



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA ELÉTRICA**



RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO ACUMULADORES MOURA S.A.

KARINA CORDEIRO ANTAS

Campina grande - Paraíba
Março de 2012

KARINA CORDEIRO ANTAS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
ACUMULADORES MOURA S.A.**

Relatório referente ao Estágio Integrado realizado na Empresa Acumuladores Moura S.A., sob orientação do Professor Doutor Maurício Beltrão de Rossiter Corrêa, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Eletricista com habilitação em Eletrônica pela Universidade Federal de Campina Grande.

Orientador:
Professor Doutor Maurício Beltrão de Rossiter Corrêa

Campina grande-Paraíba
Março de 2012

KARINA CORDEIRO ANTAS

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO
ACUMULADORES MOURA S.A.**

Relatório referente ao Estágio Integrado realizado na Empresa Acumuladores Moura S.A., sob orientação do Professor Doutor Maurício Beltrão de Rossiter Corrêa, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Eletricista com habilitação em Eletrônica pela Universidade Federal de Campina Grande.

Karina Cordeiro Antas

Universidade Federal de Campina Grande
Aluna de Graduação

Professor Doutor Maurício Beltrão de Rossiter Corrêa

Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Professor Doutor José Gutemberg de Assis Lira

Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

*Aos meus pais e irmãs, por estarem sempre
ao meu lado, me dando forças para não
desistir dos meus sonhos.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço intensamente aos meus pais Maria Lúcia Cordeiro Antas e João Batista Antas por todo amor, educação, esforço, paciência e dedicação que depositaram em mim ao longo da vida. Às minhas irmãs, Kátia e Kelly pelo companheirismo, exemplo, força e carinho. Às minhas sobrinhas e irmão pela beleza e amor que trazem à minha vida. Ao meu namorado Francisco Osman pela atenção, apoio, amor, companheirismo e amizade. A toda minha família e amigos por compartilhar os passos desse caminho.

A todos que compõem o curso de Engenharia Elétrica: Coordenação, Professores, Funcionários e Alunos, pelo imenso aprendizado, pelo apoio e dedicação dos seus profissionais, por toda paciência e atenção. Ao professor Maurício Beltrão pelo auxílio, disponibilidade e compreensão. Aos grandes amigos que fiz no decorrer do curso e que me acompanharam por toda essa jornada.

À Acumuladores Moura, pela oportunidade de realizar meu estágio curricular, pela experiência profissional e imensurável aprendizado. Ao meu gestor Marcelo Lira Alves, pela motivação, força, compreensão e por todo conhecimento que me foi passado. A Antônio Júnior, Spartacus Pedrosa, Victor Hugo e toda a equipe da Engenharia de Produto por todo o conhecimento, ajuda e conselhos que me fizeram enfrentar cada desafio. Aos amigos e amigas que fiz na Acumuladores Moura, que de sua forma marcaram fortemente esta etapa da minha vida.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização da minha graduação e conclusão deste trabalho. Muito obrigada a todos!

"Há uma força motriz mais poderosa que a energia elétrica, vapor e nuclear: a vontade."

(Albert Einstein)

RESUMO

O Estágio Integrado tem como fundamento proporcionar ao aluno um contato direto com a indústria e o mercado de trabalho, fazendo com que aplique seus conhecimentos teóricos, desenvolva suas habilidades práticas.

O presente relatório traz uma descrição sumarizada das atividades desenvolvidas no Estágio da aluna Karina Cordeiro Antas, realizado no período de julho de 2011 a Março de 2012, totalizando 1225 horas trabalhadas. O estágio realizou-se na matriz da Empresa Metalúrgica Acumuladores Moura S.A., que situa-se em Belo Jardim-PE. A estagiária foi alocada na Engenharia do Produto, setor responsável pelo projeto de baterias automotivas.

As atividades foram iniciadas com diversos treinamentos, onde foi possível aprender sobre a metodologia de trabalho da empresa, métodos de resolução de problemas, gerenciamento de projetos e desenvolvimento de projetos técnicos de baterias automotivas. Algum tempo foi também empregado em conhecer, em todas as suas fases, o processo produtivo de baterias de chumbo-ácido. Houve a participação em estudos técnicos semanais, realizados em língua inglesa, que trataram de novas tecnologias e aplicações concernentes ao tema de baterias. A principal atividade consistiu em projetar e gerenciar baterias de chumbo-ácido para uso automotivo, participando a estagiária de 9 (nove) projetos de baterias, todos para montadoras de automóveis, dentre elas a Ford®, a Fiat® e a General Motors®. Para tanto, foi utilizada a metodologia de gerenciamento de projetos fundamentada no Pilar Inicial da empresa junto ao Guia *PMBok*® (Universo de Conhecimento em Gerência de Projetos).

Palavras - chave: Acumulador, Gerenciamento, Projetos de baterias.

ABSTRACT

The Integrated Internship has as its basis to provide students a direct contact with the industry and the market. Interns have that opportunity to apply their theoretical knowledge and develop their practical skills.

This report is a summarized description of the activities performed during Karina Cordeiro Antas internship period, from July 2011 to March 2012, which means a total of 1,225 working hours. This internship was carried out in the Acumuladores Moura S.A. Metallurgical Company headquartered in Belo Jardim-PE. The intern was allocated in the Product Engineering department, which is responsible for automotive battery design.

The activities started with a variety of training, in which was possible to learn the company working methodology, problem solving methods, project management and the development of automotive battery technical projects. Then, the intern spent sometime learning all steps of the lead-acid battery production process. There was a weekly participation in technical studies presented in English, which dealt with new technologies and applications related to batteries. The main activity was to design and manage automotive lead acid batteries. The intern took part in 9 (nine) projects all these dedicated for automakers, among them Ford®, Fiat® and General Motors®. For this purpose, was used the project management methodology based on the company's Control Pillar with the PMBOK® Guide (Project Management Body of Knowledge).

Keywords: Accumulator, Management, Battery Projects.

RESUMEN

La pasantía se basa en proporcionar al alumno un contacto directo con la industria y el mercado de trabajo, haciendo que aplique sus conocimientos teóricos y desarrolle sus habilidades prácticas.

Ese informe proporciona una corta descripción de las actividades desarrolladas en la pasantía de la estudiante Karina Cordeiro Antas, realizada entre julio 2011 a marzo 2012, con un total de 1.225 horas trabajadas. La pasantía fue realizada en la matriz de la empresa metalúrgica Acumuladores Moura S.A. ubicada en Belo Jardim, Pernambuco. La pasante fue colocada en el área de Ingeniería de Producto, el sector responsable del diseño de baterías para coches.

Las actividades se iniciaron con una serie de entrenamientos, donde fue posible aprender acerca de la metodología de trabajo de la compañía, los métodos de resolución de problemas, gestión y desarrollo de proyectos técnicos de las baterías para coches. Se utilizó un tiempo también para conocer, en todas sus fases, el proceso de producción de baterías de plomo. Existió la participación semanal en estudios técnicos, realizados en el idioma Inglés, que trataban sobre las nuevas tecnologías y aplicaciones relacionadas con el tema de baterías. La actividad principal consistió en diseñar y gestionar las baterías de plomo para uso automotriz, participando la pasante de 9 (nueve) proyectos de baterías, todos ellos para los fabricantes de automóviles, entre ellos Ford ®, Fiat y General Motors ®. Para eso, fue utilizada la metodología de gestión de proyectos basada en el pilar inicial de la empresa junto a la Guía PMBOK ® (Universo del Conocimiento en Gestión de Proyectos).

Palabras - clave: Acumulador, Gestión, Proyectos de baterías.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim (PE) - 1957.....	16
Figura 2: Lançamento da bateria para veículos movidos a álcool - 1984.	17
Figura 3: Inauguração da planta industrial na Argentina - 2011.....	17
Figura 4: Fluxograma da Engenharia do Produto	23
Figura 5: Algumas famílias de Produtos da Acumuladores Moura S.A.....	25
Figura 6: Visão geral dos componentes de uma bateria.....	29
Figura 7: Partes da grade.....	30
Figura 8: Grade Expandida x Grade Fundida.....	30
Figura 9: (a) Placa Positiva e (b) Placa Negativa	31
Figura 10: Separador de polipropileno	32
Figura 11: Separador de Polietileno	32
Figura 12: Elemento (strap, placas positivas/negativas e separador).....	33
Figura 13: Caixa de Polipropileno.....	34
Figura 14: Rolha de polipropileno.....	34
Figura 15: Tampa e Sobre tampa de Polipropileno.....	35
Figura 16: Densímetro.....	35
Figura 17: Conectores Intercell.....	36
Figura 18: Conectores da bateria de chumbo-ácido.....	36
Figura 19: Pólo Terminal ou Borne.....	37
Figura 20: Fluxograma genérico da produção de um acumulador	39
Figura 21: Cristais de sulfato tribásico ($3\text{PbO} + \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$)	41
Figura 22: Cristais de sulfato tetrabásico ($4\text{PbO} + \text{PbSO}_4$).....	41
Figura 23: Fluxograma do processo de montagem.....	42
Figura 24: Gráfico de Formação.....	45
Figura 25: Bancos de formação.....	45
Figura 26: Teste de vazamento - TVZ.....	46
Figura 27: Codificador Automático	46
Figura 28: Bateria acabada.	46
Figura 29: Caminho dos íons sulfato e elétrons no circuito da bateria.....	48
Figura 30: (a) As placas (+) e (-) são conectadas para formar uma célula de 2 volts, (b) Ligação em série com finalidade de aumentar a diferença de potencial.....	49
Figura 31: Variação da Densidade do Eletrólito no Processo de Carga-Descarga da Bateria.....	50
Figura 32: Relação entre a densidade do eletrólito e a tensão de circuito aberto da bateria.....	51
Figura 33: Ilustra a queda de tensão ao longo de 20 horas em função de um corrente constante de descarga I_{20}	52
Figura 34: Ilustra a queda de tensão em 30s em função de um corrente especificadas pela norma DIN ou SAE.....	53
Figura 35: Simulação da descarga da bateria ao longo do tempo	55
Figura 36: Ciclo de seguimento PDCA.....	61
Figura 37: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de Estado de Carga a diferentes temperaturas segundo a Norma FORD.....	78
Figura 38: Protótipos 48 Ah - FO48FD: Resultados dos testes de Estado de Carga a diferentes temperaturas segundo a Norma FORD.....	80
Figura 39: Protótipos 52 Ah - FO52GD: Resultados dos testes de Estado de Carga a diferentes temperaturas segundo a Norma FORD.....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Principais parcerias tecnológicas.....	18
Tabela 2: Etapas da Evolução do Grupo Moura.....	19
Tabela 3: Principais montadoras de veículos da América do Sul	20
Tabela 4: Estrutura organizacional do Grupo Moura	22
Tabela 5: Influência do tipo de cristal formado durante o processo de cura da bateria.....	41
Tabela 6: Tipo de grade - Prós X Contras.....	56
Tabela 7: Comparativo das características das grades Fundidas x Expandidas.....	56
Tabela 8: Etapas do projeto – Norma UNQ4015.....	60
Tabela 9: Equivalente Eletroquímico de Soluções de Acido Sulfúrico.....	65
Tabela 10: Características elétricas das baterias do Programa T6.	72
Tabela 11: Sequência solicitados pela FORD.....	73
Tabela 12: Resultados dos testes segundo a Norma FORD realizados na bateria de.....	74
Tabela 13: Resultados dos testes de C ₂₀ segundo a Norma FORD.....	75
Tabela 14: Resultados dos testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD - Bateria de 60 Ah (FO60KD).....	75
Tabela 15: Resultados dos testes de descarga de 900A/3s, TCA e testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD - Bateria de 75 Ah (FO75WD).....	75
Tabela 16: Resultados dos testes C ₂₀ e Partida à Frio segundo a Norma FORD –	76
Tabela 17: Características elétricas das baterias do Programa B515.....	77
Tabela 18: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de descarga a 900A por 3S e Tensão de Circuito Aberto - Norma FORD.....	78
Tabela 19: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de Tensão de Circuito Aberto segundo a Norma FORD	79
Tabela 20: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD	79
Tabela 21: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de C ₂₀ e Partida à Frio segundo a Norma FORD.....	80
Tabela 22: Resultados dos testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD –	81
Tabela 23: Resultados dos testes de C ₂₀ segundo a Norma FORD –	82
Tabela 24: Especificações para todos os tipos de Protótipos produzidos	83
Tabela 25: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO – TIPO 1.....	83
Tabela 26: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO – TIPO 2.....	83
Tabela 27: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO – TIPO 3.....	84
Tabela 28: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO – TIPO 4.....	84
Tabela 29: Resultados dos testes segundo a Norma FORD - TIPO 1 -Protótipos 43 Ah - FO43FD.....	86
Tabela 30: Resultados dos testes segundo a Norma FORD – TIPO 2 -.....	86
Tabela 31: Resultados dos testes segundo a Norma FORD – TIPO 3	87
Tabela 32: Resultados dos testes segundo a Norma FORD – TIPO 4	87
Tabela 33: Características elétricas das baterias do Programa B562.....	89
Tabela 34: Características elétricas das baterias do Programa GSV da GM.	92
Tabela 35: Sequência de Testes solicitados pela GM	93
Tabela 36: Resultados dos testes segundo norma realizados na bateria de.....	94
Tabela 37: Resultados dos testes segundo norma realizado na bateria de.....	94
Tabela 38: Resultados dos testes segundo norma realizado na bateria de bateria de.....	94

