do chão de fábrica de uma empresa, bem como foi possível pôr em prática várias atividades da área de Engenharia de Elétrica, e mostrar a importância deste profissional da área.

Durante o estágio foram desenvolvidas diversas atividades, tanto nas áreas de Engenharia de Produto, Administração de Custos e Engenharia de Projetos, objetivando a melhoria. Estas atividades foram, sem dúvida, de muita valia e que tem a contribuir para o crescimento intelectual e profissional.

Portanto, os objetivos traçados no pré-projeto, bem como os elencados neste trabalho foram alcançados, de forma ainda a proporcionar ao estagiário o desenvolvimento de habilidades no que se refere ao desenvolvimento de trabalho em grupo, resolução de problemas, tomadas de decisão e participação nas propostas de trabalhos futuros.

Trabalhar em equipe e tentar contribuir para as melhorias da empresa foi um passo importante, tornando mais compreensível a necessidade que as organizações tem de planejar, aperfeiçoar processos, reduzir custos manter qualidade entre outros aspectos, para se manter competitiva e estrategicamente no mercado.

Referências Bibliográficas

[1] PAVLOV, Detchko. *Lead-Acid Batteries Science and Technology*. Amsterdã 2011 Elsevier.

[2] DINIZ, Flamarion. *Acumuladores Chumbo-Ácido*. 2ª Edição

[3] Evolução da Moura.

Disponível em: <[www.moura.com.br /pt/evolucao#0.1_](http://www.moura.com.br/pt/evolucao#0.1_)>.

Acesso em: 20 nov. 2013, 15:00.