



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
RELATÓRIO FINAL DE ESTÁGIO

ACUMULADORES ELETROQUÍMICOS

ALUNO: ARLINDO G S B NETO
ORIENTADOR: EDGAR BRAGA FILHO

CAMPINA GRANDE



Biblioteca Setorial do CDSA. Fevereiro de 2021.

Sumé - PB

CAPÍTULO 1

História da Acumuladores Moura.....01
 Evolução.....02
 Estrutura organizacional.....03

CAPÍTULO 2

Fundamentos teóricos sobre acumuladores elétricos.....06
 Princípio químicos dos acumuladores secundários.....08

CAPÍTULO 3

Definição formal da bateria

3.1 Classificação.....13
 3.2 Definição formal.....13
 3.3 Componentes da bateria.....14
 3.3.1 Grades.....14
 3.3.2 Placas.....15
 3.3.3 Elementos positivos e negativos.....16
 3.3.4 Separadores.....17
 3.3.5 Caixas.....18
 3.3.6 Tampa e sobretampa.....19
 3.3.7 Conectores.....19
 3.3.8 Pólos.....19
 3.3.9 Eletrólito.....20

CAPÍTULO 4

Processo de fabricação da bateria

4.1 Produção de óxido de chumbo.....21
 4.2 Produção de massa.....21
 4.3 Fundição de grades.....22
 4.4 Empastamento, cura e secagem das placas.....24
 4.5 Formação da bateria.....24
 4.6 Acabamentoda bateria.....25
 4.7 Grandezas características de uma bateria Moura.....25

CAPÍTULO 4

Acumuladores estacionários.....26

CONCLUSÃO.....34

BIBLIOGRAFIA.....35

ALUNO: Arlindo Garcia de Sá Barreto Neto

MATRÍCULA: 9611014-6

ESTÁGIO INTEGRADO

Julgado em : ___/___/___

Nota: _____ (_____)

BANCA EXAMINADORA

:

Orientador

Examinador

Examinador

Campina Grande-Paraíba

AGRADECIMENTOS:

Agradeço a minha família, especialmente a minha mãe e meus irmão pela ajuda e confiança a que sempre me passaram.

Agradeço a minha esposa, Virgínia Místes A Silva, que sempre me acompanhou na minha trajetória acadêmica incentivando e apoiando meus projetos mesmo nos momentos em que se tornavam mais difíceis.

Agradeço aos professores do Departamento de Engenharia Elétrica –UFPB, pelo empenho na formação do bom profissional.

Agradeço ao Grupo Moura pela oportunidade e confiança a que me foi depositado, em especial aos engenheiros Spartacus Pedrosa, Rodrigo Melo e Marcelo Lira, como também os técnicos com quem sempre estive trabalhando: Everaldo Viana, Pedro Domingos, Bruno Orestes, Erlan, Dênnis, os meus eternos agradecimentos .

História da Acumuladores Moura S/A

A Acumuladores Moura S/A foi fundada em 1957 por Edson Mororó Moura, então recém-formado em Química, seu pai, seu cunhado, um primo e um antigo amigo na cidade de Belo Jardim, Pernambuco distante 180 Km de Recife. O primeiro nome da empresa foi Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda. O edifício inicial era simples com máquinas rudimentares, feitas de madeira de baraúna e ferro velho. A referência básica inicial para a produção das primeiras placas de bateria já em 1958 foi o livro do Prof. George Wood Vinal, *Storage batteries*.

No início da década de 60, a Moura adotou um intenso programa de transferência de tecnologia junto ao maior fabricante mundial de baterias da época, a inglesa Chloride. Essa parceria persiste até hoje, só que em menor intensidade.

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

Em meados da década de 80, a Moura passou a produzir também as pilhas alcalinas Wayotec, o que persistiu até o início da década de 1990. A produção foi desativada porque a empresa decidiu voltar dedicar-se exclusivamente à fabricação de baterias automotivas.

No início da década de 90, a Moura adquiriu outro importante parceiro tecnológico: a Moll Batterien, considerado pela Volkswagen AG e Audi, o seu melhor fornecedor de baterias do mundo. Por conta desta parceria, a Moura pôde começar a fornecer para Volkswagen do Brasil em 1991. Outro importante parceiro tecnológico é a multinacional GNB Technologies, fornecedor da Ford na Inglaterra e nos Estados Unidos e detentora da patente mundial para a fabricação de baterias "Liga Ag", recém-lançada, com exclusividade no Brasil, pela Acumuladores Moura S/A.

Sua mais recente parceria é Exide Corporation, maior fabricante mundial de baterias e que está ajudando a se renovar tecnologicamente e preparar suas fábricas 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 seu Programa de Qualidade Total (PQT). Como consequência, em 1994, ela obteve a Certificação *ISO9001* e a vem mantendo até os dias atuais. Após esta conquista a Moura conseguiu o certificado *QS9000* e atualmente esta lutando pela Certificação *ISO14001*.

Outros programas importantes também são desenvolvidos atualmente na Moura: *5S*, que objetiva melhorar o ambiente de trabalho e o programa *Gerenciamento da Rotina*, este sob orientação da Fundação Christiano Ottoni, que visa diminuir os retrabalhos e aproveitar a rotina de modo mais eficaz.

Atualmente, a Moura fabrica um volume de 250.000 baterias/mês e tem uma capacidade instalada suficiente para atingir 300.000 peças/mês. Ela emprega cerca de 2000 pessoas. Ela é líder no mercado nacional de reposição e montadoras. E no aspecto mundial exporta baterias para América Central , Mercosul e EUA.

Evolução

1957 Fundação em Belo Jardim de uma fábrica de baterias sobre a denominação Indústria e Comércio de Acumuladores Ltda.

1964 Mudança na razão social para Acumuladores Moura S.A.

1966 Fundação da Cia Moura Ind. de Separadores para fabricação de separadores e da Metalúrgica Bitury Ltda para processamento de chumbo.

1978 Início da produção de pilhas secas pela Eletromoura S/A.

1980 Nascimento da RDM — Rede de Depósitos Moura.

1983 Exportação para os EUA.

1983 Aumento da participação no mercado brasileiro de reposição de baterias em nível nacional.

1983 Início de fornecimento para Fiat Automóveis S.A.

1985 Emerson Fittipaldi junta-se ao programa de propaganda da Moura.

1986 Construção da fábrica de baterias em Itapetininga, Estado de São Paulo.

1989 Construção da Moura Export S.A. para atender o mercado externo.

1993 Lançamento da Bateria Sem Manutenção.

1995 Recebimento da certificação do ISO 9001. Líder no mercado brasileiro de baterias.

1996 Certificação Q1 da Ford.

1998 Lançamento da Bateria Moura com Prata

1999 Certificação QS9000.

2000 Lançamento da bateria Moura Clean.

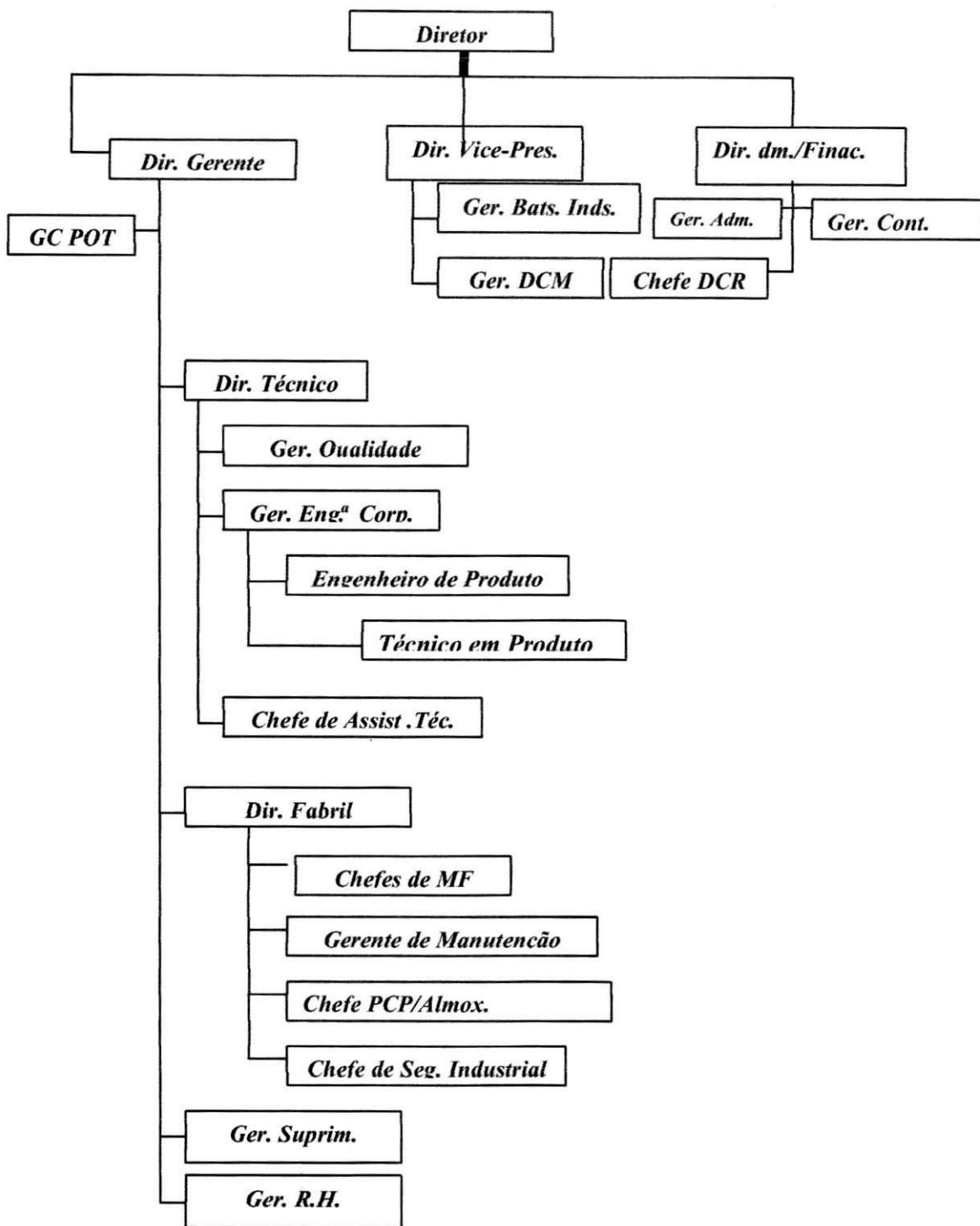
Estrutura organizacional

Os cerca de 2000 empregados do Grupo Moura estão lotados nas 09 unidades que o compõem. A estrutura organizacional é mostrada abaixo:

<i>UNIDADE</i>	<i>FUNÇÃO</i>	<i>LOCALIZAÇÃO</i>
<i>Acumul. Moura S/A</i>	<i>Fabricação de baterias Automotiva</i>	<i>Belo Jardim, PE</i>
<i>Moura adm.</i>	<i>Administração das empresa do grupo</i>	<i>Jaboatão, PE</i>
<i>Moura BH</i>	<i>Assist. direta/ Kanban para Fiat</i>	<i>B. Horizonte, MG</i>
<i>Metalmúrgica / Cia. Moura</i>	<i>Produção/ refino secundário do chumbo e fabricação de componentes plásticos</i>	<i>Belo Jardim, PE</i>
<i>Moura Itap.(un-06)</i>	<i>Formação e acabamento de baterias e Assist. direta/ Kanban para VW e FORD</i>	<i>Itapetininga, SP</i>
<i>Transp.</i>	<i>Transp. Rodoviário de cargas</i>	<i>Jaboatão, PE</i>
<i>RDM: Rede de Depósitos Moura</i>	<i>Distrib. Nacional/ internacional de baterias e Assit. Técnica ao consumidor</i>	<i>Brasil, Argentina Porto Rico</i>

A Unidade 01 (Matriz), onde o presente estágio foi desenvolvido tem cerca de 700 funcionários trabalhando em três turnos na produção de baterias e em horário na área de apoio industrial. Na un. 01 se produzem todas as baterias que levam a marca Moura. Baterias para parte do mercado de reposição nacional e internacional; para Fiat e para Ford Argentina são montadas, formadas e acabadas nesta unidade(01). As baterias para atender o mercado de reposição do Sul do país e para o fornecimento direto as montadoras Volkswagen e Ford Brasil são apenas montadas em Belo Jardim, sendo formadas e acabadas na unidade 06, em Itapetininga, SP.

Na Unidade 01 se localizam também os departamentos de apoio industrial como o de Recursos Humanos, Financeiro e Engenharia Corporativa. O estágio aqui representado foi em parte realizado neste último setor. A figura seguir ilustra a estrutura organizacional desta unidade.



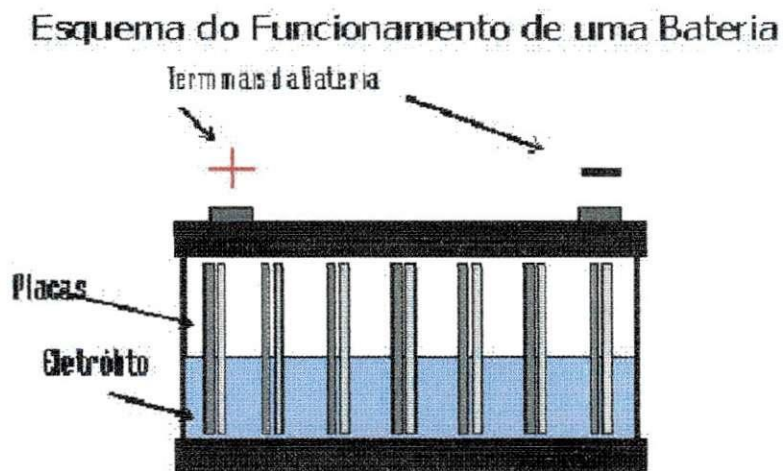
ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA ACUMULADORES MOURA S/A UN. 01 (MATRIZ)

Objetivo da Engenharia Corporativa é oferecer às empresas do Grupo Moura projetos e suporte técnico em produtos, processos de fabricação e sistemas de qualidade em sintonia com os objetivos e necessidades de cada empresa-cliente e com base no aperfeiçoamento contínuo das atividades internas e da qualidade dos serviços oferecidos.

A Engenharia é a interface entre os clientes externos da fábrica (montadoras e mercado de reposição) junto com o Departamento Comercial. Ela é responsável pelo projeto e desenvolvimento de novos produtos e por modificações em produtos já existentes feitas a pedido destes clientes. Ela responde também pelas especificações de processo, emissão de normas técnicas internas da fábrica e de padrões de processo e ainda pela aprovação técnica de fornecedores de matéria-prima para a fabricação das baterias.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE ACUMULADORES ELÉTRICOS

A energia elétrica pode ser convertida em outros tipos de energia para fins de armazenagem, neste caso, quando necessário pode-se reverter esta energia armazenada em energia elétrica. Este tipo de conversão (energia química / energia elétrica) é bastante eficiente, quando comparado por exemplo com a conversão de energia química para energia mecânica, isso pode ser explicado pelo fato de que a conversão eletroquímica não está limitada pelo teorema de Carnot: a eficiência da conversão está relacionada com a diferença de temperatura entre fontes frias e quentes.



Figura_01:bateria

A armazenagem de energia em um acumulador é possível por causa da diferença entre as substâncias em ceder e receber elétrons, esta armazenagem são feitas em células voltaicas que por sua vez são divididas em dois tipos: primária e secundária.

Nas células primárias ocorrem reações químicas não reversíveis que impossibilitam o rearmazenamento de energia na célula. Elas têm a vantagem de serem mais baratas e portanto têm seu uso largamente difundido. Para fins práticos, as reações químicas ocorridas em uma célula primária são irreversíveis: a geração de corrente elétrica consome materiais que não podem ser restaurados por uma recarga.

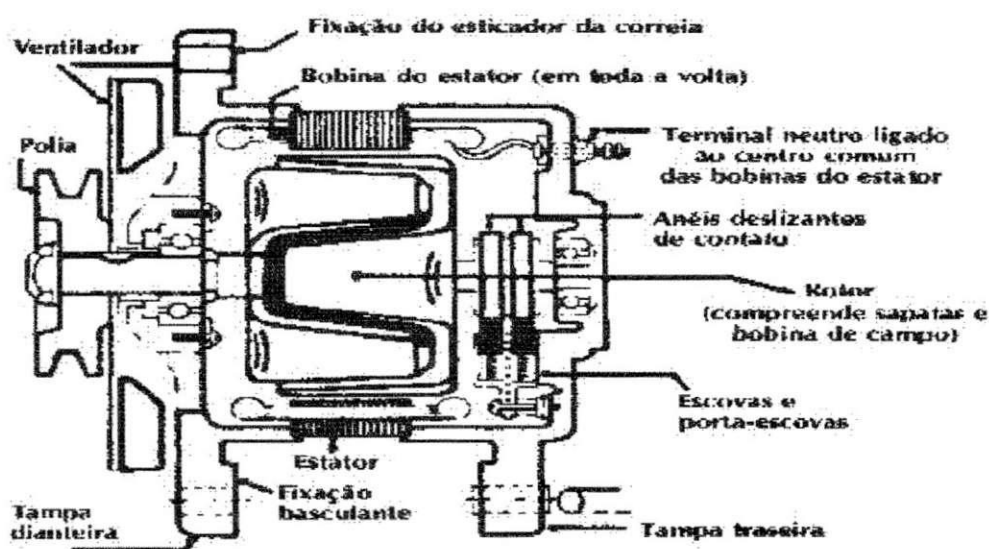
As reações químicas ocorridas nas células secundárias são reversíveis: após uma descarga, a célula pode retornar a sua condição química original pela passagem de corrente elétrica na direção oposta daquela da descarga. Portanto elas podem ser usados continuamente. Uma bateria consiste de duas ou mais células voltaicas conectadas em um conjunto, sendo as mais usadas comercialmente a configuração chumbo-ácido, alcalinas, níquel-ferro e níquel-cádmio.

Os primeiros veículos funcionavam à base de magneto para alimentação da bobina e das velas, sendo que a partida era a base de manivela, e a luz era alimentada com gás de carbureto gerada por um pequeno aparelho instalado no próprio veículo, cujo gás alimentava diretamente o farol.

Foi nos meados de 1912 que surgiu a ignição por bateria, e os novos veículos registravam grandes melhorias e passavam a vir equipados com a partida elétrica tendo uma fonte de energia (bateria) e uma fonte de produção de corrente (alternador), sendo a luz alimentada pelo próprio sistema elétrico. Este conceito aplica-se até os dias de hoje.

A bateria automotiva é um instrumento que utiliza os fundamentos teóricos da Eletroquímica com finalidade de atender todas as necessidades requeridas pelo automóvel. Tendo como principal objetivo fornecer corrente elétrica por curto período (segundos ou minutos) necessária para que o motor de partida acione o motor de combustão. Além desta tem finalidade de fornecer eletricidade para diversos dispositivos elétricos, aparelhos de som, alarmes, relógios, faróis, etc.

Corte no Alternador



figura_02:Alternador

Embora a bateria de chumbo-ácido tem a deficiência de usar um dos metais mais pesados, o chumbo, ela ainda é um dos dispositivos acumuladores mais utilizados. Algumas das

características fundamentais a este sucesso foram: os baixos custos inicial e operacional em relação às outras espécies de acumuladores inclusive os alcalinos como o de prata-óxido-zinco; a tensão por ela fornecida na descarga é a mais alta de todas as combinações reversíveis testadas; a utilização de materiais comparativamente baratos e abundantes; suas reações químicas completamente reversíveis produzem mudanças químicas insignificantes nas placas;

Definição e Princípios Químicos dos Acumuladores Secundários

Um acumulador é um dispositivo reversível em seu funcionamento que armazena energia em um determinado instante para um uso posterior. A energia armazenada é química e não elétrica. Energia elétrica na forma de corrente contínua é aplicada a bateria numa operação denominada carga. A corrente elétrica produz mudanças químicas na célula do acumulador, e a energia química armazenada nas placas é reconvertida em energia elétrica quando a célula é descarregada.

A Acumuladores Moura fornece baterias para o mercado automotivo em que o padrão adotado é o uso de baterias de chumbo-ácido.