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....	15
1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1. OBJETIVO.....	15
CAPÍTULO 2.....	16
2. A EMPRESA.....	16
2.1. HISTÓRICO.....	16
2.2. VISÃO.....	20
2.3. VALORES.....	20
2.4. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	21
2.5. ESTRUTURA DA ENGENHARIA DE PRODUTO.....	23
2.6. LINHA DE PRODUTOS.....	24
2.6.1. Moura Inteligente com Prata – Baterias Automotivas.....	25
2.6.2. Moura Log Diesel.....	26
2.6.3. Moura Clean – Baterias Estacionárias.....	26
2.6.4. Moura Log – Baterias Tracionárias.....	27
2.6.5. Moura Boat – Baterias Náuticas.....	27
CAPÍTULO 3.....	28
3. FUNDAMENTOS SOBRE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO.....	28
3.1. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO.....	28
3.2. PRINCIPAIS COMPONENTES.....	29
3.2.1. GRADES.....	29
3.2.2. PLACAS.....	30
3.2.3. SEPARADORES.....	31
3.2.4. ELEMENTOS.....	33
3.2.5. CAIXAS.....	33
3.2.6. TAMPAS E SOBRETAMPAS.....	34
3.2.7. DENSÍMETRO.....	35
3.2.8. CONECTORES.....	35
3.2.9. ELETRÓLITO OU SOLUÇÃO.....	37
CAPÍTULO 4.....	38
4. PRINCIPAIS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO.....	38
4.1. PRODUÇÃO DE ÓXIDO DE CHUMBO (PbO).....	39
4.2. PRODUÇÃO DE GRADES.....	40
4.2.1. MISTURA DA PASTA E EMPASTE DAS PLACAS.....	40
4.3. CURA / SECAGEM DAS PLACAS.....	41
4.4. MONTAGEM DA BATERIA.....	42

4.5. FORMAÇÃO	43
4.6. ACABAMENTO	46
CAPÍTULO 5	47
5. CARACTERÍSTICAS DE ACUMULADORES CHUMBO ÁCIDO	47
5.1. PROCESSO ELETROQUIMICO	47
5.2. TENSÃO DA BATERIA	50
5.3. CAPACIDADE NOMINAL	51
5.4. ALTA DESCARGA À FRIO	52
5.5. RESERVA DE CAPACIDADE (RC)	53
5.6. CICLAGENS / SOBRECARGA	54
5.7. ASPECTOS IMPORTANTES DA GRADE	55
5.7.1. Influência do tipo de liga da grade	55
5.7.2. Grade Fundida versus Grade Expandida	56
CAPÍTULO 6	57
6. ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO	57
6.1. VISÃO GERAL DAS ATIVIDADES	57
6.2. ESTUDO TÉCNICO SEMANAL	57
6.3. TRADUÇÕES	57
6.4. ABERTURA DE CONTA INVESTIMENTO	58
6.5. CURSOS E TREINAMENTOS REALIZADOS	58
6.5.1. CURSO TÉCNICO DE BATERIAS AUTOMOTIVAS	58
6.5.2. FUNDAMENTOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS	59
6.5.3. GESTÃO POR COMPETÊNCIAS	60
6.5.4. MASP: MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	61
6.5.5. MANUTENÇÃO AUTÔNOMA	61
6.5.6. 5S	62
6.5.7. GERENCIAMENTO DA ROTINA	63
6.6. PROJETO DE UMA BATERIA AUTOMOTIVA	63
6.6.1. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE PLACAS POSITIVAS E NEGATIVA EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL	66
6.6.2. CÁLCULO DA CORRENTE ELÉTRICA PARA PARTIDA À FRIO (<i>COLD CRANKING AMPÈRES</i> <i>- I_{CCA}</i>)	67
6.6.3. CÁLCULO DO VOLUME DE ELETRÓLITO (H ₂ O E H ₂ SO ₄) EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL - LEI DE FARADAY	67
6.6.4. CÁLCULO DA ESPESSURA E TIPO DO SEPARADOR (<i>E_{SEP}</i>)	69
6.6.5. CÁLCULO DA RELAÇÃO MASSA NEGATIVA/ POSITIVA (R)	69
6.6.6. CÁLCULO DA RELAÇÃO ÁCIDO / MASSA (R _a)	70
6.6.7. CÁLCULO DO PLANO DE FORMAÇÃO EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS	70
6.7. PROJETOS DESENVOLVIDOS DURANTE O ESTÁGIO	71
6.7.1. PROJETO FORD T6: HOMOLOGAÇÃO DAS BATERIAS DE 60Ah E 75Ah PARA A NOVA RANGER	71
6.7.2. PROJETO FORD B515: HOMOLOGAÇÃO DAS BATERIAS DE 43Ah, 48Ah e 52Ah	77

6.7.3. PROJETO FORD VWP: IMPLANTAÇÃO DAS PLACAS VC E FC NEGATIVA EXPANDIDA PARA AS BATERIAS LB3 E L3 FORD E INTRODUÇÃO DA TAMPA COM CONCEITO <i>ROLL OVER</i>	88
6.7.4. PROJETO FORD B562: DESENVOLVER BATERIAS PARA O NOVO KA.....	89
6.7.5. PROJETO FORD B299: DESENVOLVER BATERIAS PARA O FORD FIESTA.	90
6.7.6. PROJETO FORD C346: DESENVOLVER BATERIAS PARA O FORD FOCUS.....	91
6.7.7. DESENVOLVIMENTO DAS BATERIAS DE 50Ah, 60Ah e 70Ah PARA A GENERAL MOTORS - PROGRAMAS GSV, ÔNIX E J300.	91
6.7.8. PROJETO FIAT: ENTRADA DA GRADE EXPANDIDA COMINCO VC NAS BATERIAS 26GSF E 28GRF.....	95
6.7.9. PROJETO FIAT: ENTRADA DA GRADE EXPANDIDA COMINCO VC NA BATERIA FI60ADEX E RETIRADA DA LÃ DE VIDRO.....	95
7. CONCLUSÕES.....	96
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	97

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

1.1. OBJETIVO

Este relatório visa fazer uma explanação daquilo que foi realizado durante o estágio integrado no período de julho de 2011 a março do corrente ano, tempo em que foi desenvolvido o trabalho de gerenciamento e desenvolvimento de baterias de chumbo-ácido no setor de Engenharia de Produto, na Unidade 01, da Empresa *Acumuladores Moura S.A.*

As principais atividades desenvolvidas no estágio foram:

- ❖ Desenvolvimento de Novos Produtos e Tecnologias;
- ❖ Gerenciamento de projetos;
- ❖ Planejamento e construção de protótipos de novos produtos;
- ❖ Gestão de projetos de melhoria da qualidade do produto e processo.

CAPÍTULO 2

2. A EMPRESA

2.1. HISTÓRICO

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



Figura 1: Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim (PE) - 1957.

Em termos de certificações e prêmios, em 1992, a Moura implantou o Programa de Qualidade Total (PQT), resultando dois anos depois na Certificação ISO 9001. Em 1999 obteve o certificado QS 9000, que é constituído pelas normas da série ISO 9000 acrescidas de exigências da indústria automotiva. Em 2003, recebeu o certificado da ISO 14001 e Top de Qualidade em 2005, além de prêmios na área administrativa, tais como: Expressão em Administração, Mérito Lojista, Orgulho de Pernambuco, entre outros que a categorizam como uma empresa de alta qualidade.

A Moura trouxe inovações importantes para o mercado automotivo brasileiro. Foi da empresa a primeira bateria para os carros a álcool, por fornecer uma maior corrente de partida e maior durabilidade. Com isso, houve o reposicionamento da marca para o seleto grupo dos criadores de tecnologia. A Moura também desenvolveu outras tecnologias diferenciadas, como a das baterias com ligas de prata, que suportam maiores temperaturas, e a Bateria Inteligente, que oferece a maior durabilidade da categoria automotiva.



Figura 2: Lançamento da bateria para veículos movidos a álcool – 1984.



Figura 3: Inauguração da planta industrial na Argentina - 2011.

Para continuar a crescer desta forma robusta e sólida, a empresa tem buscado atender às exigências do mercado no tocante a custo e qualidade, através do constante aprimoramento tecnológico de seus produtos e processos, satisfazendo também às crescentes exigências de controle ambiental/ocupacional que estão na pauta do desenvolvimento contemporâneo.

Para viabilizar este crescimento e melhoria da qualidade, a Moura buscou parcerias tecnológicas com outros fornecedores de baterias. Várias parcerias e expansões foram realizadas ao longo da vida da Empresa. Na década de 60, a mesma adotou um programa de transferência de tecnologia junta à empresa inglesa *Chloride*, maior fabricante mundial da época. No final da década de 1970, foi iniciada a criação da Rede de Depósitos Moura (RDM), responsável pela distribuição a nível nacional e internacional dos produtos da Baterias Moura. No início dos anos 90, a parceria com a Moll Batteries, possibilitou o fornecimento para a *Volkswagen*. Da mesma forma ocorreu com a parceria tecnológica com a multinacional *GNB*, com a fabricação de baterias com a liga de prata. A parceria com a *Exide Corporation* possibilitou o fornecimento para a *Audi Alemã*. Em 2009, iniciaram-se as parcerias com as empresas *East Penn* e *Banner*. Essas possibilitaram a realização de projetos de pesquisa e desenvolvimento em conjunto, e ainda o desenvolvimento de baterias para veículos híbridos. Na tabela 1, são listadas as principais parcerias realizadas pela empresa.

