



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

Relatório de Estágio Integrado
Acumuladores Moura S.A.

Lucas Tavares Costa Meira

Campina Grande, Paraíba, Brasil
Lucas Tavares Costa Meira, 23 de outubro de 2024

Lucas Tavares Costa Meira

Relatório de Estágio Integrado
Acumuladores Moura S.A.

Relatório de Estágio Integrado de Bacharelado submetido à Coordenadoria de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Rafael Bezerra Correia Lima, Dr.

Campina Grande, Paraíba, Brasil

Lucas Tavares Costa Meira, 23 de outubro de 2024

Lucas Tavares Costa Meira

Relatório de Estágio Integrado

Acumuladores Moura S.A.

Relatório de Estágio Integrado de Bacharelado submetido à Coordenadoria de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Aprovado em 22 de outubro de 2024

Prof. Rafael Bezerra Correia Lima, Dr.
Orientador

Prof. Jaidilson Jó da Silva, Dr.
Avaliador

Campina Grande, Paraíba, Brasil
Lucas Tavares Costa Meira, 23 de outubro de 2024

Dedico este trabalho a José de Farias Tavares(In Memoriam)

Agradecimentos

Muitos desafios vencidos, noites mal dormidas ou nem dormidas, muito estudo e dedicação fizeram com que essa etapa agora tenha seu fim. Desde o início dessa jornada, em Abril de 2015, tive ao meu lado pessoas memoráveis que me mostraram que nenhum ser humano consegue fazer tudo só, ele sempre precisará de ajuda. Saibam que este trabalho tem parte de vocês, direta ou indiretamente, e é meu dever agradecê-los.

Agradeço a Deus pela graça que permeia os meus dias e pelo dom da vida, sem ele não haveria nada nesse mundo.

A minha família, incluindo meus pais, Ilderan e Geneide, meu irmão Felype, meus avós José de Farias Tavares(*in memorian*) e Socorro Tavares, agradeço por todo o amor, dedicação, auxílio e suporte ao longo da minha existência. Tenham certeza que muito do que sou tem parte de vocês.

Ao meu tio Marcos Meira, por todo o incentivo na área em que ele é fascinado e por toda a passagem de conteúdo e informação que o senhor poderia me prover.

A minha namorada Ana Beatriz, minha gratidão pelos incentivos, amor, carinho e presença que me fizeram encontrar tranquilidade nos momentos mais turbulentos.

Agradeço ao professor Rafael Bezerra pela disponibilidade e paciência na orientação nos trabalhos feitos ao longo da minha graduação, desde a disciplina de Laboratório de Arquitetura de Sistemas Digitais, até os trabalhos desenvolvidos no Embedded, assim como meu TCC e esse estágio.

Ao meu amigo que considero um irmão de outra mãe, Iago Batista, que estudo comigo durante mais de 15 anos, somando colégio e graduação de engenharia elétrica, e que em todo esse tempo ele estava lá com a mão estendida pronto para ajudar em qualquer que fosse o problema.

Aos meus amigos que estão comigo desde a época de escola, Pedro Serpa, Iago Amorim, Lucas Queiros, que sempre me ajudaram em momento difíceis e seu que sempre poderei contar com eles.

Aos meus amigos do Ramo Estudantil, Capítulos Estudantis e WIE IEEE UFCG, os quais foram muito importantes durante minha formação acadêmica para o crescimento tanto

profissional quanto pessoal, pelas aventuras nos eventos, coffee breaks, fotos, partidas de uno, e tudo mais.

Aos meus amigos e colegas da graduação por todas as manhãs, tarde e noites de estudos, toda a troca de conhecimento, sou muito grato a vocês.

A João Carvalho, José Otávio e Lorena Paes o meu muito obrigado pela oportunidade dada na Engenharia de Produto assim como todos os ensinamentos passados até o presente momento.

E para todos aqueles que não citei aqui pois seriam muitos, saibam que todos tem seu espaço especial marcado em mim e nunca esquecerei disso.

Meu muito obrigado a todos!

O sucesso é ir de fracasso em fracasso sem perder o entusiasmo.

Sumário

Lista de Figuras

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Objetivos Gerais | 2 |
| 1.2 | Objetivos Específicos | 2 |
| 2 | A Empresa | 4 |
| 2.1 | Histórico | 5 |
| 2.2 | Estrutura Organizacional | 7 |
| 2.2.1 | Unidade 01 - Acumuladores Moura Matriz | 8 |
| 2.2.2 | Departamento de Engenharia de Produto | 9 |
| 3 | Fundamentação Teórica | 11 |
| 3.1 | Baterias Automotivas | 11 |
| 3.2 | Componentes da Bateria | 15 |
| 3.2.1 | Elemento | 15 |
| 3.2.2 | Separador | 15 |
| 3.2.3 | Conjunto Plástico | 16 |
| 3.2.4 | Straps e Solda Intercell | 17 |
| 3.3 | Características | 19 |
| 3.4 | Processo produtivo de baterias de Chumbo-Ácido | 20 |
| 3.4.1 | Placas | 21 |
| 3.4.2 | Montagem | 23 |
| 3.4.3 | Formação | 24 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 3.4.4 | Acabamento | 25 |
| 4 | Atividades desenvolvidas | 26 |
| 4.1 | Treinamentos | 26 |
| 4.1.1 | Standard Kaizen | 27 |
| 4.1.2 | 5G | 27 |
| 4.1.3 | 5W1H | 27 |
| 4.1.4 | 5S | 28 |
| 4.1.5 | Gerenciamento da Rotina | 28 |
| 4.2 | WCM | 28 |
| 4.2.1 | Pilares do WCM | 29 |
| 4.3 | Projetos desenvolvidos | 29 |
| 4.3.1 | Desenvolvimento de Baterias para uma Montadora de Veículos Pesados | 29 |
| 4.3.2 | Desenvolvimento de um novo aditivo para placas em baterias de Chumbo-Ácido | 33 |
| 5 | Considerações Finais | 36 |

Lista de Figuras

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Fotografia da Unidade 01 da Acumuladores Moura S.A | 9 |
| 2.2 | Organograma Engenharia de Produto UN-01 | 10 |
| 3.1 | Representação da reação de descarga | 13 |
| 3.2 | Representação da reação de recarga | 13 |
| 3.3 | Representação do Circuito elétrico de várias placas ligadas em paralelo . . . | 14 |
| 3.4 | Representação do circuito elétrico de várias células ligadas em série | 14 |
| 3.5 | Fotografia do elemento | 15 |
| 3.6 | Fotografia do envelope de separador de polietileno | 16 |
| 3.7 | Imagem da caixa de polipropileno | 16 |
| 3.8 | Imagem da tampa de polipropileno | 17 |
| 3.9 | Imagem da sobre-tampa de polipropileno | 17 |
| 3.10 | Fotografia do strap e da solda intercell - Visão Superior | 18 |
| 3.11 | Fotografia do strap e da solda intercell - Visão Frontal | 18 |
| 3.12 | Representação da bateria automotiva | 19 |
| 3.13 | Representação do processo produtivo de uma bateria | 21 |
| 4.1 | Fotografia da pesagem de placas | 30 |
| 4.2 | Fotografia da montagem das baterias | 31 |
| 4.3 | Fotografia da formação das baterias | 31 |
| 4.4 | Fotografia da Medição de densidade de eletrólito | 32 |
| 4.5 | Fotografia do acabamento das baterias | 32 |
| 4.6 | Tabela com a análise de contaminantes | 33 |
| 4.7 | Graficos com a análise por DRX | 34 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.8 | Imagens com análise de granulometria - MEV | 35 |
| 4.9 | Imagem com a adesão massa-grade | 35 |

Capítulo 1

Introdução

O estágio integrado é uma etapa indispensável à formação em engenharia. Por meio da realização desse é possível desenvolver atividades que permitam aplicar o conhecimento teórico adquirido na universidade, além de possibilitar o engrandecimento profissional do aluno por meio do desenvolvimento de novas habilidades e aptidões durante o período de realização do estágio.

Este relatório destina-se a apresentar as atividades realizadas pelo aluno concluinte Lucas Tavares Costa Meira na empresa Acumuladores Moura S.A., situada em Belo Jardim-PE, no período compreendido entre 09/05/2022 e 03/11/2023 com carga horária de 30 horas semanais. O aluno estava lotado na Unidade 01, no setor da Engenharia de Produto, especificamente voltado para o setor de baterias automotivas de montadoras de veículos pesados e máquinas agrícolas, tais como, Scania, Mercedes-Benz, MAN, VW Caminhões e Ônibus, Iveco, John Deere, Caterpillar, entre outros.

