



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

HEBERT VINICIUS ALVES DE LUCENA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

ACUMULADORES MOURA S.A.



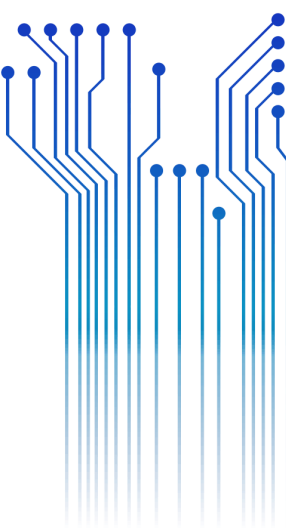
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática



Departamento de
Engenharia Elétrica

Campina Grande – Paraíba – Brasil

Dezembro, 2019



HEBERT VINICIUS ALVES DE LUCENA

ACUMULADORES MOURA S.A.

Relatório de Estágio Integrado realizado na empresa Acumuladores Moura S.A. submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Orientador:

Professor Leimar de Oliveira, D.Sc.

Campina Grande – Paraíba – Brasil

Dezembro, 2019

HEBERT VINICIUS ALVES DE LUCENA

ACUMULADORES MOURA S.A.

Relatório de Estágio Integrado realizado na empresa Acumuladores Moura S.A. submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Eletricista.

Aprovado em / /

Professor Avaliador

Universidade Federal de Campina Grande

Avaliador

Professor Leimar de Oliveira, D.Sc.

Universidade Federal de Campina Grande

Orientador, UFCG

AGRADECIMENTOS

À minha família, meus pais Valmir Lucena e Francineide Alves de Lucena, e minha irmã Huanna Raíssa Alves de Lucena, os quais sempre me mostraram que a vida deve ser boa e tranquila. Agradeço por todo o suporte que dão à minha existência.

Agradeço a UFCG, por proporcionar todos os desafios que me foram postos, pois foram imprescindíveis para a minha formação profissional e pessoal.

A Leimar de Oliveira, meu professor e orientador, por se mostrar sempre disposto a compartilhar sua sabedoria e maneira única de análise. Agradeço pelos diversos conselhos e sugestões, seja no âmbito acadêmico ou do como viver.

Aos meus amigos, por fazerem dessa jornada algo divertido e agradável.

A todos com quem convivi durante toda a minha vida, pois o que sou hoje é em grande parte devido as experiências que passei. E me orgulho disso.

A cidade, Campina Grande, lugar acolhedor no qual pude ver e aprender muito da vida.

Aos meus companheiros que fazem a Engenharia de Processo da Baterias Moura, e todos os colaboradores com quem pude trabalhar.

Ao meu gestor, Bruno Sobel, pela oportunidade, confiança e ensinamentos. Sua habilidade natural de liderança será uma fonte de inspiração que levarei comigo.

“Muitas coisas não ousamos empreender por parecerem difíceis; entretanto, são difíceis porque não ousamos empreendê-las.”

Sêneca.

RESUMO

O presente trabalho busca descrever as funções desempenhadas durante o estágio integrado que foi desenvolvido na Acumuladores Moura, localizada na cidade de Belo Jardim – PE, distante 180 km da capital Recife. A Moura é uma empresa brasileira, fundada em 1957, atua na fabricação de acumuladores elétricos para os mercados automotivos, motos, telecomunicações, náutico, logístico, de energia alternativa e de sistemas nobreak. Atualmente é a maior empresa do setor de acumuladores elétricos da América Latina. O departamento da empresa em que o estágio ocorreu foi na Engenharia de Processo, sob supervisão do engenheiro Bruno Sobel Moura, entre março de 2019 e novembro de 2019. Dentre os setores da Engenharia de Processo, a área específica foi formação e acabamento de baterias. Conheceu-se o setor produtivo de baterias automotivas, de motocicletas e para veículos com tração elétrica. As habilidades e conhecimentos adquiridos durante o curso de engenharia elétrica foram importantes para compreender e executar atividades na indústria de produção de baterias chumbo-ácido. As tarefas desenvolvidas se caracterizaram de forma bastante dinâmica: seja na execução de testes no setor de produtivo, elaborar relatórios com os resultados, trabalhar em conjunto com outros setores, desenvolver projetos de melhoria alinhados com a metodologia PDCA, criar ou alterar normas técnicas do processo produtivo visando padronizá-lo, garantir que o produto atenda as especificações necessárias para assegurar sua qualidade.

Palavras-chave: Baterias Chumbo-Ácido; Engenharia de Processo; Formação e acabamento de baterias; Acumuladores Moura; Grupo Moura.

ABSTRACT

This paper describes the functions performed during the integrated internship that was developed at Acumuladores Moura, located in the city of Belo Jardim - PE, distant 180 km from the capital Recife. Moura is a Brazilian company, founded in 1957, which operates in the manufacture of electric accumulators for the automotive, motorcycle, telecommunications, nautical, logistics, alternative energy and UPS systems. It is currently the largest company in the electric accumulator industry in Latin America. The company department in which the internship took place was in Process Engineering, under the supervision of engineer Bruno Sobel Moura, between March 2019 and November 2019. Among the Process Engineering sectors, the specific area was the formation and finishing of batteries. The automotive, motorcycle and electric-powered battery production sector was known. The skills and knowledge gained during the electrical engineering course were important for understanding and performing activities in the lead acid battery manufacturing industry. The tasks developed were characterized in a very dynamic way: either in the execution of tests in the productive sector, writing reports with the results, working together with other sectors, developing improvement projects aligned with the PDCA methodology, creating or changing process technical standards. to standardize it, ensure that the product meets the specifications needed to ensure its quality.

Keywords: Lead-Acid Batteries; Process Engineering; Charging and finishing of batteries; Acumuladores Moura; Grupo Moura.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Composição de uma bateria chumbo-ácido.	17
Figura 2: Esquema Básico de uma Célula de Chumbo-Ácido e Reações que ocorrem durante o Processo Eletroquímico	19
Figura 3: Célula formada por uma placa positiva e uma negativa, separadas por um separador poroso e imersas em solução de ácido sulfúrico.	20
Figura 4: Célula com Várias Placas Ligadas em Paralelo.	21
Figura 5: Elementos em série de modo a aumentar a tensão.	21
Figura 6: Fluxograma da Produção de Baterias.	22
Figura 7: Grade expandida.	25
Figura 8: Placa	26
Figura 9: Vista Superior de uma Bateria Automotiva Mostrando Straps e Conexões ...	28
Figura 10: Bateria Automotiva Montada	28
Figura 11: Banco de formação.....	29
Figura 12: Índice de retrabalho por mês	33
Figura 13: Gráfico Meta	33
Figura 14: Número de Retrabalhos por Modelo	34
Figura 15: Gemba	34
Figura 16: Gembutsu	35
Figura 17: Monitoramento do indicar de retrabalho.....	37
Figura 18: Procedimento operacional alterado	37
Figura 19: Lição ponto a ponto desenvolvida para padronizar as alterações	38
Figura 20: Detalhes das Conexões.....	38
Figura 21: Conexão com o separador utilizando silicone	39
Figura 22: Sonda de temperatura inserida no meio das placas	39
Figura 23: MIDI LOGGER GL240	40
Figura 24: Potenciais nos straps durante a formação	40
Figura 25: Perfil de temperatura durante a formação	41
Figura 26: Elemento contaminado e elemento normal	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estrutura Organizacional do Grupo Moura.	13
Tabela 2: Cronograma do Projeto.....	32
Tabela 3: Plano de Ação.....	36
Tabela 4: Descarga espontânea.....	42
Tabela 5: Tensão em cada célula.....	42

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1. OBJETIVOS	11
1.2. ACUMULADORES MOURA S.A.	11
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1. HISTÓRIA DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO.....	15
2.2. COMPOSIÇÃO DA BATERIA	16
2.3. CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS.....	17
2.4. PROCESSO ELETROQUÍMICO	18
3. PRINCIPAIS ETAPAS DA FABRICAÇÃO	22
3.1. ÓXIDO DE CHUMBO.....	23
3.2. MATERIAL ATIVO (MASSA).....	23
3.3. GRADES	24
3.4. EMPASTAMENTO.....	26
3.5. CURA	27
3.6. MONTAGEM.....	27
3.7. FORMAÇÃO.....	29
3.8. ACABAMENTO	30
4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	31
4.1. ENGENHARIA DE PROCESSOS	31
4.2. PROJETO DE REDUÇÃO EM 50% DO RETRABALHO NA FORMAÇÃO DA BATERIA MOURA TRAÇÃO	32
4.2.1. CRONOGRAMA.....	32
4.2.2. IDENTIFICAÇÃO	33
4.2.3. CLARIFICAÇÃO	34
4.2.4. PLANO DE AÇÃO.....	36

4.2.5.	MONITORAMENTO	37
4.2.6.	PADRONIZAÇÃO	37
4.3.	MONITORAR OS POTENCIAIS E A TEMPERATURA DE UMA BATERIA VRLA (5Ah) DURANTE A FORMAÇÃO	38
4.4.	ESTUDO SOBRE A CONTAMINAÇÃO POR FERRO EM BATERIAS VRLA	41
5.	CONCLUSÕES.....	44
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

A descoberta da energia elétrica proporcionou inúmeras transformações na sociedade e na sua forma de viver. O uso da eletricidade é precedido pela necessidade de desenvolver uma forma de gerá-la. A primeira coisa que se imagina são as grandes usinas hidrelétricas, eólicas, termoeletricas, geotérmicas, nucleares e suas redes de distribuição de energia (CARNEIRO et al, 2017). Entretanto essas não são as únicas formas de geração de energia elétrica existentes.

A energia elétrica também pode ser obtida através de equipamentos menores e mais compactos, tais como pilhas e baterias que fornecem energia para uma infinidade de aplicações. Esses dispositivos usam a conversão de energia química em energia elétrica. 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), como o que ocorre na 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 (DINIZ, 1995).