Tabela 1: Principais parcerias tecnológicas

TEMPO DE PARCERIA	EMPRESA	LOCALIZAÇÃO
1969 - 1973	Chloride	Inglaterra
1990 - 1993	Hoppecke	Alemanha
1990 - 1998	Moll	Alemanha
1997 - 2002	GNB	EUA
1998 - 2009	Exide	EUA/ Espanha
2009 - atual	Banner	Áustria
2009 - atual	East Penn	EUA

Com o avanço tecnológico e as pesquisas, a Moura começou a produzir baterias de qualidade, expandindo as vendas para demais regiões do Brasil e da América Latina. A Moura também começou a fornecer seus produtos para as principais montadoras de veículos da América do Sul (Tabela 3).

Tabela 2: Etapas da Evolução do Grupo Moura

ANO	ETAPAS
1957	Fundação em Belo Jardim de uma fábrica de baterias com denominação Indústria e Comércio de Acumuladores Ltda.
1964	Mudança na razão social para Acumuladores Moura S/A.
1966	Fundação da Cia Metalúrgica Bitury Ltda para processamento de chumbo.
1979	Nascimento da RDM – Rede de Depósitos Moura.
1983	Exportação para os EUA, e início do fornecimento para Fiat Automóveis S/A.
1986	Construção da Fábrica de baterias (UN-06) em Itapetininga, SP.
1989	Construção da Moura Export S/A. para atender o mercado externo.
1992	- Lançamento da bateria sem manutenção; - Implantação do PQT (Programa de Qualidade Total).
1994	Recebimento da Certificação do ISO 9001; Prêmio “100 melhores” da Fiat.
1996	Certificação Q1 da Ford.
1997	Rompendo a barreira de 2.000.000 de baterias produzidas.
1998	Lançamento da Bateria Moura com Prata.
1999	Certificação QS 9000; Prêmio Renault “TOP FIVE”.
2000	✓ Nova Certificação QS 9000 (ABS); - Aprovação da Empresa para fornecimento para Audi; ✓ Fundação da MBI (Moura Baterias Industriais). ✓ Início do programa TPM (Manutenção Produtiva Total)
2003	Certificação da ISO 14.000 (gestão ambiental).
2004	Certificação da ISO/TS.
2005	Recebimento do Prêmio Top de Qualidade 2005 (IEPQ).
2006	Prêmio Ford de Melhor Fornecedor da América Latina.

Tabela 3: Principais montadoras de veículos da América do Sul

	 BRAZIL		 ARGENTINA		 URUGUAI	
FABRICANTE	INÍCIO	SHARE	INÍCIO	SHARE	INÍCIO	SHARE
FIAT	1979	70%	1997	100%		
VOLKSWAGEN	1988	70%	2005	100%		
FORD	1990	100%	1996	100%		
INTERNATIONAL	1998	100%				
RENAULT	1999	10%				
IVECO	2000	100%				
NISSAN	2002	10%				
MERCEDES-BENZ	2007	45%				
CHERY					2007	100%
MAHINDRA	2008	100%				
GM	2009	25%				
TROLLER	2005	100%				
LIEBHERR	2010	100%				
KIA					2010	100%

2.2. VISÃO

“Ser a empresa de baterias líder em vendas e rentabilidade no MERCOSUL”. Essa visão pode ser interpretada como sendo a meta a atingir de forma viável econômica e sustentavelmente a liderança de vendas no MERCOSUL.

2.3. VALORES

- ❖ *Qualidade* - Fazer bem-feito é o compromisso que a empresa assume, e para isso utiliza práticas estruturadas de trabalho, aprimoradas continuamente para alcançar patamares superiores de qualidade em tudo o que faz.
- ❖ *Cliente* - Ouvir seus clientes e consumidores, antecipando tendências e buscando atender às suas demandas e necessidades. Trabalha-se com o foco no foco dos clientes.
- ❖ *Persistência* - Com firmeza de propósitos, ousadia e criatividade para enfrentar obstáculos, solucionar problemas e superar desafios. Reconhecendo os erros e os transformamos em aprendizagem e sucesso.

- ❖ *Pessoas* - Acreditando nas pessoas, pois delas dependem os maiores patrimônios da empresa: o conhecimento e os relacionamentos. Trabalhando com comprometimento, autonomia e responsabilidade em um ambiente de flexibilidade e colaboração.
- ❖ *Sustentabilidade* - Buscando o crescimento sustentado e a longevidade do negócio, adotando o desafio de integrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais como fonte de inspiração para fazer mais, com menos e melhor.
- ❖ *Inovação* - Fazer o novo para perpetuar o negócio. Com inovação contínua na gestão, nos produtos e serviços a empresa acredita que será mais competitiva e alimentará a tradição de inovar.
- ❖ *Integridade* - A empresa preza por agir conforme os valores que adota. Atua com honestidade, transparência e seriedade para merecer a confiança do público, que é a base para a construção de vínculos fortes.

2.4. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A Acumuladores Moura é subdividida em várias unidades localizadas no Brasil e na Argentina, conforme exposto na Tabela 3. Em Belo Jardim são quatro unidades, uma localizada em Recife, uma em Minas Gerais, uma em Itapetininga e outra em Buenos Aires. A tabela 3 relaciona as unidades com seus respectivos produtos e localização.

Tabela 4: Estrutura organizacional do Grupo Moura

UNIDADE	PRODUTOS	LOCALIZAÇÃO
01 – Acumuladores Moura	Baterias cruas para Itapetininga e baterias para o mercado de reposição.	Belo Jardim – PE
02 – Unidade Administrativa	Centro administrativo	Jaboatão – PE
03 – Depósito Fiat e Iveco	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais.	Belo Horizonte – MG
04 – Metalúrgica Bitury	Reciclagem de bateria e ligas de chumbo.	Belo Jardim - PE
05 – Indústria de plásticos	Caixa e tampa para baterias.	Belo Jardim – PE
06 – Formação e Acabamento	Baterias para montadoras brasileiras.	Itapetininga – SP
BASA – Acumuladores Moura -Argentina	Baterias para montadoras e reposição na Argentina.	Buenos Aires
08 – Moura Baterias Industriais	Baterias Tracionárias	Belo Jardim -PE

O estágio integrado foi realizado na Unidade 01, onde há, basicamente, duas partes: área fabril e apoio administrativo. A área fabril é subdividida nas seguintes unidades gerenciais básicas (UGB's):

- **UGB-01: Placas** – Moinhos, fundição, expansão, empastamento e cura/secagem;
- **UGB's 2 e 3: Montagem** - Montagem das baterias;
- **UGB-04: Formação e Acabamento** – Formação e Acabamento de baterias.

A área de apoio engloba setores como engenharia, logística e toda a parte administrativa e financeira da unidade.

2.5. ESTRUTURA DA ENGENHARIA DE PRODUTO

A Engenharia de Produto possui três gerências para executar a gestão, como disposto no fluxograma abaixo:

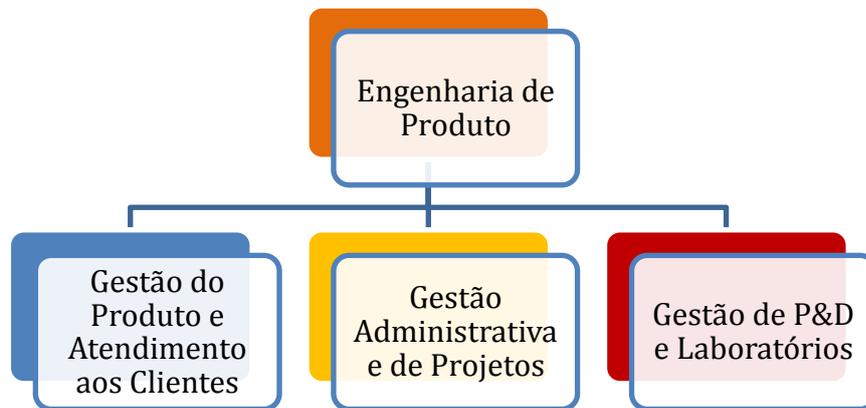


Figura 4: Fluxograma da Engenharia do Produto

O estágio aqui descrito foi realizado integralmente na Engenharia de Produto, na área de Gestão Administrativa e de Projetos, que tem por responsabilidades:

- Gerir os Recursos Humanos da Engenharia de Produto
- Gerir as Finanças da Engenharia de Produto
- Gerir a Qualidade da Engenharia de Produto
- Gerir os Projetos de Desenvolvimento de Produtos
- Gerir a Área de Desenhos
- Gerir a Área de Ferramental
- Pilar de Controle Inicial
- Gestão Integrada de Projetos (GIP)
- Gerir os Investimentos da Engenharia de Produto
- Marcas e Patentes
- Incentivos Fiscais
- Treinamentos.

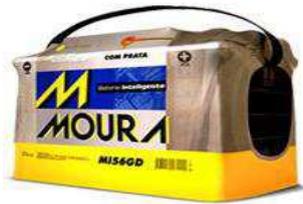
Na área de Gestão de Projetos, de forma mais específica, a Engenharia tem as funções de:

- Desenvolver e Projetar :
 - Baterias Automotivas para o mercado sul-americano;
 - Baterias Automotivas para o mercado de Reposição no Brasil e para o mercado de Exportação;
 - Baterias para aplicações especiais (Náuticas, Telecomunicações, Veículos Híbridos, Veículos Elétricos, Tracionárias, etc.);
- Desenvolver novos produtos e tecnologias de processo;
- Dimensionar, gerenciar e executar a construção e testes de protótipos;
- Projetar novos moldes e ferramentais;
- Administrar os laboratórios elétrico, químico e mecânico, onde são testados insumos, baterias automotivas e especiais;
- Administrar o Sistema de Qualidade aplicado ao produto e desenvolver o processo de acordo com a ISO TS 16949;
- Desenvolver projetos de engenharia de campo com baterias automotivas e especiais.

2.6. LINHA DE PRODUTOS

A linha de produtos fabricada pela Moura é bastante diversificada. São baterias para partida elétrica de veículos automotores; baterias estacionárias para uso em sistemas de telecomunicações, nobreaks e sistemas de energia solar e eólica; baterias tracionárias para uso em veículos elétricos e demandas industriais; e baterias náuticas, para uso em lanchas, iates e embarcações de grande porte.

Uma breve explanação sobre essa gama de famílias de baterias é feita nos tópicos que seguem e são ilustradas na Figura 5.

Bateria Automotiva Moura Inteligente*Bateria Automotiva para Caminhões**Baterias Tracionárias Moura Log:**Industrial HPD**Monobloco**Bateria Estacionária Moura Clean**Bateria Náutica Moura Boat**Figura 5: Algumas famílias de Produtos da Acumuladores Moura S.A.*

2.6.1. Moura Inteligente com Prata – Baterias Automotivas

As baterias automotivas são os principais produtos do Grupo Moura. A tecnologia de utilização da Prata nas baterias proporciona uma maior vida útil ao acumulador,

sendo fornecida para Volkswagen, Fiat, Ford e Renault, além de ser exportada para Inglaterra, Bélgica, Holanda, Espanha, Grécia, EUA, Argentina, Uruguai, Porto Rico, dentre outros.