O principal propósito do estágio consistia na concepção de novos projetos para aprimorar as baterias do mercado, atendendo às exigências dos clientes (montadoras de veículos pesados). Além disso, buscava-se fomentar a melhoria contínua no processo de fabricação, visando aumentar a eficiência da produção e elevar a qualidade e confiabilidade do produto.

Inserida no conceito de Manufatura de Classe Mundial (WCM), a empresa difundia a cultura organizacional em todos os setores, promovendo ações conjuntas e garantindo que todos estivessem cientes dos processos de melhoria, produção e fabricação.

Durante o estágio, as atividades se concentraram no suporte à produção, com atuação

direta nos pilares de Produto e Controle de Qualidade. De maneira específica, houve interação com diversas áreas da empresa, proporcionando uma experiência de estágio dinâmica e diversificada. Esse período intenso de aprendizado contribuiu significativamente para a formação acadêmica e preparou para o início da carreira como engenheiro.

Este documento está dividido em cinco capítulos. O primeiro dedicado à introdução e apresentação dos objetivos do trabalho. No segundo capítulo é apresentada a empresa em que o estágio foi realizado e uma breve discussão sobre as atribuições do estagiário. No terceiro capítulo é feita uma apresentação sobre os principais conceitos acerca do produto em foco no estágio, as baterias de chumbo-ácido. Já no quarto capítulo são elencadas e apresentadas as principais atividades desenvolvidas ao longo do período de estágio. Por fim, o quinto capítulo apresenta a conclusão deste relatório.

1.1 Objetivos Gerais

Complementar a formação acadêmica, aplicando os fundamentos aprendidos durante a graduação na melhoria e otimização dos processos no meio industrial.

1.2 Objetivos Específicos

- Acompanhamento de projetos em desenvolvimento para Baterias Automotivas;
- Realização de projetos e auxílio nas atividades rotineiras para clientes OEM
- Atuar como facilitador dos projetos que envolvam a Gestão da Qualidade e auditorias (Tratamento de Anomalias);
- Atuar com foco na redução do custo do produto;
- Ser replicador de conhecimentos técnicos para o processo de produção;
- Acompanhar rotina dos operadores e sugerir melhorias no processo;
- Desenvolver atividades e aplicar ferramentas voltadas ao WCM.

Este documento está dividido em cinco capítulos. O primeiro dedicado à introdução e apresentação dos objetivos do trabalho. No segundo capítulo é apresentada a empresa em que o estágio foi realizado e uma breve discussão sobre as atribuições do estagiário. No terceiro capítulo é feita uma apresentação sobre os principais conceitos acerca do produto em foco no estágio, as baterias de lítio. Já no quarto capítulo são elencadas e apresentadas as principais atividades desenvolvidas ao longo do período de estágio. Por fim, o quinto capítulo apresenta a conclusão deste relatório.

Capítulo 2

A Empresa

Líder de mercado na América do Sul, a Acumuladores Moura S.A., mais conhecida como Baterias Moura, é uma empresa brasileira de capital nacional fundada em 1957 pelo Químico Industrial Dr. Edson Mororó Moura e sua esposa Dona Conceição Viana Moura. Especializada na fabricação de acumuladores elétricos, popularmente chamados de baterias. Voltada inicialmente para o ramo automotivo, a empresa ampliou a sua atuação para outros segmentos, produzindo, hoje, baterias e sistemas de acumulação de energia para as mais diversas aplicações, como motos, barcos, empilhadeiras, nobreaks, metrô, trens, estações de telefonia, sistemas de armazenagem, entre outros.

A Acumuladores Moura S.A. destaca-se como a maior empresa em seu segmento em toda a América Latina, contando com uma capacidade de produção anual que ultrapassa 10 milhões de baterias. Seu quadro de colaboradores é composto por mais de 6 mil profissionais. De acordo com a Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores (Fenabrave), em 2022, a cada 10 veículos produzidos no Brasil, 9 saíam equipados com baterias fabricadas pela Moura. (FEBRANAVE, 2022).

Toda a estrutura organizacional da empresa está voltada para entregar aos seus clientes as melhores soluções em baterias, este produto consiste em um dispositivo eletroquímico capaz de transformar energia química em energia elétrica de forma reversível, por centenas de vezes. Em um automóvel, o dispositivo tem como principais funções o fornecimento de energia para dar partida no motor depois que o mesmo é ligado, fornece energia para os componentes elétricos do veículo e absorver picos de tensão do sistema protegendo os

componentes elétricos do mesmo.

Os projetos foco do setor visam o aumento da produtividade, capacidade de atender as demandas dos diversos clientes e também projetos de inovação tecnológica.

2.1 Histórico

A história da Acumuladores Moura S/A teve início no quintal de uma residência na cidade de Belo Jardim, interior de Pernambuco, a aproximadamente 187 km da capital, Recife. Em 1957, na pacata cidade, onde apenas um carro circulava, Edson Mororó Moura, formado em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), fundou a Baterias Moura.

Em 1968, estabeleceu-se uma parceria estratégica de transferência de tecnologia com a Chloride, então a maior indústria de baterias do mundo. Essa colaboração impulsionou avanços significativos na fábrica, permitindo a oferta de baterias para o setor automotivo nacional. A partir desse ponto, os produtos da empresa ganharam popularidade em todo o país, levando à criação de diversos pontos de revenda para atender à crescente demanda. Em 1979, formalizou-se a Rede de Distribuidores Moura (RDM), responsável pela distribuição tanto no âmbito nacional quanto internacional.

A fábrica manteve e ainda mantém parcerias tecnológicas e comerciais com os principais fabricantes do setor. Destacam-se a EXIDE, empresa espanhola que tornou-se parceira da Moura em 1998, e a GNB Technologies, parceira desde 1996. A GNB Technologies é fornecedora da Ford Inglaterra e Ford Estados Unidos, detendo a patente mundial para a fabricação de baterias com a denominada "liga prata", lançada com exclusividade no Brasil pela Moura.

A sequência cronológica dos principais fatos da empresa são mostrados a seguir:

- 1957 - Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim - PE;
- 1966 - Fundação da Metalúrgica Moura;
- 1983 - Início das exportações para os Estados Unidos e 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 e 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;
- 2012 - Lançamento da nova bateria Moura Automotiva e 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, lançamento da bateria estacionária Moura Nobreak e início do fornecimentos de baterias à John Deere;

- 2016 – Lançamento do óleo lubrificante Lubel e lançamento da nova bateria Moura Moto;
- 2017 – Lançamento da nova bateria Moura Automotiva, lançamento da Linha Solar e Lançamento da Série 2V da Linha VRLA;
- 2018 – Implantação da UN10 em Belo Jardim – PE.
- 2019 - Início do fornecimento de baterias à Caterpillar;
- 2020 - Início do fornecimento de baterias à CNH Industrial;
- 2022 - Início do fornecimento de baterias à Jaguar/Land Rover e à Scania;

2.2 Estrutura Organizacional

Atualmente, a Acumuladores Moura S/A mantém diversas unidades em território brasileiro e em outros países. A estruturação em unidades proporciona uma gestão mais eficaz da empresa, uma vez que cada uma dessas unidades autônomas desempenha um papel específico no processo, abrangendo desde a aquisição da matéria-prima até a entrega final ao cliente. A Tabela 2.1 oferece uma descrição detalhada das diferentes unidades da Moura (MOURA, 2022).