Embora a bateria chumbo-ácido tem a deficiência de usar um dos metais mais pesados, o chumbo, ela ainda é um dos dispositivos acumuladores mais usados. Algumas das características fundamentais a este sucesso foram o seu baixo custo inicial e operacional em relação às outras espécies de acumuladores inclusive os alcalinos como o de prata-óxido-zinco, a tensão por ela fornecida na descarga é a mais alta de todas as combinações reversíveis testadas, ela usa materiais comparativamente baratos e abundantes, suas reações químicas completamente reversíveis produzem mudanças químicas insignificantes nas placas e ela é capaz de operar satisfatoriamente em uma larga faixa de temperatura que vai de -30 a 1400°C.

A forma comercial mais elementar de uma célula chumbo-ácido consiste em um único par de placas armazenados em uma caixa, a exemplo das baterias usadas para pequenas correntes de descarga e usadas principalmente em circuitos de campainha, alarmes e trabalhos de laboratório.

Quando uma bateria está plenamente carregada, as mudanças químicas ocorridas no interior das células estão completas. O material ativo positivo foi convertido em bióxido de chumbo (PbO₂) e o negativo em chumbo esponjoso em contato com o ácido sulfúrico diluído.

Os componentes fundamentais de uma célula chumbo-ácido são duas placas similares, ou eletrodos, imersas em um eletrólito acomodados num recipiente adequado e nomeados como:

- Material ativo positivo – Bióxido de chumbo (PbO_2)
- Material ativo negativo – Chumbo esponjoso (Pb)
- Eletrólito – Solução diluída de ácido sulfúrico (H_2SO_4)

Numa bateria plenamente carregada e em plenas condições de operação, o material ativo positivo tem cor marrom, parecida com a do chocolate e o negativo, cor acinzentada.

Quando a bateria é descarregada pela conexão de uma carga aos seus terminais, uma corrente vai fluir no circuito externo do terminal negativo para o positivo (sentido real do fluxo de elétrons). A corrente também flui dentro da bateria entre as placas de polaridades opostas por meio da condução ocorrida através da solução de ácido sulfúrico.

É no eletrólito que mudanças químicas importantes ocorrem quando uma corrente passa entre as placas da bateria. Isto é muito diferente do fluxo de corrente (elétrons) ocorrido através dos terminais da bateria conectados pelo condutor, que não modifica o condutor.

Eletrólitos são substâncias que no estado líquido ou em solução estão largamente dissociados em íons positivos e negativos ou partículas carregadas. Portanto, em solução, uma molécula de ácido sulfúrico (H_2SO_4), que é eletricamente neutra, se dissocia em um íon sulfato ($[\text{SO}_4]^{2-}$) carregando duas unidades de carga elétrica, equivalente a dois elétrons, e dois íons hidrogênio (H^+), cada um carregando uma unidade de carga positiva, equivalente à carga de um elétron ($1,602 \times 10^{-19}\text{C}$).

É a migração destes íons para os eletrodos (placas) imersas no ácido que causa o fluxo de corrente elétrica dentro das células. A maioria das reações químicas se dá na superfície das placas em contato com o eletrólito, com os íons produzindo mudanças químicas no material ativo.

É por isso que as placas de chumbo similares em composição química e imersas em ácido sulfúrico diluído não produzem nenhum tipo de reação química ou corrente elétrica quando conectados a um circuito externo: na ausência de um circuito externo conectado aos terminais da célula, os dois tipos de íons no interior do eletrólito estão em equilíbrio e impedidos, portanto, de se moverem para as respectivas placas.

Quando um circuito externo é conectado através das células terminais da bateria, os íons sulfato se movem para a placa negativa e levam consigo suas cargas negativas. Isto produz um excesso de carga negativa na placa que é aliviado pelo fluxo de elétrons pelo condutor do terminal negativo para o positivo, isto é, de um ponto de baixo potencial para um ponto de potencial mais alto. Isto é o oposto do fluxo convencional da corrente elétrica, que é aquela sentido no qual as cargas positivas se moveriam, se isso fosse possível. A passagem de elétrons da placa negativa para o condutor permite que mais íons sulfato do eletrólito combinem com o chumbo para formar sulfato de chumbo (PbSO_4).

Na placa positiva, o bióxido de chumbo altamente oxidado (PbO_2) é deficiente de cargas negativas e, por isso, aceita prontamente os elétrons que chegam pelo condutor. Íons hidrogênio agora se movem para a placa positiva a partir do eletrólito, e se combinam com o oxigênio formando água (H_2O). Isto deixa algum chumbo livre para se combinar com o ácido sulfúrico e formar sulfato de chumbo e mais água.

À medida que a descarga se processa e a corrente continua a fluir, mais sulfato de chumbo é formado. Água também é produzida, o que ajuda a diluir o eletrólito, e é este progressivo enfraquecimento do eletrólito pela formação de água que fornece um método conveniente de medir quantitativamente a descarga ocorrida. A célula se descarrega quando a tensão entre os terminais cai rapidamente, e, neste estágio, a maioria do material ativo já foi convertido em sulfato de chumbo e as placas passam a ter composição praticamente idênticas.

Para reverter as mudanças químicas em processo durante a descarga, é necessário fazer passar uma corrente na célula em sentido oposto àquela da descarga.

A fonte de carga deve portanto ter tensão superior àquela da célula da bateria a ser carregada. A fonte de carga conectada nos terminais das células fornece um excesso de elétrons para a placa negativa e cria uma redução da disponibilidade dos mesmos na placa positiva. O resultado é que íons hidrogênio (positivamente carregados) são atraídos pela placa negativa, onde se combina com sulfato de chumbo regenerando chumbo e ácido sulfúrico.

A diminuição de carga na placas positivas resulta na atração de íons sulfato, que se combinam com o hidrogênio da água para formar ácido sulfúrico. Parte do oxigênio da água se combina com o chumbo da placa positiva para formar o óxido de chumbo. Na placa negativa, a recombinação entre o hidrogênio e o sulfato continua até o consumo total do sulfato presente. Quando o processo de conversão do sulfato de chumbo em chumbo

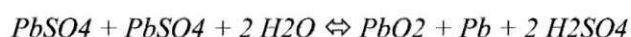
atinge a proximidade do fim, bolhas de hidrogênio emergem da placa negativa e são eliminadas do eletrólito.

Similarmente, íons sulfato reagem com a água na placa positiva formando ácido sulfúrico e liberando oxigênio para reagir com o chumbo formando bióxido de chumbo. Quando o chumbo reage totalmente, o oxigênio remanescente é liberado do eletrólito também na forma de bolhas de gás como o hidrogênio. A formação de gás hidrogênio e gás oxigênio é um sinal de que a bateria está próxima ao seu estado final de carga.

À medida em que a carga se processa, o ácido liberado pelas placas se transfere para o eletrólito e a densidade passa a subir lentamente. A medida da densidade do eletrólito durante o curso da carga não dá indicação real do estado da bateria. Isto ocorre porque o ácido do topo das células só se mistura com o ácido dos gases, produto das reações de carga acima descritas. Leituras de densidade, portanto, só se tornam confiáveis para indicar o fim da carga da bateria quando leituras em intervalos de tempo regulares não indicarem nenhuma variação da mesma. Embora alguma gaseificação seja necessária para propiciar a circulação do ácido forte liberado durante a carga, borbulhamento excessivo e prolongado de gás torna-se prejudicial, e pode encurtar a vida útil da bateria por provocar a extração de materiais ativos da superfície das placas.

A hidrólise do eletrólito resulta em perda de água que pode ser substituída pela adição de água pura periodicamente. Há uma relação direta entre o volume de água a ser adicionado e o real estado de carga da bateria: assim, uma adição excessiva de água pode significar que a bateria está subcarga; pouca água, sobrecarga

As reações químicas acima descritas podem ser expressas como:



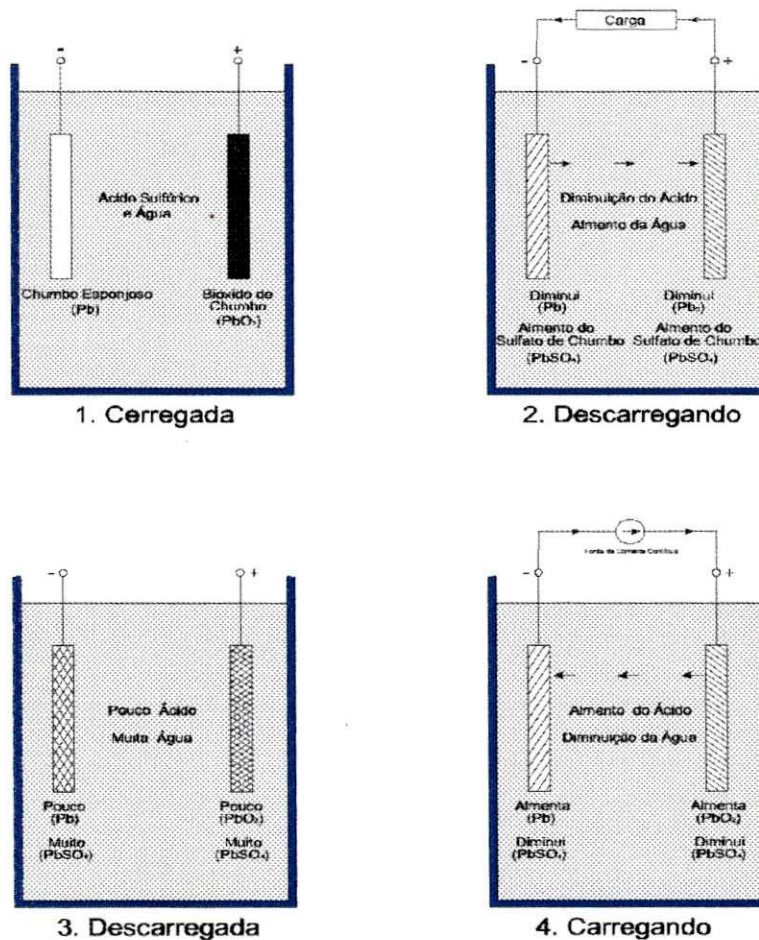
(Descarregada)

(Carregada)

O funcionamento normal da bateria leva a uma formação de sulfato de chumbo tanto nas placas positivas quanto nas negativas, que são revertidas a sua condição original durante a carga. No dia a dia, diz-se que uma bateria está sulfatada quando ela foi abusada devido a subcarga ou deixada descarregada por muito tempo. Tais situações levam a uma excessiva sulfatação e conseqüentemente endurecimento das placas, que perdem sua porosidade e desenvolvem alta resistência elétrica. Nesta situação anormal, as placas costumam não aceitar carga, mais casos menos severos podem ser recuperados através de um tratamento especial.