1.1. OBJETIVOS

O intuito deste relatório é apresentar conteúdos relevantes sobre baterias de chumbo-ácido, colocando em foco os principais assuntos do tema. Como também, relatar as atividades desenvolvidas durante a realização do estágio integrado na empresa Acumuladores Moura S.A.

1.2. ACUMULADORES MOURA S.A.

A Moura é uma empresa brasileira, fundada em 1957, atua na fabricação de acumuladores elétricos para os mercados automotivos, motos, telecomunicações, náutico, logístico, de energia alternativa e de sistemas nobreak. Atualmente é a maior empresa do setor de acumuladores elétricos da América Latina. Com uma capacidade de produção anual superior a 7 milhões de baterias e um quadro de colaboradores de aproximadamente

3 mil pessoas, a Moura é uma das maiores fornecedoras de baterias para a frota de veículos em circulação na América do Sul. A empresa possui 6 plantas industriais, 2 centros técnicos e logísticos avançados e mais de 70 centros de distribuição comercial no Brasil, na Argentina e no Uruguai, além de distribuidores parceiros no Paraguai, Reino Unido e Portugal, atendendo assim todo o Mercosul e parte do continente europeu.

Ao longo de sua história, a Moura obteve algumas certificações que foram fundamentais para conquistar o mercado das montadoras e, devido ao trabalho desempenhado junto a estas, a empresa chegou a receber diversos prêmios de qualidade. Dentre os principais acontecimentos de sua história destacam-se os seguintes:

- 1957 – Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim – PE;
- 1966 – Fundação da Metalúrgica Moura;
- 1983 – Início das exportações para os Estados Unidos;
- 1983 – Início do fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S/A.;
- 1984 – Lançamento da bateria para veículos movidos à álcool;
- 1986 – Inauguração da planta industrial de Itapetininga – SP;
- 1988 – Início do fornecimento de baterias à Volkswagen do Brasil;
- 1999 – Lançamento da bateria Moura com Prata;
- 2000 – Início do fornecimento de baterias à Iveco;
- 2000 – Lançamento da bateria estacionária Clean;
- 2001 – Lançamento da bateria tracionária LOG;
- 2002 – Início do fornecimento de baterias à Nissan;
- 2003 – Lançamento da bateria náutica BOAT;
- 2004 – Lançamento da bateria inteligente;
- 2005 – Início do fornecimento de baterias à Mercedes-Benz;
- 2006 – Lançamento da bateria LOG DIESEL;
- 2008 – Início do fornecimento de baterias à Cherry;
- 2009 – Início do fornecimento de baterias à GM;
- 2010 – Início do fornecimento de baterias à Kia Motors;
- 2011 – Inauguração da planta industrial na Argentina;

- 2011 – Lançamento da bateria Moura Clean Max;
- 2012 – Lançamento da nova bateria Moura Automotiva;
- 2012 – Lançamento da bateria Moura Moto;
- 2013 – Lançamento da bateria Moura VRLA;
- 2014 – Prêmio Valor 1000 – Melhor desempenho no setor de Veículos e Peças / Instituição: Valor Econômico – 1º Lugar;
- 2015 – Inauguração da Rede de Serviços Moura – RSM;
- 2015 – Lançamento da bateria estacionária Moura Nobreak;
- 2016 – Lançamento do óleo lubrificante Lubel;
- 2016 – Lançamento da nova bateria Moura Moto;
- 2017 – Lançamento da nova bateria Moura Automotiva;
- 2017 – Lançamento da Linha Solar;
- 2017 – Lançamento da Série 2V da Linha VRLA;
- 2018 – Implantação da UN10 em Belo Jardim – PE.

Atualmente a Acumuladores Moura S/A possui diversas unidades localizadas no Brasil e em outros países. A subdivisão de unidades permite uma gestão mais efetiva da empresa, pois assim, estas unidades independentes participam de uma parte específica do processo, deste a obtenção da matéria prima até a entrega ao cliente. Na Tabela 1 é apresentado um descritivo das unidades da Moura.

Tabela 1: Estrutura Organizacional do Grupo Moura.

UNIDADE	PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO
UN 01 – ACUMULADORES MOURA MATRIZ	Baterias sem carga para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição, montadoras, especiais e exportação	Belo Jardim – PE
UN02 – UNIDADE ADMINISTRATIVA	Centro administrativo	Jaboatão dos Guararapes – PE
ESCRITÓRIO SÃO PAULO	Centro administrativo	São Paulo –SP
ESCRITÓRIO RIO DE JANEIRO	Centro administrativo	Niterói – RJ
UN 03 – DEPÓSITO FIAT E IVECO	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais	Betim – MG

UN 04 – METALÚRGICA	Reciclagem de baterias e ligas de chumbo	Belo Jardim – PE
UN 05 – INDÚSTRIA DE PLÁSTICO	Caixa, tampa e pequenas peças para baterias	Belo Jardim – PE
UN 06 – UNIDADE DE FORMAÇÃO E ACABAMENTO	Baterias para montadoras, reposição e especiais	Itapetininga – SP
UN 08 – MOURA BATERIAS INDUSTRIAIS	Baterias tracionárias e de moto	Belo Jardim – PE
BASA – DEPÓSITO ARGENTINA	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Pilar
WAYOTEK – DEPÓSITO PORTO RICO	Baterias para montadoras e reposição no Porto Rico	Carolina
RADESCA – DEPÓSITO URUGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Uruguai	Montevideu
RIOS RESPUESTOS – DEPÓSITO PARAGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Paraguai	Assunção

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

O Capítulo 1 é introdutório e contextualiza o trabalho, define os objetivos gerais, apresenta a estrutura do trabalho e a história da empresa Acumuladores Moura S.A.

O Capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica, onde serão abordados os conceitos principais das baterias chumbo-ácido. Como também as características, os aspectos gerais, requisitos desejáveis, composição e o funcionamento de uma bateria chumbo-ácido.

O Capítulo 3 aborda a fabricação de baterias chumbo-ácido. É feito o detalhamento dos processos necessários para se obter um acumulador elétrico. São mencionados os principais insumos utilizados na produção, e suas respectivas influências no desempenho da bateria.

No Capítulo 4 são relatadas as atividades desenvolvidas durante o estágio integrado. E apresentado o setor no qual o trabalho foi realizado, os projetos elaborados, os estudos e testes direcionados principalmente para o aperfeiçoamento do processo produtivo.

O Capítulo 5 é conclusivo e destaca as principais conclusões do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A armazenagem de energia em um acumulador é possível por causa das propriedades químicas que diferentes substâncias possuem de dar ou receber elétrons. A bateria de chumbo-ácido é tipicamente um aparato eletroquímico e deve ser analisado sob três pontos básicos. O primeiro é o seu aspecto químico envolvendo a natureza e as propriedades dos materiais utilizados em sua construção e as reações que ocorrem durante o processo de carga e descarga da mesma. O segundo refere-se ao aspecto físico da bateria que envolve o estudo dos requisitos elétricos da bateria relacionados com a sua capacidade nominal e de partida à baixa temperatura e ainda as transformações de energia química em elétrica e vice-versa. O terceiro aspecto está relacionado com a aplicação da bateria nos diversos sistemas que requerem sua utilização, analisar as condições que a bateria vai estar submetida durante o seu uso.

A bateria automotiva de chumbo-ácido é usada no veículo como fonte de energia elétrica para proporcionar a partida do motor de combustão do mesmo, permitir o uso de lâmpada para iluminação no veículo durante certo período de tempo, permitir o uso de acessórios do veículo quando o mesmo não está em funcionamento, funcionar como um filtro elétrico das tensões de flutuação geradas pelo alternador e funcionar como memória dinâmica para manter os dados do sistema elétrico do veículo quando o mesmo não está em funcionamento (módulo de injeção eletrônica, alarmes, etc.). Além disto, a bateria pode ser utilizada para alimentar todas as cargas elétricas do veículo quando o mesmo está em funcionamento e apresentando problemas com o alternador.

2.1. HISTÓRIA DAS BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

Em 1786, o pesquisador italiano, Luigi Galvani desenvolveu a teoria da eletricidade animal. Quando o seu ajudante percebeu que ao tocar as pernas de uma rã com o seu bisturi, o gerador eletrostático liberava centelhas elétricas. E posteriormente conectando dois metais nas extremidades do animal, que sofriam contrações.

Somente em 1800, o também cientista italiano Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta, descartou a teoria da eletricidade animal passando a aceitar que os metais por si só seriam os promotores da corrente, chegando então, a desenvolver um dispositivo que podia produzir uma corrente elétrica muito maior que a conseguida pelos

experimentos com animais. Denominou-se “pilha”, o sistema que era constituído por uma série de pares de discos de dois metais diferentes (geralmente zinco e prata ou zinco e cobre) intercalados com discos de papel molhado com água salgada (CARNEIRO et al, 2017).