Tabela 2.1: Estrutura Organizacional 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 |
| UN 02 – 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 – MBAI | Baterias para montadoras e especiais | Itapetininga – SP |
| UN 08 – MOURA BATERIAS INDUSTRIAIS | Baterias tracionárias e de moto | Belo Jardim – PE |
| UN 10 – MOURA BATERIAS AUTOMOTIVA E NOVOS NEGÓCIOS | Baterias automotivas, estacionárias e novos negócios BESS e Lítio | Belo Jardim - PE |
| UN 11 E UN 12 - CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO MOURA | Todos os tipos de baterias | Belo Jardim - PE |
| BASA – DEPÓSITO ARGENTINA | Baterias para montadoras e reposição na Argentina | Pilar - Argentina |
| WAYOTEK – DEPÓSITO PORTO RICO | Baterias para montadoras e reposição no Porto Rico | Carolina - Porto Rico |
| RADESCA – DEPÓSITO URUGUAI | Baterias para montadoras e reposição na Uruguai | Montevideu - Uruguai |
| RIOS RESPUESTOS – DEPÓSITO PARAGUAI | Baterias para montadoras e reposição na Paraguai | Assunção - Paraguai |
| UN 14 – NOVA METALÚRGICA - EM CONSTRUÇÃO | Reciclagem de baterias e ligas de chumbo | Belo Jardim - PE |

2.2.1 Unidade 01 - Acumuladores Moura Matriz

A Unidade 01 (Matriz - UN-01), na qual ocorreu o estágio abordado neste relatório, conta com mais de 1200 colaboradores. A maioria desses profissionais atua em três turnos na produção de baterias, enquanto as áreas de Apoio Industrial operam em horário comercial. Na UN-01, são realizadas as etapas de montagem, formação e acabamento de baterias automotivas, náuticas e estacionárias. Esses produtos atendem tanto o mercado de reposição nacional e internacional quanto as demandas da montadoras de veículos leves, pesados e máquinas agrícolas.

O estágio detalhado neste relatório concentrou-se integralmente na Engenharia de Produto. Essa área é responsável pelo desenvolvimento de produtos destinados ao mercado de montadoras e reposição, além de prestar assistência técnica, suporte e serviços aos clientes.

Figura 2.1: Fotografia da Unidade 01 da Acumuladores Moura S.A

Fonte: Moura (2022).

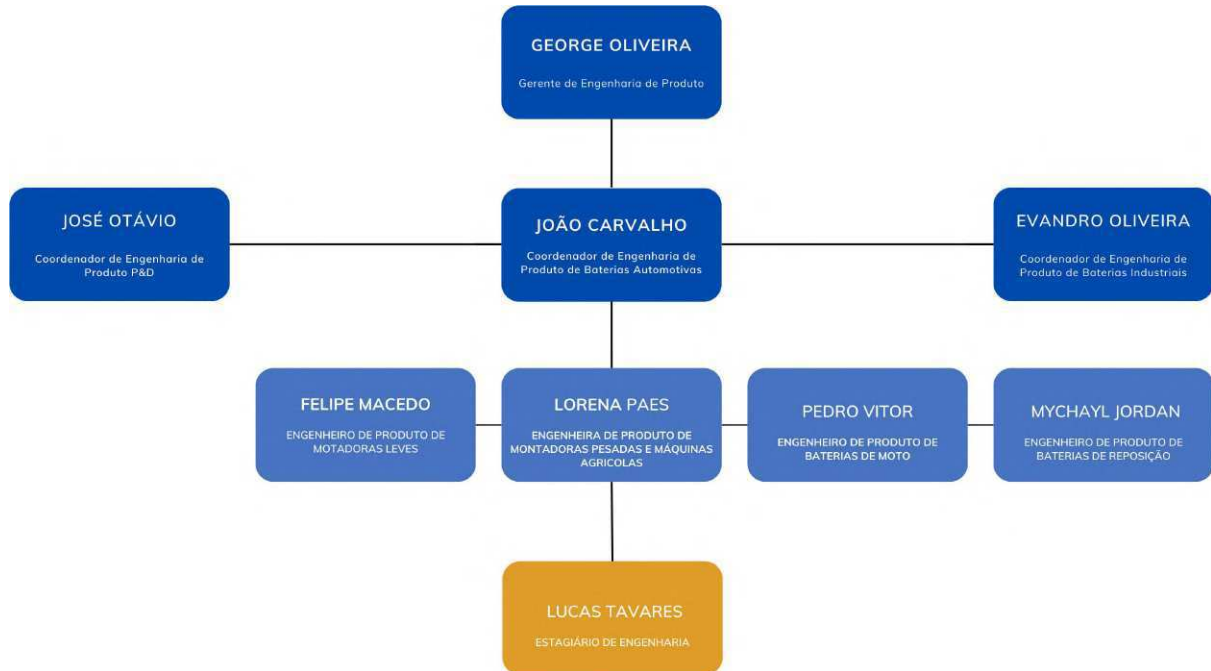
2.2.2 Departamento de Engenharia de Produto

A Engenharia de Produto, Figura 2.2, é o setor responsável pelo desenvolvimento de novos produtos, além de cuidar de todos os estudos e pesquisa sobre criação, adaptação, melhorias e aprimoramento dos produtos produzidos pela empresa. É o guardião de todas as informações técnicas do produto, com a criação de fichas técnicas que são distribuídas na produção, tabelas de referência, normas de paletização, entre outros, garantindo que o produto projetado chegue de acordo com o planejado ao mercado ou cliente. Dentro da Gerência de Produto, temos as áreas seguintes áreas:

- Engenharia de Produto: Equipe de Reposição/Exportação/Estacionárias e Equipe de Montadoras;
- CAD: Responsáveis pelos desenhos técnicos de produtos, rótulos, embalagens e ferramental;
- Complexo Laboratorial Moura: Responsáveis pelos ensaios de produtos e auditorias internas;
- Novos produtos: Responsáveis por estudar e desenvolverem novas tecnologias para o produto bateria chumbo-ácido;

- Gestão de Protótipos: Responsáveis pelo apoio na confecção de novos protótipos para testes;

Figura 2.2: Organograma Engenharia de Produto UN-01



Fonte: Autoria Própria.

amsmath

Capítulo 3

Fundamentação Teórica

No decorrer desta seção serão apresentadas algumas fundamentações teóricas que servirão como base para o melhor entendimento acerca das atividades realizadas.

3.1 Baterias Automotivas

A Bateria Automotiva é tipicamente um aparato eletroquímico a base de Chumbo e Ácido Sulfúrico convertendo energia elétrica em química e vice-versa.

A bateria automotiva é usada no veículo como principal 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 filtro elétrico das tensões de flutuação geradas pelo alternador e alimentar os dispositivos que fazem uso de 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 disso, a bateria pode ser utilizada para alimentar todas as cargas elétricas do carro por um determinado tempo em ocasiões em que o alternador apresente problemas. (PEREIRA, 2006, p. 5)

A transformação da energia química em energia elétrica, como acontece nas baterias, é um dos métodos mais eficientes de conversão de energia. Esse processo é mais eficaz em comparação com a conversão de energia química em energia mecânica, como na combustão de gasolina em um motor, por exemplo.

A bateria 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 (PEREIRA, 2006, p. 8).

Uma bateria automotiva de chumbo-ácido é formada por seis células secundárias conectadas em série. Cada uma dessas células possui componentes que facilitam a conversão de energia, incluindo eletrodos de dióxido de chumbo (PbO_2), eletrodos de chumbo metálico (Pb), eletrólito composto por solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4), separadores de polietileno, terminais externos de chumbo e uma caixa e tampa de polipropileno.

É conhecido que o dióxido de chumbo (PbO_2) tem uma alta propensão para receber elétrons, enquanto o chumbo metálico tende a doar elétrons. Assim, ao colocar o chumbo metálico em contato com o dióxido de chumbo e estabelecer condições para a livre movimentação de elétrons entre eles, a transferência de elétrons do chumbo para o dióxido de chumbo ocorre de maneira bastante eficiente.

A reação que ocorre durante a descarga dentro da bateria é denominada dupla sulfatação, conforme ilustrado nas Figuras 3.1 e 3.2 . Essa nomenclatura é utilizada porque ambos os eletrodos têm a tendência de se transformar em sulfato de chumbo ($PbSO_4$), como demonstrado nas equações 3.1.

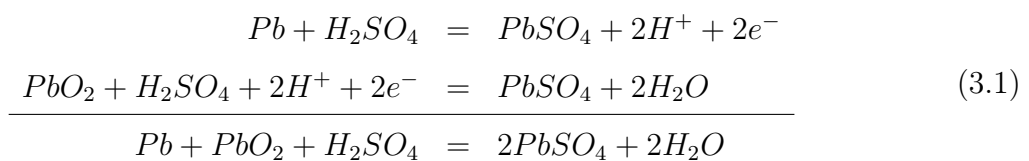
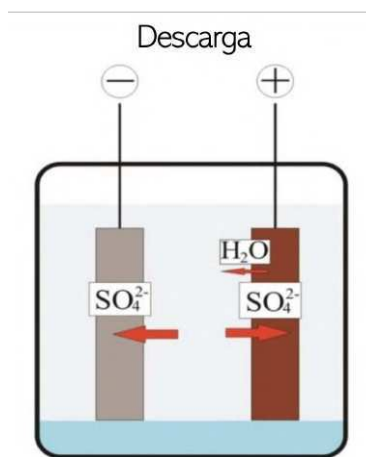
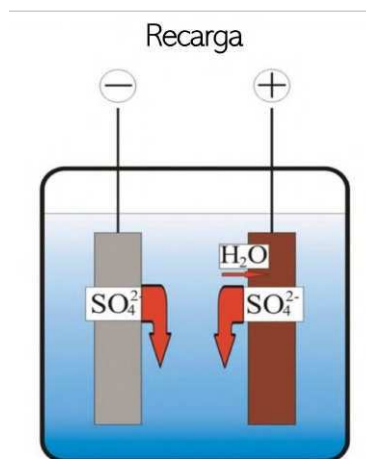


Figura 3.1: Representação da reação de descarga

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2006).