No processo de carga da bateria, podem ocorrer reações diferentes das descritas acima devido a impurezas presentes na ordem de ppm no ácido ou na massa. Na placa positiva, a grade metálica pode se oxidar, principalmente quando a recarga ocorre em altas temperaturas e sob tensões excessivas. Pode ocorrer ainda consumo de oxigênio da água da solução. Na placa negativa, pode ocorrer consumo de hidrogênio. Deste modo, ocorre na verdade o consumo de água da solução da bateria.

De um modo geral, deve-se fornecer uma carga a uma bateria antes de ela poder ser posta em funcionamento (formação). Isto é feito conectando-se aos seus terminais uma fonte adequada de corrente contínua por um certo número de horas. A intensidade de corrente deve ser controlada para evitar danos à bateria nesse processo. Há, no entanto, algumas baterias que podem ser ativadas meramente pela adição de ácido. Estas baterias, normalmente do tipo automotivo, são confeccionadas com placas que sofrem um preparação especial. Este tipo de bateria é conhecido como seco-carregada.



figura_03: Reações químicas no interior de célula de chumbo ácido

DEFINIÇÃO FORMAL DA BATERIA**3.1 Classificação:**

Existem muitos tipos de baterias projetadas para oferecer a melhor performance sob as mais diferentes condições. A performance das baterias pode ser medida através de uma ou mais grandezas características cuja importância relativa variará de acordo com a natureza do uso. Para alguns usos, o tempo de vida útil ou portabilidade são requisitos essenciais; para outros, alta relação entre capacidade de fornecimento e peso ou volume ou ainda um baixo custo operacional. Para determinadas aplicações, todas as características anteriores podem ser importantes.

As baterias podem ser divididas grosseiramente em duas classes com relação ao tipo de uso que ela têm de satisfazer. Baterias que são operadas em diferentes locais, ou que são transportadas durante seu uso como no caso de baterias de automóveis ou de telefones celulares são chamadas baterias portáteis. Baterias que devem permanecer estáticas, ou localizadas em um local fixo durante sua vida são chamadas baterias estacionárias.

Portanto, são baterias portáteis as baterias automotivas, as baterias de tração (empilhadeiras elétricas industriais), baterias de barcos e submarinos, baterias de motocicletas, baterias de aviões, etc.

Baterias estacionárias incluem baterias usadas em usinas geradoras de energia, baterias usadas em centrais telefônicas, baterias de iluminação de emergência; baterias usadas em motores de partida de bombas e outras máquinas, baterias de alarmes, baterias de relógios e baterias usadas em laboratórios.

3.2 Definição Formal:

O caso mais simples de um acumulador Pb/ácido é um sistema formado por uma placa positiva, eletrólito, uma placa negativa e um separador poroso entre as placas. As reações químicas de funcionamento desta célula geram cerca de 2,0 V ou tanto mais quanto maior for a densidade do eletrólito disponível.

Como na maioria das aplicações, há uma necessidade de tensões maiores, podemos ligar vários elementos em série onde a tensão final obtida seria um múltiplo da tensão de cada elemento individual. Para a ligação em série, as placas positivas de um determinado

elemento se conectam às placas negativas de outro elemento. Portanto, a tensão pode ser aumentada de 2,0 V em 2,0 V pela conexão de elementos em série.

Desta forma podemos afirmar que temos uma bateria de elementos ligados em série.

3.3 COMPONENTES DA BATERIA:

3.3.1 Grades

A grade é a tela ou retículo que dá sustentação à massa ou material ativo. As grades para placas positivas e negativas têm basicamente a mesma forma e tamanho, embora geralmente a placa negativa seja um pouco mais fina por estar submetida a um regime de corrosão menos intenso que a grade positiva, durante a vida útil da bateria.

Uma grade consiste de um retículo externo dotado de uma orelha na sua parte superior e de rede de filetes nos sentidos horizontal e vertical em algumas grades, ou radial, em outras.

Os filetes servem para coletar e distribuir a corrente para o material ativo, e como sustentação física para a massa.

Figura_04: grade

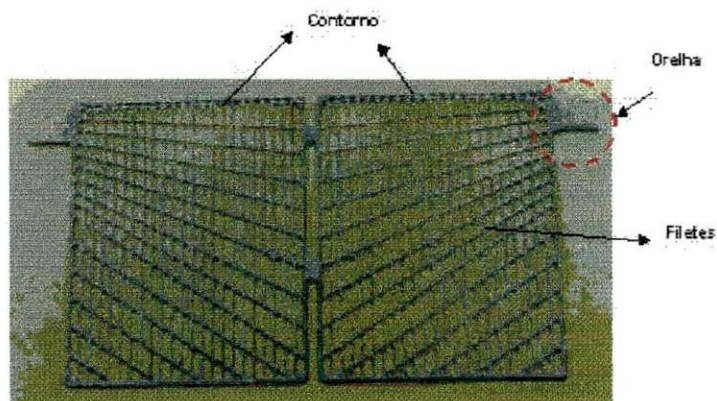
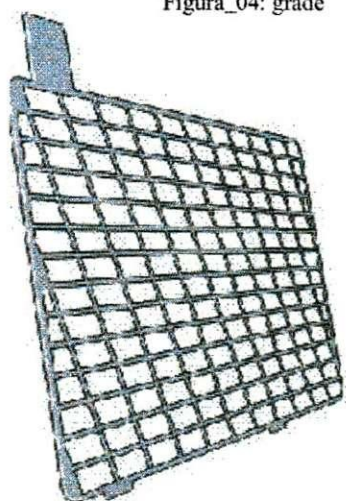


Figura 05 – Painel de Grade -Tipo M2-72 (Liga Ca)

Portanto, as grades têm basicamente a função de contato elétrico e sustentação mecânica da massa. Na descarga, elétrons saem do Pb da negativa e atingem o PbO_2 da positiva via grade.

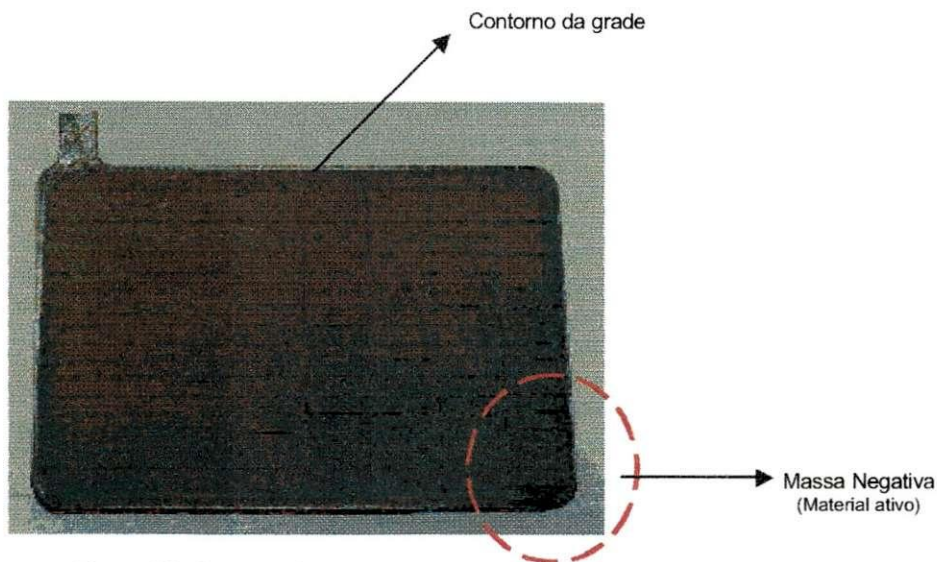
No passado, as grades eram basicamente constituídas de uma liga chumbo-antimônio com pequenas quantidades de outros elementos de liga como estanho, cobre, prata e arsênio, adicionados para melhorar a resistência a corrosão ou propriedades similares. Os teores de antimônio nas grades vêm baixando constantemente devido ao aumento das temperaturas de uso das baterias nos veículos dos motores dos veículos, que hoje em dia chega a valores tão altos quanto $120\text{ }^\circ\text{C}$. Tais temperaturas proporcionam um alto consumo de água e conseqüentemente redução do tempo de vida útil da bateria. Tal feito, após vários estudos, foi atribuído à presença de antimônio na liga da grade, e isso fez com que houvesse uma redução na composição das grades, sendo hoje substituída pela prata e pelo selênio.

A chamada Liga Prata foi desenvolvida pela GNB Technologies dos E.U.A e é de uso exclusivo da Moura no Brasil.

3.3.2 Placas

As placas empastadas são obtidas pela aplicação às grades, de modo manual ou por máquina, do material ativo, na forma de uma massa. Tal massa é constituída principalmente por óxidos de chumbo e ácido sulfúrico diluído. A placa empastada é usada em todas as baterias de chumbo-ácido portáteis devido à sua alta capacidade de armazenamento de energia por unidade de peso ou de volume quando comparada com a placa de Plante. A principal diferença entre as duas é que o material ativo da placa empastada está na forma de massa aderida a uma grade de liga chumbo-antimônio, chumbo-cálcio, chumbo-selênio ou chumbo-prata, enquanto que o material ativo da placa positiva de Plante é derivado do chumbo da própria placa devido a uma reação eletroquímica ocorrida durante o processo de carga. Placas empastadas variam consideravelmente em tamanho e espessura, sendo que as menores e mais finas são usadas em aplicações que requerem portabilidade combinada com uma alta taxa de capacidade por peso ou volume. Baterias usadas para carros de passeio, aviões e caminhonetes têm placas empastadas bastante finas (1,8 a 2,5 mm). A montagem compacta das placas finas resulta numa bateria de baixa resistência interna e portanto com queda de tensão mínima quando é solicitada para fornecer altas correntes necessárias para o acionamento do motor de partida destes veículos.

As placas maiores e mais espessas, que chegam a atingir 6,4 mm de espessura são usadas para veículos de tração pesada ou baterias industriais onde uma vida longa sob condições operacionais árduas é necessária.