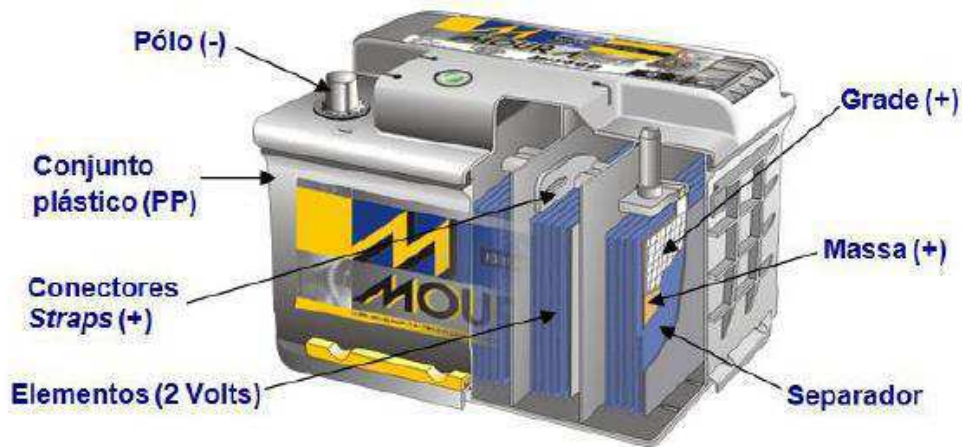
O físico francês Raymond Gaston Planté (1834 - 1889), em 1859, investigou diferentes eletrodos, incluindo prata, chumbo, estanho, cobre, ouro, platina e alumínio. Ele percebeu que, dependendo do tipo de eletrodo usado, as células eram polarizadas para diferentes níveis quando corrente elétrica fluía através dos eletrodos, e as células se tornavam geradores de corrente reversa. Dessa forma, desenvolveu um modelo de bateria com eletrodos idênticos, de chumbo, imersos em uma solução de ácido sulfúrico. Que após algumas modificações ficou conhecida como bateria chumbo-ácido.

2.2. COMPOSIÇÃO DA BATERIA

Os principais componentes de uma bateria de chumbo-ácido são (ver Figura 1):

- Placas positivas e negativas - Composição entre grades metálicas e massa de material ativo responsável pelas reações químicas;
- Separadores - Envelopes que impedem o contato direto entre as placas;
- Conectores - Pequenas peças de chumbo que fazem as conexões entre os elementos da bateria;
- Solução de ácido sulfúrico - Usualmente composta por 35% de ácido sulfúrico e 65% de água destilada, é um elemento fundamental no processo das reações químicas;
- Caixa/Tampa - Composta de polipropileno (PP), tem por função acomodar os elementos e a solução, isolando-os do contato com o exterior;
- Pólo positivo e negativo - Peças de chumbo que desempenham a função de terminais positivo e negativo da bateria, respectivamente.

Figura 1: Composição de uma bateria chumbo-ácido.



Fonte: Grupo Moura Baterias

2.3. CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS

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, provenientes de diversas fontes. Portanto, o acumulador deve ser capaz de suportá-las, além de não oferecer risco para o automóvel ou seus ocupantes.

Por questões comerciais, é importante que um acumulador de chumbo-ácido se mantenha 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), entre outras (FLAMARION, 1994).

Em resumo, de acordo com FLAMARION (1994), 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 e manter o veículo operando por várias horas, em caso de pane do gerador;
- Sofrer diversos ciclos de carga e descarga;
- Sofrer baixa taxa de descarga durante armazenagem;
- Ser recarregada rapidamente após descarga exagerada;
- Requerer baixa ou nenhuma manutenção;
- Operar em diversas temperaturas;
- Não deve constituir fonte potencial de risco;
- Resistir a fortes vibrações mecânicas.

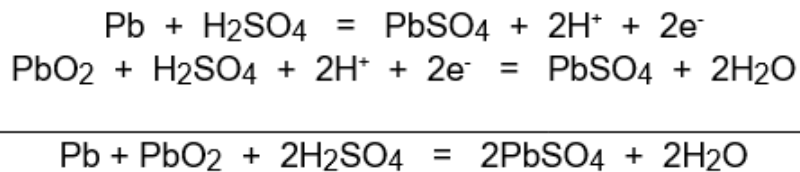
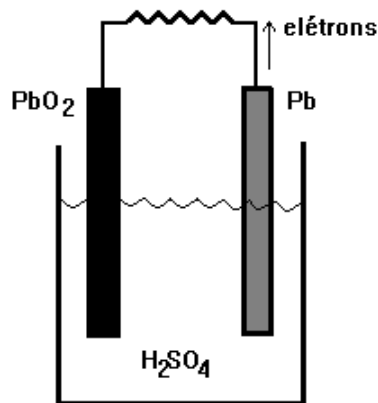
2.4. PROCESSO ELETROQUÍMICO

A bateria automotiva de chumbo-ácido é um dispositivo que armazena energia elétrica em forma de energia química convertendo-a novamente em energia elétrica quando conectada a um circuito elétrico externo.

O acumulador é composto por seis células secundárias ligadas em série. Cada uma destas células possui elementos que propiciam a conversão eletroquímica como eletrodos de bióxido de chumbo (PbO_2), eletrodos de chumbo metálico (Pb), eletrólito de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4), separadores de polietileno, terminais externos de chumbo e caixa e tampa de polipropileno.

O bióxido de chumbo (PbO_2) é uma substância que possui uma grande tendência de receber elétrons, enquanto que o chumbo metálico (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. 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 (PbSO_4). Os íons sulfato (SO_4) necessários a essa transformação, são provenientes do ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Figura 2: Esquema Básico de uma Célula de Chumbo-Ácido e Reações que ocorrem durante o Processo Eletroquímico



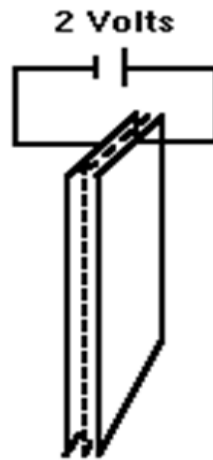
Fonte: Grupo Moura Baterias

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. 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.

A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva separadas por um separador poroso e imersas em uma solução de ácido sulfúrico. Esta unidade constitui uma célula (Figura 3).

Figura 3: Célula formada por uma placa positiva e uma negativa, separadas por um separador poroso e imersas em solução de ácido sulfúrico.



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Quando o acumulador está carregado, as placas positivas e negativas 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 tensão é uma função principalmente da densidade da solução de ácido sulfúrico absorvida nas placas.

A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é uma função da quantidade de material ativo presente. Assim, com o dobro do tamanho das placas, teoricamente tem-se o dobro da quantidade de carga disponível. Ao invés de aumentar o tamanho das placas, é possível conectar outra placa positiva à placa positiva original e outra placa negativa à placa negativa original (ligação em paralelo). Desse modo obtém-se um elemento, conforme pode ser visto na Figura 4.

Para que uma bateria possua uma performance que atinja os requisitos necessários para sua aplicação é necessário observar a quantidade de material ativo nas placas, pois esse é um fator diretamente relacionado com a capacidade de um acumulador. Também é importante que haja quantidade suficiente de ácido para as reações de carga e descarga que ocorrem ao longo de sua vida útil. Essa quantidade está relacionada com o espaço ocupado pelas placas e separadores, ou seja, o espaço livre no interior do conjunto montado.

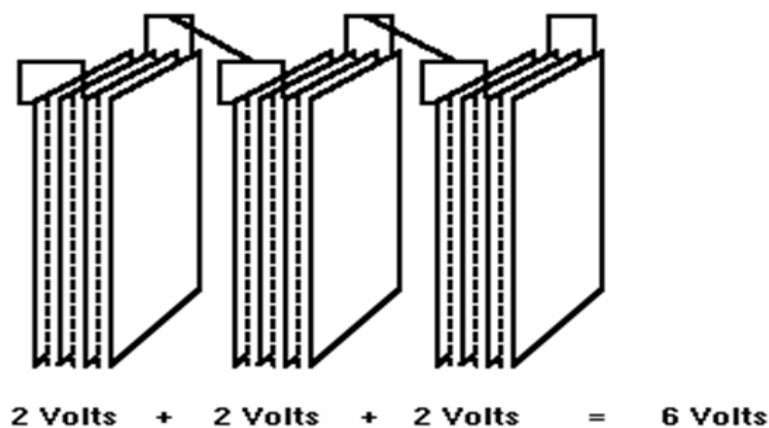
Figura 4: Célula com Várias Placas Ligadas em Paralelo.



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Caso seja desejado aumentar a diferença de potencial do acumulador, é necessário conectar dois ou mais elementos como descrito acima, de modo que as placas positivas se liguem às negativas (ligação em série). Elementos ligados em série, conforme Figura 5, devem estar em compartimentos separados. Isto é, a solução de um elemento não deve entrar em contato com a de outro elemento. Se isto acontecer, os elementos são descarregados, pois há um circuito elétrico fechado através da solução. Com a ligação em série, pode-se aumentar a tensão.

Figura 5: Elementos em série de modo a aumentar a tensão.