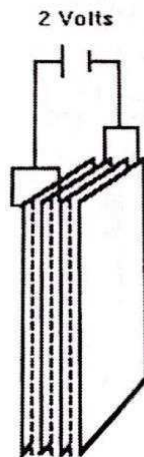
Na recarga da bateria ocorre o caminho reverso. O eletrodo positivo volta a ser composto de dióxido de chumbo enquanto o negativo volta a ser chumbo metálico.

Figura 3.2: Representação da reação de recarga

Fonte: Adaptado de PEREIRA (2006).

Uma bateria pode ser configurada de maneira simples com uma placa positiva e outra negativa, separadas por um separador poroso imerso em uma solução de ácido sulfúrico. Essa disposição resulta em uma diferença de potencial de aproximadamente dois volts. A tensão gerada é principalmente influenciada pela densidade da solução de ácido sulfúrico absorvida nas placas.

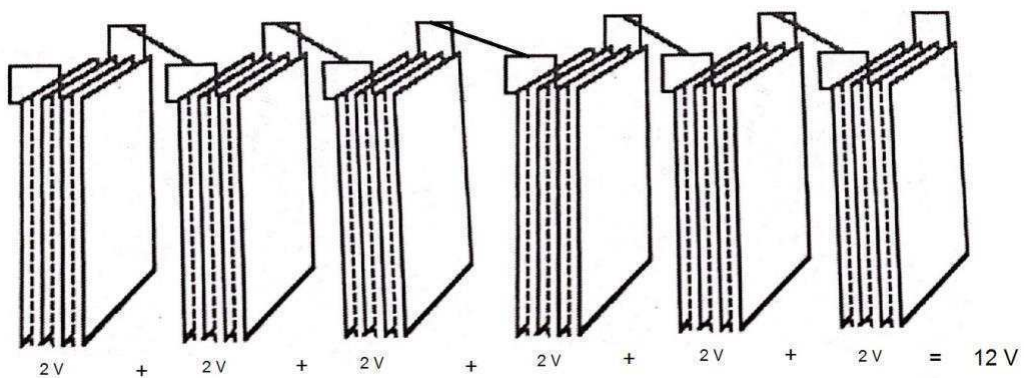
Figura 3.3: Representação do Circuito elétrico de várias placas ligadas em paralelo



Fonte: PEREIRA (2006).

Ao aumentar o número de placas, incrementa-se a quantidade de material ativo, sendo a capacidade da bateria fortemente dependente dessa quantidade de material ativo. A combinação de vários pares forma o elemento, conforme ilustrado na Figura 3.3. Ao conectar seis elementos em série, alcançamos a tensão nominal da bateria, que é de 12V.

Figura 3.4: Representação do circuito elétrico de várias células ligadas em série



Fonte: PEREIRA (2006).

3.2 Componentes da Bateria

A bateria automotiva é composta por diversos componentes e cada um deles tem sua função dentro da bateria, seguem os principais.

3.2.1 Elemento

O elemento, como apresentado na Figura 3.5, é um conjunto de placas positivas e negativas conectadas em paralelo entre si e intercaladas do separador.

Figura 3.5: Fotografia do elemento



Fonte: Autoria Própria.

3.2.2 Separador

O separador tem por função principal evitar curto-circuito entre placas adjacentes. Além disso, elas servem para reter o material ativo que tende a se desprender da grade e permite o fluxo iônico e de eletrólito por ser micro poroso. É apresentado na Figura 3.6, uma foto de um envelope de separador.

Figura 3.6: Fotografia do envelope de separador de polietileno

Fonte: Autoria Própria.

3.2.3 Conjunto Plástico

As caixas, tampas e sobretampas são feitas de Polipropileno (PP). As caixas possuem seis células onde armazenam os elementos e o eletrólito, como mostrado nas Figuras 3.7, 3.8 e 3.9 respectivamente. Cada célula armazena apenas um único elemento.

Figura 3.7: Imagem da caixa de polipropileno

Fonte: Moura (2022)

Já a tampa possui orifícios para inspeção visual do interior da bateria e para a injeção do eletrólito e possui os terminais para solda dos postes.

Figura 3.8: Imagem da tampa de polipropileno

Fonte: Moura (2022)

Por fim as sobre-tampas sela os orifícios para a injeção de eletrólito presentes na tampa e também contém a saída de gás, extremamente necessária para que a bateria não exploda durante o seu processo de gaseificação.

Figura 3.9: Imagem da sobre-tampa de polipropileno

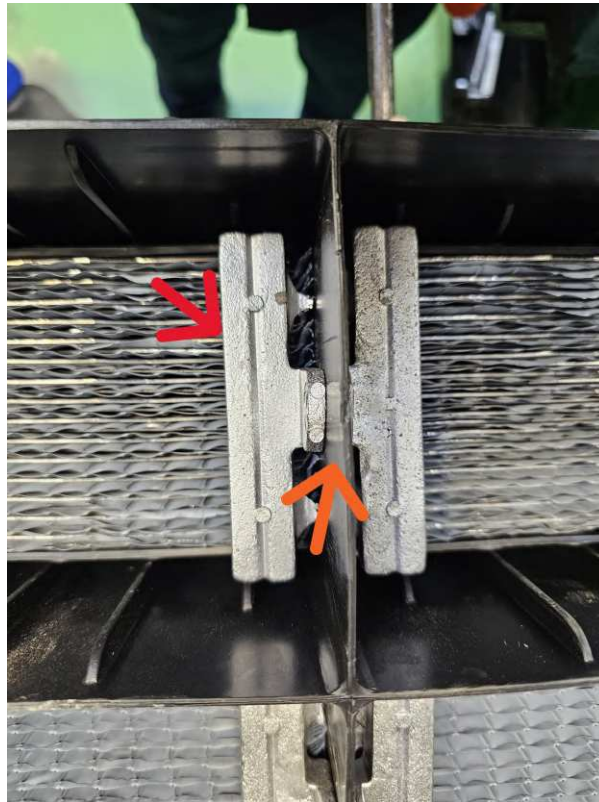
Fonte: Moura (2022)

3.2.4 Straps e Solda Intercell

É responsável pela união, em paralelo, das placas de mesma polaridade como apresentado nas Figuras 3.10 e 3.11 com a seta em vermelho.

Intercell é uma solda a base de chumbo e estanho que interliga os seis elementos da bateria em série, como mostrado nas Figuras 3.10 e 3.11 com a seta em laranja.

Figura 3.10: Fotografia do strap e da solda intercell - Visão Superior



Fonte: Autoria Própria.