Figura_06: placa negativa

3.3.3 – Elementos Positivo e Negativo:

As placas já secas e curadas são agrupadas em elementos positivos e negativos pela fundição das orelhas das placas em um só conjunto. Em geral, cada elemento contém uma placa negativa a mais que a quantidade de placas positivas, de modo que a sempre ter uma placa positiva entre duas negativas em um mesmo elemento, assegurando que as superfícies de cada placa positiva sejam exigidas por igual e para prevenir distorção ou empenos que ocorreriam em caso de exigências desiguais de seu material ativo.

Quando os grupos estão montados, placas adjacentes de polaridade oposta devem ser impedidas de se tocar ou ocorreria um curto circuito na célula. Separadores de diversos tipos de materiais envelopam as placas impedindo este contato. Ao conjunto de placas soldadas pelas orelhas e de separadores se dá o nome de elemento. Assim, um elemento de 9 placas seria constituído por 5 placas negativas, 4 positivas e 4 separadores. As placas positivas e negativas são agrupadas com suas orelhas em lados opostos no mesmo elemento. A seguir, as orelhas são soldadas e conectadas por fusão em uma peça denominada *strap* que reúne orelhas de placas de mesma polaridade e um poste por onde se dará a conexão intercell.

Cada célula da bateria contém um elemento cujo número e tipo de placas é determinado de acordo com as exigências de uso da bateria. Às vezes, por motivos econômicos, o número

de placas positivas por elemento é igual ao número de placas negativas, mas neste caso, são as placas positivas que são envelopadas pelos mesmos motivos descritos acima.

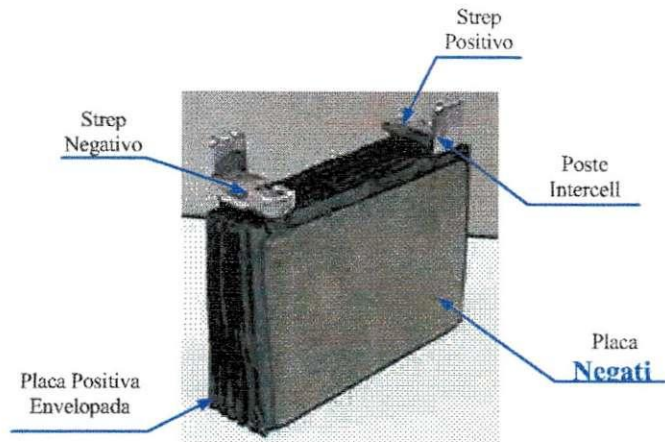


figura 07 – Elemento básico de uma Bateria

3.3.4 – Separadores:

A função do separador é impedir o contato físico entre placas de polaridade oposta, direcionando o fluxo de elétrons para o circuito externo ao invés de sua ocorrência diretamente entre uma placa e outra. O contato entre as placas se dá através da solução pela porosidade característica do separador. Outra característica dos separadores é a existência de uma nervura ao longo do seu comprimento com a função de afastar um pouco o separador da placa e permitir a existência de um pouco de ácido entre o separador e a placa. As nervuras devem estar voltadas para as placas positivas que consomem mais ácido nos ciclos de carga/descarga da bateria e portanto precisam de mais ácido disponível.

As características essenciais de um separador são:

- Alta porosidade – assegura baixa resistência à passagem de corrente entre as placas e livre difusão do ácido;
- Bom isolamento – previne a condução metálica entre placas de polaridade oposta;
- Deve ser inerte a ação de ácido sulfúrico e à oxidação eletroquímica;
- Ausência de impurezas;

- Boa resistência mecânica. Separadores são bastante exigidos em uso e são fontes freqüentes de devolução de baterias (furo no separador causa curto circuito).

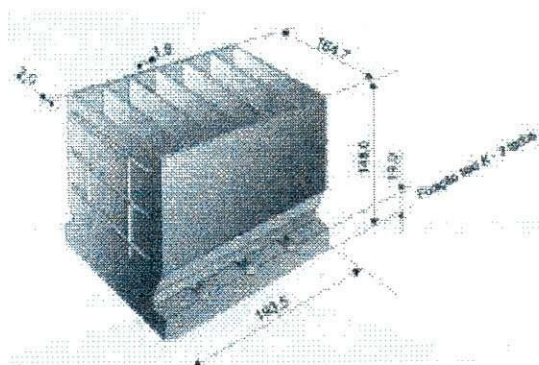
Atualmente, os separadores de uso mais comuns são os de Polietileno / Sílica e em menor escala, os de PVC e celulose.

A largura e altura dos separadores são sempre maiores que a das placas. Isto fornece uma folga para o separador com o intuito de prevenir a formação de dendritos de chumbo através de placas adjacentes. Isto estende a vida da bateria, particularmente em trabalhos pesados. Além disso, um envelopamento das placas positivas age como um auxiliar na prevenção da queda de massa da grade positiva.

3.3.5 – Caixas:

Em geral, as caixas usadas para baterias portáteis de uso automotivo são feitas de ou polipropileno. Caixas de poliestireno são usadas em baterias de aviões. As caixas são monocompartmentadas, caso em que abrigam apenas um elemento ou multicompartimentadas (2 a 6 compartimentos ou células).

As placas são impedidas, ao serem acondicionadas nas caixas, de tocarem o fundo da caixa pela existência de cavaletes ou calços moldados na base dos compartimentos. Este arranjo proporciona um espaço abaixo das placas para sedimentação ou lodo. Os sedimentos consistem de sulfato de chumbo arremessado para o fundo da bateria e formado a partir do material ativo das placas durante o uso da bateria, particularmente se a bateria estiver sujeita a ciclos repetidos de carga/descarga pesados ou sobrecargas excessivas. O sedimento age como um condutor metálico e por este motivo, o espaço abaixo das placas deve ser suficientemente profundo para manter o sedimento afastado da parte inferior das placas.



Figura_ 08: caixa de polipropileno com 6 células

3.3.6 – Tampas e Sobretampas:

As tampas das baterias automotivas são feitas de polipropileno. Cada tampa tem dois furos para o alojamento dos pólos, seis furos para o alojamento das rolhas e ocasionalmente, mais um furo para o alojamento de um densímetro.

Quando há necessidade de se impedir o acesso à rolhas, sela-se à quente uma sobretampa na bateria. Este é o caso das baterias sem manutenção (SM), mais modernas e que não necessitam de manutenção após instalação.

3.3.7 – Conectores (Solda Intercell):

Os conectores intercell são postes de uma liga Pb-Sb soldados nos strap's dos elementos para permitir a ligação entre uma célula e outra para permitir a condução de corrente através delas. Todos os conectores (bandeiras, poste intercell, orelhas) das baterias são projetadas de modo a conduzir, sem queda de tensão, as altas correntes elétricas a que se submete a bateria durante o acionamento do motor de partida. Conectores derretidos costumam ocorrer quando um contato de alta resistência se dá pela má confecção da solda ou devido à passagem de correntes excessivamente altas devido a um curto circuito entre os pólos terminais da bateria.

2.3.8 – Pólos terminais:

Os pólos terminais são encontrados nos elementos localizados nas extremidades da bateria. São de chumbo e têm a finalidade de possibilitar a conexão ao circuito externo da bateria através da fixação de cabos. Podem ser cônicos ou parafusados de acordo com a exigência de uso da bateria. No caso de polo cônico têm-se, antes da montagem da tampa, a bucha (fig. 09).

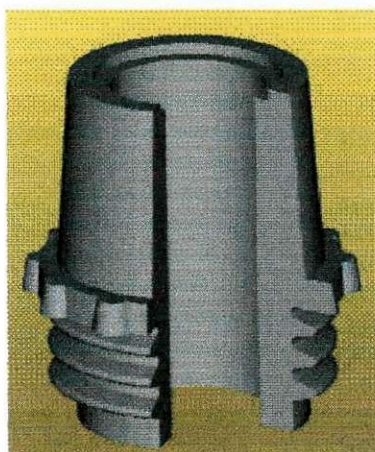


Fig. 09:bucha

2.3.9 – Eletrólito:

O eletrólito é o único componente que permaneceu inalterado durante cerca de 150 anos, ao longo dos quais se tem fabricado baterias.

A escolha da concentração do ácido (densidade) pode variar de acordo com o tipo de bateria, a temperatura de operação ou de acordo com a preferência do fabricante. Mas, em todos os casos o eletrólito é uma solução diluída de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Em climas onde a temperatura média é de $25^{\circ}C$, a densidade do ácido em baterias plenamente carregadas varia entre 1270 e 1285 g/l. Em climas tropicais, onde a temperatura média do ar está acima deste patamar, a densidade varia entre 1230 e 1250 g/l.

Durante a descarga realizada em uma partida do motor, por exemplo, a quantidade de ácido presente é reduzida drasticamente. Se a quantidade de ácido disponível na solução for pequena, a bateria descarrega-se rapidamente pois a densidade da solução cai. Neste caso, o sulfato de chumbo se solubiliza mais facilmente e migra para os poros dos separadores. Quando a bateria é recarregada, o sulfato de chumbo se precipita nos poros dos separadores e age como condutor elétrico causando contato entre as placas e provocando curtos.

Há uma relação direta entre o volume de ácido e a quantidade de carga disponível na bateria. Para uma massa com a chamada formulação SAD, e densidade de eletrólito de 1250 g/l, a relação é de 116,2 Ah/l de ácido.

Processo de Fabricação da Bateria

Neste item apresentamos uma descrição do processo produtivo da bateria realizado na Acumuladores Moura S.A. UN-01.

4.1 – Produção de Óxido de Chumbo:

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

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

- Moinho de atrito – o atrito entre pedaços de Pb mole gera calor e provoca a produção do PbO (óxido de chumbo);
- Reator Barton – chumbo fundido ($T_f = 327\text{ °C}$) é adicionado e misturado continuamente em um reator de atmosfera oxidativa formando o PbO.

4.2 – Produção das Massas:

O Óxido produzido no processo é o principal componente da massa que vai empastar as grades da bateria. Os ingredientes (aditivos) da massa usada nos empaste das grades positivas e negativas são ligeiramente diferentes.

A massa positiva contém:

- Óxido de Chumbo;
- Solução diluída de ácido sulfúrico (1480 g/l) - reage com PbO formando sulfato de chumbo.
- Água desmineralizada – responsável pela plasticidade, umidade e densidade. Propriedades necessárias para um bom empaste das grades e responsáveis pela formação de diversos tipos de sulfatos;
- Fibra – dá consistência mecânica à massa, ajuda a fixação da massa a grade.