2.6.2. Moura Log Diesel

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

2.6.3. Moura Clean – Baterias Estacionárias

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

2.6.4. Moura Log – Baterias Tracionárias

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

2.6.5. Moura Boat – Baterias Náuticas

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

CAPÍTULO 3

3. FUNDAMENTOS SOBRE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

3.1. PRINCÍPIOS DE FUNCIONAMENTO

O chumbo tem sido utilizado pelo homem desde a antiguidade. Já era conhecido pelos antigos egípcios. Era utilizado na fabricação de manilhas, tintas e cosméticos. Até tempos recentes, foi utilizado em tubulações de água, revestimento de cabos elétricos, chapas para pias, tintas, vidros, projéteis bélicos, baterias, combustíveis, etc. No entanto, a descoberta de que o chumbo e seus derivados são danosos à saúde, fez com que seu uso fosse reduzido drasticamente, sendo hoje sua principal aplicação em baterias de chumbo-ácido. (Mellor, 1967).

A bateria é um interessante dispositivo eletroquímico que armazena energia elétrica em forma de energia química convertendo-a novamente em energia elétrica quando conectada a um circuito elétrico externo. Suas três principais e mais básicas características são as químicas, as físicas e as suas aplicações.

O seu aspecto químico envolve a natureza e as propriedades dos materiais utilizados em sua construção, bem como as reações que ocorrem durante o processo de carga e descarga da mesma. As características físicas envolvem o estudo dos requisitos elétricos da bateria, que determinam, por exemplo, a sua capacidade elétrica nominal, a corrente de partida do veículo em condições de temperatura muito baixas e ainda as transformações de energia química em energia elétrica. O último aspecto está relacionado às aplicações das baterias automotivas que tem como objetivo principal suprir os diversos sistemas elétricos dos veículos automotivos desenvolvidos e projetados pelas montadoras.

3.2. PRINCIPAIS COMPONENTES

A bateria é formada por vários componentes metálicos, conjunto plástico, rótulos, alça, etc. Na figura 6 é possível ter uma visão geral dos componentes de uma bateria.



Figura 6: Visão geral dos componentes de uma bateria

Nos subitens a seguir são detalhadas cada uma dessas partes constituintes.

3.2.1. GRADES

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

Uma grade (Figura 7) consiste de um retículo externo dotado de um retângulo metálico superior lateral ou central, chamado de “orelha” e de uma rede de filetes nos sentidos horizontal e vertical em algumas grades, ou radial em outras. Os filetes têm a finalidade de coletar e conduzir a corrente elétrica do material ativo, além de servir como sustentação mecânica para a massa.

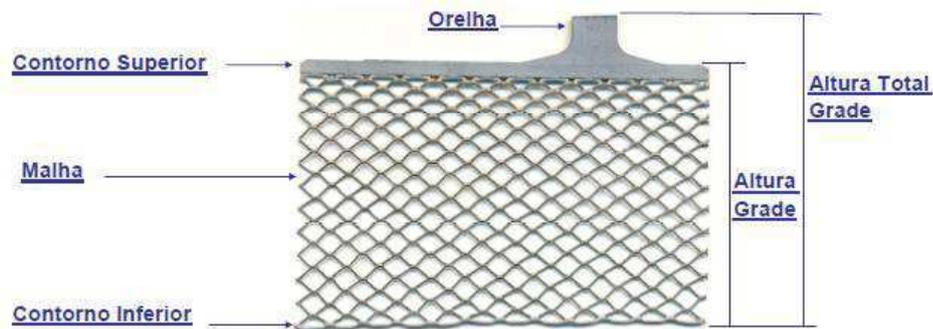


Figura 7: Partes da grade

Atualmente, são dois os processos de fabricação de grades mais utilizadas nas fábricas de baterias automotivas: a fundição de ligas de chumbo por gravidade (molde) e o processo de expansão/laminação de grades (Figura 8). As grades expandidas contêm bem menos chumbo em comparação com as grades fundidas.



Figura 8: Grade Expandida x Grade Fundida

Sabe-se que, as grades que sustentam o material ativo da placa e conduzem a corrente elétrica para o circuito externo da bateria são de grande importância para o seu desempenho elétrico e a sua durabilidade. Portanto, cada um dos dois tipos tem características distintas e, conseqüentemente, há vantagens e desvantagens que direcionam o melhor tipo a ser utilizado de acordo com a aplicação.

3.2.2. PLACAS

As placas empastadas resultam da aplicação da massa nas grades. A massa é constituída principalmente por óxido de chumbo, sulfato de chumbo, ácido sulfúrico diluído e aditivos.

A placa empastada é usada em todas as baterias de chumbo-ácido portáteis devido a sua alta capacidade de armazenamento de energia por unidade de peso ou de volume em comparação com a placa de Planté. A principal diferença entre as duas é que o material ativo da placa empastada está na forma de massa aderida a uma grade de liga chumbo-antimônio, chumbo-cálcio, chumbo-selênio ou chumbo-prata, enquanto que o material ativo da placa positiva de Planté é derivado do chumbo da própria placa, devido a uma reação eletroquímica ocorrida durante o processo de carga.

Placas empastadas variam consideravelmente em tamanho e espessura, sendo que as menores e mais finas são usadas em aplicações que requerem maior portabilidade combinada com uma alta taxa de capacidade por peso ou volume. A montagem compacta das placas mais finas resulta numa bateria de baixa resistência interna e, portanto, com queda da tensão mínima quando é solicitada para fornecer altas correntes necessárias para o acionamento do motor de partida destes veículos. As placas maiores e mais espessas são usadas para veículos de tração pesada ou baterias industriais onde uma vida longa sob condições operacionais árduas é necessária.

Na Figura 9 são apresentadas imagens de placas empastadas. A diferença de cores nas placas é necessária para que os operadores não confundam as placas e cometam erros na etapa de montagem.

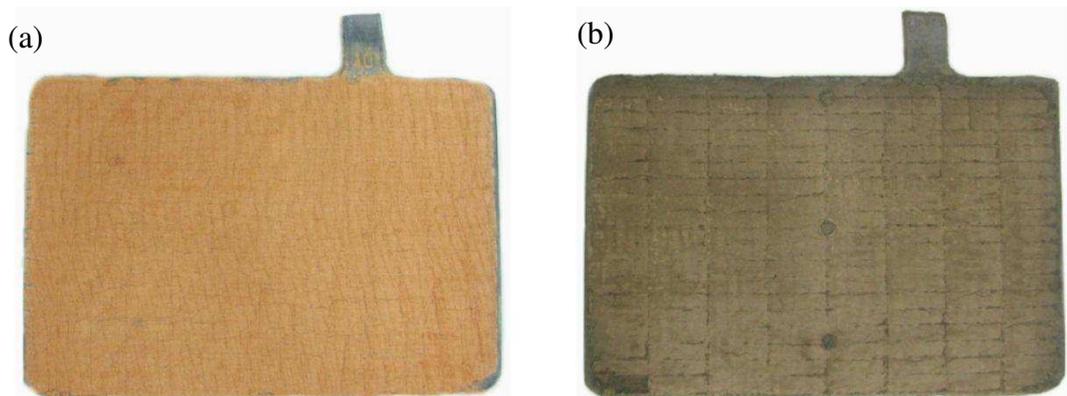


Figura 9: (a) Placa Positiva e (b) Placa Negativa

3.2.3. SEPARADORES

São materiais isolantes, porosos ou microporosos, que têm por função a separação das placas de polaridades opostas, impedindo curto-circuitos entre as placas e direcionando o fluxo de elétrons para o circuito externo.

Uma outra característica dos separadores é a existência de uma nervura ao longo do seu comprimento com a função de afastar um pouco o separador da placa e permitir a existência de ácido em contato com a placa. As nervuras devem estar voltadas para as placas para permitir uma melhor difusão do eletrólito junto à massa positiva ou negativa, evitando assim a oxidação do separador (Vide Figura 10).

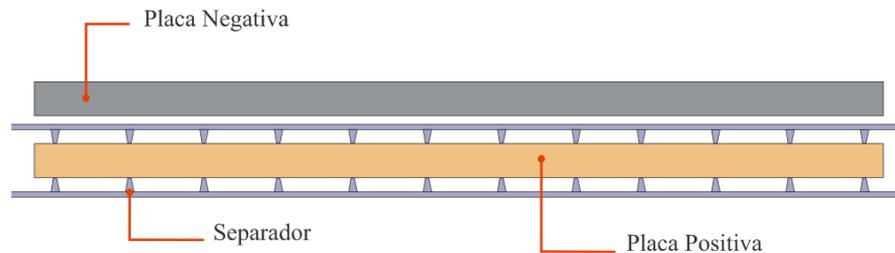


Figura 10: Separador de polipropileno

As características essenciais de um separador são:

- *Alta Porosidade* – assegura baixa resistência à passagem de corrente entre as placas e livre difusão do ácido;
- *Bom Isolamento Elétrico* – previne a condução de corrente elétrica entre placas de polaridade oposta;
- *Deve ser inerte à ação de ácido sulfúrico e à oxidação eletroquímica;*
- *Ausência de Impurezas;*
- *Boa resistência mecânica.*

Atualmente, os separadores de uso mais comuns são os de polietileno/sílica, pois o material tem boa processabilidade, é de fácil manuseio e baixo custo. Em menor escala, usam-se os de policloreto de vinila (PVC) e celulose, de mais difícil manuseio e alto custo. Na figura 11 é ilustrado o separador Daramic® utilizado pela Empresa.



Figura 11: Separador de Polietileno

3.2.4. ELEMENTOS

As placas já secas e curadas são agrupadas em elementos positivos e negativos pela fundição das orelhas das placas em um só conjunto, formando o que se chama de “elemento”. O ideal é que cada elemento contenha uma placa negativa a mais que a quantidade de placas positivas, de modo a sempre ter uma placa positiva entre duas negativas em um mesmo elemento, assegurando que as superfícies de cada placa positiva sejam exigidas por igual, além de prevenir a distorção ou empenos que ocorreriam em caso de exigências desiguais de seu material ativo. Cada célula da bateria contém um elemento cujo número e tipo de placas é determinado de acordo com as exigências de uso da bateria. Às vezes, por motivos econômicos, o número de placas positivas por elemento é igual ao número de placas negativas, mas neste caso, as placas positivas que são envelopadas.

Na Figura 12 são apresentadas imagens de um elemento.

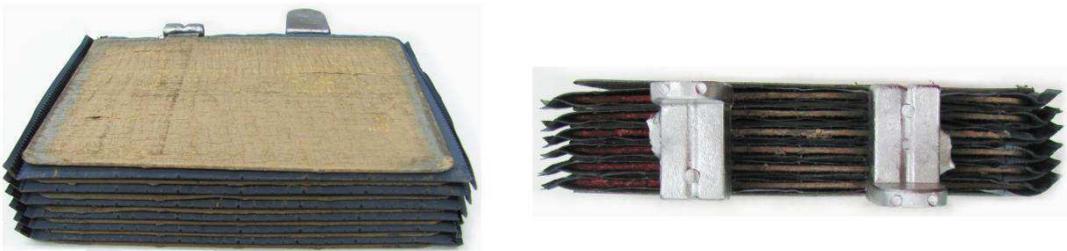


Figura 12: Elemento (strap, placas positivas/negativas e separador)

Quando os grupos estão montados, placas adjacentes de polaridade oposta devem ser impedidas de se tocar para que não ocorra um curto-circuito na célula. Separadores envelopam as placas impedindo este contato.

