



Universidade Federal de Campina Grande - UFCG

Centro de Engenharia Elétrica e Informática CEEI

Departamento de Engenharia Elétrica - DEE

Relatório de Estágio Supervisionado

**Grupo Moura S./A.**

por

Guilherme Arthur Brunet Monteiro

Engenheiro Eletricista

Orientador: Prof. Dr. Ing. Benedito G. Aguiar Neto.

**Campina Grande, Fevereiro de 2006.**

## **Grupo Moura S./A.**

Este exemplar corresponde ao Relatório de estagio Supervisionado defendido por **Guilherme Arthur Brunet Monteiro** e aprovado pela comissão julgadora.



---

**Prof. Dr. Ing. Benedito Aguiar.**

Banca examinadora:

Prof. Dr. Ing. Benedito Aguiar.

Prof. D.Sc. José Ewerton P. de Farias

Relatório de estagio Supervisionado apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica, UFCG como requisito para a obtenção do título de **Bacharel em Engenharia Elétrica.**



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB



---

## **Agradecimentos**

Fica registrado os sinceros agradecimentos aos Engenheiros Spartacus Pedrosa, Raimundo Bacelar, Marcus Aurélius, Antonio Júnior, Marcelo Lira, Wayesley Siqueira, George Oliveira, ao desenhista industrial Emmanuel Garcia, o técnico Evandro Oliveira, a secretária Elaine Nascimento, demais colegas que nos auxiliaram nos momentos de aprendizado e ao Grupo Moura S./A.



---

## Lista de Figuras e Tabelas

Figura 1 - Estrutura Institucional do Grupo Moura. . . . .	13
Figura 2 - Distribuição das Unidades do Grupo e da RDM no Brasil. . . . .	15
Figura 3 - Clientes Moura no Brasil. . . . .	16
Figura 4 - Clientes Moura na Argentina. . . . .	16
Figura 5 - Bateria Automotiva Moura com Prata. . . . .	17
Figura 6 - Bateria Automotiva Moura Inteligente. . . . .	18
Figura 7 - Moura Log – Baterias Tracionárias. . . . .	19
Figura 8 - Clientes Moura Log. . . . .	20
Figura 9 - Bateria Estacionária Moura Clean. . . . .	21
Figura 10 - Clientes Moura Clean. . . . .	22
Figura 11 - Moura Boat – baterias náuticas. . . . .	23
Figura 12 - Clientes Moura Boat. . . . .	23
Figura 13 - Ilustração do esquema químico. . . . .	25
Figura 14 - Ilustração do esquema químico de um elemento. . . . .	26
Figura 15 - Ilustração do esquema químico de um elemento. . . . .	27
Figura 16 - Ilustração da associação em série dos elementos. . . . .	28
Figura 17 - Placas Positivas (a) e Negativas (b). . . . .	34
Figura 18 - Separador de Polipropileno. . . . .	35
Figura 19 - Válvulas Retentoras. . . . .	36
Figura 20 - Visão Geral dos Componentes de Uma Bateria. . . . .	37
Figura 21 - Fluxograma Genérico da Produção de um Acumulador. . . . .	38
Figura 22 - Fluxogramas do Processo na UGB-01. . . . .	40
Figura 23 - Fluxograma do Processo de Montagem. . . . .	45



Figura 24 - Fluxograma da UGB-04 – Formação.	.	.	.	46
Figura 26 - Comparação entre Veículos Híbridos.	.	.	.	57
Tabela 1- Estrutura Organizacional do Grupo Moura.	.	.	.	12
Tabela 2 – Participação da Moura no mercado nacional.	.	.	.	16
Tabela 3 - Participação da Moura no mercado argentino.	.	.	.	17
Tabela 4- Técnicas de Melhoria da Qualidade.	.	.	.	54



---

## Índice

Agradecimentos. . . . .	3
Lista de Figuras e Tabelas. . . . .	4
1. Introdução. . . . .	8
2. Acumuladores Moura S.A. . . . .	9
2.1 Histórico. . . . .	9
2.2 Estrutura Organizacional. . . . .	12
2.3 Capacidade produtiva e participação no mercado. . . . .	14
3. Produtos Acumuladores Moura S./A.. . . . .	17
3.1 Moura com Prata - Baterias para partida de veículos automotores. . . . .	17
3.2 Moura Inteligente – Baterias para partida de veículos automotores. . . . .	18
3.3 Moura Log – Baterias Tracionárias. . . . .	19
3.4. Moura Clean – Baterias Estacionárias. . . . .	20
3.5. Moura Boat – Baterias náuticas. . . . .	22
4. Introdução sobre Baterias. . . . .	24
4.1– Principais Componentes de um Acumulador. . . . .	32
4.1.1- Placas Positivas. . . . .	33
4.1.2- Placas Negativas. . . . .	33
4.1.3- Separadores. . . . .	34
4.1.4- Eletrólito. . . . .	35
4.1.5- Terminais de Saída ou Pólos. . . . .	35
4.1.6- Caixa e Tampa. . . . .	35
4.1.7- Válvulas Retentoras. . . . .	36



5 – Principais Etapas na Produção. . . . .	38
5.1 – UGB-01: Produção de Placas. . . . .	40
5.1.1 – Fundição de Grades. . . . .	41
5.1.2 – Moinhos. . . . .	41
5.1.3 – Empastamento. . . . .	42
5.2 – UGB’s02 e 03: Montagem de Baterias. . . . .	44
5.3 – UGB-04: Formação e Acabamento de Baterias. . . . .	45
5.3.1 – Formação de Baterias. . . . .	46
5.3.2 – Acabamento de Baterias. . . . .	49
6. Métodos de Melhoria do Produto. . . . .	50
6.1 Controle Estatístico de Qualidade. . . . .	50
6.2 Manutenção Produtiva Total . . . . .	50
6.3 Grupos de Melhoria Específica. . . . .	52
6.4 Ferramentas e Técnicas para Melhoria da Qualidade. . . . .	53
7. Atividades Realizadas Durante o Estágio. . . . .	55
7.1 – Visão Geral das Atividades . . . . .	55
7.2- Aprimoramento de uma Bateria para um Veículo Elétrico Híbrido. . . . .	55
7.3- Acompanhamento dos Diversos Setores da Produção. . . . .	59
7.4- Atividades Gerenciais. . . . .	59
7.4.1- Reunião sobre Indicadores de Desempenho. . . . .	60
7.4.2- Participação em Reuniões Setoriais. . . . .	61
8. Conclusão. . . . .	62
9. Referências . . . . .	63



## 1. INTRODUÇÃO

Este relatório refere-se ao estágio curricular desenvolvido pelo aluno do curso de graduação em Engenharia Elétrica, da Universidade Federal de Campina Grande, Guilherme Arthur Brunet Monteiro, cujas atividades aqui descritas foram desenvolvidas na empresa Acumuladores Moura S.A., localizada no município de Belo Jardim – PE, a 180Km de Recife.

Sua atuação refere-se a trabalhos desenvolvidos na Engenharia Corporativa da empresa, no setor de Reposição e Exportação, com ênfase no setor de baterias especiais.

O estagiário atuou como *staff* (auxiliar técnico do chefe do setor), em trabalhos ligados à melhoria do produto. O trabalho aqui apresentado contém informações gerais sobre a empresa (história, estrutura e participação no mercado), informações teóricas sobre baterias, informações teóricas sobre baterias estacionárias, fluxo produtivo da bateria e controle estatístico de qualidade bem como a descrição das atividades desenvolvidas pelo estagiário.



## 2. ACUMULADORES MOURA S.A.

### 2.1 Histórico

Há quarenta anos, a idéia de produzir baterias para automóveis na região do Nordeste do Brasil parecia um projeto impossível. No entanto, Edson Mororó Moura, que na época iniciava sua carreira de Químico, junto com sua esposa, insistiram na realização do seu sonho. Em 1957 eles fundaram a primeira fábrica de baterias, então equipada com máquinas rudimentares.

Quatro décadas depois, os resultados falam por si só. Hoje, o Grupo Moura possui 5 fábricas e 45 empresas de distribuição comercial. São aproximadamente 2.000 funcionários e a Moura é líder de vendas na soma dos mercados de montadoras de veículos e de vendas de baterias de reposição. É fornecedora de peça original das principais montadoras do Mercosul, onde podemos citar: Ford, Volkswagen, Fiat, Mercedes-Benz, Renault e Agrale.

No mercado externo, possui expressiva participação na Argentina, Uruguai, Portugal e Porto Rico. Além disso, a Moura mantém parcerias tecnológicas e comerciais com os maiores fabricantes de baterias da Europa e Estados Unidos.

O primeiro nome da empresa foi Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda. As instalações iniciais eram simples, com máquinas rudimentares, feitas de madeira de baraúna e ferro velho. A referência básica inicial para a produção das primeiras placas de baterias, em 1958, foi o livro do Professor *George Wood Vinal, Storage Batteries*.

A partir de 1967, a Moura adotou um intenso programa de transferência de tecnologia junto ao maior fabricante mundial de baterias da época, a inglesa *Chloride*, parceria que durou até 1972.



Em 1979, iniciou-se a formação da Rede de Depósitos Moura (RDM). A RDM é responsável pela distribuição de baterias em nível nacional e internacional, se constituindo na maior do país, na área de baterias automotivas.

No início da década de 80, a Moura adquiriu outro importante parceiro tecnológico: a *Moll Batteries*, considerado pela *Volkswagen AGCO e Audi*, o seu melhor fornecedor de baterias do mundo. Esta parceria foi mantida durante 15 anos. Por conta desta parceria, a Moura pôde começar a fornecer para a *Volkswagen do Brasil* em 1988.

Entre os anos de 1989 a 1994 a Moura teve como parceiro tecnológico a alemã *Hoppecke*. Outro importante parceiro tecnológico é a multinacional *GNB Technologies*, fornecedor da *Ford Inglaterra e Ford EUA* e detentora da patente mundial para a fabricação de baterias com a chamada “Liga Prata”, lançada, com exclusividade no Brasil, pela Moura . Esta parceria foi iniciada em 1996 e terminou no ano de 2000.

Sua mais recente parceira (1998) é a *Exide Corporation*, maior fabricante mundial de baterias e com base na Europa, que está ajudando a Moura a se renovar tecnologicamente e preparar suas fábricas para as exigências de fornecimento da *Audi Alemã*.

Em 1992, a Moura, com o objetivo de atender plenamente às necessidades do consumidor final e de se tornar a empresa mais competitiva do setor, através da plena participação dos seus funcionários, implantou o Programa de Qualidade Total (PQT). Como consequência da adoção do PQT, em 1994, ela obteve a Certificação ISO 9001 e a vem mantendo até os dias atuais. Em 1999, obteve o certificado QS 9000, que é constituído pelas normas das séries ISO 9000 acrescidas de exigências da indústria automotiva americana (*Ford, Chrysler e GM*).



Em dezembro de 2000, o *American Bureau of Shipping Quality Evaluations (ABS)* revalidou a certificação para Acumuladores Moura S.A., que garante a qualidade total desde o projeto até a assistência técnica.

Em 2005, o Grupo Moura conseguiu que suas unidades fabris fossem certificadas com o ISO 14001, que é um certificado internacional que garante a empresa, o status de empresa ecologicamente correta.

Outros programas importantes que são desenvolvidos atualmente no Grupo Moura são o **5S**, que é um Programa de qualidade, baseado na reeducação dos hábitos, através de 5 sentidos (utilização, ordenação, limpeza, saúde, autodisciplina) que objetiva melhorar o ambiente de trabalho, o Gerenciamento Pelas Diretrizes que consiste no desdobramento das metas da diretoria (diretrizes) nos diversos níveis hierárquicos da empresa, atingindo até o nível operacional o Gerenciamento da Rotina, que Busca uma melhoria da rotina diária e aumento de produtividade, através da padronização da rotina diária, utilizando procedimentos operacionais, itens de controle, tratamento de anomalias, etc., a TPM (*Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total) que se baseia na eliminação de perdas do processo e aumento da integração homem máquina, visando aumento de produtividade, através dos oito pilares (manutenção autônoma, manutenção planejada, educação e treinamento, melhoria específica, controle inicial, manutenção da qualidade, TPM nos escritórios e Segurança, Higiene e Meio ambiente). Este programa foi adotado inicialmente para as áreas fabris da empresa e o CCQ (Círculo do Controle da Qualidade) que é um programa que visa à criação de círculos de qualidade formados por voluntários do setor para atuarem na solução de problemas diversos, adotado para as áreas administrativas.[10]



## 2.2 Estrutura Organizacional

Os cerca de 2000 empregados do Grupo Moura estão locados nas 09 unidades que o compõe. A estrutura organizacional é mostrada na Tabela 1 e na Figura 1.