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

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

- Sulfato de Bário (BaSO₄) – serve para ajudar na precipitação do sulfato de chumbo e na formação da massa;
- Vanisperse ou Vixil (Expansor) – aumenta a porosidade da placa a fim de que a solução de ácido sulfúrico penetre por todo seu interior, facilitando a troca de íons.

4.3 – Fundição de Grades:

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

Dentro do processo de Fundição de Grades, atualmente trabalhamos com três tipos de ligas: Liga Selênio, Liga Prata e Liga Cálcio. Onde, as ligas Prata e Selênio são utilizadas para as grades positivas e a Liga Cálcio para grades negativas. É importante ressaltar, os cuidados tomados para evitar contaminação entre os tipos de ligas. Uma saída adotada, foi convencionar cores características para cada tipo de liga:

- ◆ Liga Prata (Ag) – **verde**;
- ◆ Liga Cálcio (Ca) – **marron**;
- ◆ Liga Selênio (Se) – **azul**.

Estas cores de identificação são utilizadas em todo processo produtivo da Acumuladores Moura UN-01, onde se trabalha com os três tipos de ligas simultaneamente.

O Chumbo Liga é fornecido pela Acumuladores Moura UN-05 (Metalúrgica), também localizada em Belo Jardim – PE.

Ainda com relação a composição das ligas utilizadas na Fundição de Grades, cada elemento apresenta uma importância característica que contribui para o aumento da vida útil da bateria. Podemos citar:

- ✓ Cálcio (Ca) – Resistência mecânica;
- ✓ Estanho (Sn) – Fundição uniforme dos elementos químicos, melhorando a fluidez do Chumbo. Apresenta boa resistência a corrosão;
- ✓ Alumínio (Al) – Elemento de sacrifício, ou seja, protege o Cálcio durante o processo de fundição do chumbo nos cadinhos;
- ✓ Prata (Ag) – Resistência química a altas temperaturas e evita o consumo de água;
- ✓ Antimônio (Sb) – Melhora a resistência Mecânica, porém aumenta consumo de água;
- ✓ Selênio (Se) – Melhora a maleabilidade do chumbo e aumenta a resistência à corrosão;

- ✓ Arsênio (As) – Maior dureza e resistência a corrosão.

Um dos elementos mais tradicionalmente empregados na grade é o antimônio (Sb), que confere maior dureza/resistência às grades. No entanto, seu uso representa um provável aumento no consumo de água durante a vida cíclica da bateria. O consumo de água leva a uma corrosão das grades e à falha da bateria.

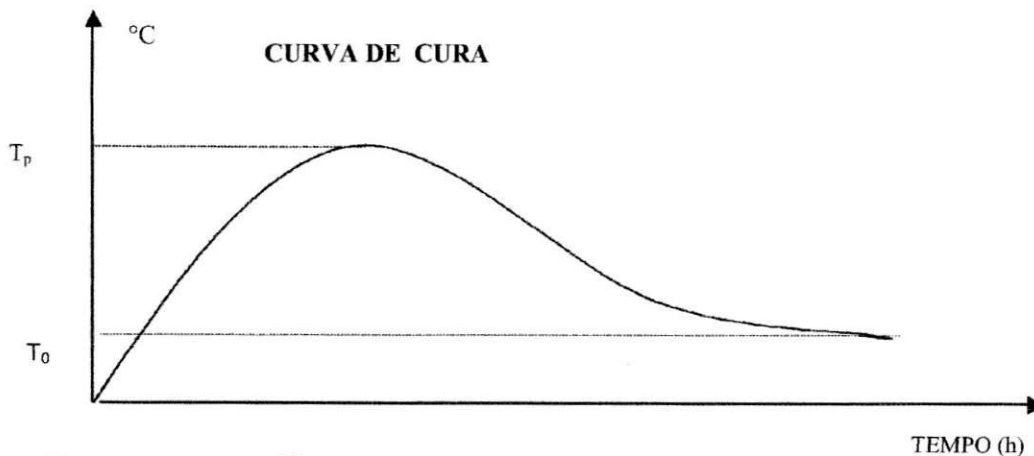
Atualmente, nas grades positivas, as mais susceptíveis a corrosão durante o uso da bateria, vem se utilizando o chumbo Liga Prata (Liga Ag) e uma pequena porcentagem de Chumbo Liga Selênio (Liga Se). A Prata retarda a corrosão de grade e reduz consideravelmente o consumo de água na bateria.

4.4 – Empastamento, Cura e Secagem de Placas:

O empastamento é o processo pelo qual a massa produzida nas masseiras é aplicada às grades produzidas na fundição. No empaste, a massa é pressionada por um cabeçote contra as placas e devido à sua plasticidade/densidade e ao formato da grade fica aderida as mesmas. Um sistema mais adequado seria o uso de dois cabeçotes para aplicação da pasta, um por cada lado da pasta. O resultado esperado é uma placa uniformemente empastada dos dois lados. A quantidade de massa na placa e a uniformidade de sua aplicação são cruciais para o bom desempenho elétrico da bateria.

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

As placas seguem para então uma estufa de cura, onde permanecem por no mínimo 24 horas. A principal característica desta etapa é a queda do teor de Pb livre para cerca de 3% pela ocorrência de oxidação e a transformação de sulfato tribásico em tetrabásico. Cura e secagem são etapas essenciais para a qualidade das placas positivas das baterias pois a formação de sulfato tetrabásico, em teor de 20 e 30% do total do sulfato presente, é altamente desejável. Tal processo é favorecido pelo aumento de temperatura. Já para as placas negativas, o desejável são temperaturas baixas que não ataquem o *Vansiperse* ou *Vixil* (lignosulfato), componente orgânico que se degrada fora desta condição. Portanto, se aconselha, que a cura das placas positivas seja realizada em ambiente separado das negativas.



- T_0 – temperatura ambiente.
- T_p – temperatura de pico (55°C - cura tribásica, 92°C cura tetrabásica)

4.5 – Formação da bateria:

As baterias de chumbo ácido têm suas grades empastadas por uma mistura cujos componentes principais são um ou mais tipos de óxido de chumbo e uma solução diluída de ácido sulfúrico (cerca de 1400 g/l). A formulação das massas varia de fabricante a fabricante de acordo com aplicação da bateria, de acordo com as características operacionais desejadas.

Na etapa de formação, ocorre uma oxidação ou redução dos óxido de chumbo ou outros materiais que tenham sido aplicados às grades com o objetivo de obter o carregamento total da bateria.

As baterias são ligadas em série através de conectores para que a mesma quantidade de corrente circule por todas as baterias. A corrente adequada de carga depende da espessura e do tipo de placas e também da temperatura. O plano de carga consiste na aplicação de correntes pré-determinadas de acordo com a capacidade final desejada da bateria. A capacidade nominal da bateria é obtida medindo-se a quantidade de ampéres-hora que a bateria pode fornecer até que sua tensão caia de 12 até 10,5 V, tensão abaixo da qual seu uso é impossível em veículos. O que ocorre é que a bateria antes de ser formada, obviamente, tem 0V de tensão entre seus pólos. Portanto, a bateria tem que ser formada com uma quantidade de energia equivalente a cerca de 4 a 5 vezes sua capacidade nominal. Assim, no início da formação, quando as placas e a solução ainda são más condutoras, uma corrente mais baixa é aplicada, para evitar elevações de temperatura causadas por uma

... (P hora de formação), as correntes são

de controlar a temperatura.

4.6 – Acabamento da bateria

Durante o acabamento, as baterias após terem seu nível de eletrólito corrigido, são submetidas a um teste conhecido como teste de alta descarga. Tal teste divide-se em duas etapas: na primeira é medida a tensão em circuito aberto da bateria. O valor encontrado é

... da bateria após a formação. Caso a tensão esteja

do valor mínimo especificado para a bateria, há possibilidade de que (a)

... um desligamento da bateria (tipo de defeito interno

... pimento da ligação em série das células bateria) ou formação incompleta.

... se detectado a bateria é rejeitada.

... da etapa do teste consiste em simular uma partida pela aplicação de um

... (por exemplo, 600 A) por um tempo de 2 segundos.

... testes, as baterias são rotuladas e embaladas e seguem para o

4.7 Grandezas Características de uma Baterias Moura

A escolha das características mais destacadas em um acumulador eletroquímico deve ser função da aplicação do mesmo. Por exemplo, a característica mais exigida de uma bateria

... é sua aptidão para suportar um número elevado de ciclos de carga profunda. A bateria de um automóvel deve ter um bom comportamento,

... em baixas temperaturas, para que possa operar em

... nível mesmo sob as mais duras condições. Dentre as características

... e sua corrente de partida a frio.

Capacidade de Armazenamento de uma "

... é a quantidade de carga que pode fornecer até ser ... (sem tempo que impede seu uso) por uma determinada corrente

$C = \text{Capacidade}$

$I = \text{Corrente de descarga}$

$T = \text{Tempo para descarga da Baterias}$

A capacidade é proporcional à quantidade de material ativo dos eletrodos positivo e negativo, sendo determinada pelo eletrodo com menos material útil.

É necessário ressaltar que o que possibilita o funcionamento da bateria é uma reação química cujo rendimento, obviamente, nunca atinge 100% e portanto, nem toda substância ativa pode ser usada na produção da corrente elétrica.

A capacidade teórica de uma bateria não depende nem da estrutura dos materiais ativos e nem das condições externas de descarga. Teoricamente, 1 mol de substância ativa produz, com o intercâmbio de um elétron, 96500 C ou 26,8 Ah. Portanto, o valor prático da capacidade, ou capacidade real (C_r) será uma fração f deste valor. O fator f depende principalmente do tipo e estrutura do eletrodo e dos parâmetros externos da descarga. Os parâmetros que definem a descarga e portanto a capacidade da bateria são:

- Duração de descarga
- Temperatura
- Tensão final que impede a aplicação da bateria (tensão de corte)

As especificações internacionais de baterias definem estes três parâmetros em função das aplicações mais conhecidas estão na tabela 01.