3.2.5. CAIXAS

As caixas usadas em baterias automotivas são feitas geralmente de ebonite ou polipropileno (PP). Elas podem ser mono compartimentadas (apenas um elemento) ou multi compartimentadas (2 a 6 compartimentos ou cubas) cada uma abrigando um elemento. Um bateria de 12 V consiste de elementos acondicionados em uma caixa multi compartimentadas com 6 divisões (Figura 13).



Figura 13: Caixa de Polipropileno

Cada célula é considerada uma unidade elétrica independente, consistindo do elemento e do eletrólito, isolada das outras células pelas paredes dos compartimentos, sendo os elementos conectados em série, fechando o circuito, através de uma peça chamada “strap”. Algumas caixas possuem cavaletes ou calços moldados na base dos compartimentos, impedindo as placas de tocarem o fundo das mesmas.

3.2.6. TAMPAS E SOBRETAMPAS

As tampas das baterias automotivas são feitas de polipropileno. Cada tampa tem dois furos para o alojamento dos pólos e seis ou oito furos com rolhas (Vide Figura 14) para a inserção da solução de ácido, que são posteriormente selados a quente a uma sobretampa. Este é o caso das baterias sem manutenção, como o nome sugere, não necessitam de acréscimo de água após instalação. Há alguns tipos de caixas que possuem ainda seis furos para o alojamento de rolhas e outras mais um furo para o posicionamento de um densímetro.

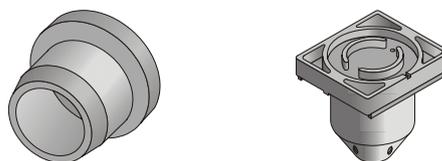


Figura 14: Rolha de polipropileno

Na Figura 15 são aprestadas imagens de tampa e sobretampa de polipropileno. O labirinto tem a função de condensar os gases durante o uso e levá-los ao interior da caixa novamente, evitando consumo de água e vazamentos.



Figura 15: Tampa e Sobre tampa de Polipropileno

3.2.7. DENSÍMETRO

O Indicador de Carga (*charge eye*) que fica embutido na tampa, é um dispositivo usado para indicar o estado de carga em que a bateria se encontra. Seu funcionamento se baseia no princípio de medição da densidade da solução ácida, tem formato alongado e um globo para visualização (Figura 16). Uma esfera flutua quando a solução está muito ácida, aparecendo no visor a cor verde (carregada). Quando a solução está menos ácida, faz com que a esfera saia do campo de visão mostrando a cor preta (descarregada). E quando o nível da solução está abaixo do nível mínimo, o visor mostrará a cor amarela (sobrecarga).



Figura 16: Densímetro

3.2.8. CONECTORES

3.2.8.1. SOLDA INTERCELL

Os conectores intercell (Figura 17 e 18) são peças feitas de liga de Chumbo/Antimônio que conectam os elementos de cada cuba e permitem a condução de corrente elétrica através delas, fechando o circuito da bateria. A união inter-célula é feita através de orifícios perfurados na parede do vaso. Todos os conectores das baterias são projetados de modo a conduzir, sem queda de tensão, as altas correntes elétricas a que

se submete a bateria durante o acionamento de um motor de partida. Conectores fundidos costumam ocorrer quando um contato de alta resistência se dá pela má confecção da solda ou devido à passagem de correntes excessivamente altas, devido a um curto-circuito entre os polos terminais da bateria, por exemplo.

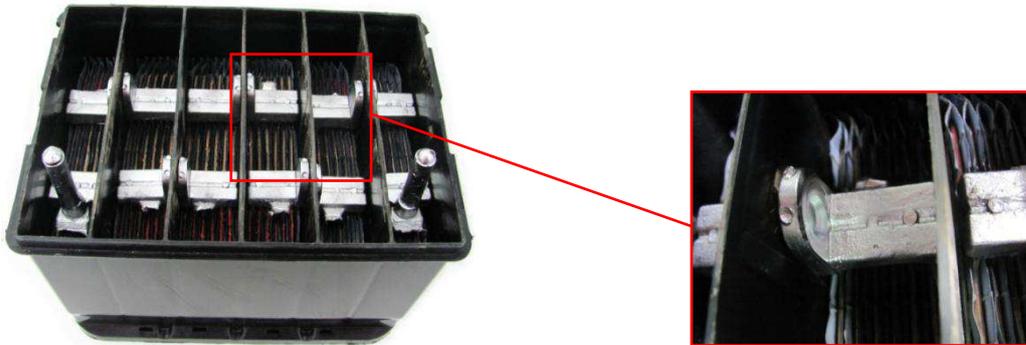


Figura 17: Conectores Intercell



Figura 18: Conectores da bateria de chumbo-ácido

3.2.8.2. POLOS TERMINAIS

Os polos terminais (Figura 19), também chamados de “bornes”, são encontrados nos elementos localizados nas extremidades da bateria. São de chumbo e têm por finalidade possibilitar a conexão ao circuito externo da bateria através da fixação de cabos. Podem ser cônicos ou parafusados de acordo com a exigência de uso da bateria. No caso de pólo cônico têm-se, antes da montagem da tampa, a bucha.



Figura 19: *Pólo Terminal ou Borne*

3.2.9. ELETRÓLITO OU SOLUÇÃO

O eletrólito é o único componente que foi pouco inalterado ao longo dos anos os quais se tem fabricado baterias. A escolha da concentração do ácido pode variar de acordo com o tipo de bateria, a temperatura de operação ou de acordo com a preferência do fabricante. Mas, em todos os casos o eletrólito é uma solução diluída de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Em climas onde a temperatura média do ar é de $32^{\circ}C$, a densidade do ácido em baterias plenamente carregadas varia entre 1270 e 1285g/l. Em climas tropicais, onde a temperatura média do ar está acima deste patamar, a densidade varia entre 1230 e 1250g/l. Durante a descarga realizada em uma partida do motor, por exemplo, a quantidade de ácido presente é reduzida drasticamente. Se a quantidade de ácido disponível na solução for pequena, a bateria descarrega-se rapidamente, pois a densidade da solução diminui.

CAPÍTULO 4

4. PRINCIPAIS ETAPAS DO PROCESSO PRODUTIVO

Sumariamente, o processo produtivo se inicia com a fabricação do óxido de chumbo feito no moinho a partir do chumbo mole. O óxido é utilizado na masseira para se produzir a massa (material ativo). Paralelamente, a partir do chumbo liga são produzidas as grades. A massa é empastada na grade para se produzir as placas. As placas são levadas para estufas, onde ocorrem os processos de cura e de secagem. Posteriormente, as placas são agrupadas na montagem com a ajuda de pequenas peças, que foram produzidas a partir de uma liga de chumbo com composição diferente do da liga de chumbo utilizada 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 feito o nivelamento das peças, feita uma inspeção final, selada a sobretampa e colocadas as etiquetas nas caixas, e todo esse processo ocorre no acabamento. Feito isto, a bateria está pronta.

As etapas de produção de uma bateria podem ser esquematizadas como ilustra o fluxograma da Figura 20.

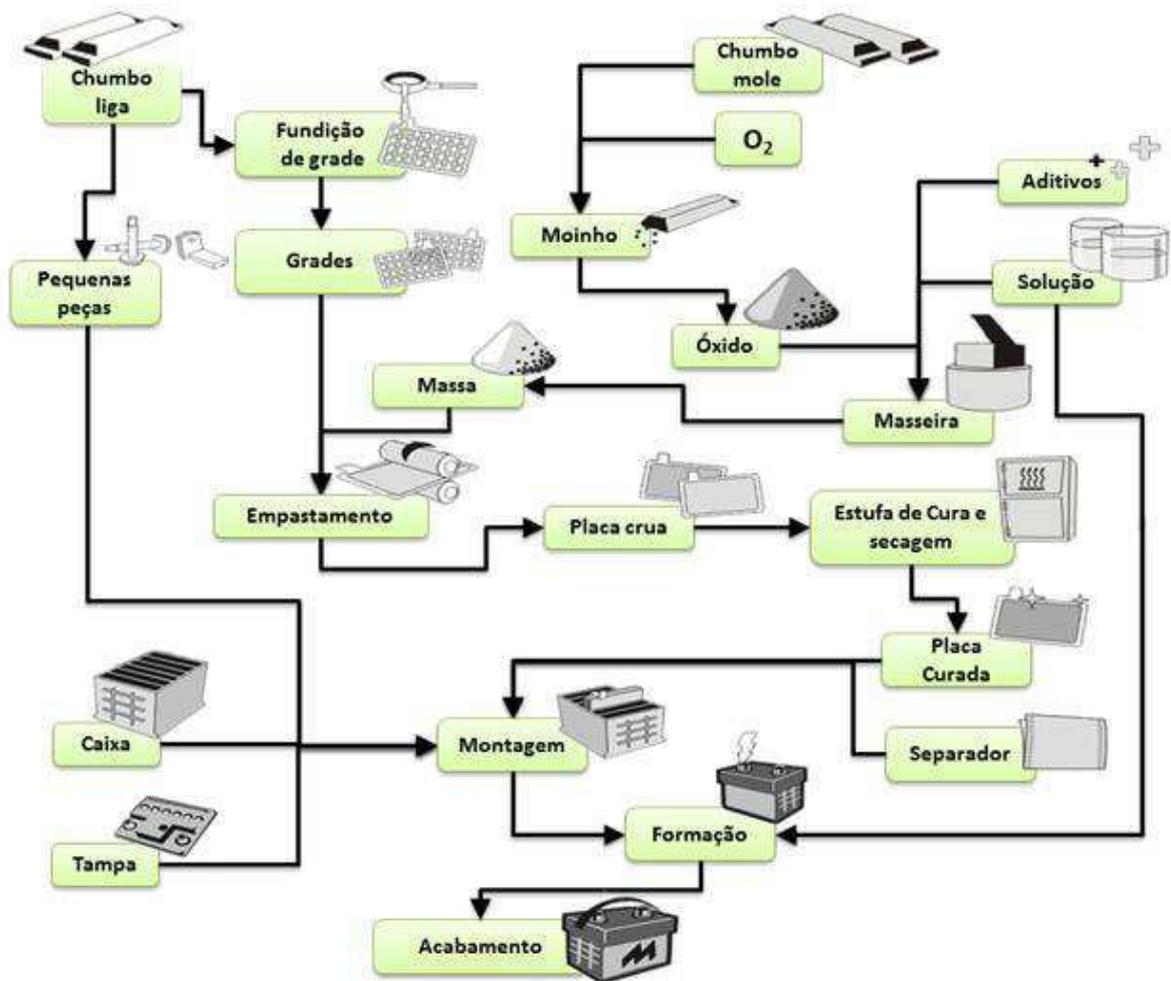


Figura 20: Fluxograma genérico da produção de um acumulador

4.1. PRODUÇÃO DE ÓXIDO DE CHUMBO (PbO)

O PbO (Óxido de Chumbo) é a matéria-prima da massa, normalmente pode ser obtido por dois processos diferentes: Barton e por atrito. No processo por 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. Já o processo Barton o chumbo fundido é adicionado e misturado dentro do reator, continuamente, cada tipo de processo possui suas características e resulta em óxidos com propriedades ligeiramente diferentes. Dois são os parâmetros básicos que caracterizam o óxido de chumbo (além de sua pureza, obviamente): sua granulometria e o teor de chumbo não oxidado (normalmente chamado de chumbo livre).

4.2. PRODUÇÃO DE 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 permitem uma processabilidade não encontrada no chumbo puro. Ao se introduzir elementos de liga, as propriedades físicas e químicas do chumbo são alteradas. Principalmente devem ser consideradas as alterações em suas propriedades mecânicas, para garantir boa processabilidade ao mesmo tempo em que boa rigidez, sua resistência à corrosão, e sua influência no consumo de água do acumulador.