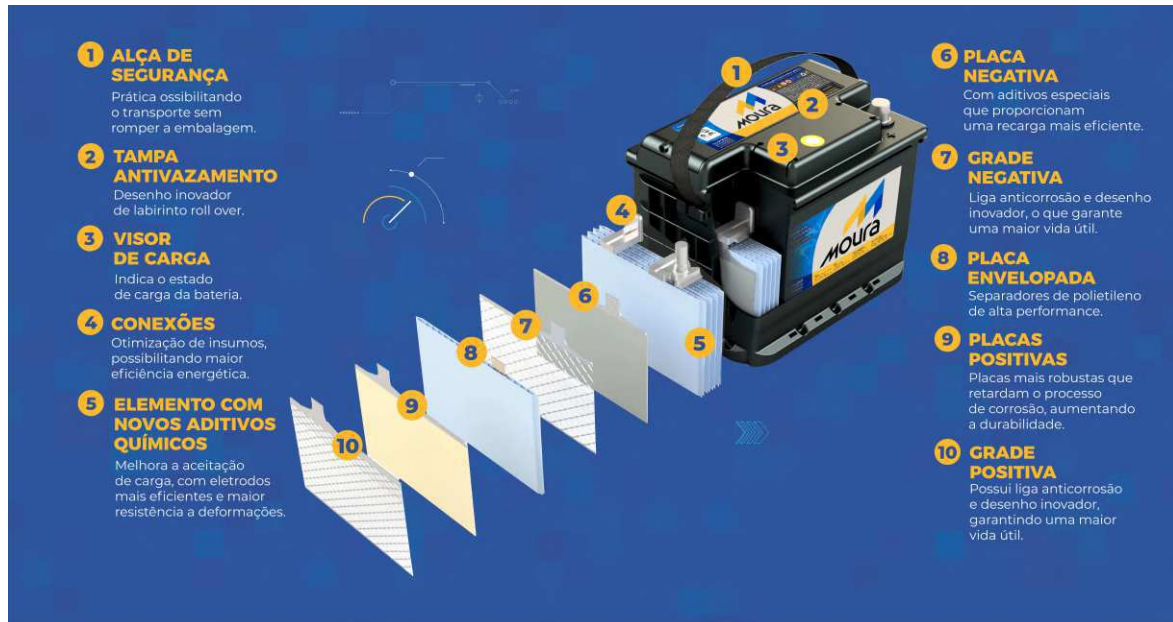
Figura 3.11: Fotografia do strap e da solda intercell - Visão Frontal



Fonte: Autoria Própria.

Com a união de todos estes componentes é obtida a bateria automotiva como mostrado na Figura 3.12.

Figura 3.12: Representação da bateria automotiva



Fonte: Moura (2022)

3.3 Características

As características de uma bateria são determinadas pela aplicação específica para a qual é destinada, e há especificações que descrevem as propriedades desejáveis. No contexto deste trabalho, que aborda uma bateria de chumbo-ácido para aplicação automotiva, as características desejadas incluem:

- Capacidade de fornecer correntes elétricas elevadas de forma repetida e por vários segundos;
- Armazenamento de carga suficiente para manter aparelhos elétricos de baixo consumo operando por vários dias e manter o veículo funcionando por várias horas em caso de pane no alternador;
- Capacidade de suportar diversos ciclos de carga e descarga;

- Baixa taxa de descarga durante o armazenamento;
- Recarregabilidade rápida após descarga intensa;
- Necessidade de baixa ou nenhuma manutenção;
- Operação eficaz em diversas temperaturas;
- Ausência de riscos potenciais;
- Resistência a fortes vibrações.

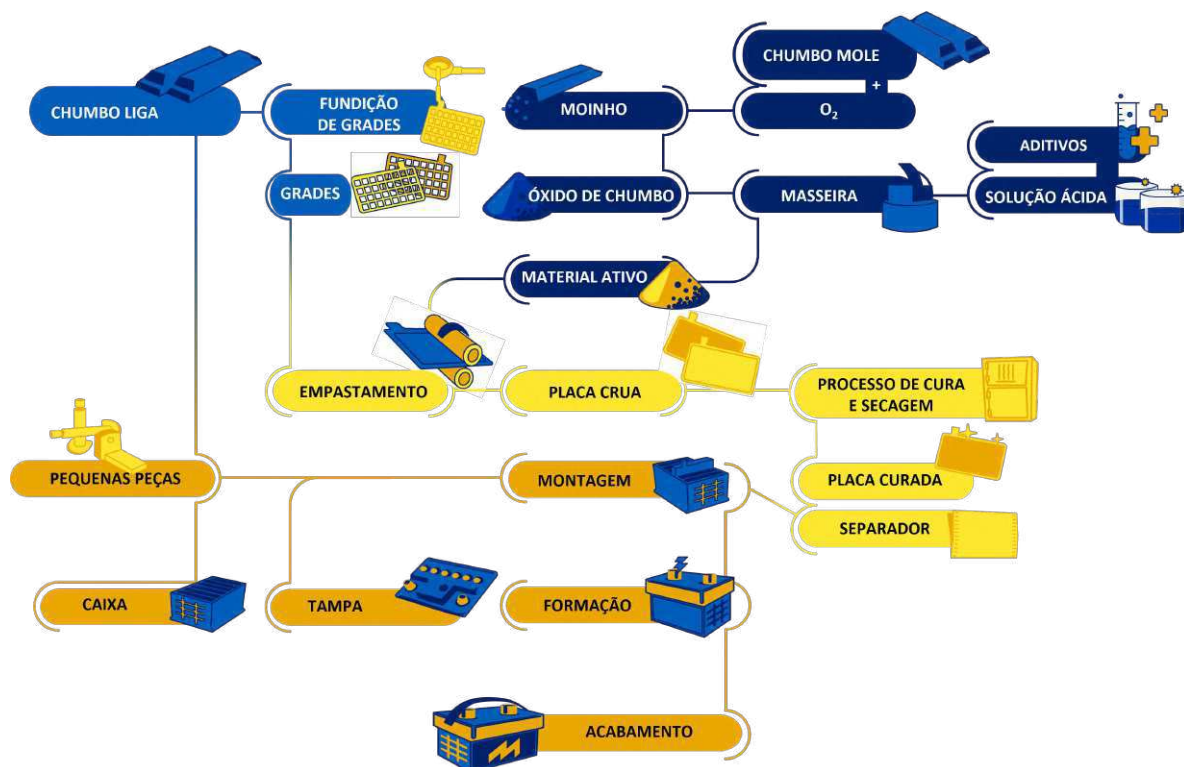
Além dessas características, há outras propriedades cruciais para a aplicação automotiva. Essas propriedades incluem:

- Capacidade nominal (Ah): medida da energia fornecida pela bateria em um período de 20 horas a uma corrente constante até que a tensão dos polos atinja 10,5V;
- Alta Descarga a Frio: conforme norma Americana SAE, a bateria deve ser descarregada a uma corrente preestabelecida a -18°C até que as tensões nos terminais atinjam 7,2V, com tempo de descarga não inferior a 30 segundos;
- Reserva de Capacidade: tempo que a bateria pode fornecer 25 amperes a 25°C ;
- Estado de Carga (SOC): razão entre a capacidade real da bateria e a capacidade nominal, expressa em porcentagem.

3.4 Processo produtivo de baterias de Chumbo-Ácido

Os insumos empregados na fabricação de baterias de chumbo-ácido incluem chumbo (com quantidades e configurações determinadas por receitas específicas para cada tipo de bateria), solução ácida, água, conjunto plástico, aditivos, separadores entre outros componentes. O diagrama apresentado na Figura 3.13 ilustra de forma abrangente o processo completo de produção das baterias no qual pode ser separado em três etapas, são elas: Placas, Montagem e Formação & Acabamento

Figura 3.13: Representação do processo produtivo de uma bateria



Fonte: Moura 2022.

3.4.1 Placas

A primeira etapa para a fabricação das placas é a formação das grades, que pode ser realizada de três maneiras principais. Uma delas é na Properzi, onde fitas laminadas são produzidas a partir do derretimento dos lingotes no cadinho de fusão. O material é combinado com itens do cadinho de reprocesso, permitindo a reabsorção de todos os retrazos do processo. O chumbo líquido é então direcionado para uma concha, onde começa a tomar a forma de uma fita graças ao sistema de resfriamento. Após o resfriamento e atingida a temperatura ideal, a fita é laminada para reduzir sua espessura conforme especificado na ficha técnica de cada modelo de grade.

Devido ao processo de expansão do material, a etapa seguinte ajusta a largura da fita, realizando um corte que gera retrazos que são reintroduzidos no cadinho. Ao final do processo, a fita é bobinada e direcionada para o processo de expansão na expansora Roche.

O processo de expansão começa com o desbobinamento da fita laminada da Properzi,

seguido pelo pre-punched, que fura o centro da placa para formar as "orelhas". Neste momento, o furo serve principalmente como ponto de apoio para tracionar e expandir a fita. A expansora possui um conjunto de peças que formam metade de um diamante da malha. A conformadora nivela a fita e realiza outro corte no primeiro furo, definindo a geometria final das orelhas. Em seguida, a malha é rebobinada para ser empastada na etapa subsequente.

A Cominco, segundo processo de fabricação de grade, produz fitas por meio da fundição, começando com o derretimento dos lingotes em um cadinho, que é fundido com o material de um segundo cadinho de reprocesso, onde as peças de reprocesso são derretidas e combinadas com o chumbo fundido. Este material é então direcionado para uma concha, onde é resfriado e comprimido na etapa seguinte, formando uma manta, que é uma fita larga que pode ser dividida em até quatro bobinas, dependendo da largura das grades desejadas, por fim as fitas formadas são bobinadas. Posteriormente, ela é expandida na própria linha de empastamento.