APLICAÇÃO	DURAÇÃO DA DESCARGA	TENSÃO FINAL	TEMPERATURA
Arranque	20 h	1,75 V / célula	25°C
Tração	5 h	1,70 V / célula	30°C
Estacionária	10 h	1,82 V / célula	20°C

Tabela 01 – Parâmetros para a determinação da capacidade de uma bateria

Desta forma, quando se diz que uma bateria automotiva é de 60 Ah de capacidade nominal, isso significa que se esta bateria for descarregada a 25°C e uma intensidade de:

$$I = \frac{60 \text{ Ah}}{20 \text{ h}} = 3 \text{ A}$$

até que a tensão em seus terminais seja de 10,5 V (1,75 V / célula), a duração da descarga deverá ser de no mínimo 20 horas.

Corrente de Partida a Frio (Cold Crank Ampere - CCA)

A partida a frio de uma bateria é uma característica bastante importante no caso de baterias automotivas aplicadas em veículos a serem usados em países onde o inverno é mais rigoroso. Neste caso, a bateria deve ser capaz de acionar o motor de partida dos veículos mesmo em temperaturas mais baixas. O teste de verificação para averiguar se a bateria tem estas características é feito com a bateria a uma temperatura de -18°C , e submete-se a bateria à uma corrente de partida de cerca de 100 A acima daquela necessária para acionar o motor onde o veículo vai ser usado. Então é medida a tensão em tempos regulares e estes valores devem estar de acordo com a norma que está sendo seguida. No caso de algumas normas americanas, por exemplo, a tensão da bateria deve ser maior que 8,0 V nos primeiros 10 segundos de descarga e maior que 7,2 V após 30 segundos.

Diz-se que a corrente usada para testar a bateria é a corrente de partida a frio da bateria ou seu "Cold Crank".

ACUMULADORES ESTACIONÁRIOS

Acumulador elétrico é um dispositivo eletroquímico que converte energia elétrica em energia química, armazenando-a para posterior restituição em forma de energia elétrica, quando solicitado pelo consumidor. O acumulador é um sistema que transfere e recebe energia do sistema, ou seja, sofre um processo contínuo de carga – descarga, sendo denominado de ciclagem, o processo de carga e descarga não se comportam da mesma forma, e por isso tem constantes de tempo diferentes.

Há dois tipos de acumuladores : automotivo e o estacionário, que se diferenciam pelas suas características de projeto; o automotivo ira fornecer uma corrente elevada em um curto intervalo de tempo, enquanto o estacionário ira fornecer uma corrente baixa em um tempo bem dilatado.

Para um melhor entendimento do leitor será necessário fazer algumas definições usadas no vocabulário técnico dos acumuladores (baterias) :

- *Acumulador Chumbo-Ácido:*
acumulador na qual os materiais ativos são o chumbo e seus composto, e o eletrólito é uma solução aquosa de ácido sulfúrico.
- *Acumulador Chumbo-Ácido Regulado por Válvula:*
Acumulador que tem como princípio de funcionamento o ciclo do oxigênio, dispões de uma válvula reguladora para escape dos gases, quando a pressão interna exceder a um valor predeterminado.
- *Tensão de Circuito-Aberto:*
tensão entre os dois pólos da bateria.
- *Tensão de Flutuação:*
Tensão acima da tensão de circuito aberto, definido pelo fabricante, acrescido apenas do necessário para carregar e manter o acumulador no estado de plena carga.
- *Corrente de Carga:*
Corrente fornecida ao acumulador quando o mesmo está em carga.
- *Plena Carga:*
Estado do elemento quando atinge o instante final de carga.
- *Carga de Flutuação:*
Carga aplicada visando compensar as perdas por auto-descarga, mantendo o acumulador no estado de plena carga.
- *Capacidade em Ampere-hora (C_1):*
Produto da corrente em em amperes pelo tempo em horas, corrigido para a temperatura de referência , fornecida pelo acumulador em determinado regime de descarga.

- *Ciclo do Oxigênio:*

Processo pelo qual o oxigênio gasoso, gerado no eletrodo positivo passa para o eletrodo negativo sendo reduzido a ions O_2^- , os quais reagem com os prótons $2H^+$ que se difundiram pelo eletrólito.

Na linha de baterias estacionárias a MOURA possui a linha Moura CLEAN, que utiliza uma tecnologia completamente nova, desenvolvida para solucionar os problemas associados à utilização de baterias reguladas a válvulas (VRLA) a altas temperaturas, como também os decorrentes da instalação de baterias ventiladas no mesmo ambiente de equipamentos eletrônicos. Esta nova família de baterias é o resultado de mais de 40 anos de experiência do Grupo Moura em projeto, desenvolvimento, industrialização e assistência técnica, associada a parceria tecnológicas com alguns dos maiores fabricantes mundiais do setor.

Enquanto as baterias VRLA necessitam de um ambiente controlado, as baterias da linha CLEAN incorporam inovações tecnológicas que dispensam essa exigência, através de ligas e grades especialmente desenvolvidas para resistir a altas temperaturas. Essa característica, além de proporcionar um excelente desempenho, torna a bateria ideal para regiões de clima tropical. A tecnologia SPV, presente na Moura CLEAN, é responsável pela baixa emissão de vapores ácidos, estabelecendo uma nova categoria na evolução tecnológica das baterias estacionárias chumbo-ácido. Um dos mais importantes aspectos de segurança em baterias diz respeito ao vazamento do eletrólito, constituído de uma solução de ácido sulfúrico, altamente corrosivo. O contato com este eletrólito é danoso para pessoas e equipamentos. A Moura CLEAN passou nos mais rigorosos testes de qualidade, entre eles o Roll Over Test, em que as baterias em carga são colocadas em posições não convencionais – apoiadas sobre cada uma das faces laterais, e até de ponta cabeça por um período de tempo predeterminado, para testar se ocorre vazamento. A Moura CLEAN proporciona a retenção do eletrólito por períodos de até 20 vezes superior às baterias estacionárias seladas. Desta forma a bateria estacionária da Moura está habilitada para aplicações de Telecomunicações, Energia Solar, Energia Eólica, Subestações Elétricas e outras aplicações de Emergência, as baterias estacionária da linha Moura CLEAN apresentam alto desempenho e confiabilidade em aplicações de descarga de longa duração e de alta ciclagem.

NORMAS DE REFERÊNCIA

- NBR 14197 Acumulador chumbo-ácido estacionário ventilado- Especificação.
- NBR 14197 Acumulador chumbo-ácido estacionário ventilado- Terminologia.
- NBR 14197 Acumulador chumbo-ácido estacionário ventilado- Ensaios.
- NBR 14197 Especificações Gerais para Acumuladores chumbo-ácido estacionário.

Há dois tipos de baterias da linha CLEAN, MF (liga prata) e MC (liga selênio), com aplicações diferentes, a família MC é indicada para ciclagem enquanto a MF é utilizada para flutuação.

A eficiência da bateria é influenciada pela variação de temperatura, sendo assim necessário fazer correção da temperatura com o objetivo de mensurar a tensão de flutuação e carga de equalização.

$$V_{\text{corrigido}} = V_{25^{\circ}\text{C}} - [(T_{\text{real}} - 25^{\circ}\text{C}) \times (0,033 \text{ V} / ^{\circ}\text{C})]$$

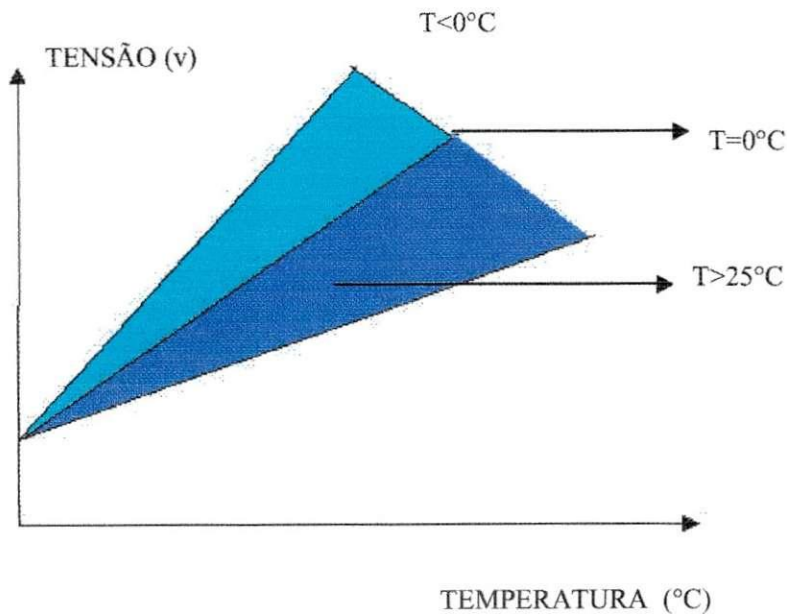
Uma tensão de flutuação incorreta pode ocasionar :

Baixa tensão de flutuação:

- Recarga Insuficiente;
- Sulfatação Irreversível

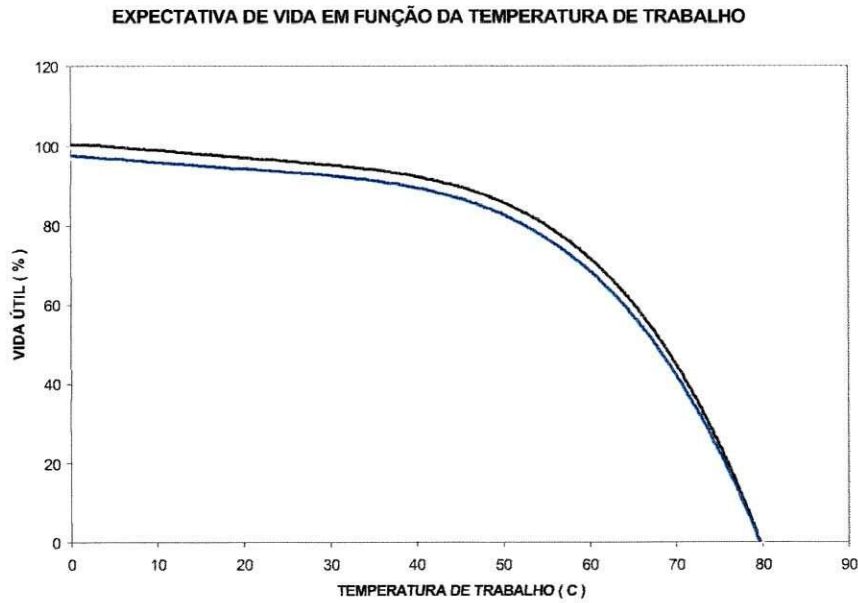
Alta tensão de flutuação:

- Maior Perda de água;
- Corrosão prematura da grade positiva;
- Aumento da corrente de flutuação.