UNIDADE	PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO
01 – Acumuladores Moura	Baterias cruas para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição, estacionária e exportação, além das montadoras brasileiras .	Belo Jardim – PE
02 – Unidade Administrativa	Centro administrativo	Jaboatão – PE
04 – Indústria de plásticos	Caixa e tampa para baterias	Belo Jardim - PE
05 – Metalúrgica Bitury	Reciclagem de bateria e ligas de chumbo.	Belo Jardim – PE
06 – Formação e Acabamento	Baterias para o mercado de reposição, estacionária e exportação, além das montadoras brasileiras .	Itapetininga – SP
MBI- Moura Baterias Industriais	Baterias industriais e tracionárias	Belo Jardim- PE
BASA – Depósito Argentina	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Buenos Aires- Argentina

Tabela 1- Estrutura Organizacional do Grupo Moura.

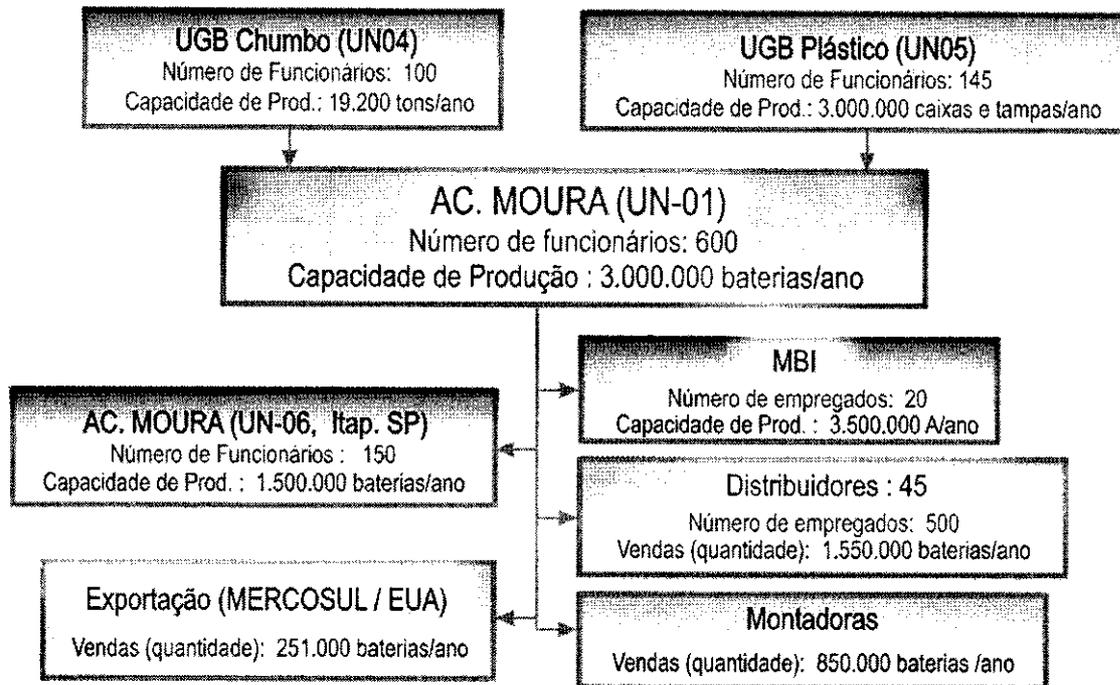


Figura 1- Estrutura Institucional do Grupo Moura.

A Unidade 01 (Matriz – UN-01), onde o estágio foi desenvolvido, tem cerca de 600 funcionários que trabalham em três turnos na produção de baterias e em horário comercial nas áreas de Apoio Industrial. A UN-01 produz todas as baterias que levam a marca Moura. Baterias para o mercado de reposição nacional e internacional; para *Fiat, Renault, Volkswagen, Ford, Ford Argentina, New Holland, Iveco e Clark* são montadas, formadas e acabadas nesta unidade; além das baterias estacionárias para sistemas de comunicações, sistemas de energia eólica e solar, subestações de energia, hospitais, UPS (Equipamentos de Alimentação Ininterrupta) entre outras diversas aplicações. Essas baterias começaram a serem comercializadas a partir de 2000.

Esta unidade básica é dividida em duas partes: área fabril e áreas de apoio administrativo.



A área fabril é subdividida nas seguintes Unidades Gerenciais Básicas - UGBs: UGB 01 – Fundição e Empastamento; UGB 02 e 03 – Montagem das baterias; UGB 04 – Formação e Acabamento de baterias.

A área de apoio engloba setores como: Engenharia, setor o qual foi realizado o estágio, e toda a parte administrativa e financeira da unidade assim como seus laboratórios físico e químico.

### 2.3 Capacidade produtiva e participação no mercado

Atualmente, a Moura produz um volume de 300.000 baterias/mês e tem uma capacidade instalada suficiente para atingir 320.000 baterias/mês. Emprega em torno de 2000 pessoas, sendo líder do mercado nacional de reposição de baterias, e lidera o mesmo segmento de mercado para montadoras (*Original Equipment*).

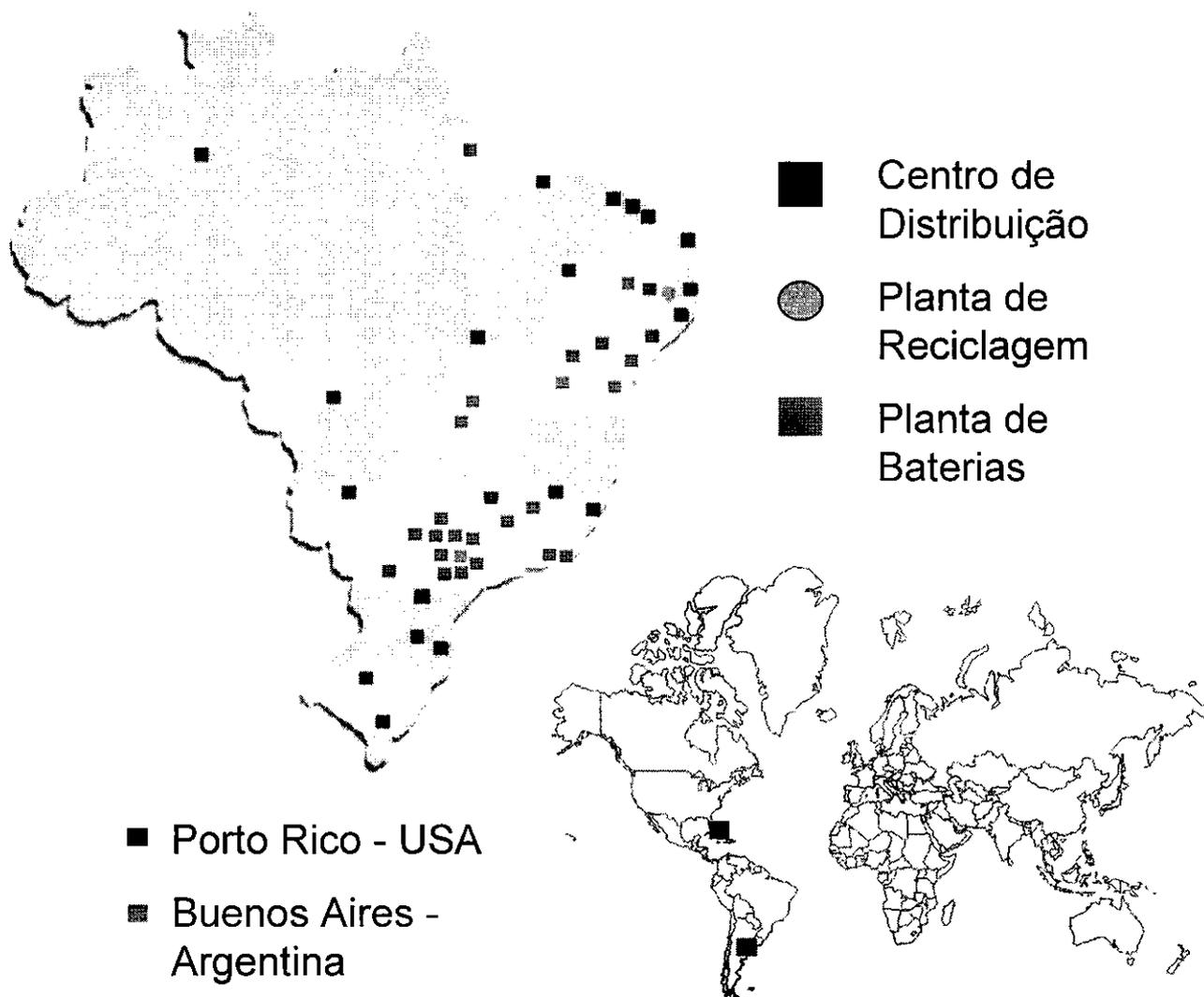


Figura 2- Distribuição das Unidades do Grupo e da RDM no Brasil.

Participação da Moura nos Mercados de Montadoras e Reposição.

Montadoras: 54% Moura

Reposição: 45% Moura



Brasil:

<u>INÍCIO</u>	<u>MONTADORA</u>	<u>MOURA</u>
1980	FIAT	60%
1988	VOLKSWAGEN	80%
1990	FORD	100%
1998	INTERNATIONAL	100%
1999	RENAULT	50%
2000	IVECO	100%
2002	NISSAN	100%

Tabela 2 – Participação da Moura no mercado nacional



Figura 3 – Clientes Moura no Brasil

Argentina:

<u>INÍCIO</u>	<u>MONTADORA</u>	<u>MOURA</u>
1996	FORD	100%
1980	FIAT	60%
1999	RENAULT	50%
2001	IVECO	100%
2002	VOLKSWAGEN	60%

Tabela 3 - Participação da Moura no mercado argentino



Figura 4 – Clientes Moura na Argentina



### 3. Produtos Acumuladores Moura S./A.

A **Acumuladores Moura S./A.** produz baterias para partida de veículo automotores; baterias estacionárias para uso em sistemas de telecomunicações, no-breaks e sistemas de energia solar e eólica; baterias tracionárias para uso em veículos elétricos e demandas industriais; e baterias náuticas, para uso em lanchas, iates e embarcações de grande porte.

#### 3.1 Moura com Prata - Baterias para partida de veículos automotores.

A bateria automotiva é o principal produto do Grupo Moura. A tecnologia de utilização da Prata nas baterias proporciona uma maior vida útil ao acumulador. A bateria automotiva Moura é fornecida para Volkswagen, Fiat, Ford e Renault, além de ser exportada para Inglaterra, Bélgica, Holanda, Espanha, Grécia, EUA, Argentina, Uruguai, Porto Rico, entre outros.

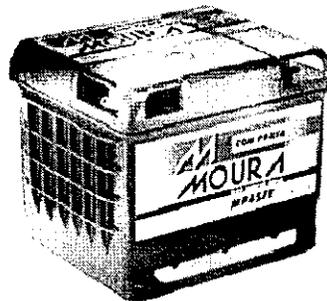


Figura 5 - Bateria Automotiva Moura com Prata.



### 3.2 Moura Inteligente – Baterias para partida de veículos automotores

A Bateria Inteligente tem uma vida útil superior em até 50% à das baterias automotivas convencionais. Produzida com novos agentes de natureza química, elétrica e mecânica (Agentes QEM), o produto oferece um comportamento especial em relação aos mais rigorosos contextos externos. Nas situações em que as baterias automotivas comuns sofrem um intenso desgaste, a Bateria Inteligente oferece repostas corretivas.

O resultado é uma maior capacidade de enfrentar os principais vilões das baterias: a elevação da temperatura no compartimento do motor (típica dos veículos modernos), as descargas acentuadas e prolongadas, as dilatações resultantes dos ciclos de carga e descarga, e finalmente as vibrações que são transmitidas do veículo para a bateria. Assim, é principalmente nas situações críticas de operação que a Bateria Inteligente se distingue das baterias automotivas comuns.

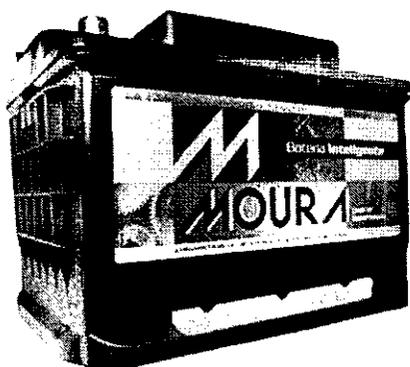


Figura 6 - Bateria Automotiva Moura Inteligente.