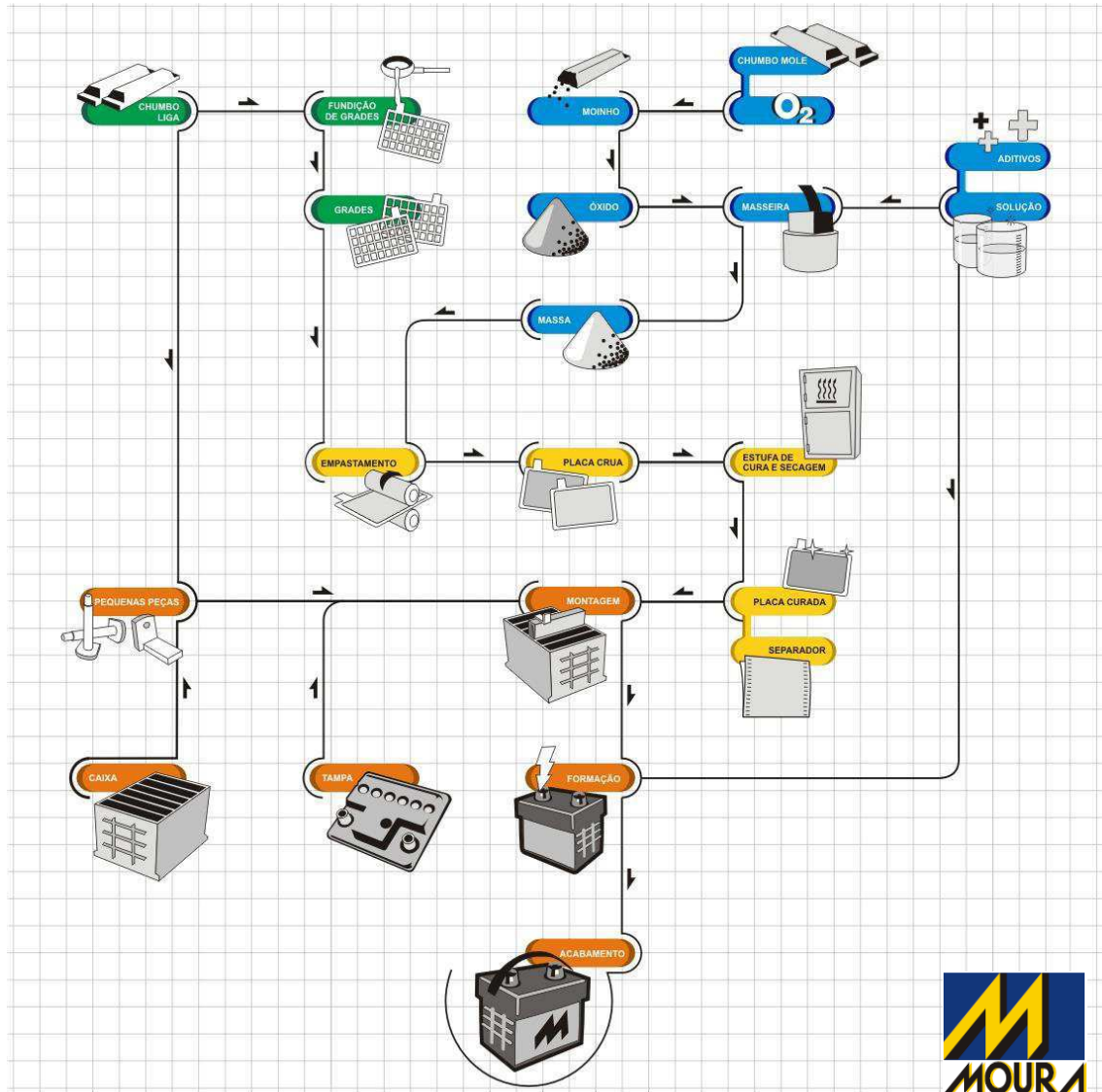


Fonte: Grupo Moura Baterias.

3. PRINCIPAIS ETAPAS DA FABRICAÇÃO

Com o objetivo de facilitar a compreensão do processo de fabricação de baterias automotivas, na Figura 6 apresenta-se um fluxograma básico mostrando este processo.

Figura 6: Fluxograma da Produção de Baterias.



Fonte: Grupo Moura Baterias.

De acordo com esse fluxograma, existem dois pontos iniciais na produção do acumulador: um com o **chumbo mole** e outro com o **chumbo liga**. 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 seguir serão discutidos, de forma detalhada, as principais etapas do fluxograma acima.

3.1. ÓXIDO DE CHUMBO

O óxido de chumbo para uso em acumuladores normalmente pode ser obtido por dois processos diferentes: moinho de atrito e reator. No moinho de atrito o chumbo é adicionado em pedaços dentro do moinho. O choque entre os diversos pedaços gera calor e provoca a quebra do chumbo em partes cada vez menores. Durante esse processo o chumbo vai se oxidando. No reator, também chamado de Barton, o chumbo fundido é adicionado e misturado dentro do reator, continuamente. O óxido de chumbo preparado no reator normalmente possui partículas esféricas e de granulometria menor que o chumbo de moinho de atrito que por seu lado apresenta partículas elipsoides (alongadas).

3.2. MATERIAL ATIVO (MASSA)

A massa é produzida a partir do óxido de chumbo (PbO), que por sua vez é obtido do chumbo mole (chumbo com alto grau de pureza). A pureza desse material e suas características físicas são fatores de extrema importância no desempenho do acumulador. A pureza está diretamente relacionada com a necessidade de manutenção, com o tempo de vida do acumulador devido à corrosão de seus componentes e com a necessidade de recarga durante armazenagem. A presença de certas impurezas contribui para: elevar o consumo de água, tornando necessário adicionar água ao acumulador periodicamente, aumentar o grau de corrosão das partes de chumbo (grade e pequenas peças) e aumentar a velocidade de auto-descarga do acumulador. Por outro lado, as características físicas do material ativo (chumbo e bióxido de chumbo) obtido dessa massa irão determinar o desempenho elétrico do acumulador. Essas características contribuem basicamente para

que o acumulador tenha um bom desempenho a baixas temperaturas, a correntes altas e para uma elevada capacidade de ciclos de carga/descarga.

Na masseira é onde ocorre a mistura do óxido de chumbo com alguns aditivos, distinguindo, assim, se a massa será positiva ou negativa.

A massa positiva contém:

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

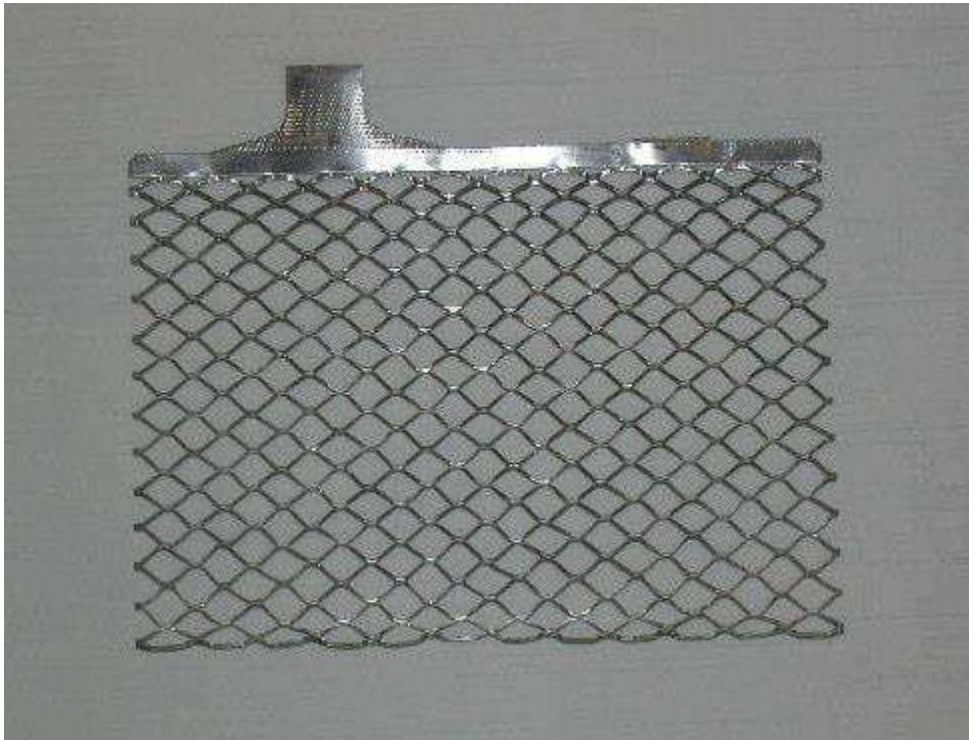
A massa negativa, além de todos os aditivos citados anteriormente, contém:

- Negro de fumo – dá a coloração escura à placa negativa, servindo para diferenciá-la da placa positiva;
- Sulfato de Bário ($BaSO_4$) – serve para ajudar na precipitação do sulfato de chumbo e na formação da massa;
- Vanisperse ou Vixil (Expansor) – aumenta a porosidade da placa a fim de que a solução de ácido sulfúrico penetre por todo seu interior, facilitando a troca de íons.

3.3. GRADES

As grades de chumbo têm a função de suporte mecânico e condução de eletricidade. Diferentemente do chumbo utilizado na produção de óxido, as grades são produzidas a partir de ligas que tem o objetivo de aperfeiçoar a qualidade do material. Ao se introduzir elementos de liga, as propriedades físicas e químicas do chumbo são alteradas. A intenção da liga é melhorar as propriedades mecânicas da grade, para garantir maior robustez e durabilidade do acumulador. Na figura 7 é possível observar um exemplo de grade utilizada.

Figura 7: Grade expandida.



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Um importante elemento de liga utilizado há muitos anos é o antimônio (Sb). O antimônio é utilizado para melhorar a dureza das grades, logo após a fundição. No entanto, o antimônio é extremamente prejudicial do ponto de vista de consumo de água na bateria, e em certas ligas também está relacionado com a corrosão da mesma. Atualmente trabalha-se com ligas de baixo teor de antimônio, e para substituí-lo são adicionados arsênio (As) e selênio (Se) como elementos de liga. O arsênio melhora a dureza da liga e também sua resistência à corrosão (em condições de sobrecarga), no entanto contribui para que a grade se torne pouco flexível, ocasionando o aparecimento de trincas. O selênio é um nucleante que permite que se mantenha a dureza, mas ao mesmo tempo a flexibilidade da liga, impedindo o surgimento de trincas. O selênio também confere à liga uma maior resistência à corrosão.

O endurecimento de grades após a fundição é um processo que leva algum tempo, para que ocorram as devidas transformações cristalinas na liga. Assim, após a fundição das grades é preciso que as mesmas passem por um período de envelhecimento, antes que possam ser utilizadas no empastamento (especificamente as grades positivas), facilitando a adesão da massa com a grade.

3.4. EMPASTAMENTO

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

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

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

Figura 8: Placa



Fonte: Grupo Moura Baterias.

3.5. CURA

A cura é um processo pelo qual as transformações iniciadas na masseira são consolidadas. Essencialmente ocorre uma posterior oxidação do chumbo livre presente, até níveis bastante baixos (por volta de 3%). A oxidação do chumbo livre somente ocorre em um intervalo restrito de umidade. Se a umidade for superior a 10% ou inferior a 6% a oxidação ocorre muito lentamente ou não ocorre.