Um outro insumo extremamente importante para a placa é a fabricação do óxido de chumbo (PbO) para ser aplicado a massa. Para isso, são utilizados dois tipos de moinhos: o moinho BARTON e o moinho de bolas. No moinho BARTON, o lingote de chumbo é fundido e direcionado ao moinho a uma alta temperatura. Ao chegar ao moinho, é adicionada água para promover a solidificação junto ao oxigênio, transformando-se em óxido de chumbo (PbO). Já o moinho de bolas opera com pequenos pedaços de cilindro de chumbo sofrendo atrito, resultando na formação do pó, ou seja, óxido de chumbo (PbO), seu funcionamento é muito parecido com uma betoneira que é utilizado em construções.

A formação da placa envolve o empastamento, papel e grade. O empastamento é originado a partir do óxido de chumbo, cuja construção foi previamente mencionada. O setor de Grades é responsável pela formação da grade, podendo ser realizada por processo de fundição, onde o chumbo fundido é direcionado a um molde, solidifica-se e é cortado para formar a grade. Outro método é a laminação, no qual o chumbo passa por um processo para adquirir formato de lâminas, seguido por um procedimento de expansão.

O setor de empastamento é responsável pela fabricação da placa. Neste processo de confecção das placas positivas e negativas para as baterias chumbo-ácido, são utilizadas massas de óxido de chumbo saturadas com água e sulfatadas. Tipicamente, a água é adicionada ao óxido antes do ácido H_2SO_4 (densidade em torno de 1.400 g/L) e é absorvida na superfície

do óxido com formação de $Pb(OH)_2$.

Os principais aditivos na massa negativa incluem carbonos, expansores, lignossulfatos e fibras sintética, enquanto na massa positiva, apenas a fibras sintética e aditivos que melhoram a adesão massa-grade são utilizados. Com a pasta preparada, a placa é criada pela sobreposição na grade de chumbo. Existem diferentes tipos de grades, como fundida, estampada, laminada, expandida, etc. Entre essas tecnologias, a expansão é a mais utilizada atualmente. O empastamento envolve a aplicação da massa sobre a grade, conferindo uma estrutura física mais rígida e proporcionando uma forma de conexão entre placas por meio de soldas.

3.4.2 Montagem

A montagem é a etapa inicial do processo de produção, onde a combinação de insumos resulta no produto final, que é a bateria seca. Esse processo começa na envelopadeira, onde o separador é utilizado para envolver as placas positivas ou negativas, criando uma proteção que evita curto-circuitos entre as placas de polaridades diferentes.

Após o envelopamento, são montados os elementos, que são as células fundamentais da bateria de chumbo-ácido. Esses elementos consistem em agrupamentos de placas, sendo que a proporção de placas positivas e negativas é definida por uma receita específica para cada modelo de bateria. A partir dos elementos, são confeccionados os straps, peças de chumbo responsáveis por conectar todas as placas positivas e negativas. Para isso, os elementos são encaminhados para a máquina Cast-on Strap (COS), onde os straps são moldados em formas conectadas a um cadinho por meio de uma bomba, com variações de acordo com o modelo da bateria. Cada elemento contribui com 2 V para a bateria.

Posteriormente, os elementos conectados pelos straps são organizados em conjuntos de seis e inseridos em caixas de polipropileno fornecidas pela Unidade 05, passando por um processo de perfuração e remoção de rebarbas na linha de montagem. Dependendo do modelo da bateria, pode ser necessária a aplicação de adesivos através das máquinas Hot Melt.

As caixas com os elementos seguem para a máquina Solda Intercell (SIC), responsável por soldar os elementos em série para gerar uma tensão de 12 V entre os terminais da bateria.

Em seguida, um teste de curto-circuito é realizado para avaliar a qualidade da solda feita na SIC, aplicando corrente na bateria seca. Baterias que falham no teste, apresentando curto-circuito ou descontinuidade, são descartadas como "scrap", termo usado pela Moura para sucata ou desperdício.

As baterias aprovadas no teste de curto-circuito avançam para a etapa de aplicação manual das tampas e são seladas por meio de uma seladora, que utiliza altas temperaturas para unir as tampas às caixas. Em seguida, ocorre o levantamento de polos, no qual os terminais de conexão da bateria são fabricados. Com a bateria selada e os polos finalizados, ela passa por um novo teste para garantir a qualidade da selagem. Esse teste de vazamento utiliza ar comprimido para verificar a existência de falhas entre as células da caixa de polipropileno.

Após serem aprovadas, as baterias recebem uma codificação na máquina codificadora, que atribui um código para rastrear informações como a data de produção e a equipe responsável pela montagem. Finalmente, as baterias são colocadas em pallets e enviadas para a próxima etapa, a formação.

3.4.3 Formação

A formação é o processo que tem como objetivo formar eletroquimicamente a bateria que consiste na conversão do material ativo presente nas placas, sulfato de chumbo $PbSO_4$, em dióxido de chumbo (PbO_2) nas placas positivas, e chumbo metálico esponjoso (Pb) nas placas negativas dando a carga inicial nela. Para tanto, as baterias montadas são preenchidas com solução de ácido sulfúrico, H_2SO_4 , e dispostas em bancos para o processo de injeção de carga (formação).

A primeira etapa é a máquina de enchimento e nivelamento responsável pelo enchimento e nivelamento da solução da bateria. Em seguida a bateria se direciona para os bancos para formação, as baterias vão para os bancos onde ocorre o carregamento. As baterias no interior dos bancos são circundadas de água de modo a auxiliar a dispersão do calor gerado durante as reações de formação elas são dispostas em circuitos e a quantidade destes depende do tamanho do banco de formação. 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.

Após o processo de formação, o nível de eletrólito é reduzido e torna-se mais concentrado do que no momento do enchimento. De modo que as baterias sejam entregues ao cliente com uma solução homogênea e de nível e densidade controladas, no processo de acabamento, há um nivelamento com eletrólito de concentração conhecido.

3.4.4 Acabamento

O processo de acabamento começa com a máquina automática de nivelamento, que é responsável por garantir o nivelamento da solução ácida dentro da bateria visto que o nível de solução diminui após a formação da bateria. Após essa etapa, é realizado um teste para verificar a uniformidade do nível da solução ácida entre as células da bateria. A máquina de lavar e secar realiza a limpeza externa da bateria, removendo qualquer excesso de ácido, e a seca completamente. A seladora funciona de maneira semelhante à etapa de montagem, inserindo a sobretampa por meio de derretimento e pressão, vedando os pontos onde a solução foi aplicada. Em seguida, é realizado o teste de vazamento, semelhante ao da montagem, para garantir que a sobretampa esteja devidamente selada.

A máquina de lixar bornes é responsável pelo polimento dos bornes ou terminais da bateria. Após isso, começam os testes de desempenho da bateria, iniciando pelo teste de alta descarga, no qual são medidos a tensão de circuito aberto e a tensão de circuito fechado, simulando uma partida. Por fim, o teste de vazamento dielétrico é realizado, aplicando-se 6 kV nos bornes da bateria para verificar possíveis fugas de corrente. O processo é finalizado com a pesagem, rotulagem e colocação das alças na bateria, preparando-a para ser embalada, paletizada e distribuída.

Capítulo 4

Atividades desenvolvidas

Este capítulo aborda o trabalho desenvolvido durante o período de estágio, com o tempo de 18 (dezoito) meses de duração, o estágio foi supervisionado por um engenheiro no setor da engenharia de Produto da empresa Baterias Moura. Entre as atividades desenvolvidas, se destacam:

- Projetos de protótipos automotivos;
- Desenvolvimento de maquinário para o processo produtivo;
- Kaizens de melhorias no produto;

Por ser uma grande e respeitada empresa reconhecida mundialmente, a Moura sempre está estimulando seus integrantes ao aprendizado. Durante estágio, houve a participação em diversos treinamentos oferecidos na Moura. Alguns desses treinamentos são obrigatórios para desenvolvimento de certas atividades na empresa, outros são considerados agregadores de conhecimento e fazem parte da evolução dos colaboradores.