### 3.3 Moura Log – Baterias Tracionárias

A linha de baterias tracionárias Moura LOG, elementos individuais, oferece elevado desempenho nas mais severas condições de uso, especialmente as resultantes das operações em pisos irregulares e em altas temperaturas. Essa performance é assegurada pela utilização das mais modernas técnicas no desenvolvimento de seus componentes e nos processos de fabricação.

As baterias monobloco da linha Moura LOG oferecem alto desempenho e durabilidade em aplicações tracionárias, mesmo sob as mais severas condições de utilização. Essa nova família de baterias é o resultado da extensa experiência e pioneirismo da Moura em desenvolvimento e tropicalização de tecnologia de baterias.

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.

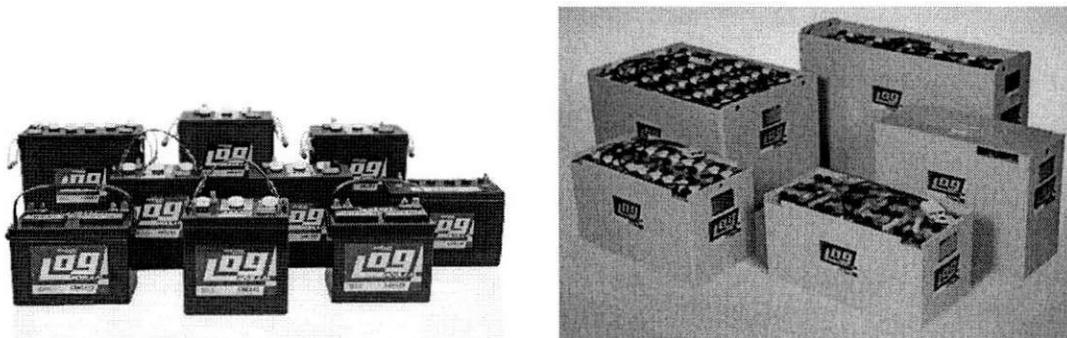


Figura 7 - Moura Log – Baterias Tracionárias



Clientes Moura Log:



Figura 8 – Clientes Moura Log

### 3.4. Moura Clean – Baterias Estacionárias

As baterias estacionárias da linha Moura Clean utilizam uma tecnologia completamente nova. Trazem uma solução definitiva para os problemas associados à utilização de baterias reguladas a válvula (VRLA) em altas temperaturas, como também para os decorrentes da instalação de baterias ventiladas no mesmo ambiente de 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.

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 e sinalização, e hospitais. No regime de ciclos constantes a bateria é submetida a um grande número de 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.[2]



Figura 9 - Bateria Estacionária Moura Clean.

Sendo fornecedor das principais empresas de telecomunicações e energia solar do Brasil, tais como:



Figura 10 – Clientes Moura Clean

### 3.5. Moura Boat – Baterias náuticas

As baterias da linha Moura Boat oferecem alto desempenho e durabilidade em aplicações náuticas, proporcionando total segurança. Esta nova linha de baterias é o resultado do constante investimento em pesquisa, associado à experiência e ao pioneirismo da Moura em desenvolvimento e tropicalização de tecnologia de baterias.

Em uma embarcação, as baterias podem ter duas funções distintas: partida e serviço. A primeira é utilizada para dar a partida no motor da embarcação, e é projetada para fornecer uma alta corrente durante um curto intervalo de tempo; trata-se do mesmo tipo de bateria utilizado para partir o motor de um automóvel. Já a bateria de serviço é utilizada para alimentar os

equipamentos e utilidades elétricas da embarcação, tais como iluminação, rádio, GPS, radar, microondas, refrigerados, bombas e outros itens de consumo, normalmente por intermédio de um inversor. A linha Moura Boat é pioneira em baterias náuticas no Brasil.[10]

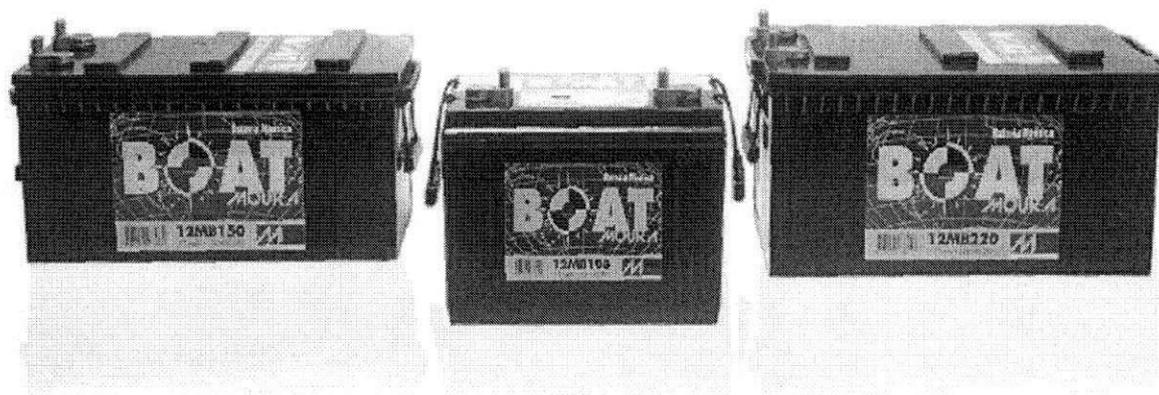


Figura 11 - Moura Boat – baterias náuticas

Clientes Moura Boat:

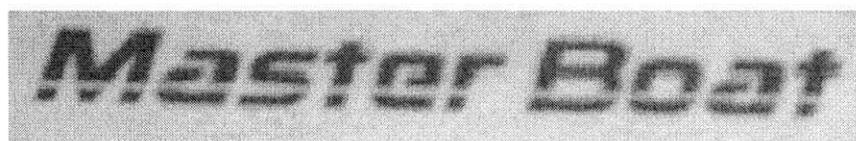


Figura 12 – Clientes Moura Boat



#### 4. Introdução sobre Baterias

A conversão de energia química em energia elétrica (conversão eletroquímica), como a que ocorre em acumuladores, por exemplo, é um dos processos mais eficientes de conversão de energia, sendo muito mais eficiente que a conversão de energia química em energia mecânica (conversão termoquímica), por exemplo pela combustão de gasolina ou álcool em um motor. Do ponto de vista termodinâmico essa eficiência se deve ao fato de que a conversão eletroquímica não está limitada pelo teorema de Carnot que diz que a eficiência da conversão é relacionada com a diferença de temperatura entre fontes frias e quentes.

A armazenagem de energia em um acumulador é possível por causa da diferente tendência que diferentes substâncias têm de dar ou de receber elétrons. Elétrons são as partículas que transportam eletricidade. A quantidade de elétrons que se pode fazer passar por um circuito é o que chamamos de capacidade. No entanto, do ponto de vista prático, a capacidade tem definições bastante específicas que serão vistas posteriormente.

Como exemplo citaremos o funcionamento de um acumulador de chumbo-ácido.

O bióxido de chumbo ( $\text{PbO}_2$ ), é uma substância que possui uma grande tendência de receber elétrons, enquanto que o chumbo metálico ( $\text{Pb}$ ), tem uma grande tendência de doar elétrons. Assim, se colocarmos em contato chumbo metálico com bióxido de chumbo, e estabelecermos condições para que elétrons possam caminhar de um para outro, a transferência de elétrons do chumbo para o bióxido de chumbo se dará com extrema facilidade. Para se estabelecer estas condições é importante saber exatamente o que está ocorrendo com o material ativo (isto é, chumbo e bióxido de chumbo), após a

transferência dos elétrons. Em quais substâncias químicas o chumbo e o bióxido de chumbo irão se transformar após a transferência de elétrons, irá depender do meio em que eles se encontram. No acumulador de chumbo-ácido, esse meio é uma solução de ácido sulfúrico. Nesse caso, o chumbo metálico ao perder seus elétrons e o bióxido de chumbo ao receber esses elétrons, ambos, se transformam em sulfato de chumbo ( $\text{PbSO}_4$ ). Os íons sulfato ( $\text{SO}_4^{=}$ ) necessários a essa transformação, são provenientes do ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ).

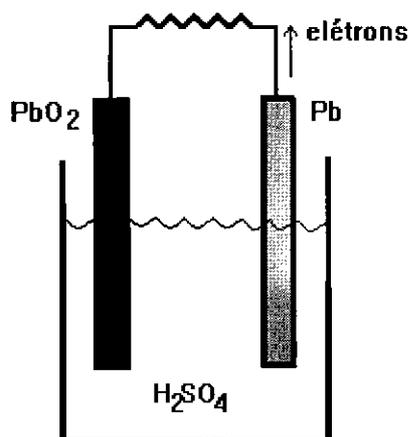
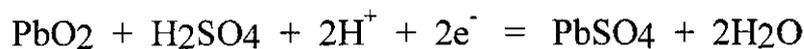
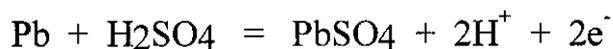


Figura 13 – Ilustração do esquema químico



Para que um acumulador seja útil, é importante fazer com que os elétrons transferidos no processo descrito acima, passem por um circuito



elétrico externo e realizem um trabalho, por exemplo, girando um motor elétrico, acendendo uma lâmpada, etc. Como fazer com que os elétrons sejam transferidos eficiente e controladamente é o segredo do funcionamento de um bom acumulador.

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

Os elétrons, por serem partículas de carga negativa, são atraídos por regiões de potencial elétrico positivo e repelidos por regiões de potencial elétrico negativo. Assim, dizemos que num acumulador como o descrito acima, o chumbo é o polo negativo e o bióxido de chumbo é o polo positivo do acumulador. Como esse material normalmente é utilizado na forma de placas (grades de chumbo revestidas por material ativo), falamos de placa positiva (placa de bióxido de chumbo) e placa negativa (placa de chumbo).

A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva separadas por um separador poroso e imersa em uma solução de ácido sulfúrico.

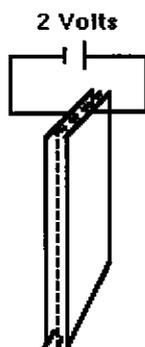


Figura 14 – Ilustração do esquema químico de um elemento



Esta unidade constitui o que chamamos de célula. Quando o acumulador está carregado, as placas positiva e negativa são constituídas essencialmente de bióxido de chumbo e chumbo, respectivamente. Durante a descarga, as placas sofrem reações e ambas são convertidas a sulfato de chumbo. Paralelamente, a solução de ácido sulfúrico diminui em concentração (a densidade da solução abaixa). Um sistema como este, apresenta uma diferença de potencial entre as placas de cerca de 2 volts. Essa voltagem é uma função principalmente da densidade da solução de ácido sulfúrico absorvida na placas.

A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é uma função da quantidade de material ativo presente. Se dobrarmos o tamanho das placas, teoricamente dobraremos a quantidade de carga disponível. Ao invés de aumentarmos o tamanho das placas, poderemos ligar uma outra placa positiva à placa positiva original e uma outra placa negativa à placa negativa original (esse tipo de ligação é chamada de ligação em paralelo). Desse modo obtém-se o que denominamos de elemento.

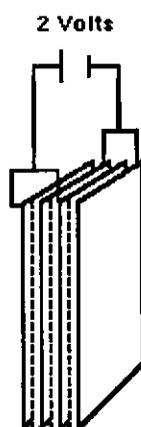


Figura 15 – Ilustração do esquema químico de um elemento

Se desejarmos aumentar a diferença de potencial do acumulador, deveremos ligar dois ou mais elementos como o descrito acima, de modo que as placas positivas se liguem às placas negativas (esta ligação é chamada de ligação em série). Elementos ligados em série devem estar em compartimentos separados. Isto é, a solução de um elemento não deve entrar em contato com a de outro elemento. Se isto ocorresse, os elementos se descarregariam, pois existiria um circuito elétrico fechado através da solução. Com a ligação em série, pode-se aumentar a voltagem de 2 em 2 volts.