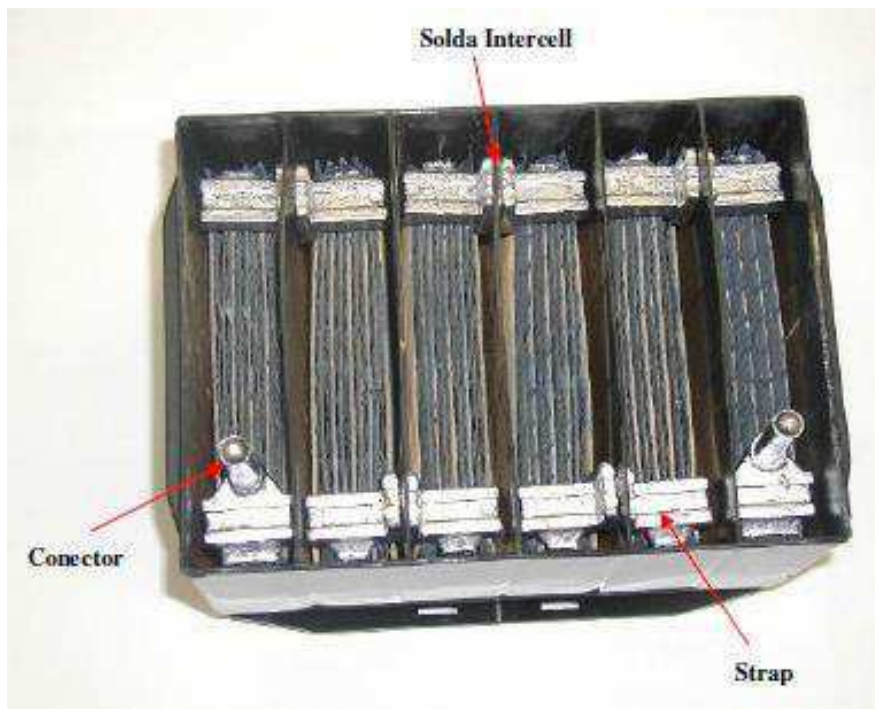
Como o processo libera calor, é importante se manter um controle tanto da umidade quanto da temperatura durante a cura. Deve haver espaço vazio suficiente em torno dos paletes para permitir a livre circulação do ar e favorecer um processo de cura e secagem mais homogêneo. Essa livre circulação de ar ao longo da estufa é tão essencial quanto temperatura e umidade para uma cura uniforme das placas em todas as partes da câmara. A distribuição do fluxo de ar dentro da câmara pode ser afetada dependendo da forma que as placas foram organizadas na câmara.

Alto teor de chumbo livre na placa curada pode ser um indicativo de cura incompleta e irá contribuir para queda de massa durante a formação e uso da bateria. A etapa final de cura é uma etapa de secagem que tem uma influência marcante sobre a coesão da massa. Uma secagem muito rápida irá contribuir para queda de massa e formação de rachaduras na placa. O processo de cura e secagem é crítico para as placas positivas e, portanto, talvez seja indicado uma cura diferenciada para essas placas.

3.6. MONTAGEM

No processo de montagem da bateria, são reunidas as placas após a cura e secagem das mesmas. A depender do modelo, placas positivas ou negativas, recebem o envelopamento. Posteriormente as placas são inseridas, de forma intercalada (uma positiva e uma negativa), em cada uma das 6 células da caixa. A parte superior das placas, chamada de orelha, passa pelo lixamento, que tem o objetivo de facilitar a solda com o strap. O strap é uma peça que realiza a conexão de cada tipo de placas (positivas e negativas), através de suas orelhas. Com essa etapa finalizada, o conjunto é encaminhado para ser feito a solda *intercell* entre cada célula, fazendo assim a ligação em série dos elementos. Na figura abaixo é possível observar a bateria após as etapas citadas.

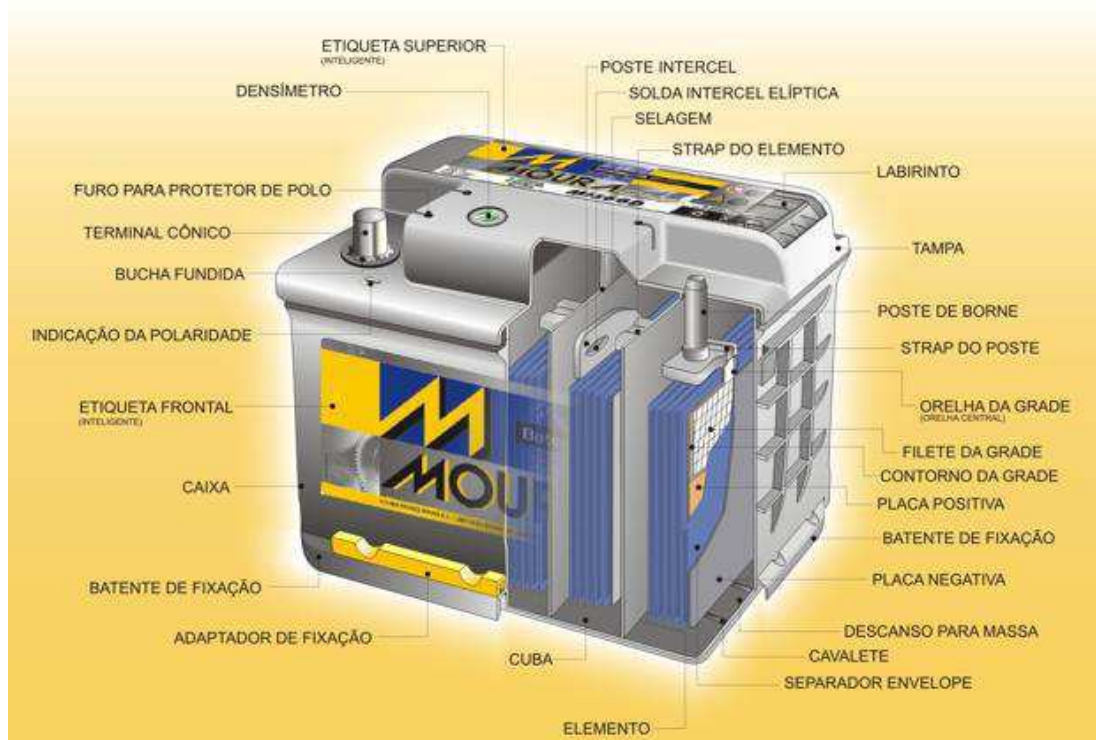
Figura 9: Vista Superior de uma Bateria Automotiva Mostrando Straps e Conexões



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Os próximos passos na montagem da bateria são: selagem caixa-tampa e solda dos conectores terminais. A Figura 10 apresenta uma bateria montada.

Figura 10: Bateria Automotiva Montada



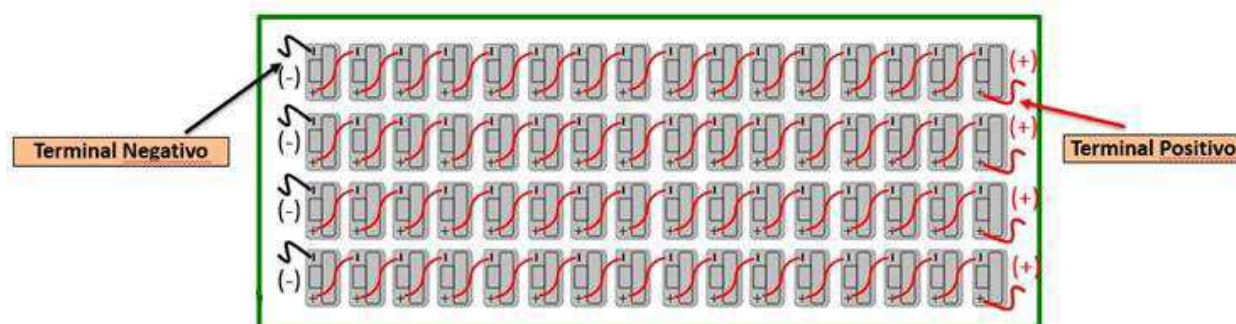
Fonte: Grupo Moura Baterias.

3.7. FORMAÇÃO

A formação ocorre quando a corrente flui pelas placas que estão imersas por uma solução aquosa de ácido sulfúrico (eletrólito de formação). Para tanto, as baterias montadas são preenchidas com solução de ácido sulfúrico, $H_2SO_4(aq)$, e dispostas em bancos para o processo de injeção de carga (formação). O processo consiste na conversão do material ativo presente nas placas, $PbSO_4$, em dióxido de chumbo (PbO_2) nas placas positivas, e chumbo metálico esponjoso (Pb) nas placas negativas. No final da formação, quase todo o material precursor é transformado em PbO_2 (placa positiva) e Pb (placa negativa), os chamados materiais ativos.

No banco de formação, as baterias devem estar alinhadas e organizadas, de modo a manter uma distância mínima de 20mm umas das outras. Essa distância garante que haja uma eficiente troca térmica entre bateria e água do banho. Além disso, o distanciamento das baterias evita que não ocorra fuga de corrente entre circuitos adjacentes, o que poderia implicar em danos físicos a bateria e má qualidade da formação devido as possíveis fugas de corrente. Na figura abaixo é possível ver um exemplo de como as baterias ficam dispostas em um banco de formação.

Figura 11: Banco de formação



Fonte: Grupo Moura Baterias.

As baterias no interior dos bancos são circundadas de água de modo a auxiliar a dispersão do calor gerado durante as reações de formação. As baterias são dispostas em circuitos, a quantidade destes depende da potência do retificador e do espaço físico disponível. Em seguida, uma fonte externa transfere energia elétrica para as baterias de forma monitorada e controlada. Nesse momento iniciam-se as reações de carga, e o material ativo das placas é eletroquimicamente transformado.