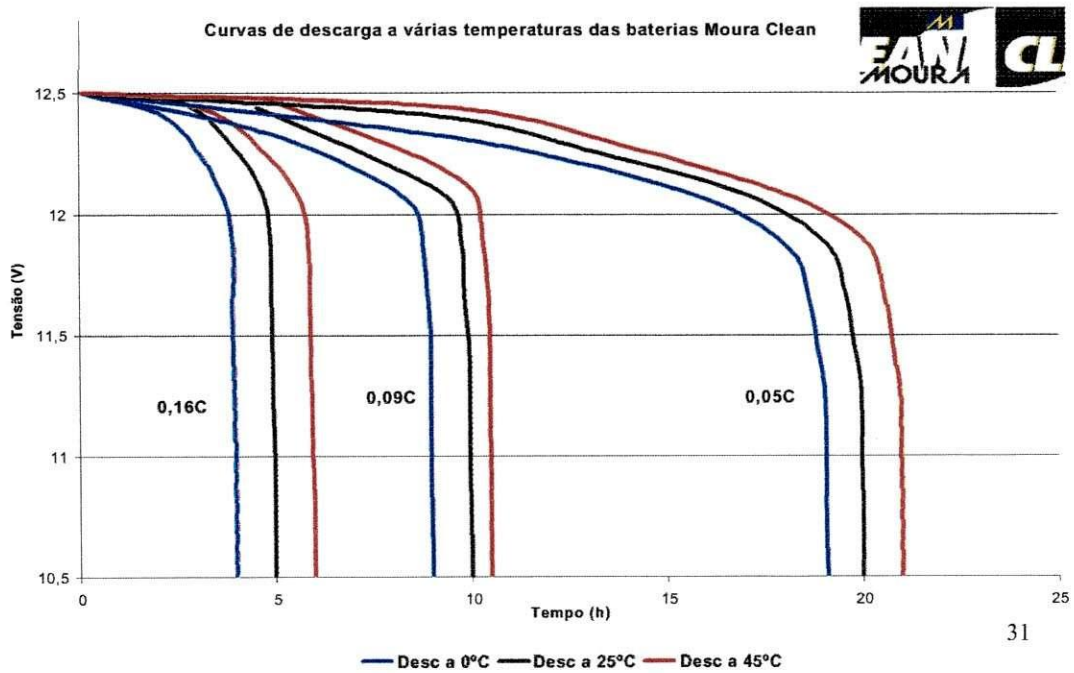


figura_10: tensão de flutuação corrigida em função da temperatura.

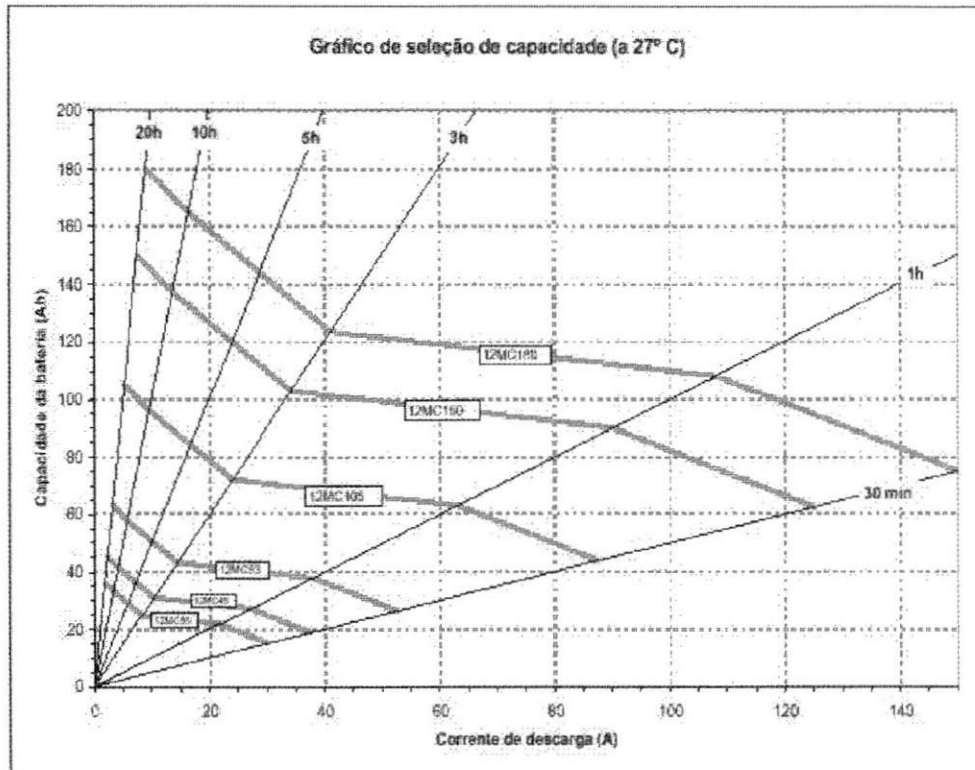
Desta forma fica bastante claro que a resistência interna da bateria aumenta com a diminuição da temperatura, e diminui com o aumento da temperatura.



Influência da temperatura na descarga.



Dimensionamento de baterias:



Tensão final de descarga (10.5 volts).

Capacidade da bateria (Ah) = Corrente de descarga (A) x Tempo de descarga (h).

Da equação acima o tempo de duração da descarga e a capacidade da bateria variam de acordo com a corrente de descarga.

Como identificar a sua bateria :

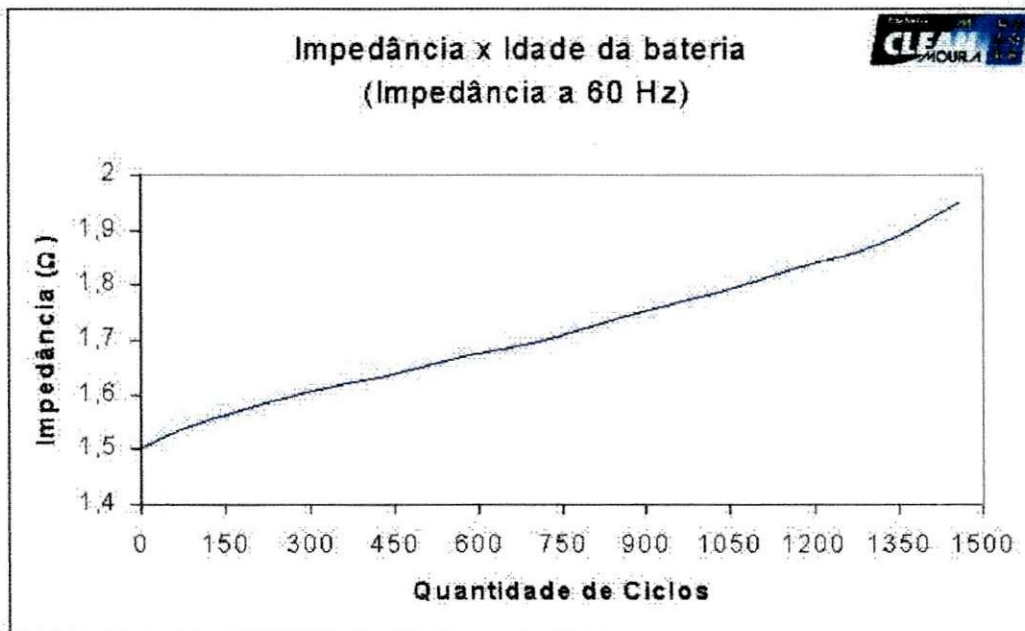
- 1) Selecione a intensidade de corrente em Amperes (A) desejada (eixo "corrente de descarga")
- 2) Selecione por quanto tempo você precisa desta corrente (Retas pretas finas)
- 3) Escolha a bateria representada pela reta que cruza o ponto selecionado ou a que passa imediatamente acima
- 4) Esta será a mínima capacidade requerida para a bateria , que deverá ser ajustada à profundidade de descarga que o sistema aplicará à mesma .

Desta forma estaremos dimensionando o tipo de bateria que ira atender a demanda em tempo (h) e carga (Ah).

Dimensionamento do Banco de Baterias (fotovoltaicos):

$$CAPACIDADE \text{ do BANCO} = \frac{N^{\circ} \text{ de dias de autonomia} \times \text{carga total (Ah/dia)}}{\text{Limite máximo de descarga}}$$

Alguns cuidados deverão ser observados, como evitar ao máximo o maior número de baterias em paralelo, isso é devido ao fato de que com o aumento da ciclagem temos um crescimento da resistência interna da bateria que ira dificultar a recarga, diminuindo-se a assim a capacidade do banco.



A melhor maneira para evitar-se perda de capacidade do banco é diminuir ao máximo o número de paralelos do sistema, fazer um dimensionamento adequado dos cabos, apertar bem todas as conexões, e fazer inspeções rotineiras para visualizar se a bateria apresenta vazamento.

CONCLUSÃO

O estágio foi de grande importância no sentido em que o estudante passa a conhecer a realidade fora da Universidade, e aprende que todos os fundamentos teóricos vistos enquanto estudante irão lhe auxiliar de forma direta ou indireta na sua vida profissional dentro de uma empresa.

Na Moura aprendi a importância do trabalho em equipe, sempre visando o melhor resultado e dentro do prazo, percebi que a palavra engenharia requer um estudo constante não apenas dentro de uma especialidade, mas sim no sentido de aprender qualquer outra área que seja diferente da sua e de interesse da empresa.

BIBLIOGRAFIA

- [1] DINIZ, F.B., **Acumuladores de Chumbo-Ácido Automotivos**, 2ª Edição, Belo Jardim – Brasil – 1994.
- [2] GALINDO, R. – **Manutenção Autônoma**
Acumuladores Moura – Belo Jardim – Brasil – 2001
- [3] GARCIA, J.F., **Acumuladores Eletroquímicos**, McGraw-Hill, Madrid, 1994
- [4] MAXIMIANO, A.C.A., **Administração de Projetos**, Atlas, São Paulo, 1997.
- [5] MOURA, R. A.; BANZATO, E. – **Redução do Tempo de Set-up**.
Editora IMAM – São Paulo – Brasil – 1996