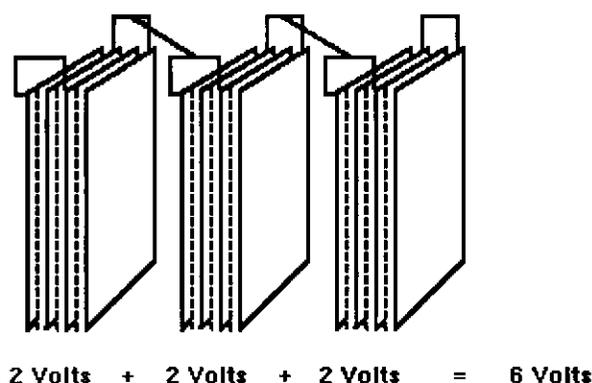


Figura 16 – Ilustração da associação em série dos elementos

Podemos observar, portanto, que existe uma relação dimensional das placas com as propriedades elétricas do acumulador. Estas relações podem ser ainda mais detalhadas se considerarmos as condições em que o acumulador irá operar. Se o acumulador sofre uma descarga lenta, à medida que o ácido sulfúrico absorvido pelas placas é consumido, mais ácido que está presente na região entre as placas poderá se difundir para o interior das placas e garantir a continuidade da descarga. Para tal, a porosidade dessas placas é importante. Nesse tipo de processo a espessura das placas não é um fator tão importante



quanto é no caso de descarga rápida (a altas correntes). Neste caso, o consumo de ácido nas placas é maior que a velocidade de difusão do ácido. Assim, é importante que as placas sejam finas para que a difusão seja facilitada, isto é, para que a maior parte do material ativo esteja na superfície, e não no interior das placas.

Para que uma bateria possua uma capacidade adequada à quantidade de material ativo nas placas, é importante que haja quantidade suficiente de ácido para a reação de descarga. Essa quantidade é uma função do espaço ocupado pelas placas e separadores.

Durante o processo de recarga, além das reações de conversão do sulfato de chumbo em chumbo metálico na placa negativa e bióxido de chumbo na placa positiva, ocorrem sempre outras reações paralelas indesejáveis. Na placa positiva pode ocorrer uma oxidação da grade metálica, ou seja, uma corrosão das grades positivas. Este processo é acelerado em condições de alta temperatura e de voltagem excessiva utilizada na recarga. Como veremos posteriormente, as ligas utilizadas nas grades e o contato entre massa e grade são fatores importantes na proteção contra corrosão. Ainda na placa positiva, pode ocorrer um consumo de oxigênio proveniente da água presente na solução. Na placa negativa pode ocorrer um consumo de íons de hidrogênio. O consumo de hidrogênio e de oxigênio corresponde exatamente ao consumo de moléculas de água. O consumo de água depende em grande parte da presença de contaminantes e composição das ligas de chumbo utilizadas nas grades, e serão mencionados posteriormente.

Como já foi mencionado, do ponto de vista prático, um acumulador de chumbo-ácido é essencialmente constituído por placas de material ativo (bióxido de chumbo e chumbo) suportadas em grades de chumbo. A função principal das grades de chumbo é de suporte mecânico e contato elétrico. Na



descarga, os elétrons saem da placa de chumbo (placa negativa) pela grade e chegam à placa de bióxido de chumbo (placa positiva), também pela grade. As grades são ligadas, de um modo específico, entre si, por peças de chumbo que devem também dar sustentação mecânica ao conjunto e permitir a boa condução de eletricidade. As placas são imersas em uma solução de ácido sulfúrico. Entre as placas positivas e negativas existe um separador para impedir o contato direto entre elas. No entanto o separador deve ser poroso para permitir a condução de cargas elétricas de uma placa a outra, através da solução. Todo esse conjunto é colocado em uma caixa que deve ser robusta o suficiente para comportar o sistema em condições de uso e evitar qualquer vazamento de solução. A caixa deve possuir terminais para contato elétrico com os circuitos externos. Em geral a caixa possui uma tampa que é selada na parte superior da mesma, tampa esta que pode ou não possuir orifícios para a manutenção do acumulador (adição de água ou solução de ácido sulfúrico), mas que obrigatoriamente permitirá a saída de gases eventualmente gerados pela bateria.[1]

Desse modo, podemos resumir como componentes de um acumulador de chumbo:

- Placas: material ativo (chumbo e bióxido de chumbo) e grades
- Separadores
- Pequenas peças de chumbo
- Caixa/Tampa
- Solução de ácido sulfúrico

Antes de falarmos nesses itens em particular, iremos comentar sobre as características desejáveis para uma acumulador de chumbo-ácido.



## CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS

As características desejáveis para um acumulador dependem muito da aplicação a que ele se destina.

A função principal de um acumulador em um automóvel é a de fornecer a alta corrente elétrica por um curto período de tempo (vários segundos ou mesmo alguns minutos) necessária para que o motor de partida possa girar o motor de combustão do veículo e dar início ao funcionamento do mesmo. Além dessa função, no entanto, o acumulador fornece eletricidade para que diversos dispositivos elétricos funcionem, mesmo com o motor desligado, como por exemplo, lâmpadas, aparelhos de som, alarmes, relógios, microprocessadores, etc.

O acumulador de um automóvel deve ser capaz de operar em condições diversas de temperatura (baixas temperaturas para a partida em dias frios e altas temperaturas durante um congestionamento de trânsito em dias quentes). Deve poder operar também sem necessidade de manutenção contínua, e idealmente deve dispensar qualquer manutenção.

Um veículo está frequentemente sujeito a vibrações as mais diversas. Portanto, o acumulador deve ser capaz de suportar estas vibrações. Por outro lado, um acumulador não deve ser uma fonte de risco para o automóvel ou seus ocupantes.

Por questões comerciais, é importante que um acumulador de chumbo mantenha-se em estado de carga por alguns meses, para que não haja necessidade de recarga frequente durante a armazenagem em depósitos.

Existem especificações que descrevem todas as características desejáveis. Assim falamos de alta descarga a frio e a quente (descarga a correntes elevadas por curto período de tempo), capacidade (quantidade de



eletricidade armazenada quando medida sob condições de descarga lenta e prolongada), vida cíclica (é o tempo de vida que um acumulador possui em função do número de ciclos de carga e descarga a que o mesmo é submetido), etc.

Em resumo, um acumulador de chumbo para aplicação automotiva deve possuir as seguintes características:

- Ser capaz de fornecer correntes elétricas elevadas por vários segundos, repetidas vezes.
- Possuir carga armazenada suficiente para manter em funcionamento aparelhos elétricos de baixo consumo por vários dias e manter o veículo operando por várias horas, em caso de pane do gerador.
- Poder sofrer diversos ciclos de carga e descarga.
- Sofrer baixa taxa de descarga durante armazenagem.
- Poder ser recarregado rapidamente após descarga exagerada.
- Requerer baixa ou nenhuma manutenção.
- Poder operar em diversas temperaturas.
- Não deve constituir fonte potencial de risco.
- Poder resistir a fortes vibrações mecânicas.

#### 4.1– Principais Componentes de um Acumulador

A seguir, descreveremos os principais componentes de um acumulador.



#### **4.1.1- Placas Positivas**

É um conjunto constituído pela grade e materiais ativos positivos, do qual a corrente passa ao circuito externo quando o acumulador está em descarga. Este material ( $\text{PbO}_2$ ) tem uma cor laranja. A grade é uma estrutura de uma liga de chumbo e selênio ou prata, que oferece suporte mecânico, condutibilidade e resistência à corrosão. O material ativo positivo em estado de plena carga é o bióxido de chumbo.

As placas positivas podem ser tubulares, empastadas ou envelopadas.

##### *a) Placas Positivas Tubulares:*

São placas constituídas pela grade injetada com várias espigas. O material positivo é acomodado ao redor das espigas sendo protegidas com tubetes individuais ou bolsas de tubetes.

O enchimento do material ativo (zarcão ou óxido de chumbo) é feito através de vibração e a seco.

##### *b) Placas Empastadas:*

São placas constituídas pela grade fundida em ligas de chumbo-selênio ou chumbo-prata, projetadas de tal maneira que facilita o depósito de massa ativa (massa úmida, misturada com óxido de chumbo, água, ácido sulfúrico, etc.).

##### *c) Placas Envelopadas:*

São geralmente as placas empastadas envolvidas de lã de vidro e filme plástico perfurada, para evitar a perda de material ativo.

#### **4.1.2- Placas Negativas**

É um conjunto constituído pela grade e material ativo negativo. Este material no estado de plena carga é de chumbo metálico esponjoso ( $\text{Pb}$ ), e devido aos aditivos incorporados, têm elevada coesão e

porosidade. Para diferenciar a placa negativa, da positiva, é adicionado negro de fumo o que dá uma coloração quase escura a placa. A grade de liga-cálcio, serve como condutor e suporte da massa ativa negativa.

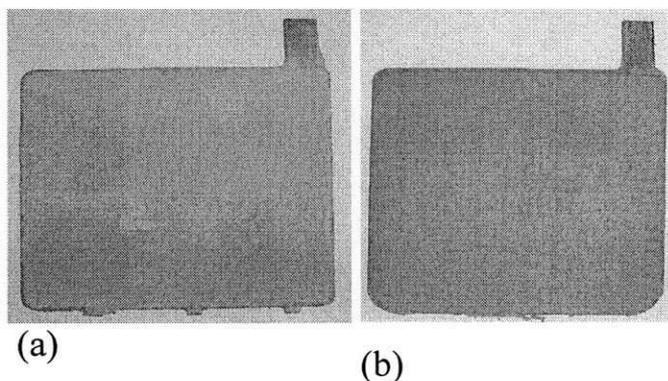


Figura 17- Placas Positivas (a) e Negativas (b).

#### 4.1.3- Separadores

São materiais isolantes, geralmente porosos ou microporosos, que separam as placas de polaridades opostas. Esta porosidade é necessária para que se permita a condução de cargas elétricas de uma placa a outra, através da solução. Os separadores têm faces lisas de um lado e nervuras no outro. A face lisa é usada junto a placa negativa pressionando o material ativo desta (empastada) para evitar-se a perda do material ativo.

A face com nervuras é utilizada junto à positiva, para permitir uma melhor difusão do eletrólito junto a massa positiva e evitando-se assim, a oxidação do separador.

Possui como características principais, elevada resistência química e baixa resistência elétrica.

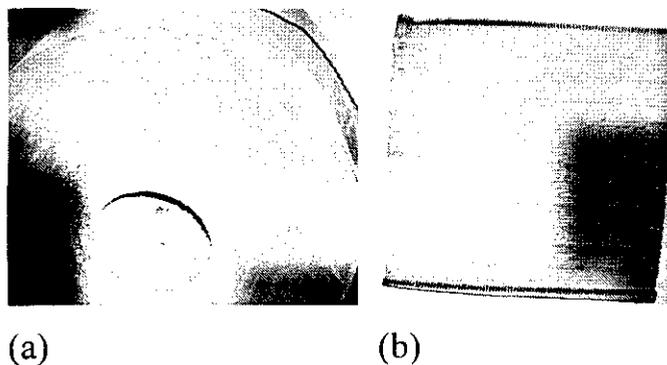


Figura 18- Separador de Polipropileno.

#### **4.1.4- Eletrólito**

É uma solução aquosa de ácido sulfúrico diluído em água destilada ou deionizada, com pureza exigida para acumuladores chumbo-ácidos e densidade variável em função de sua aplicação à temperatura de 25°C.

#### **4.1.5- Terminais de Saída ou Pólos**

Os pólos são feitos de liga especial de chumbo antimônio ou cálcio. Possui como características principais, elevada resistência mecânica e boa condutividade elétrica.

#### **4.1.6- Caixa e Tampa**

Podem ser de plástico (Polipropileno ou Polietileno) ou de ebonite, sendo o primeiro mais utilizado. A caixa deve ser robusta o suficiente para comportar o sistema em condições de uso e evitar qualquer vazamento de solução. A caixa deve possuir terminais para contato elétrico com os circuitos externos. Em geral a caixa possui uma tampa que é selada na parte superior da mesma, tampa esta que pode ou não possuir orifícios para a manutenção do acumulador (adição de água ou solução de ácido sulfúrico), mas que obrigatoriamente permitirá a saída de gases eventualmente gerados pela

bateria.

#### 4.1.7- Válvulas Retentoras

As válvulas retentoras são fabricadas em material plástico, em geral com encaixe do tipo baioneta e constituídas de uma série de chicanas que retêm as partículas de ácido arrastadas pelos vapores que se formam durante o ciclo de funcionamento, cujas características de construção variam conforme o fabricante.