3.8. ACABAMENTO

O acabamento é o último processo de fabricação da bateria, nessa etapa é necessário certificar que a bateria atende a todos os requisitos de qualidade e conseqüentemente está apta para ser enviada ao cliente. Após a formação, a bateria está praticamente pronta para uso. No entanto, em escala industrial, deve ser feita uma limpeza da mesma, testes finais de desempenho, fixação de etiquetas e colocação de embalagens.

Alguns dos principais testes que a bateria é submetida no acabamento são:

- Teste de Nivelamento do Eletrólito
- Teste de Vazamento
- Teste de Capacidade de Partida
- Teste de Tensão de Circuito Aberto
- Teste de Dielétrico
- Teste Visual

4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Este capítulo tem o objetivo de descrever e contextualizar as atividades desenvolvidas durante o estágio. Foram elaborados projetos, estudos e testes direcionados principalmente para o aperfeiçoamento do processo produtivo e aumento de qualidade da bateria, com o intuito de reduzir os defeitos de garantia e também validar novos processos em andamento.

4.1. ENGENHARIA DE PROCESSOS

O departamento da Acumuladores Moura no qual o estágio foi realizado se chama Engenharia de Processos, dentro deste, o setor específico é o de formação e acabamento.

O propósito do setor é produzir baterias de forma padronizada e atender os requisitos técnicos necessários, sempre garantindo a qualidade do processo. Um dos principais direcionadores de metas adotado é busca pela otimização da produção. Algumas das principais funções desempenhadas pelo setor são:

- Melhoria contínua do processo
- Desenvolver e executar projetos de aprimoramento
- Controle dos parâmetros de processo
- Aumentar lucros / diminuir custos / aumentar produtividade
- Padronizar processos produtivos

Essas atividades são exercidas com base na metodologia WCM e PDCA. A metodologia World Class Manufacturing (WCM) é um programa de excelência operacional baseado em pilares técnicos e gerenciais, dez de cada. Nos dias atuais, o método é considerado a mais importante tendência com foco na qualidade. O ciclo PDCA (do inglês: PLAN - DO - CHECK - ACT) é um método de gestão com foco na melhoria, o qual tem como objetivo controlar e melhorar os processos e produtos de uma forma contínua.

4.2. PROJETO DE REDUÇÃO EM 50% DO RETRABALHO NA FORMAÇÃO DA BATERIA MOURA TRAÇÃO

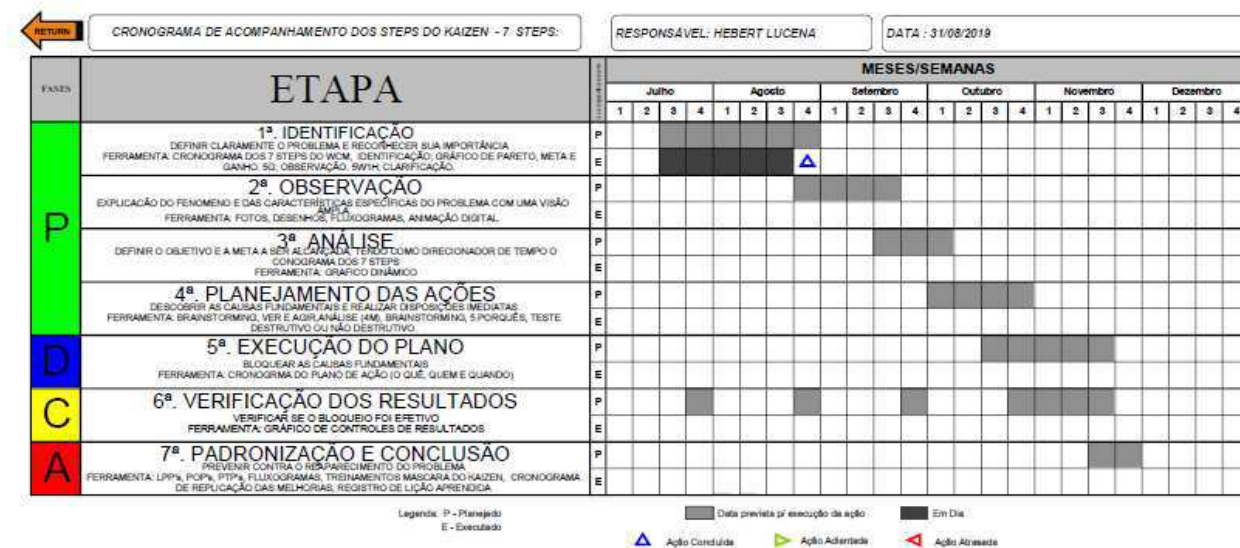
Este projeto tem como meta reduzir em 50% o retrabalho na formação da bateria moura tração. Para entender o objetivo do projeto, é necessário primeiro compreender o que significa retrabalho na formação. Esse termo é utilizado para designar algo que está sendo feito de forma repetida para atingir os requisitos técnicos da bateria. Nesse caso, os elementos de 2V que compõem a bateria em questão estão finalizando a formação com densidade e tensão fora do especificado, gerando retrabalho para que atinja os valores adequados.

A metodologia PDCA foi utilizada no desenvolvimento do projeto, a seguir será descrito as etapas seguidas.

4.2.1. CRONOGRAMA

A primeira tarefa foi elaborar um cronograma para o projeto, estimando quanto tempo cada fase irá requisitar. Deve ser feito de forma a retratar o melhor possível os prazos reais para execução das atividades, pois a partir dele poderá ser calculado a implementação de novas melhorias no setor.

Tabela 2: Cronograma do Projeto



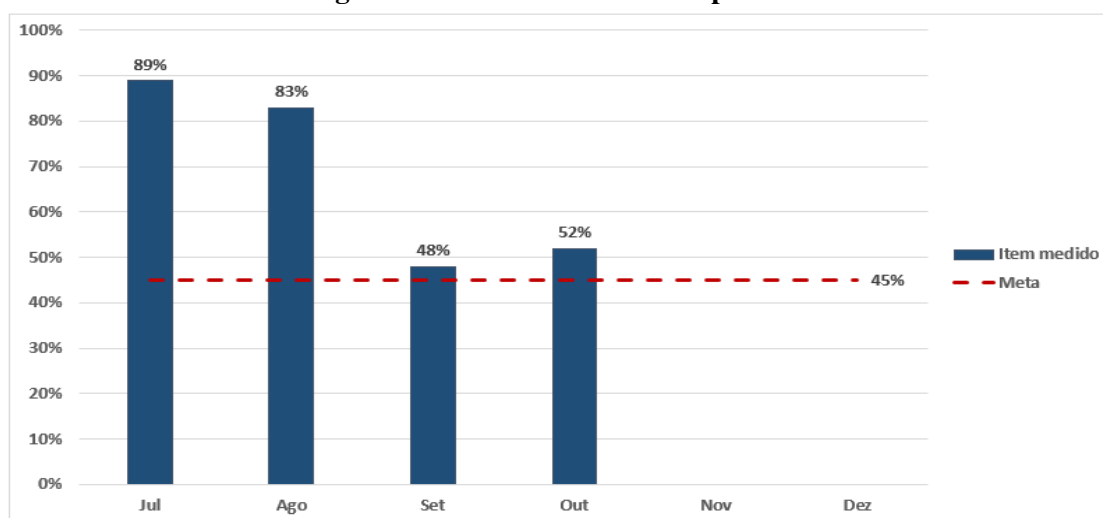
Fonte: Grupo Moura Baterias.

4.2.2. IDENTIFICAÇÃO

Na identificação deve-se definir os indicadores do problema a ser tratado. Utiliza-se dados anteriores do processo, e o método de Pareto para obter qual ponto do processo é mais crítico e deve ser abordado primeiro.

O gráfico abaixo apresenta o índice de retrabalho por mês no ano de 2019. Esses valores são utilizados como base de dados para acompanhar as melhorias do projeto durante e após sua execução.

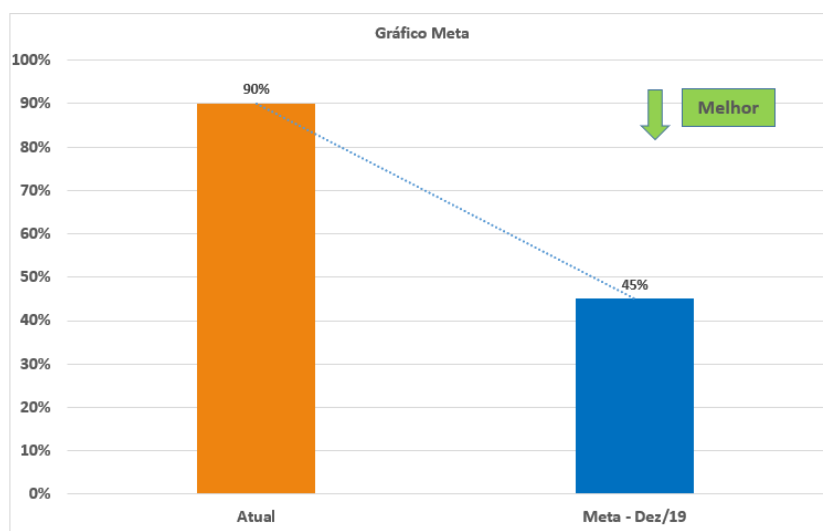
Figura 12: Índice de retrabalho por mês



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Foi observado que esses valores para o retrabalho estavam altos, e, portanto, foi definida uma meta que pode ser observada no gráfico meta abaixo. A seta verde significa que para o projeto é melhor que o indicador diminua.