4.1 Treinamentos

Para a realização dos trabalhos desenvolvidos foram necessários passar por alguns treinamentos, entre eles estão:

- Treinamento de standard kaizen

- Treinamento 5G
- Treinamento de 5W1H
- Treinamento de 5S
- Gerenciamento da rotina

4.1.1 Standard Kaizen

A palavra "kaizen" significa "melhoria" e essa ferramenta auxilia na implementação de melhorias simples, exigindo análise e conhecimento técnico/específico. Utilizando a metodologia PDCA, o processo envolve a identificação do problema, o estabelecimento de metas, a execução de ações e a avaliação de resultados e conclusões.

4.1.2 5G

A ferramenta 5G é uma metodologia que compreende cinco elementos: Gemba, Gem-busto, Genjitsu, Genri e Gensoku. Essa abordagem visa obter uma compreensão completa de uma condição por meio da observação dos cinco sentidos. Seu propósito é analisar minuciosamente uma situação, sendo uma ferramenta valiosa para descrever problemas ou anomalias nos processos produtivos. Ao utilizar seis perguntas, a metodologia 5G assegura uma abordagem abrangente na descrição do fenômeno, desempenhando um papel fundamental na identificação das causas raízes dos problemas.

4.1.3 5W1H

A ferramenta 5W1H é uma metodologia que visa responder seis perguntas fundamentais: What (O que), Why (Por que), Where (Onde), When (Quando), Who (Quem) e How (Como). Essas questões abrangentes ajudam a estruturar e planejar a execução de tarefas ou projetos, fornecendo uma visão completa e detalhada do que, por que, onde, quando, quem e como as ações serão realizadas. Essa ferramenta é fundamental para estabelecer diretrizes claras, entender os objetivos e garantir a eficácia na implementação de planos e estratégias.

4.1.4 5S

O 5S é uma metodologia de gestão que visa transformar o ambiente organizacional e as atitudes das pessoas. Composto por cinco princípios japoneses (seiri, seiton, shitsuke, seiketsu e seisou), o 5S busca melhorar a qualidade de vida dos colaboradores, reduzir desperdícios, minimizar custos e aumentar a produtividade da empresa. Essa abordagem promove a organização, a ordem, a disciplina, a limpeza e a padronização no local de trabalho, contribuindo para a eficiência operacional e a eficácia nas atividades diárias.

4.1.5 Gerenciamento da Rotina

O treinamento tem como objetivo apresentar o conceito do gerenciamento da rotina para desenvolver cada indivíduo, melhorando seu gerenciamento e garantindo suas entregas.

4.2 WCM

Há alguns anos atrás, a Moura adotou o WCM (World Class Manufacturing) como modelo de gestão da produção, migrando do TPM (Manutenção Produtiva Total). A crescente competição no mercado demanda que as empresas alcancem a excelência na gestão de processos, eliminando imprevistos para garantir sua permanência e competitividade. Nesse contexto, a fábrica busca otimizar a manufatura por meio de programas que identifiquem e reduzam perdas, contribuindo para a redução do custo de transformação e o aumento do faturamento.

O programa WCM é um sistema integrado de gestão de redução de custos que visa otimizar Logística, Qualidade, Manutenção e Produtividade para níveis de classe mundial, utilizando métodos e ferramentas estruturadas. Ao identificar as perdas na fábrica, o programa seleciona, dentre os dez pilares técnicos, o mais indicado para a redução de cada tipo de perda identificada.

Apesar do objetivo comum de maximizar lucros, muitas empresas enfrentam o desafio de identificar perdas em seus processos produtivos. Isso ocorre devido a fatores relacionados à cultura organizacional e à política de trabalho. O WCM propõe uma mudança cultural e a definição de novos padrões de trabalho para que, ao longo de sua implementação, as pessoas

e o sistema possam identificar e reduzir as perdas embutidas no custo de transformação da empresa. A estratificação do custo de transformação, facilitada pelo WCM, permite um gerenciamento mais eficiente dos custos, garantindo ganhos significativos para a empresa já no primeiro ano de implantação.

4.2.1 Pilares do WCM

O WCM é dividido em 10 pilares técnicos, são eles:

- Segurança
- Desdobramento dos custos
- Melhoria Focada
- Manutenção Autônoma
- Manutenção Profissional
- Controle de Qualidade
- Logística
- Setup
- Desenvolvimento de Pessoas
- Ambiente

4.3 Projetos desenvolvidos

4.3.1 Desenvolvimento de Baterias para uma Montadora de Veículos Pesados

O projeto teve como intuito desenvolver três novas baterias para uma nova montadora de veículos pesados. Para esse desenvolvimento foi feita primeira um estudo inicial do norma completa do cliente a qual as baterias deveriam ser testadas.

Após esse estudo inicial, foi pego baterias de prateleiras que tínhamos a disposição a colocamos para realizar a matriz de testes da norma da montadora, em paralelo foi feito benchmark com os produtos dos concorrentes e parceiros nacionais e internacionais com a finalidade de levantar a maior quantidade de dados para elaborar o melhor produto que se adequasse aos requisitos que foram postos.

Após o levantamento desses dados e estudos iniciais, foi levantados todas as especificações necessárias e assim passamos para a etapa de prototipação das primeiras amostras todas de forma acompanhada e cautelosa para garantir a qualidade da amostra.

Como primeiro passo para garantir a qualidade do prototipo, foi feito o acompanhamento da fabricação das placas e posteriormente foi pesado placa por placa para garantir que todas as baterias estariam o peso correto.

Figura 4.1: Fotografia da pesagem de placas



Fonte: Aatoria Própria.

Após a pesagem foi feito a montagem do protótipos, analisando as etapas críticas do processo, focando nos modos de falha existentes mais comuns.

Figura 4.2: Fotografia da montagem das baterias



Fonte: Aatoria Própria.

Após a montagem foi realizado a formação e acabamento dos protótipos, focando no nível e densidade do eletrolito, para que estejam de forma padronizada e conforme especificação.

Figura 4.3: Fotografia da formação das baterias



Fonte: Aatoria Própria.

Figura 4.4: Fotografia da Medição de densidade de eletrólito



Fonte: Aatoria Própria.

Figura 4.5: Fotografia do acabamento das baterias



Fonte: Aatoria Própria.

Após o processo de acabamento, as amostras foram levadas para o laboratório para realizar toda a matriz de testes elétrico e mecânicos que foram solicitados pela norma do cliente para que assim, após a aprovação prosseguiu-se para a homologação final do produto conforme metodologia da APQP e fornecimento para o cliente.

4.3.2 Desenvolvimento de um novo aditivo para placas em baterias de Chumbo-Ácido

O projeto teve como intuito reduzir os custos da bateria de reposição e mitigar os riscos de só um fornecedor para esse aditivo que auxilia na adesão massa-grade, atuando fortemente contra um dos principais defeitos de morte da bateria.

Dessa forma visando corresponder as premissas do projeto, fizemos alterações na massa da placa positiva, alterando o aditivo antigo para o que seria desenvolvido, após as alterações foram confeccionadas placas para trinta baterias com a configuração atual e trinta baterias com a nova configuração para que pudesse ser feito um teste comparativo mais eficiente.

Dessa forma as placas foram pesadas para confirmarem se o valor projetado estava de acordo com o produzido, garantindo assim a menor variação de processo e posteriormente foram montadas, formadas e acabadas as amostras para serem levadas para o laboratório para fazer todos testes elétricos necessários para a homologação do novo aditivo. Em paralelo, foi realizado análises de contaminantes, análise por DRX e MEV e análise microscópica de adesão da massa a grade das placas para garantir que o aditivo novo não piorou a qualidade da placa, assim piorando o desempenho da bateria.