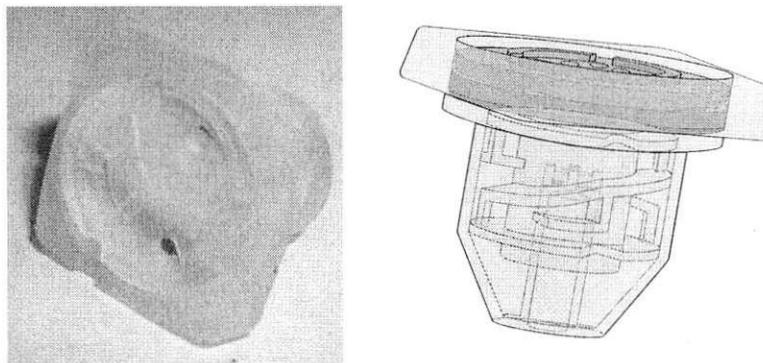


Figura 19- Válvulas Retentoras.

Em resumo os componentes de um acumulador de chumbo podem ser vistos na Figura 20.

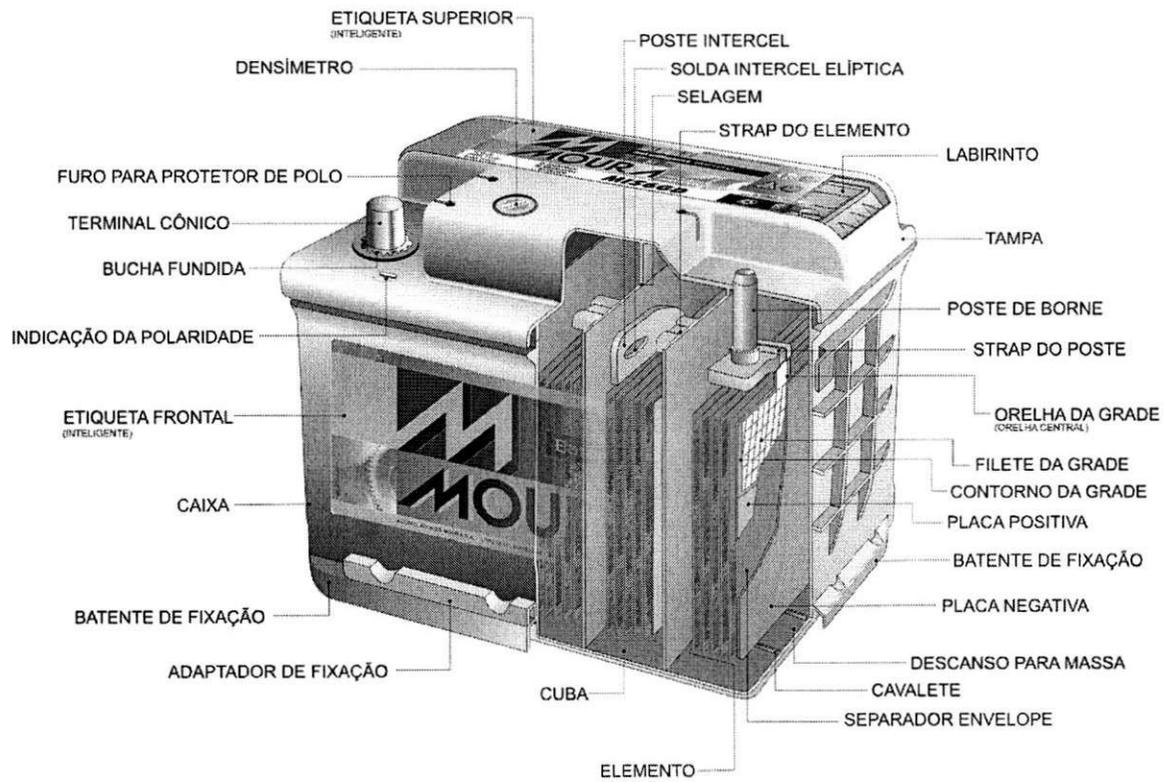


Figura 20- Visão Geral dos Componentes de Uma Bateria.

## 5 – Principais Etapas na Produção

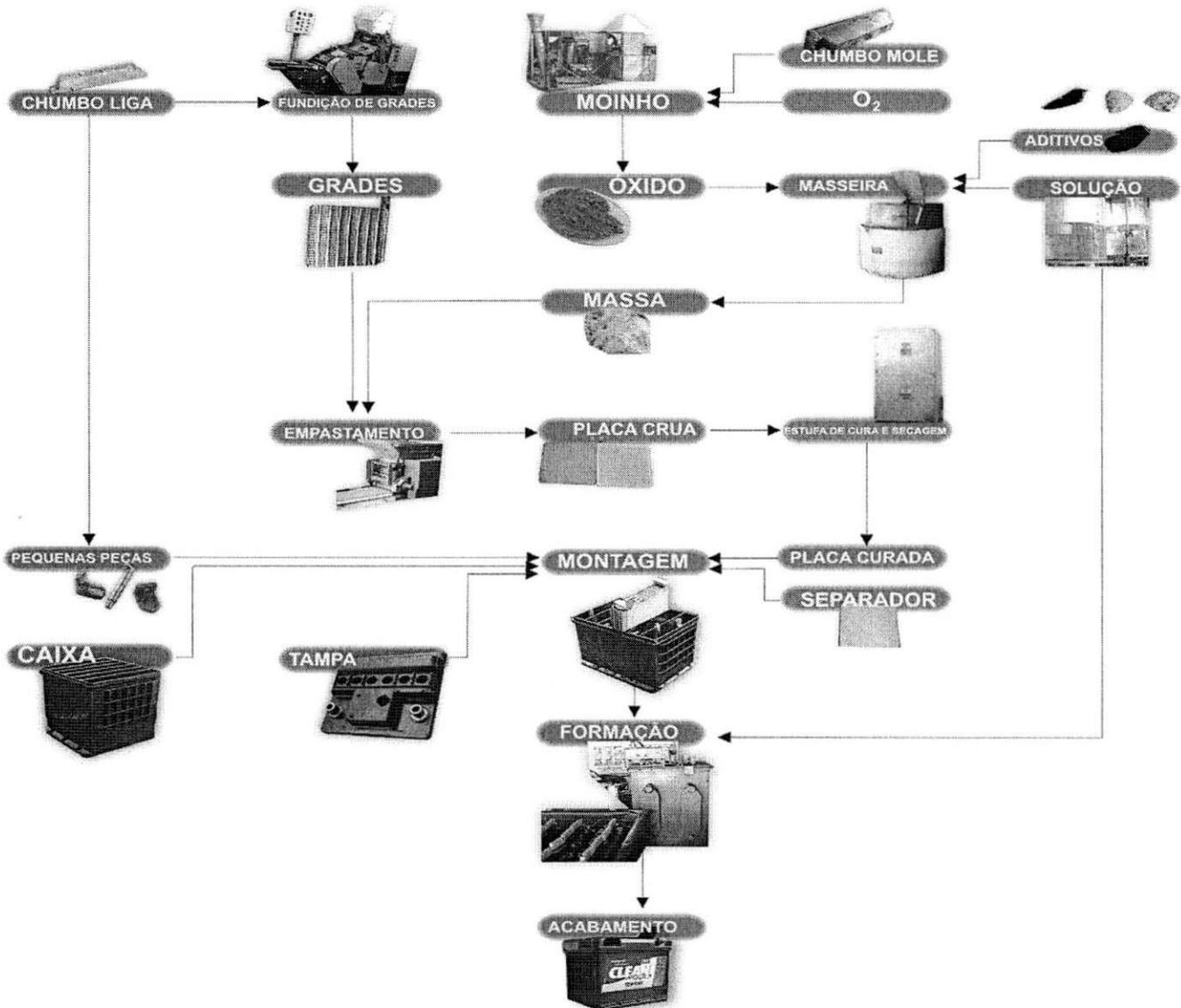


Figura 21- Fluxograma Genérico da Produção de um Acumulador.

De acordo a Figura 21, existem dois pontos iniciais na produção do



acumulador. Um com o chumbo mole e outro com o chumbo liga. Resumidamente, a partir do chumbo mole é feito o óxido de chumbo no moinho. O óxido é utilizado na masseira para se produzir a massa. Paralelamente, a partir do chumbo liga são produzidas as grades. A massa é empastada na grade para se produzir as placas. As placas então são levadas para estufas onde ocorrem os processos de cura e de secagem. Posteriormente as placas são agrupadas na montagem com a ajuda das pequenas peças, que foram produzidas a partir de um chumbo liga de composição diferente do chumbo liga utilizado na fundição de grades. Os grupos de placas (denominados de elementos) são colocados nas caixas que por sua vez são seladas e levadas à formação. Finalmente é feita uma inspeção final e colocadas as etiquetas nas caixas, no acabamento. A bateria está pronta.

A partir desse ponto, dividiremos o processo de fabricação de baterias, utilizado no Grupo Moura. Esse processo, se desenvolve nas quatro UGB's existentes na UN-01. A descrição do processo detalhado, segue a divisão por unidades, existente na fábrica.[1]

## 5.1 – UGB-01: Produção de Placas

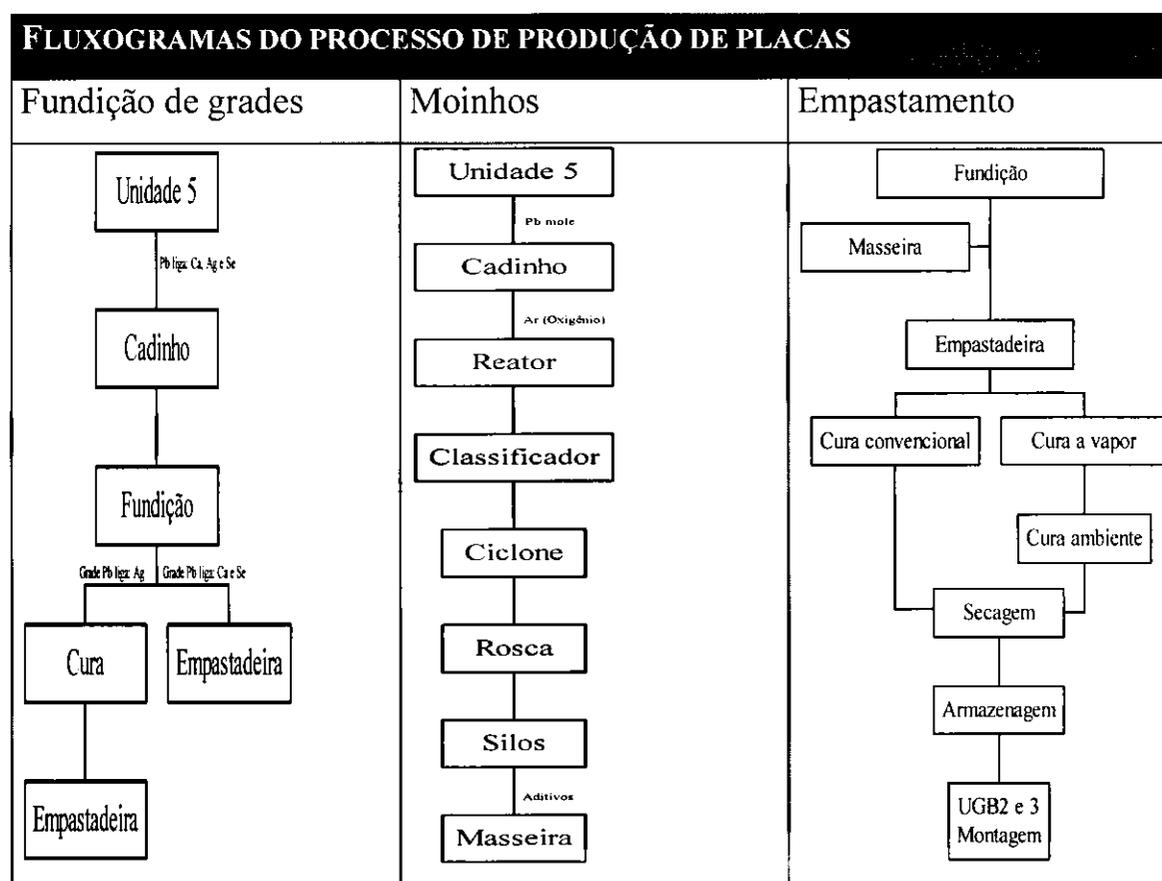


Figura 22- Fluxogramas do Processo na UGB-01.