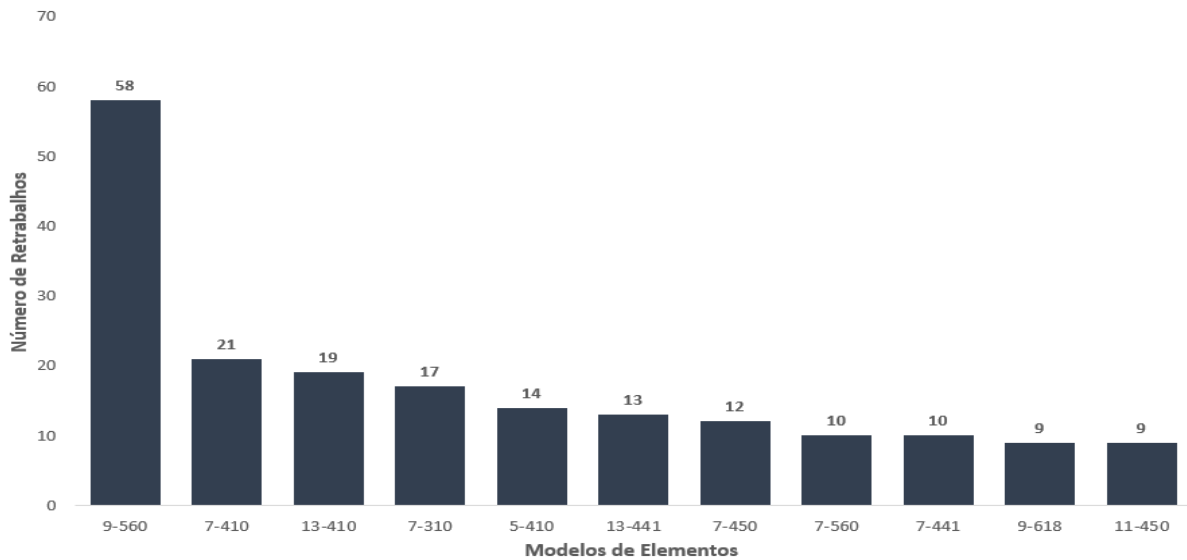
Figura 13: Gráfico Meta



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Posteriormente foi necessário realizar estudos para encontrar qual o modelo que mais influenciava no problema. O gráfico da figura 15 foi elaborado, tornando perceptível que o modelo 9-560 apresenta a maior quantidade de retrabalhos.

Figura 14: Número de Retrabalhos por Modelo



Fonte: Grupo Moura Baterias.

4.2.3. CLARIFICAÇÃO

Na clarificação o objetivo é compreender como o processo ocorre, conhecer e apontar as variáveis mais significativas para o resultado. As ferramentas utilizadas foram 5G e 5W1H, estão descritas abaixo.

5G

Gemba (O local, vá para o local onde as coisas acontecem):

Figura 15: Gemba



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Foi feita uma visita a formação convencional, que é o local responsável por formar os elementos Moura Tração (MTA).

Gembutsu (Observações, veja a peça com defeito e o processo sendo executado):

Figura 16: Gembutsu



Fonte: Grupo Moura Baterias.

Os elementos MTA são colocados nas cubas de formação. É feito o enchimento do elemento e as ligações necessárias, colocado água nas cubas e iniciado o plano de formação respeitando o tempo de soaking de 3h.

Genjitsu (A realidade, observe o fenômeno sem ideias pré-concebidas):

Após o término da formação, espera-se 6h de descanso, e então é medido densidade e tensão de 100% dos elementos. Nessa etapa foi verificado que os elementos estão com densidade e tensão fora do especificado, necessitando de retrabalho para atingir a especificação.

Genri (A teoria, explique os fenômenos do processo):

A densidade final da formação está diretamente relacionada com a densidade de enchimento, a quantidade de água perdida durante a formação e a reação que ocorre entre as placas e o eletrólito. O elemento deve terminar a formação com densidade e tensão dentro da faixa especificada para cada modelo.

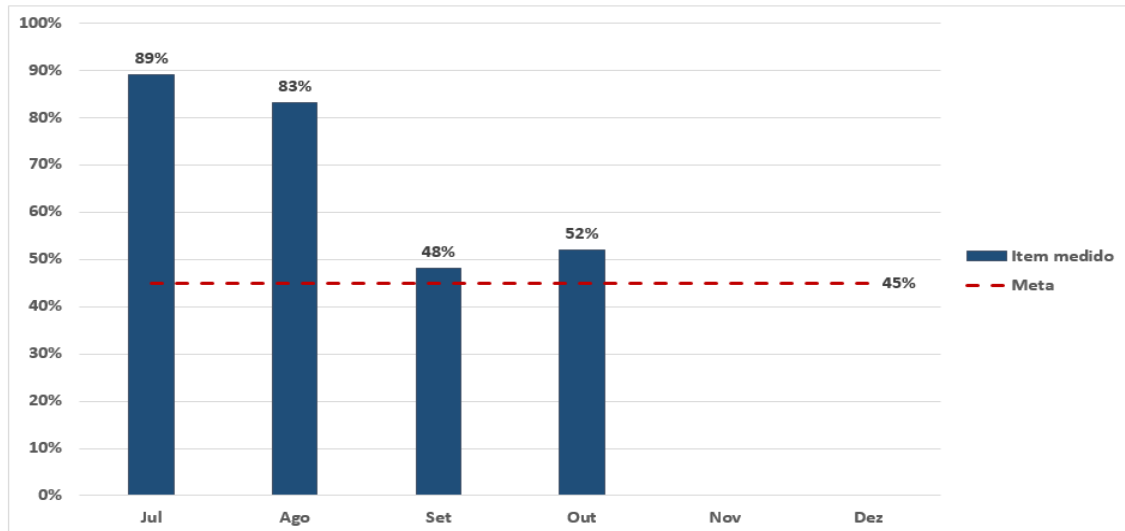
Gensoku (Padrões operacionais, siga as instruções e padrões operativos):

Foram analisados os padrões operacionais e a forma como estavam sendo aplicados ao processo citado. Observou-se também quais procedimentos poderiam ser aperfeiçoados.

4.2.5. MONITORAMENTO

A etapa de monitoramento é feita ao longo de todo o projeto, o intuito é observar se as medidas implementadas foram efetivas ou não. Pode-se perceber que o nosso indicador está baixando e obtendo estabilidade em valores próximos da meta (figura 19).

Figura 17: Monitoramento do indicador de retrabalho



4.2.6. PADRONIZAÇÃO

Através dos estudos e testes realizados, ao realizar a análise dos resultados aplicados a metodologia PDCA, foi possível traçar mecanismos responsáveis por diminuir os índices de retrabalho para o valor estabelecido na meta. Para que o problema não volte a ocorrer é necessário padronizar as alterações realizadas.

Alguns documentos de padronização do processo em questão precisaram ser alterados, assim como foi criada uma lição ponto a ponto para orientar a nova maneira de executar a atividade.

Figura 18: Procedimento operacional alterado

POP MNM6701_08 Formação de elementos MTA			Ed. 00	Page 02
Atividades Críticas			Solter, Formação	Operação, Formação do bobino
			<p>Objetivo que orienta este método:</p> <p>Operador de formação convencional</p> <p>Segurança</p> <p>EXCS. Adquiridas</p> <p>PPV:</p> <p>Máscara respiratória e óculos GLE 2010, Proteção auditiva, Luva de proteção química Nitrilina e Tecozona, Injeção de segurança, Sinal de PVC com proteção de borda.</p> <p>Recomendações de segurança:</p> <p>1- Não utilizar equipamentos de EPIs contendo óleo 2-OP trabalhar em área livre de contaminação e evitar o contato com o elemento quando em funcionamento.</p> <p>3- Não utilizar materiais (plástico, cola, cimento, tinta, etc) e cola para cravar;</p> <p>4- Não realizar trabalho que exija atenção especial durante;</p> <p>5- Não utilizar o produto em quantidade para realizar manutenção ou reparos;</p> <p>6- Não realizar nenhuma tipo de intervenção caso a máquina em manutenção ou segurança.</p> <p>Recomendações ambientais:</p> <p>1- Realizar O&A (Organização, arrumação e limpeza), durante todo o turno de trabalho;</p> <p>2- Descartar resíduos gerados em coletores de coleta seletiva, caso não tenha onde descartar falar com departamento de Meio Ambiente;</p> <p>3- Cada turno deve realizar a limpeza dos coletores descartando os resíduos de lixo.</p> <p>Em caso de não conformidade:</p> <p>Em caso de reator não apresentar falhas, troca de reator;</p> <p>Em caso de falha de água para refinamento dos elementos colocar uma corrente no fio de plano de formação;</p> <p>Indicar presença de interrupção de produção para, se necessário, promover contato com o controle de qualidade e regularidade de processo.</p> <p>Resultados esperados:</p> <p>Elementos formados conforme a especificação</p>	
1. Verificar se a conexão dos elementos (polos +/-) estão ligados apenas a polos (-). Não deve haver folgas nas conexões.	2. Realizar o enchimento de acordo com POP MNM 6723.	3. Colocar tubos de PVC nos elementos.		
				