4.2.1. MISTURA DA PASTA E EMPASTE DAS PLACAS

Uma vez produzidas às grades e a massa, pode-se realizar o empastamento, que é o processo pelo qual a massa é aplicada à grade. Na prática, uma vez produzida a massa, deve-se proceder imediatamente o empastamento, pois a pasta 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 importante para a etapa de montagem 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 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 na cura.

4.3. CURA / SECAGEM DAS PLACAS

Depois de empastadas as placas positivas e negativa apresentam um percentual de Pb livre entorno de 15 % e de umidade entorno de 9 %, tais percentuais dificultam a adesão da massa na grade, provocando queda de massa e impedindo que a bateria passe no teste de alta descarga. Para evitar tal problema as placas positivas e negativas após o empastamento passam pelo processo de cura e secagem. É também durante o processo de secagem que ocorre a formação dos cristais tribásico (Figura 21) e tetrabásico (Figura 22), o percentual de tais cristais influencia diretamente na capacidade elétrica e na vida útil da bateria, como mostrado na tabela 4 a abaixo:

Tabela 5: Influência do tipo de cristal formado durante o processo de cura da bateria

Tipo de cristal	Influência
Tribásico	Maior carga elétrica
Tetrabásico	Maior vida útil

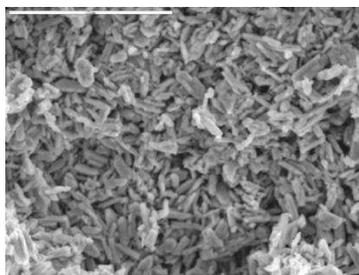


Figura 21: Cristais de sulfato tribásico ($3PbO + PbSO_4 + H_2O$)



Figura 22: Cristais de sulfato tetrabásico ($4PbO + PbSO_4$)

4.4. MONTAGEM DA BATERIA

O processo funciona com layout em linha, onde a primeira etapa consiste no corte e lixamento das orelhas das placas, garantindo assim uma superfície limpa e padronizada, retirando, possíveis oxidações e rebarbas. A seguir, o operador separa manualmente os painéis enviando as placas positivas para envelopador, montando assim o elemento. A etapa seguinte ocorre na máquina de solda TBS, onde nos elementos montados, são soldados os straps e os postes e colocados nas caixas, já perfuradas. O próximo operador faz a solda entre células (solda intercell) e o teste de curto e solda. A caixa da bateria é selada à tampa e seus bornes são levantados. A vedação é testada e a bateria montada é enviada para formação. Este fluxo resumido pode ser visto na Figura 23.

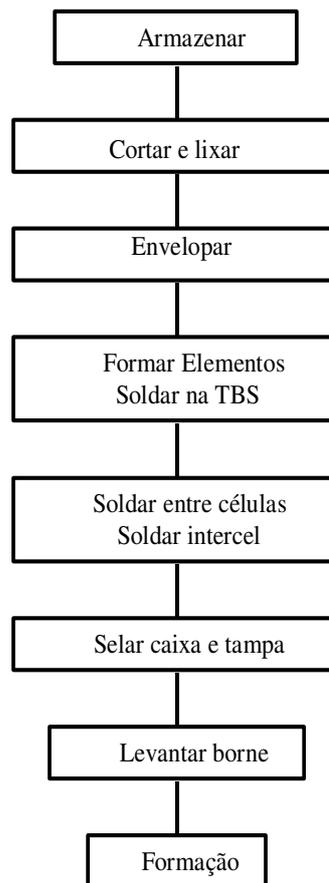


Figura 23: Fluxograma do processo de montagem

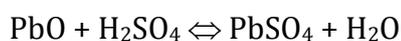
4.5. FORMAÇÃO

O objetivo da formação é formar eletroquimicamente a bateria (dar carga inicial a bateria); é quando ocorre conversão do PbO (precursor) em PbO₂ (positiva) e Pb esponjoso (negativa), para que isso ocorra as baterias são preenchidas com uma solução apropriada de ácido sulfúrico (H₂SO₄) e em seguida, carregadas sob correntes e temperaturas controladas.

Na formação a bateria passa por quatro fases diferentes. As quais são mostradas abaixo:

- 1ª FASE

- Enchimento:



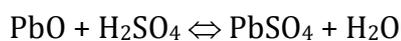
Nesta primeira etapa ocorre o enchimento da bateria com ácido sulfúrico. Esse ácido irá reagir com o material das placas curadas que é essencialmente o óxido de chumbo e o sulfato de chumbo (como também, sulfatos de chumbo básicos). A reação do ácido com o óxido e com sulfatos básicos irá produzir mais sulfato de chumbo. Isso provocará de imediato uma queda na densidade da solução e uma diminuição na acidez da mesma. Além disso, esta reação ocorre com um considerável desprendimento de calor, acarretando o aquecimento da bateria. Esse aquecimento se excessivo (acima de 55 graus) é prejudicial para os expansores das placas negativas. Esse aquecimento depende da densidade do ácido utilizado no enchimento e da quantidade de placas por volume de ácido.

- Início da carga:



Nesta etapa têm-se considerável consumo de calor e com isso influência do efeito Joule.

Ocorre entre as fases da formação algumas reações simultâneas:



(1) ΔQ1 = calor desprendido pela reação de sulfatação;

(2) ΔQ_2 = calor despreendido pelo efeito Joule da passagem de corrente pelas placas e solução;

(3) ΔQ_3 = Calor absorvido pela reação de transformação de PbO em matéria ativa.



$$\Delta Q_3 = \Delta Q_1 + \Delta Q_2$$

Quando:

$$\Delta Q_3 > \Delta Q_1 + \Delta Q_2$$

Ocorre queda na temperatura e a corrente deve ser aumentada.

- 2ª FASE:

$$\Delta Q_3 = \overset{0}{\cancel{\Delta Q_1}} + \Delta Q_2$$

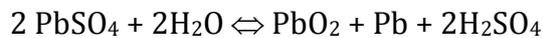
Esta fase tem início com aumento da intensidade de corrente, nessa fase a placa começa a ter uma maior aceitação de carga, quando $\Delta Q_2 < \Delta Q_3$ a temperatura cai e troca se de fase.

- 3ª FASE

$$\Delta Q_3 = \Delta Q_1 + \Delta Q_2$$

- Nesta fase a temperatura da bateria tende a subir, também é nesta que ocorre a máxima intensidade de corrente, essa fase é a de maior rendimento, é quando todo PbO é consumido, formando a placa negativa. Quando a tensão da bateria sobe bruscamente é momento de trocar de fase.

- 4ª FASE



Nesta etapa a reação predominante é a de uma recarga da bateria. Esta fase acontece com a redução da intensidade de corrente, pois como a placa negativa já está formada, uma intensidade de corrente alta geraria alta gaseificação, e também para evitar a agressão nas placas, é a fase de menor rendimento (se dá em meio ácido), é uma fase mais longa (cerca de 70% do tempo) além de que é a fase que requer a maior quantidade de carga (60 a 70%).

Um gráfico típico de um plano de formação é ilustrado na Figura 24 e uma imagem de bancos de Formação pode ser vista na Figura 25.

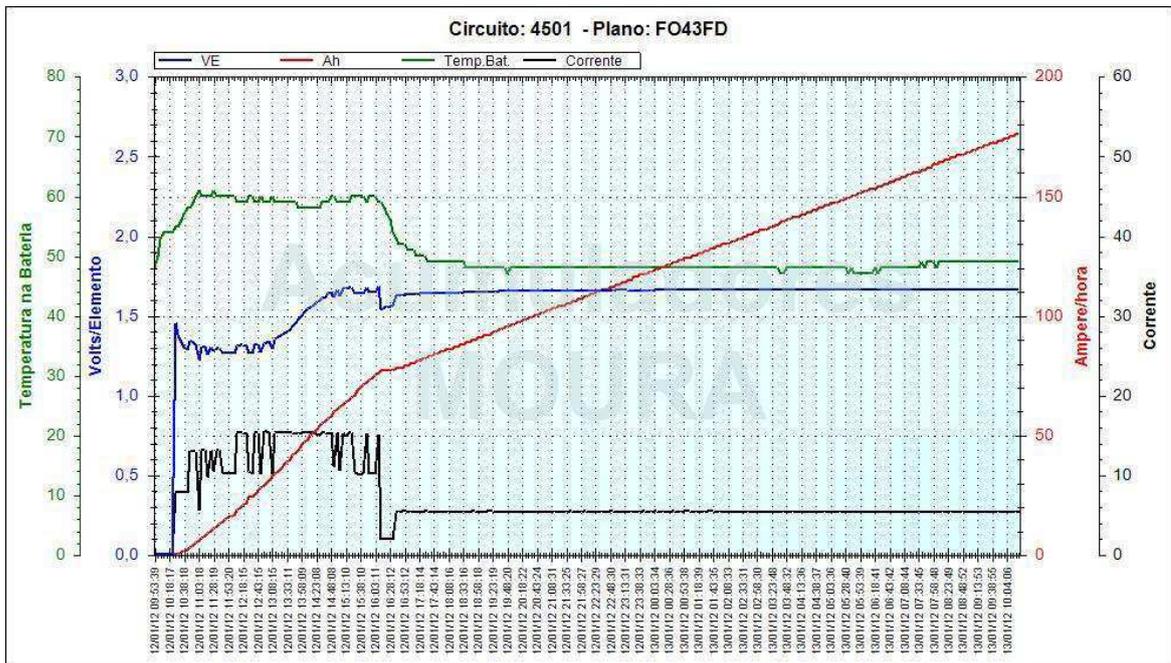


Figura 24: Gráfico de Formação

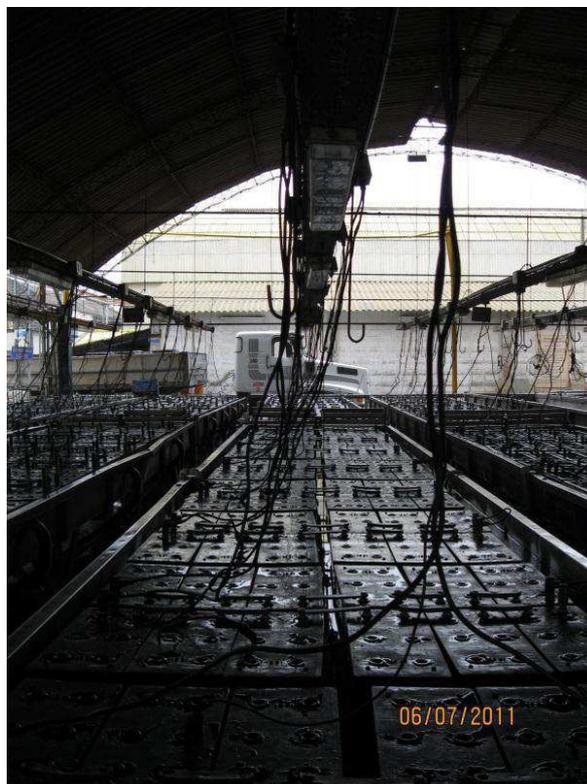


Figura 25: Bancos de formação

4.6. ACABAMENTO

O acabamento é onde ocorre à etapa final do processo de formação da bateria, é nesta etapa que é feita a limpeza das baterias, testes finais de desempenho, afixação de etiquetas e colocação de embalagens. A limpeza, além de sua elevada relevância estética, também é importante para a realização dos testes finais, na afixação das etiquetas e na estocagem. Em geral, a bateria sai da formação com uma camada de solução sobre a tampa, que permite uma fuga de corrente entre os bornes, através da tampa, aumentando a descarga espontânea da mesma. O teste de vazamento (Figura 26) utiliza altas tensões entre caixa e borne, e portanto, a bateria deve estar seca e limpa para ser submetida a este teste. O teste de alta descarga requer que os bornes estejam limpos, pois a camada de óxido que se forma no borne positivo durante e após a formação, é pouco condutora, dificultando a passagem de corrente elétrica durante este teste. Após todos os testes a bateria é codificada (Figura 27) e embalada (Figura 27) enviada para a expedição, onde parte para os distribuidores.