Na UGB-01–Placas, são produzidas as grades, as massas e as placas, que serão enviadas para as UGB’s 02 e 03, a partir dos lingotes de chumbo provenientes da UN-05. O processo (Figura 24) pode ser dividido em 3 etapas:

- Fundição de grades;
- Moinhos;
- Empastamento.



### **5.1.1 – Fundição de Grades**

Nesta etapa são preparadas as grades positivas e negativas que posteriormente receberão a massa para formar as placas.

Os três tipos de liga de chumbo (cálcio, selênio e prata), após pré-aquecimento, são fundidas entre 480 e 510<sup>0</sup>C, em cadinhos de dimensões 60x60x60 cm e 2000 Kg de capacidade. Estão em funcionamento, atualmente, 11 cadinhos, sendo: 5 destinados a liga cálcio (grade negativa), 5 a liga prata (grade positiva) e 1 a liga selênio (grade positiva). A liga liquefeita escorre para o molde, na fundidora, que se encontra entre 120 e 215<sup>0</sup>C, onde são moldadas as grades. Os lay-out's e as velocidades de produção variam de acordo com o tipo de grade produzido. Ainda na fundidora, as rebarbas são cortadas e o operador faz o controle visual da qualidade. As grades fora de especificação são retornadas ao cadinho para nova fundição.

As grades aprovadas de liga cálcio e selênio são enviadas para o empastamento, enquanto as de liga prata passarão por um processo de cura a vapor durante 3 horas, com temperatura entre 91 e 96 °C, antes de serem enviadas para o empastamento. A produção diária, é de 30.000 grades. A Tabela 8 apresenta os tipos de ligas com seus respectivos modelos e a velocidade de produção.

Na fundição o principal resíduo é a borra gerada nos cadinhos (aproximadamente 35 ton/mês), onde periodicamente o excesso é retirado pelo operador e uma amostra é enviada para o Laboratório Químico, onde são feitas análises para determinar os elementos presentes e se estes são contaminantes ou são perdas.

### **5.1.2 – Moinhos**

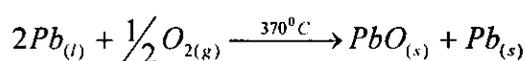
Nos moinhos, é produzida a mistura óxido de chumbo/chumbo livre que



será enviada às masseiras, onde são preparadas as massas positiva e negativa.

Os lingotes de chumbo mole (Aproximadamente 99% de pureza) são fundidos em cadinhos a 500<sup>0</sup>C. O chumbo líquido escorre para o reator, onde é injetado ar e agitado vigorosamente. As condições de reação são: 370<sup>0</sup>C, 40 mm c.a. de pressão de sucção e, no máximo, 3 mm de folga das navalhas.

A principal reação ocorrendo nesta etapa é:



O óxido de chumbo é succionado e enviado para o classificador que faz a separação das partículas de acordo com a granulometria. As partículas menores conseguem vencer as barreiras, atingindo o topo do classificador, enquanto as maiores caem, retornando assim ao reator. A etapa seguinte é o ciclone e o filtro de manga, onde as partículas são separadas novamente de acordo com seu tamanho. As partículas de dimensões apropriadas caem numa rosca transportadora, que recolhe o pó dos 5 moinhos, e as envia para a maturação.

### 5.1.3 – Empastamento

O empastamento é sub-dividido em: masseira e empastadeira. Na masseira o óxido de chumbo maturado recebe os aditivos para formar as massas positivas [SP (Super Pesado) e SAD (Super Alto Desempenho)] e a negativa [SD (Super Desempenho)], enquanto na empastadeira estas massas são impregnadas nas grades, para em seguida serem curadas e secas.

Atualmente, estão em operação 3 masseiras. Uma produzindo massa positiva, outra massa negativa e a terceira produz variavelmente, dependendo



da necessidade de produção. Nas masseiras, o óxido de chumbo é agitado com aditivos em proporções específicas para cada tipo de massa. Os principais aditivos são:

- Fibra: Utilizada para encorpar a massa;
- Sulfato de bário: Adicionado a massa negativa, funciona como agente nucleante, forma núcleos na massa que facilitam a etapa de formação;
- Negro de fumo: Adicionado à massa negativa, é um pigmento que atua como diferenciador visual das placas;
- Solução de ácido sulfúrico 1,400g/l: Aumenta a plasticidade da massa através da formação de sulfatos básicos.

As massas são preparadas em temperatura inicial máxima de 65<sup>0</sup>C, permanecendo sob agitação até a temperatura atingir um máximo de 40<sup>0</sup>C. Em seguida, as massas preparadas nas masseiras 2 e 3 caem diretamente nas empastadeiras, enquanto a da masseira 1 é transportada para a empastadeira 1, que fica localizada em um local distante desta masseira.

Nas empastadeiras, as grades recebem a massa, formando assim as placas. Sofrem secagem a 70<sup>0</sup>C e um lixamento, para em seguida serem enviadas às estufas de cura. Atualmente estão em utilização dois processos de cura, a cura convencional (utilizado para placas negativas) que utiliza ar seco aquecido e a cura a vapor (placas positivas) que utiliza vapor saturado durante um tempo que varia de 40min a 1h. Após a cura a vapor é necessário proceder a uma cura ambiente, onde as placas ficam em cavaletes a temperatura ambiente durante 30h. O processo de cura visa promover o agregamento das partículas dos metais que compõem a liga, garantindo maior estabilidade à placa.

Por fim, as placas são enviadas para a estufa de secagem, para retirar a



umidade restante, para em seguida, serem armazenadas, onde serão posteriormente utilizadas nas UGBs 02 e 03, na montagem das baterias.

## 5.2 – UGB's02 e 03: Montagem de Baterias

Nesta unidade são montadas as baterias cruas, em 6 linhas de montagem, que serão enviadas para as unidades de formação em Belo Jardim/PE e em Itapetininga/SP.

O processo (Figura 25) funciona com lay-out em linha, onde a primeira etapa consiste no corte e lixamento das orelhas das placas, garantindo assim uma superfície limpa e padronizada, retirando, possíveis oxidações e rebarbas. A seguir, o operador separa manualmente os painéis enviando as placas positivas para envelopador, montando assim o elemento. A etapa seguinte ocorre na máquina de solda TBS, onde nos elementos montados, são soldados os *straps* e os postes e colocados nas caixas, já perfuradas. O próximo operador faz a solda entre células (solda *intercel*) e o teste de curto e solda. A caixa da bateria é selada à tampa e seus bornes são levantados. A vedação é testada e a bateria montada é enviada para formação.

O sistema de operação atual tem produzido em média: 10.000 baterias/dia, que servirão para as plantas de Belo Jardim e Itapetininga.

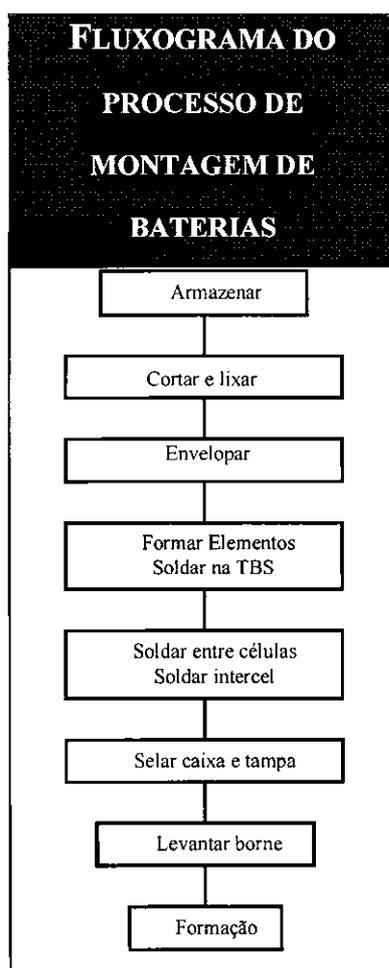


Figura 23- Fluxograma do Processo de Montagem.

### 5.3 – UGB-04: Formação e Acabamento de Baterias

A UGB-04 é dividida em Formação e Acabamento (Figura 26). Na Formação, as baterias recebem a solução de ácido sulfúrico e o ciclo de carga elétrica, necessários ao seu carregamento, enquanto no Acabamento, as baterias já formadas, são niveladas, lavadas, lacradas e recebem todas as identificações necessárias, estando as baterias prontas para expedição.

Dividiremos em duas seções, para que seja explicado cada processo.

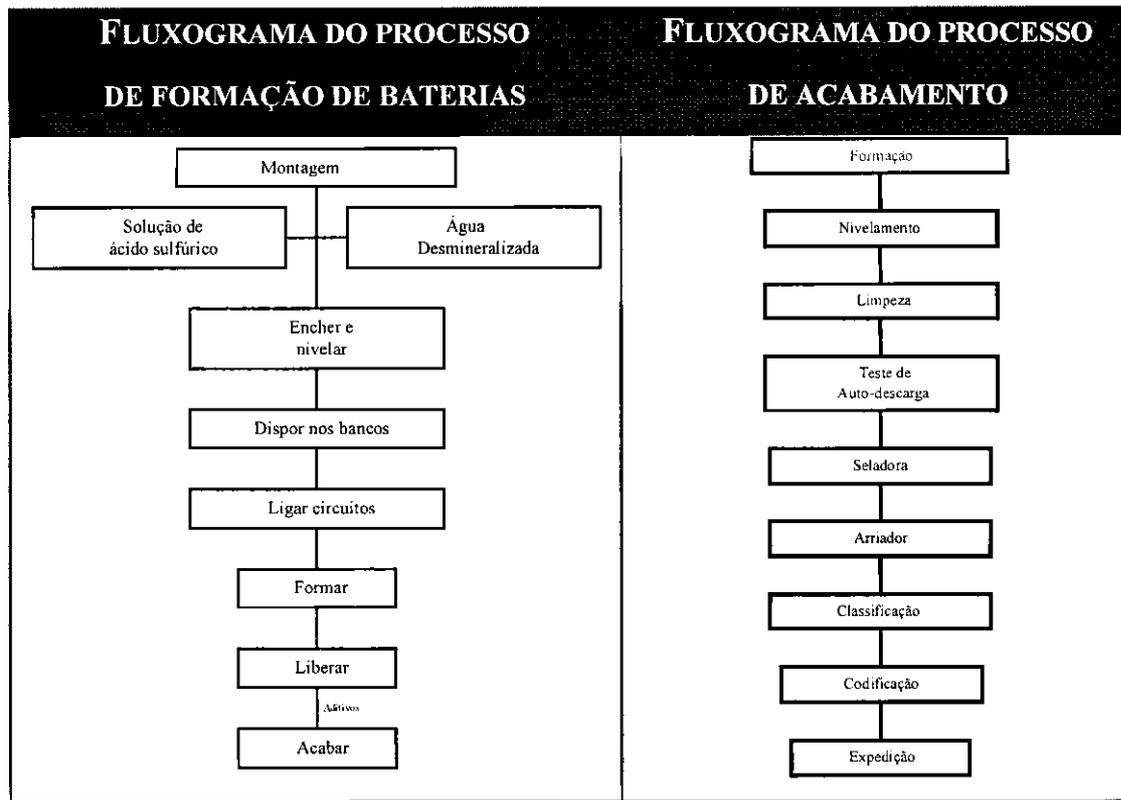


Figura 24- Fluxograma da UGB-04 – Formação.

### 5.3.1 – Formação de Baterias

O procedimento padrão para a formação é o seguinte: as baterias cruas provenientes da montagem recebem a solução de ácido sulfúrico na densidade especificada para o tipo de bateria. Depois de feito o nivelamento da solução, são arranjadas nos bancos de formação ao ar ou em banho. Os processos de formação são diferenciados pelo método de resfriamento utilizado. Na formação ao ar, o resfriamento é feito “ao vento”, neste caso o processo de formação é mais demorado, durando em torno de 40 h. Neste tipo de formação, os circuitos montados possuem no máximo 6 baterias e os retificadores utilizados são todos a óleo. Na formação em banho as baterias



são formadas mergulhadas parcialmente em água, o que permite um tempo de formação inferior (17h), comparando ao tipo de formação ao ar. Os circuitos podem incluir 16 a 18 baterias e são utilizados diferentes tipos de retificadores.

A Formação é subdividida em 4 seções, com a seguinte estrutura:

- Seção 1 – 12 bancos de formação ao ar, onde todos os retificadores utilizados são a óleo;
- Seção 2 – 9 bancos, sendo 8 para formação ao ar e 1 para formação em banho. Os retificadores usados para formação ao ar são a óleo e o para formação em banho é pulsante;
- Seção 3 – 10 bancos, todos para formação em banho, 1 retificador pulsante, 3 retificadores a óleo e 6 retificadores eletrônicos;
- Seção 4 – 10 bancos, todos para formação em banho, 3 retificadores a óleo e 7 eletrônicos.