4. Ligar o retificador após o tempo de soaking de acordo com a MTP 6701 e ajustar o valor da corrente no painel do retificador de acordo com o valor especificado na ficha técnica MTP 6701.	5. Acompanhar a cada 4 horas o valor da corrente, densidade e temperatura do elemento piloto, anotando os valores na MGF6702.	6. 6:00 Horas antes do término do plano de formação esfriar o banco por completo. (Trocando a água das cubas)		
Implantação: M	Nota:	Distribuição: 011.02A	Engº de Processo: Bruno Sobral	Produção: Felipe Dias
		Controlador de Qualidade: Anaclara Mucari		Supervisor Industrial: Flávio Lins

Figura 19: Lição ponto a ponto desenvolvida para padronizar as alterações

LIÇÃO PONTO - A - PONTO

Título	Reposição de eletrólito durante a formação de elementos MTA (Formação convencional)			LPP N.º	0731_01									
	Data	Set/19												
Classificação	Conhecimento Básico <input type="checkbox"/>	Casos de Melhoria <input type="checkbox"/>	Casos de Problema <input checked="" type="checkbox"/>	Elaborador	Aprovação	Aprovação da Direção								
				Hebert Lucena	Deyson Silva	Felipe Silva								
OBJETIVO: Padronização e estabilização do processo de reposição de eletrólito														
<p>I. 1ª Reposição: 1215 ± 10 g/L;</p> <p>II. Reposições seguintes com água;</p> <p>III. Faltando 26h para terminar o plano de formação fazer reposição com água;</p> <p>IV. Faltando 7h ± 1h para terminar a formação, fazer reposição como indica a tabela abaixo:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin: 5px 0;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">Densidade Corrigida do Elemento</th> <th style="text-align: center;">Densidade da Reposição</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Entre 1250 g/L e 1269 g/L</td> <td style="text-align: center;">1240 ± 10 g/L</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Entre 1270 g/L e 1290 g/L</td> <td style="text-align: center;">1215 ± 10 g/L</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Entre 1291 g/L e 1310 g/L</td> <td style="text-align: center;">1200 ± 10 g/L</td> </tr> </tbody> </table> <p>V. Nivelamento: Colocar solução 1280 ± 10 g/L, se a densidade estiver entre 1270 g/L e 1290 g/L. (Efetuar essa operação após a formação e somente se o nível de solução estiver baixo).</p>							Densidade Corrigida do Elemento	Densidade da Reposição	Entre 1250 g/L e 1269 g/L	1240 ± 10 g/L	Entre 1270 g/L e 1290 g/L	1215 ± 10 g/L	Entre 1291 g/L e 1310 g/L	1200 ± 10 g/L
Densidade Corrigida do Elemento	Densidade da Reposição													
Entre 1250 g/L e 1269 g/L	1240 ± 10 g/L													
Entre 1270 g/L e 1290 g/L	1215 ± 10 g/L													
Entre 1291 g/L e 1310 g/L	1200 ± 10 g/L													
<p>OBS: a) Corrigir densidade de acordo com a temperatura, utilizando a MTP6742 b) Se os elementos estiverem com densidade que não esteja na tabela, informar ao encarregado do setor. c) A reposição deve ser feita quando o nível de solução estiver na altura do separador.</p>														
<p>POR QUÊ? É necessário fazer reposição durante a formação, pois o elemento perde água nesse processo. A reposição deve ser padronizada para que o elemento possa atingir as especificações finais.</p>														
REVISÃO	Ela	Ela	Ela	Ela	Ela	Ela								
Instrutor														
Participante														
Validar Participante														
Implantação: M			Distribuição: 01 / 01 / 07A		Página 1/2									

Esse projeto encontra-se atualmente na fase final, com prazo de conclusão para o mês de dezembro.

4.3. MONITORAR OS POTENCIAIS E A TEMPERATURA DE UMA BATERIA VRLA (5Ah) DURANTE A FORMAÇÃO

1) Procedimento Experimental

- a) Foi utilizada uma bateria de 5Ah do fluxo normal de produção para o teste.
- b) Foi aberto dois orifícios na parte lateral da caixa, estes foram utilizados para inserir as pontas de prova de tensão e a sonda de temperatura.
- c) Foram conectadas pontas de prova nos straps, positivo e negativo, e também no separador. Ver imagem abaixo.

Figura 20: Detalhes das Conexões



Fonte: Elaborado pelo Autor.

- d) A conexão das pontas de prova com os straps foi feita de forma mecânica. Inicialmente tentou-se utilizar solda para essa conexão, porém não foi obtido sucesso dessa maneira.
- e) A conexão da ponta de prova de referência é a mais complicada, pois deve ser conectada no separador (sem tocar qualquer placa). A maneira escolhida foi utilizar silicone para manter a conexão da ponta de prova com o separador (deve-se ter atenção ao tipo de material para não contaminar a bateria).

Figura 21: Conexão com o separador utilizando silicone



Fonte: Elaborado pelo Autor.

- f) A sonda de temperatura foi colocada de forma a ficar centralizada em altura e largura, ficando no meio da placa. Também foi colocada uma sonda de temperatura na água do rack.

Figura 22: Sonda de temperatura inserida no meio das placas



Fonte: Elaborado pelo Autor.

g) O aparelho utilizado para fazer a aquisição e armazenamento dos dados foi o MIDI LOGGER GL240.

Figura 23: MIDI LOGGER GL240



Fonte: GRAPHTEC.

2) Resultados

Através dos dados obtidos durante a formação padrão, foi possível elaborar os gráficos a seguir.

Figura 24: Potenciais nos straps durante a formação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O gráfico acima representa a evolução dos potenciais, positivo e negativo, durante a formação. A tensão da placa negativa apresentou estabilização a partir de 5h e 30min de formação. Apresentando, a partir dessa estabilização, uma média de -0,58V até o fim da formação.

Figura 25: Perfil de temperatura durante a formação



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O gráfico acima representa a evolução da temperatura da bateria e da água durante a formação. A temperatura da água está diretamente relacionada a temperatura da bateria. O pico de temperatura foi de 50°C e ocorre nas duas primeiras horas de formação. A maior parte do tempo a temperatura da bateria se encontra entre 40 e 45°C.

4.4. ESTUDO SOBRE A CONTAMINAÇÃO POR FERRO EM BATERIAS VRLA

O objetivo do estudo foi verificar a influência da contaminação por ferro na descarga espontânea da bateria. Abaixo segue a descrição das etapas implementadas.

1) Foram formadas duas baterias com as seguintes configurações:

a) Tipo 1 → Contaminada na célula 1, com 4 gramas de Ferro.

- b) Tipo 2 → Contaminada na célula 1, com 2 gramas de Ferro.
- 2) Foi acompanhada a descarga espontânea durante 5 dias.
- 3) Foi medido a tensão em cada célula e verificado o visual das placas.
- 4) Resultados

A tabela abaixo apresenta a queda de tensão das baterias contaminadas ao longo de 5 dias. Foi possível observar que a descarga foi bastante acentuada, tendo como base o valor padrão de 70mV em 5 dias.

Tabela 4: Descarga espontânea

		Bateria 1	Bateria 2
	Dias	Tensão (V)	
13/06/19	0	12,85	12,86
17/06/19	4	12,22	12,23
18/06/19	5	12,20	12,18

Descarga Espontânea Total (mV)	650	680
Descarga Espontânea / dia (mV)	130	136

Em uma análise detalhada da interferência do ferro, foi medido a tensão de cada célula. Os valores estão dispostos na tabela abaixo.

Tabela 5: Tensão em cada célula

Tipo	Bateria 1	Bateria 2
Tensão (V)		
Célula 1 (+)	1,35	1,33
Célula 2	2,04	2,15
Célula 3	2,17	2,15
Célula 4	2,17	2,14
Célula 5	2,17	2,15
Célula 6 (-)	2,16	2,15
Total	12,06	12,07

Foi perceptível que a célula contaminada apresentou os menores valores de tensão, em consequência da inserção de ferro. Analisando visualmente os elementos contaminados percebe-se uma diferença significativa em aspecto e coloração, ver figura 22.

Figura 26: Elemento contaminado e elemento normal



Fonte: Elaborado pelo Autor.

5. CONCLUSÕES

A realização do estágio foi de significativa importância para a execução prática dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso na universidade. A oportunidade de contribuir com o setor de Engenharia de Processos na Acumuladores Moura possibilitou um crescimento como profissional de engenharia e permitiu conhecer o trabalho na indústria.

Conhecer o processo produtivo de baterias chumbo-ácido de perto foi uma vivência transformadora, pois possibilitou a ampliação de conhecimentos ainda desconhecidos pelo próprio autor. Assim como encontrou-se grande aprendizado diário no chão de fábrica propriamente dito, ver como as coisas se desenrolam nesse ambiente foi algo surpreendente.

Durante a execução dos projetos foi possível aprender e aplicar habilidades de trabalho em equipe, coordenação de execução, priorização, entre outras. Um dos fatores importantes foi a experiência prática em uma planta fabril do porte da Moura, ver a rotina de trabalho uma grande empresa e como gerencia seus recursos foi algo bastante engrandecedor.

O trabalho desenvolvido ao longo do estágio na Acumuladores Moura foi uma oportunidade única e uma ponte importante entre os conhecimentos teóricos e práticos no campo de trabalho. O estágio trouxe enriquecimento mútuo, através da troca de experiências profissionais, acadêmicas e de conhecimentos técnicos, sem dúvidas, é uma etapa muito importante para o aluno que está chegando no mercado profissional.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] FLAMARION, B. Diniz. *Acumuladores de Chumbo-Ácido automotivos*. Acumuladores Moura. Belo Jardim. 1994.
- [2] MANTELL, C. *Batteries and Energy Systems. Special Issue on Lead-Acid Batteries. J. Power Sources*. McGraw-Hill. 2nd ed. New York. 1983.
- [3] NAPOLEON, E. S. *Article 19. Power Sources*. pg. 169. 1987.
- [4] PAVLOV, D. *Lead-Acid Batteries: Science and Technology. A handbook of lead-acid battery technology and its influence on the product*. Elsevier. Oxford, 2011.
- [5] CAARNEIRO, R. L.; MOLINA, J. H. A.; ANTONIASSI, B.; MAGDALENA, A. G.; PINTO, E. M. *Aspectos essenciais das Baterias Chumbo-Ácido e Princípios Físico-Químicos e Termodinâmicos do seu Funcionamento*. Revista Virtual de Química, Vol 9, No. 3- p. 889-911, 2017.
- [6] KIPNIS, N. *Luigi Galvani and the debate on animal electricity, 1791-1800*. Annals of Science 1987, 44, 107.
- [7] FERREIRA, Getúlio Apolinário. *Método 5G – buscando resultados de melhoria da competitividade da organização*. 2019. Disponível em: <<https://www.folhavoria.com.br/economia/blogs/gestaoresultados/2019/10/28/>> Acesso em: 05/12/2019