Figura 26: Teste de vazamento – TVZ



Figura 27: Codificador Automático



Figura 28: Bateria acabada.

CAPÍTULO 5

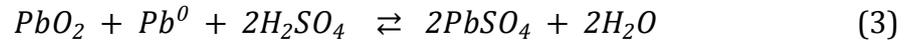
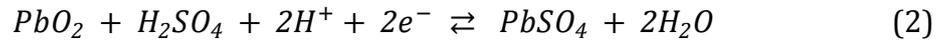
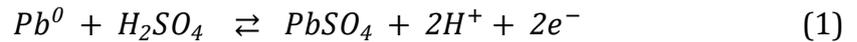
5. CARACTERÍSTICAS DE ACUMULADORES CHUMBO ÁCIDO

Um acumulador de chumbo para aplicação automotiva deve possuir as seguintes características:

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

5.1. PROCESSO ELETROQUIMICO

A composição das placas positivas é feita por dióxido de chumbo (PbO_2) e nas placas negativas por chumbo metálico (Pb) esponjoso. O eletrólito consiste numa solução aquosa de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Na descarrega, os materiais de ambas as placas se transformam em sulfato de chumbo (PbSO_4) e água (H_2O) (Figura 29). As Equações 1 e 2 apresentam as reações que ocorrem nos eletrodos negativo e positivo, respectivamente, na Equação 3 é possível observar a reação global do sistema.



Quando esta bateria é submetida a um processo de carga, além da reação no sentido inverso da Equação (1), ocorre paralelamente outra reação, conhecida como eletrólise da água, que se intensifica, principalmente no final da carga, gerando oxigênio gasoso (O_2) na superfície da placa positiva e hidrogênio, também na forma gasosa (H_2), na placa negativa (Equações 4 e 5).

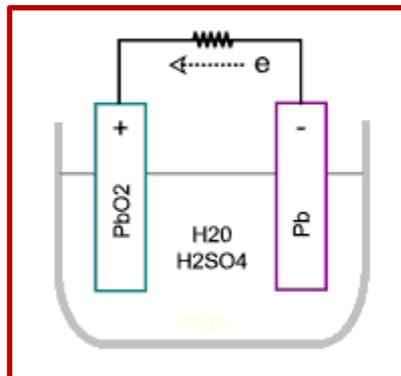
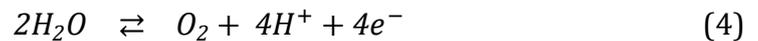


Figura 29: Caminho dos íons sulfato e elétrons no circuito da bateria

A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é uma função da quantidade de material ativo presente. Se dobrarmos o tamanho das placas, teoricamente dobraremos a quantidade de carga disponível. Ao invés de aumentarmos o tamanho das placas, poderemos ligar uma outra placa positiva à placa positiva original e uma outra placa negativa à placa negativa original, como mostra a figura 30 (a).

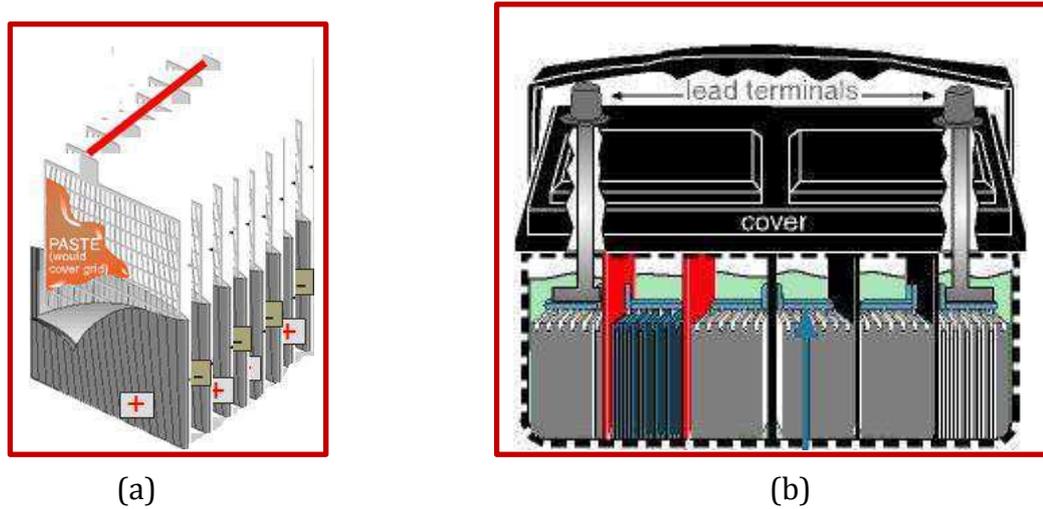


Figura 30: (a) As placas (+) e (-) são conectadas para formar uma célula de 2 volts, (b) Ligação em série com finalidade de aumentar a diferença de potencial.

Podemos observar, portanto, que existe uma relação dimensional das placas com as propriedades elétricas do acumulador. Se o acumulador sofre uma descarga lenta, à medida que o ácido sulfúrico absorvido pelas placas é consumido, mais ácido que está presente na região entre as placas poderá se difundir para o interior das placas e garantir a continuidade da descarga. Para tal, a porosidade dessas placas é importante.

Para que a difusão seja facilitada, as placas devem ser finas, isto é, para que a maior parte do material ativo esteja na superfície e não no interior das placas.

Durante o processo de recarga, além das reações de conversão do sulfato de chumbo em chumbo metálico na placa negativa e bióxido de chumbo na placa positiva, ocorrem sempre outras reações paralelas indesejáveis. Na placa positiva pode ocorrer uma oxidação da grade metálica, ou seja, uma corrosão das grades positivas. Este processo é acelerado em condições de alta temperatura e de voltagem excessiva utilizada na recarga. As ligas utilizadas nas grades e o contato entre massa e grade são fatores importantes na proteção contra corrosão. O consumo de água depende em grande parte da presença de contaminantes e composição das ligas de chumbo utilizadas nas grades.

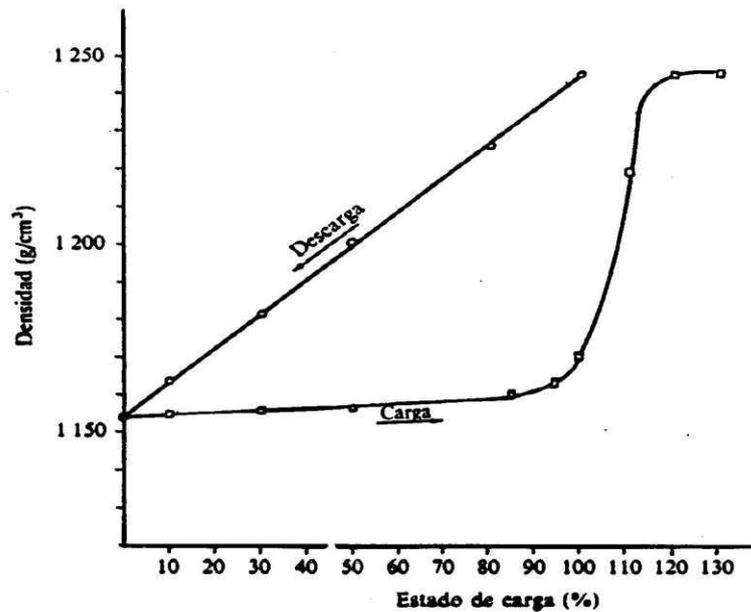


Figura 31: Variação da Densidade do Eletrólito no Processo de Carga-Descarga da Bateria

5.2. TENSÃO DA BATERIA

A tensão nominal de uma bateria automotiva de chumbo-ácido é de 12V devido a ligação em série dos seis elementos que constituem a bateria onde cada um deles fornece para o sistema uma tensão nominal de 2V.

O valor real da tensão da bateria está relacionado com a densidade do eletrólito da mesma. Portanto, se uma bateria apresenta a densidade de eletrólito, por exemplo, de 1250 g/l, a tensão nominal nos polos da bateria ficará em torno de 12,55 a 12,60 V. Isto ocorre devido ao aquecimento dos compostos químicos que compõem cada célula da bateria. Desta forma, para cada valor de densidade do eletrólito em g/l, temos um valor correspondente de tensão de circuito aberto da bateria. Esta relação pode ser vista na Figura 32.

Em baterias para climas temperados utiliza-se um eletrólito com 1280 g/l e tensão de 12,75 V. Para climas tropicais o mais usado é o eletrólito com densidade de 1250 g/l e tensão de 12,50 V.

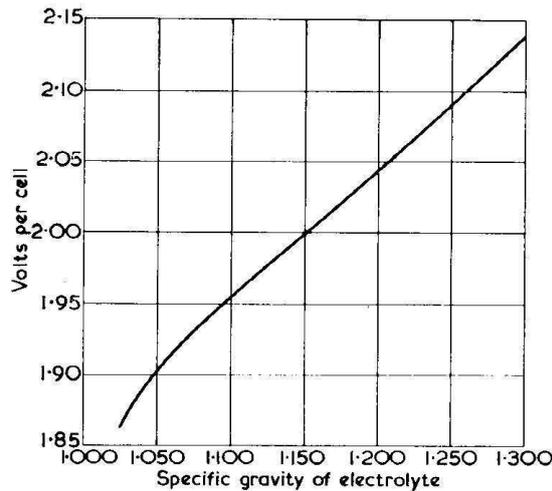


Figura 32: Relação entre a densidade do eletrólito e a tensão de circuito aberto da bateria.

5.3. CAPACIDADE NOMINAL

A capacidade nominal de uma bateria automotiva de chumbo-ácido é a medida da energia fornecida pela bateria em um regime de 20h a uma corrente constante até que a tensão nos polos da bateria atinja o valor de 10,5V (Figura 33). Esta grandeza é medida em Ah (Ampères-hora) e está relacionado com a quantidade de material ativo da bateria contido nas placas positivas e negativas. Além disto, segundo a lei de Faraday, a quantidade de ácido sulfúrico influencia na capacidade nominal da bateria como será visto mais adiante.

A capacidade nominal está relacionada com o regime de descarga, a temperatura e a tensão de corte da bateria (todos estes fatores devem ser considerados ao se dimensionar a capacidade de uma bateria).

Por exemplo, uma bateria 40 Ah pode fornecer 2 A continuamente por 20 h a 25°C até uma tensão de corte de 10,5 V nos polos da bateria. Uma bateria de 100 Ah pode fornecer 5 A continuamente por 20 h a 25°C até uma tensão de corte de 10,5 V.