Os planos de formação consistem na aplicação de carga elétrica à bateria com corrente e tempo determinado. Esses planos variam de acordo com o tipo de formação e o grupo a que pertence a bateria. O principal parâmetro de controle para os planos é a temperatura da bateria ao longo do processo.

Atualmente estão em operação 41 bancos, sendo 20 para formação ao ar, onde podem ser montados até 48 circuitos por banco (resultando numa capacidade de 288 baterias pequenas ou 72 grandes por banco) e 21 para formação em banho, permitindo a montagem de 13 a 48 circuitos dependendo do tipo de retificador utilizado (capacidade individual para 234 baterias pequenas ou 208 baterias médias).

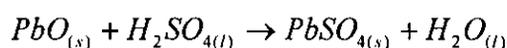
Estão operando na UGB-04 – Formação, três tipos diferentes de



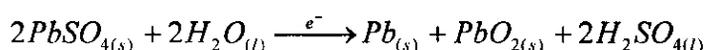
retificadores, que são listados a seguir:

- Retificador a óleo: Mais antigo e menos eficiente, possui capacidade para 48 circuitos. Sua principal desvantagem é não permitir controle individual dos circuitos e apresentar queda de carga ao longo do plano de formação. Existem: 26 em operação;
- Retificador eletrônico: Mais moderno, possui 13 circuitos e permite controle individualizado dos circuitos, existem 13 instalados;
- Retificador pulsante: Top de linha do processo de formação, possui 28 circuitos e permite um controle mais intenso do processo, devido ao monitoramento automatizado. Possui sondas ligadas às baterias que controlam a temperatura, parando o fornecimento de carga quando a temperatura supera o valor estabelecido na programação.

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



Esta primeira reação é espontânea e ocorre a partir do enchimento da bateria.



Esta reação 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 envelope separador, permitindo o contato entre as placas e provocando assim pequenos curtos, que reduzem a vida útil da bateria.



A formação de Pb livre na placa negativa ocorre de forma mais rápida que a formação de PbO<sub>2</sub> 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.

A produção diária média da Formação é 5.000 baterias, entretanto este valor varia de acordo com as metas mensais.

Quando o plano de formação se completa, a bateria tem a temperatura e densidade da solução medidas, para em seguida ser liberada para o estoque e conseqüentemente, para o acabamento.

### **5.3.2 – Acabamento de Baterias**

No Acabamento existem duas linhas em funcionamento onde, as baterias recebem os detalhes finais para que possam ser enviadas para o mercado.

Em uma primeira etapa, antes de entrar na linha, são medidas a densidade e a temperatura, antes de entrarem na linha de acabamento. Se estiverem com estes parâmetros dentro das especificações, as baterias têm o seu nível de eletrólito nivelado. Em seguida a bateria é lavada e secada.

Passam pelo teste de auto-descarga (TAD), onde são simuladas as condições de partida. Se aprovada, a bateria é selada e segue para codificação e classificação, onde recebe os rótulos, número de série, certificado de garantia e embalagem plástica, de onde é enviada para expedição, onde é vistoriada pelo Controle de Qualidade, encerrando assim, o processo de fabricação. O Acabamento tem produzido, em média, 5.000 baterias/dia.



## 6. Métodos de Melhoria do Produto

A seguir indicaremos alguns métodos de melhoria de produto utilizado pela empresa.

### 6.1 Controle Estatístico de Qualidade

O Controle Estatístico de Qualidade é um método de monitoramento, controle e melhoria de processos mediante análise estatística. É feito com a finalidade de identificar e eliminar as causas especiais de variação e outras condições operacionais anormais, colocando o processo sob controle estatístico. Seus quatro passos básicos incluem a medição do processo, a eliminação das suas variações para torná-lo consistente, o seu monitoramento e a melhoria do desempenho em relação aos seus padrões.

Os benefícios:

- Aumenta a consistência do produto;
- Melhora a qualidade do produto;
- Aumenta a produção;
- Reduz desperdícios como sucata, retrabalho e paradas na linha de produção.

Em todos os setores da produção, são aplicadas algumas destas ferramentas listadas a seguir. Através destas, é possível avaliar qual a decisão a ser tomada para a resolução de um problema.

### 6.2 Manutenção Produtiva Total

O Conceito de **TPM** (*Total Productive Maintenance*), ou Manutenção



Produtiva Total teve origem nos Estados Unidos e foi introduzido no Japão. É um sistema baseado na capacitação do homem, dando aos colaboradores a habilidade de monitorar seu equipamento através dos 5 sentidos e realizar pequenas intervenções, eliminar as perdas buscando a máxima eficiência do sistema de produção, assim como, capacitar o homem de manutenção em analisar as causas das quebras, melhorar projetos e garantir a qualidade dos equipamentos (JIPM & IMC Internacional, 2002).

O objetivo do TPM é a eliminação de perdas do processo (conseguindo o acidente zero, o defeito zero, a quebra zero, etc.) e aumento da integração homem-máquina, visando aumento de produtividade, através dos oito pilares: melhoria específica; manutenção autônoma; manutenção planejada; educação e treinamento; controle inicial; manutenção da qualidade; TPM nos escritórios e Segurança, Higiene e Meio ambiente.

- **Melhoria Específica:** Responsável por identificar, contabilizar e eliminar todas as grandes perdas da empresa, fornecer metodologia para a eliminação das perdas, formar grupos de melhorias e acompanhar o trabalho destes, e contabilizar as melhorias implantadas.
- **Manutenção Autônoma:** Responsável por reaproximar o operador do equipamento, possibilitando uma maior integração do homem com a máquina, a fim de restaurar as condições básicas e normais de operação, através de rotinas de inspeção e limpeza do equipamento, detectar inconveniências e fazer reparos.
- **Manutenção Planejada:** Responsável por elaborar planos de manutenção preventiva para os equipamentos e técnicas de diagnóstico de falhas e quebras. Junto com a Manutenção Autônoma, atingir a quebra zero a custo ótimo.
- **Manutenção da Qualidade:** Responsável por trabalhar a eliminação



dos defeitos da qualidade, trabalha nos 4M (mão de obra, matéria-prima, máquina e método) e desloca o controle do produto para o controle dos 4M, estabelece “pontos Q” que passam a ser controlados rotineiramente pelo operador.

- Controle Inicial: Responsável por incorporar o aprendizado dos pilares para fazer projetos mais eficientes e sem falhas, e trabalhar para reduzir o tempo entre o projeto e a partida com produto aprovado.
- Educação e Treinamento: Responsável por desenvolver todo o conjunto de competências e habilidades necessárias à implantação do TPM, através de treinamentos.
- TPM nos Escritórios: Responsável por promover 5S nos escritórios e reestruturar os processos de trabalho através do conceito de fábrica de informação para suportar a produção.
- Segurança, Higiene e Meio Ambiente: Responsável por implantar metodologia de prevenção para eliminar acidentes e eliminar a poluição.

No Grupo Moura, o TPM está difundido e praticado em todos os setores da empresa, até mesmo nos que estão indiretamente ligados a produção como o setor financeiro e o de recursos humanos. Porém, os pilares do TPM que estão estruturados são Melhoria Específica, Manutenção Autônoma, Educação e Treinamento, Manutenção Planejada e em fase de implantação o de Manutenção da Qualidade.[7, 8, 9, 11, 12]

### 6.3 Grupos de Melhoria Específica

Os Grupos de Melhoria Específica (GME) são formados por



funcionários dos departamentos e áreas produtivas envolvidas no processo tratado pelo projeto. As equipes devem ter competência técnica para sugerir e realizar as melhorias, sendo geralmente as equipes das áreas produtivas formadas por staffs, um facilitador de TPM (que auxilia na metodologia e organização do grupo), operadores, mecânicos e eletricitas. Os membros dos grupos são selecionados pelas chefias e encarregados dos setores envolvidos, em seguida, são cadastrados no setor responsável pelos grupos de melhoria, que é o setor de Gestão Pela Qualidade Total.

Após a formação dos GME, é realizado um treinamento na metodologia utilizada, que é o **PDCA** em 8 etapas, que basicamente organiza os processos de Planejamento, Desenvolvimento, Conclusão e Acompanhamento. Concluído o treinamento, os grupos estão aptos a iniciar os trabalhos. Os projetos de melhoria são concluídos, em sua maioria, com 3 meses de trabalho. [7]

## 6.4 Ferramentas e Técnicas para Melhoria da Qualidade

Algumas ferramentas e técnicas utilizadas no tratamento dos problemas de qualidade são expostas na Tabela (Norma NBR ISO9004-4):

FERRAMENTAS OU TÉCNICAS	APLICAÇÃO PARA A MELHORIA DA QUALIDADE
1. Formulário de coleta de dados	Coletar sistematicamente os dados para obter um quadro claro dos fatos.
2. Diagrama de afinidade	Organizar em grupos um grande número de idéias, opiniões, ou preocupações sobre um tópico específico.
3. <i>Benchmarking</i>	Comparar um processo com os processos líderes reconhecidos, para identificar as oportunidades para a melhoria da qualidade.
4. <i>Brainstorming</i>	Identificar possíveis soluções para problemas e oportunidades potenciais para a melhoria da qualidade.
5. Diagrama de causa e efeito	Analisar e comunicar relações de causa e efeito; Facilitar a resolução de problemas de sintoma para a causa, até a solução.
6. Diagrama de fluxo	Descrever um processo existente; Projetar um processo novo.
7. Diagrama de árvore	Mostrar as relações entre um tópico e os seus elementos componentes.
8. Gráfico de controle	Diagnóstico - avaliar a estabilidade do processo. Controle - determinar quando um processo necessita ser ajustado e quando necessita ser mantido como está. Confirmação - confirmar uma melhoria de um processo.
9. Histograma	Apresentar o padrão de variação de dados. Comunicar visualmente informações sobre o comportamento do processo. Decidir onde devem ser concentrados os esforços para a melhoria.
10. Diagrama de Pareto	Apresentar por ordem de importância a contribuição de cada item para o efeito total. Classificar oportunidades para a melhoria.
11. Diagrama de dispersão	Descobrir e confirmar relações entre dois conjuntos de dados associados; Confirmar relações antecipadas entre dois conjuntos de dados associados.

Tabela 4- Técnicas de Melhoria da Qualidade.



## 7. Atividades Realizadas Durante o Estágio

### 7.1 – Visão Geral das Atividades

Dentro do estágio realizado na Engenharia Corporativa do Grupo Moura, as atividades foram concentradas no setor de Baterias Estacionárias, Reposição e Exportação, com maior ênfase nas baterias especiais. Foram realizadas atividades no conhecimento do processo de fabricação de baterias, no projeto de baterias, na fabricação de amostras e realização de ensaios e a análise dos diversos parâmetros referentes a baterias.

Porém antes de entrar na Engenharia, todos os estagiários participam no primeiro dia de estágio, de uma integração realizada dentro da empresa, onde são apresentados todos os benefícios, os setores da Empresa, além da cidade de Belo Jardim.

Na Engenharia, o Engenheiro Spartacus Pedrosa, que foi orientador do nosso estágio, apresentou a equipe, realizou uma explanação sobre as atividades a serem realizadas dentro do setor e apresentou uma bibliografia que deveria ser consultada durante o estágio para que as atividades fossem melhor desempenhadas.

A seguir apresentaremos em tópicos as atividades realizadas pelo estagiário durante o período em que esteve na Engenharia Corporativa.

### 7.2- Aprimoramento de uma Bateria para um Veículo Elétrico Híbrido - VEH.

A Acumuladores Moura / SA se engajou em uma parceria com a WEG e a Marcopollo na elaboração de um Ônibus Híbrido desenvolvido em Santa



Catarina. Nesta parceria a Moura se encarregou de fornecer um suporte elétrico além é claro do desenvolvimento de uma bateria especial para suportar a utilização no veículo.

A principal atividade do estagiário foi o aprimoramento dessa bateria VEH, Veículo Elétrico Híbrido.

O funcionamento de uma bateria em um VEH possui uma ciclagem de funcionamento diferente de tudo que já se viu, com descargas profundas em curtos períodos de tempo a uma corrente extremamente elevada, assim como cargas elevadas também em um curto espaço de tempo provindas dos freios regenerativos, além de receber cargas padronizadas do grupo motor gerador a 40 A.