Figura 4.6: Tabela com a análise de contaminantes

Relatório de Ensaio N° E088/23

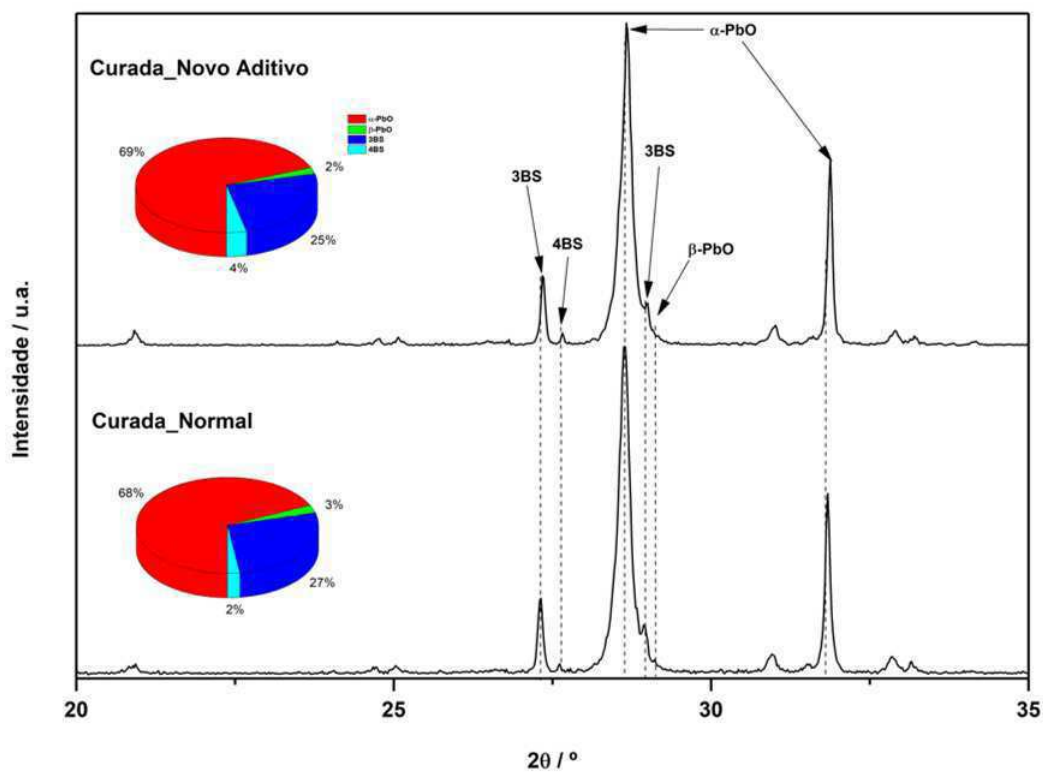
Tabela I: Determinação do teor de metais por espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) em extrato de solubilizado.

| Elementos | Amostra 01 | Amostra 02 | Incertezas |
|-----------|------------|------------|------------|
| | Teor (ppm) | Teor (ppm) | Teor (ppm) |
| Ag | <L.Q | <L.Q | 0,0076 |
| As | <L.Q | <L.Q | 0,1166 |
| Bi | <L.Q | <L.Q | 0,0776 |
| Cd | <L.Q | <L.Q | 0,0147 |
| Co | <L.Q | <L.Q | 0,0092 |
| Cr | <L.Q | <L.Q | 0,0649 |
| Cu | <L.Q | <L.Q | 0,0065 |
| Fe | <L.Q | <L.Q | 0,0117 |
| Mn | <L.Q | <L.Q | 0,0079 |
| Ni | <L.Q | <L.Q | 0,0284 |
| Pb | <L.Q | <L.Q | 0,0576 |
| Sb | <L.Q | <L.Q | 0,0966 |
| Sn | <L.Q | <L.Q | 0,0809 |
| Te | <L.Q | <L.Q | 0,0881 |
| Zn | <L.Q | <L.Q | 0,0091 |

< L.Q.: Menor que o Limite de Quantificação.

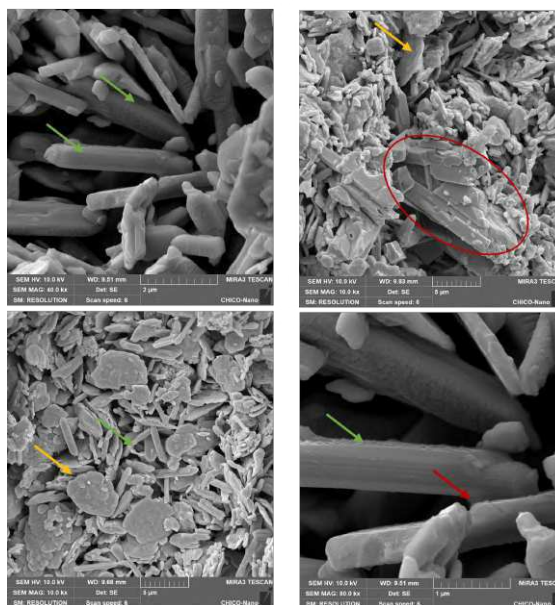
Fonte: Autoria Própria.

Figura 4.7: Graficos com a análise por DRX



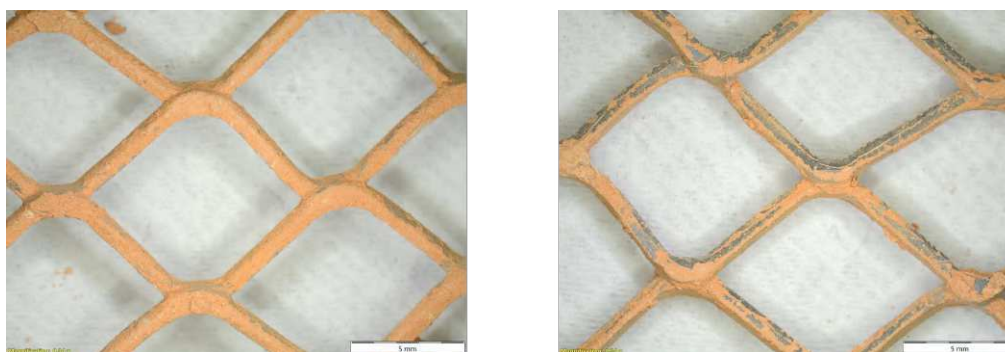
Fonte: Autoria Própria.

Figura 4.8: Imagens com análise de granulometria - MEV



Fonte: Autoria Própria.

Figura 4.9: Imagem com a adesão massa-grade



Fonte: Autoria Própria.

Como último passo, foi realizado o teste de campo em quinze táxis da cidade de Recife, os quais rodaram por um ano com a bateira sem a mesma apresentar nenhum defeito.

Após todos os testes realizados, foi finalizado o processo de homologação interno, seguindo a metodologia da APQP e assim garantindo a redução de custo do projeto e mitigando o risco de só ter um fornecedor para esse tipo de aditivo

Capítulo 5

Considerações Finais

A realização do estágio na Engenharia de Produto na Acumuladores Moura foi crucial para aplicar os conhecimentos acadêmicos de forma prática. Essa experiência proporcionou um crescimento profissional significativo e permitiu uma imersão no ambiente industrial. Ao participar de diversos projetos em diferentes fases de execução, o estagiário obteve uma visão abrangente do mundo profissional, envolvendo atividades de gestão e liderança.

Estar inserido em uma empresa de grande porte trouxe uma valiosa complementação aos conhecimentos acadêmicos, proporcionando a vivência de novas técnicas, tecnologias e aspectos administrativos. Lidar com líderes, clientes e fornecedores em diversas situações desafiadoras exigiu do estagiário equilíbrio, conhecimento técnico e habilidade para agir sob pressão, resultando na entrega de resultados eficientes em tempo hábil.

O contato com tecnologias de ponta foi um diferencial marcante, oferecendo a oportunidade de aprender e aplicar tecnologias modernas em projetos multidisciplinares, abrangendo áreas como engenharia mecânica, ambiental, de segurança e química.

No setor de Engenharia de Produto, foram assimiladas novas metodologias para criação, validação e homologação de produtos, enriquecendo a compreensão do dia a dia de um engenheiro na indústria automotiva. O estágio proporcionou o desenvolvimento de habilidades como gestão de projetos, liderança e trabalho em equipe, essenciais para enfrentar desafios futuros. Embora alguns dados das atividades realizadas sejam confidenciais, a experiência no Grupo Moura foi fundamental para a formação do estagiário como engenheiro, preparando-o para enfrentar novos desafios e oportunidades.

Um dos maiores desafios que foi enfrentado durante o estágio foi o fato de chegar sem nenhum conhecimento sobre baterias, pois, atualmente não existe um curso de graduação sobre bateria. Dessa forma, todo o conhecimento foi adquirido e assimilado durante as várias atividades, projetos e estudos realizados.

Referências Bibliográficas

ACUMULADORES MOURA S/A. Material Interno. 2022.

FENABRAVE - Federação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores. Informativo - Emplacamentos. Disponível em: <http://www.fenabrave.org.br>, Acesso em 10 novembro 2023.

PAVLOV, D. Lead-Acid Batteries: Science and Technology. 2 ed. Elsevier, 2017.

PEREIRA, A.; ALVES, M. Baterias Automotivas. Acumuladores Moura SA. Belo Jardim, p. 46. 2006.