Uma bateria automotiva em perfeito estado recebe carga constantemente provinda do alternador do veículo, e descarrega a altas correntes em curtos intervalos de tempo e poucas vezes ao contrario do VEH. Já em uma bateria estacionária ela pode permanecer em flutuação e depois sofrer uma descarga profunda para o primeiro caso, para o segundo ela pode responder a uma ciclagem padronizada, é o exemplo de sistemas fotovoltaicos onde a bateria é carregada durante o dia e descarregada a noite.

Todos estes casos inclusive das baterias tracionárias que são carregadas por completo e depois descarregadas, são totalmente incompatíveis com o funcionamento de uma bateria para um VEH.

O Veículo Elétrico Híbrido (VEH) usa duas ou mais fontes de potência. Atualmente, o VEH combina o motor a combustão de um veículo convencional com a bateria e o motor elétrico de um veículo elétrico.

Tem como vantagens a economia de 20% a 30% no consumo de combustível, possui freio regenerativo logo o motor elétrico pode operar como gerador, redução na emissão de poluentes na atmosfera e a flexibilidade



de usar combustíveis a base de petróleo ou alternativos.

Existem três principais tipos de VEH:

- Série – O motor a combustão move o gerador para gerar energia elétrica, e o gerador pode tanto carregar as baterias ou alimentar um motor elétrico que conduz as rodas.
- Paralelo – O motor a combustão é conectado à transmissão, assim como o motor elétrico. Então, ambos podem fornecer energia às rodas, comutando alternadamente.
- Split – Combina as características dos sistemas série e paralelo. O motor a combustão conduz um eixo e o motor elétrico, o outro.

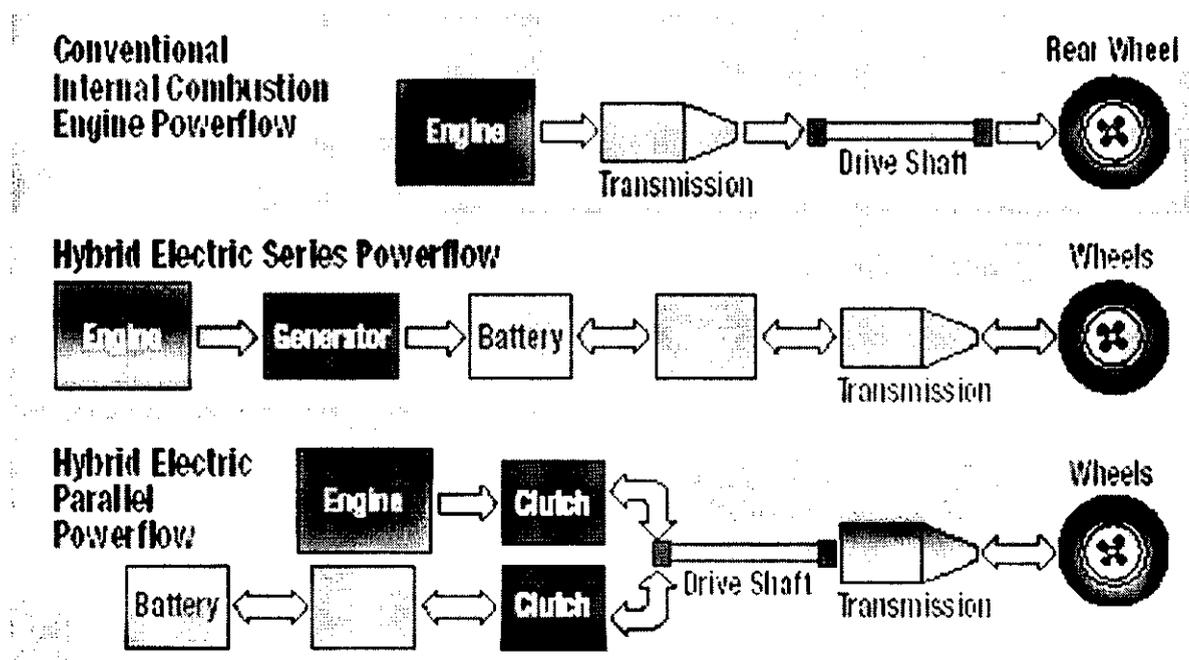


Figura 26 Comparação entre Veículos Híbridos



Em seu funcionamento, o VEH utiliza energia do banco de baterias em sua partida, ao atingir a velocidade de cruzeiro, o ônibus passa a ser alimentado pelo motor a combustão e as baterias passam a ser carregadas. Em uma frenagem a energia dissipada com a perda de energia cinética é reaproveitada através dos freios regenerativos.

O grande problema na utilização do banco de baterias chumbo-ácido é não saber seu exato estado de carga (PSoC – Partial State of Charge), para isso há diversas pesquisas na elaboração de medidores para tal. Uma possibilidade é a utilização de um controlador integrador, porém este responderia a um algoritmo muito complexo tornando-o inviável, outra possibilidade mais viável porém sem tanta exatidão esta na medição da tensão do banco de baterias.

As mudanças feitas pelo estagiário na bateria VEH (bateria ainda sem nome comercial) foram significativas e trouxeram grande satisfação para os parceiros da Marcopollo pois conseguimos reduzir drasticamente o peso da bateria e isso possibilitou sua mudança de localização no ônibus, antes no assoalho passou a se localizar no teto o que nos ajudou muito pois o banco de baterias passou a ser melhor ventilado. Vale salientar que qualquer diminuição no peso de uma bateria é bastante significativa pois o banco possui 46 unidades com aproximadamente 45 kg cada isso nos dá um peso total de 2070 kg.

Esta bateria tem um tratamento especial, desde a composição do chumbo para a grade que é um chumbo puro(sem aditivos para seu enrijecimento ) apenas com a adição de estanho, isto favorece na condução de eletricidade porém prejudica no processo pois a produção sente muitas dificuldades em seu empastamento, até no envelopamento das placas positivas que são envolvidas por uma lã de vidro depois seladas com um filme PVC



perfurado para evitar a queda de massa positiva e ainda na montagem do elemento as placas positivas são dispostas ao lado de um separador com aletas espessas para facilitar a permeabilização do ácido. Esta bateria é composta de 2 soldas intercell de um elemento para o outro ao contrario das outras baterias que só possuem 1, isto é para garantir que a perca de uma solda não acarrete na perca instantânea de todo o banco já que as baterias são ligadas em série. Esta bateria é livre de manutenção ou seja não é necessário repor água, porém observou-se uma queda no nível do eletrólito com um alto índice de ciclagem, isto ainda é algo a ser resolvido pela equipe da engenharia.[4, 5]

### 7.3- Acompanhamento dos Diversos Setores da Produção

Durante o estágio, foi realizado diversos treinamentos nos setores da produção de baterias. Isto deve-se ao fato de que a Engenharia é a responsável por alterações nos projetos das baterias. Para as baterias automotivas, antes de um lançamento de um carro pelas montadoras, estas fazem a solicitação de uma bateria que possa vir atender ao carro a ser lançado. Então é realizado o projeto da bateria, verificado a necessidade do ferramental a ser utilizado para a fabricação e então realizado a montagem de amostras desta bateria, para que seja testada no Laboratório Físico da Moura, nos laboratórios das montadoras e realizados testes de campo, de acordo com normas internas das montadoras.

### 7.4- Atividades Gerenciais

As atividades gerenciais desenvolvidas durante a realização do estágio foram:



- Participação nas reuniões setoriais;
- Participação nas reuniões sobre os indicadores de desempenho;

O objetivo da participação nas atividades gerenciais é criar no estagiário a noção de lidar com o gerenciamento de processos e de adquirir uma visão geral de supervisão, preparando-o para assumir futuros cargos de supervisão na empresa. Foi também estudado o livro “Gerenciamento da Rotina do Dia-a-Dia” de Vicente Falconi, durante as reuniões setoriais através do método da Cumbuca, como forma de aprendizado sobre as técnicas de gerenciamento da rotina.

#### **7.4.1- Reunião sobre Indicadores de Desempenho**

A primeira terça-feira de todo mês, é realizado durante uma hora, uma reunião sobre os indicadores da Engenharia e do Laboratório Físico. Participam desta reunião, o gerente da Engenharia, os Engenheiros, os técnicos e os estagiários.

Nesta reunião são discutidos diversos indicadores como números de horas extras, despesas dos dois setores, indicadores do CCQ, anomalias abertas pelos setores e outros assuntos acrescentados na pauta da reunião. No Anexo 4, é apresentado um modelo de gráfico de indicadores utilizados da Engenharia. Após a apresentação destes resultados, são feitas análises criteriosas sobre as metas atingidas e as não atingidas, as possíveis causas das metas não atingidas, verificação da relação entre as metas atingidas e a melhora nos indicadores, e a definição de como atingir as metas propostas.



#### **7.4.2- Participação em Reuniões Setoriais**

Essas reuniões aconteciam geralmente nas quartas-feiras pela manhã. Participavam todos os integrantes do setor onde realizou-se o estágio. Nesta reunião, era definidas as diversas tarefas do grupo, o *follow-up* do que tinha sido realizado, as metas do grupo, além do método da Cumbuca para o livro “Gerenciamento da Rotina do Dia-a-Dia”. A discussão deste livro está sendo realizada para que os integrantes do setor estejam familiarizados com os diversos aspectos e ferramentas utilizadas.



## 8. Conclusão

Ao término do estágio, pode-se concluir que todas as atividades foram de grande importância, após esses dois meses de estágio na empresa Acumuladores Moura S.A., verificamos o quanto é importante a realização de um estágio em uma empresa. Nela, não só engenheiros, mas todos os profissionais recém-saídos da Universidade, irão colocar em prática aquilo que se foi aprendido durante o curso, consolidando sua formação, além do aprendizado de novas técnicas para o desenvolvimento em sua profissão.

Os projetos realizados foram marcados pela intensa relação entre o conhecimento técnico e as habilidades de gerenciamento.

Para a empresa, é uma oportunidade de renovar os quadros de colaboradores e também de aprender com as novas cabeças que estarão a seu serviço, cheias de novas idéias para colocar em prática.

Dentro do Grupo Moura, podemos destacar seu bom nível de aplicação de ferramentas e programas de qualidade, oportunidade esta que tivemos de estar em contato com elas, porém apresenta alguns problemas em seus processos, que com um estudo aplicado de Engenharia e aplicação de recursos financeiros, poderão ser solucionados.

Para o aluno foi gratificante ter participado de projetos de produtos na Engenharia Corporativa, pois tivemos contato com o que há de melhor no mundo das baterias ao se associar com a Exide Battery, pois é um mercado que a cada dia lança novos produtos aos consumidores.



## 9. Referências

- [1] DINIZ, Flamarion. Acumuladores de chumbo ácido automotivos – Belo Jardim: Grupo Moura, 1997.
- [2] Manual técnico da Moura Clean (Baterias estacionárias) - Acumuladores Moura, 2000.
- [3] Acumuladores elétricos estacionários, manual técnico. Telebrás-Centro Regional de Treinamento do Recife.
- [4] [http://www.inee.org.br/down\\_loads/PortalVE/VEH\\_Introducao1103.pdf](http://www.inee.org.br/down_loads/PortalVE/VEH_Introducao1103.pdf), acessado em janeiro 2006
- [5] [http://www.inee.org.br/down\\_loads/veh/EconomiaVEH.ppt#293,5,Eficiência global - visão INEE \(2\)](http://www.inee.org.br/down_loads/veh/EconomiaVEH.ppt#293,5,Eficiencia_global_-_visao_INEE_(2)), acessado em janeiro 2006
- [6] Baterias estacionárias chumbo-ácidas reguladas por válvula- Manual de operação – São Paulo: Saturnia, 2000.
- [7] FALCONI, Vicente- Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia – Belo Horizonte: Editora FCO, 1994.
- [8] Análise de modo e efeitos de falha potencial (FMEA)- Manual de referência, São Paulo, 1997.
- [9] CHAVES, Neusa– CCQ: soluções em equipe – Belo Horizonte: Editora FDG, 1998.
- [10] [www.moura.com.br](http://www.moura.com.br) acessado em janeiro de 2006
- [11] DELLARETTI, O. “As sete ferramentas do planejamento da qualidade”, Editora FCO – Belo Horizonte, Brasil, 1996;
- [12] SUZUKI, T., “TPM – en industrias de proceso”, TGP-Hoshin, Madrid, España, 1995.