No uso automotivo, a bateria trabalha com largo intervalo de valores de corrente - centenas de Ampères na partida e alguns Ampères durante o passeio - nunca é descarregada com uma corrente constante. No entanto, o C_{20} é a grandeza padrão adotado pelas montadoras de veículos na especificação das baterias.

O ensaio de capacidade em 20h exaure a bateria até o limite de sua capacidade e, portanto dá indicação sobre a disponibilidade de material ativo e a relação ácido/massa ativa da bateria.

Para se determinar a corrente de descarga da bateria, divide-se a capacidade nominal (C_{20}) por 20h ,por exemplo:

$$C_{20} = 60\text{Ah (FO60GD)}$$

$$I_{20} = \frac{60}{20} = 3\text{A . (Esta é a corrente de teste de } C_{20} \text{ da bateria).}$$

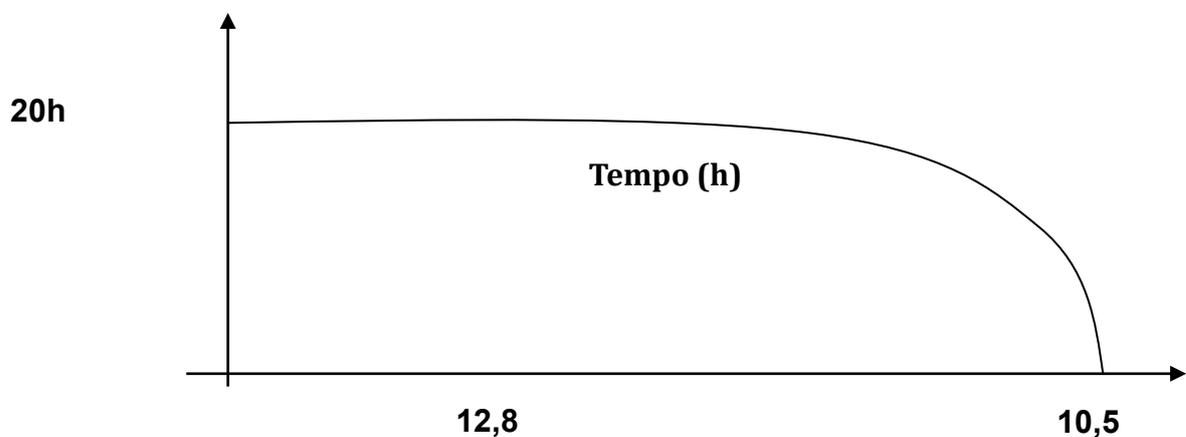


Figura 33: *Ilustra a queda de tensão ao longo de 20 horas em função de um corrente constante de descarga I_{20}*

5.4. ALTA DESCARGA À FRIO

Quando instalada no veículo, a bateria tem por função fornecer energia para girar o motor de combustão através do acionamento do motor de partida e manter tensão suficiente para ativar o sistema de ignição até que o motor entre em regime permanente e mantenha sua rotação. Para isto, a bateria precisa ter a capacidade de fornecer energia garantindo-a, principalmente, quando o veículo se encontra em regiões com temperatura ambiente muito baixa, como no extremo norte da Europa.

A bateria automotiva deve ser dimensionada para fornecer altas correntes no momento da partida do motor por um período curto e a uma faixa de temperatura especificada como sendo o pior caso: entre -18°C e -27°C .

A norma Americana SAE especifica que a bateria deve ser resfriada a uma temperatura de -18°C e, em seguida, ser descarregada a uma corrente constante (300 ou 600A) até que a tensão nos polos da bateria atinja 7,2 V. Este tempo deve ser maior que 30 segundos para que a bateria atenda completamente a este requisito de projeto e tenha condições de partir o veículo em regiões com tão baixas temperaturas.

A norma Alemã DIN especifica que a bateria deve ser resfriada à -18°C e em seguida descarregada a uma determinada corrente constante até que a tensão nos polos da bateria atinja 6.0 V. Este tempo deve ser maior que 150 segundos. A tensão após 30 segundos deve ser maior que 9.0 V, como mostra a Figura 34.

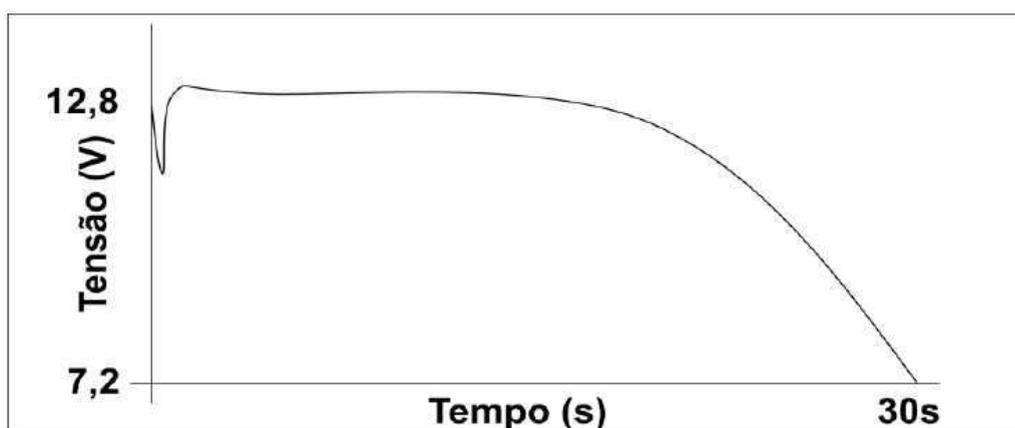


Figura 34: Ilustra a queda de tensão em 30s em função de um corrente especificadas pela norma DIN ou SAE

5.5. RESERVA DE CAPACIDADE (RC)

Por questões de uso e segurança, em casos de falha no alternador do veículo, a bateria poderá fornecer energia para os dispositivos eletrônicos até que a bateria descarregue completamente. O tempo até a descarga completa da bateria (reserva de capacidade) dará ao motorista uma noção da distância que ele poderá percorrer.

O teste de Reserva de Capacidade consiste em descarregar a bateria a 25°C com uma corrente constante de 25A até que a sua tensão atinja 10,5V. O tempo necessário para esta descarga é a Reserva de Capacidade da bateria, que é expressa em minutos.

5.6. CICLAGENS / SOBRECARGA

A bateria no veículo é carregada e descarregada continuamente. No inverno, a demanda aumenta e a bateria tende a ficar descarregada por mais tempo, porém, no verão, devido as altas temperaturas, a bateria tende a sofrer sobrecarga de tensão.

Uma simulação em bancada destes ciclos de carga e descarga não gera resultados precisos e por isso se testa a resistência da bateria em dois tipos de ensaios específicos: Ciclagens e Resistência a Sobrecarga.

No ensaio de Ciclagem, a bateria sofre pequenos ciclos de descargas profundas seguidas de recargas mais demoradas. Antes e depois dos pequenos ciclos, a amostra passa por ensaios elétricos de partida ou capacidade para avaliar as perdas causadas pela ciclagem.

A Norma Americana SAE, uma das mais rigorosas e que promove uma maior similaridade com o que acontece em campo, especifica que a bateria em banho-Maria a 75°C sofre partida com a mesma corrente de partida à frio à -18°C durante 428 pequenos ciclos (descarga de 25A por 4min/ carga de 25A por 10min → Repouso de 72h). Os 428 ciclos se repetem até que a bateria seja reprovada na partida. Por exemplo: uma bateria de 40 Ah deve resistir a uma média de 3000 ciclos conforme a norma SAE J240.

A ciclagem visa determinar a qualidade do material ativo das placas positivas e negativas, bem como a tecnologia de fabricação de grades que sustentam tais materiais.

As baterias que são reprovadas neste tipo de ensaio geralmente falham por queda da massa negativa e/ou sulfatação das positivas ou ainda corrosão da grade positiva, que é o principal problema e falha inevitável da bateria.

A bateria sofre carga a altas temperaturas tentando reproduzir o efeito de carga prolongadas a que algumas baterias são submetidas durante o uso do veículo. Segundo as normas ABNT, após um ensaio de partida à 27°C, a bateria é colocada em banho de 40°C durante 5 dias com carga de 16V. Ao acabar este período, a bateria sofre novo ciclo

no banho. Deve resistir a 5 ciclos de sobrecarga para aprovação. O modo de falha mais comum neste teste é a corrosão da grade positiva.

Baterias que falham em sobrecarga, falham prematuramente na ciclagem, mas o inverso nem sempre é verdadeiro. Portanto, uma grade feita de uma liga que resista à corrosão anódica é um dos itens mais essenciais no projeto de uma bateria.

Atualmente, dado o aumento da temperatura de trabalho das baterias no vão do motor, os testes de ciclagem sob altas temperaturas têm sido considerados como os mais importantes para atestar a qualidade da bateria.

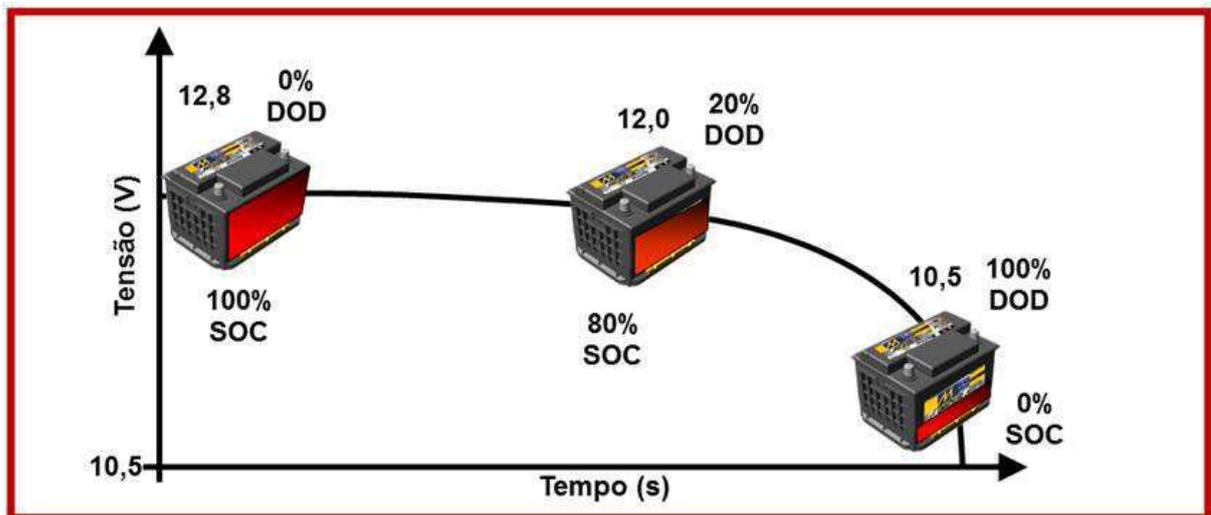


Figura 35: Simulação da descarga da bateria ao longo do tempo

5.7. ASPECTOS IMPORTANTES DA GRADE

5.7.1. Influência do tipo de liga da grade

A composição química da grade influencia muito no seu desempenho elétrico e no seu rendimento. Com mostra a tabela 6 a seguir.

Tabela 6: Tipo de grade - Prós X Contras

TIPO DE GRADE	PRÓS	CONTRAS
Alto Antimônio (Sb nas grades positivas e negativas)	Resistência mecânica das grades	O Sb aumenta o consumo de água da bateria
Baixo Antimônio (Sb nas grades positivas e negativas)	O menor teor de Sb diminui o consumo de água da bateria.	Baixa resistência mecânica das grades
Cálcio (Sb nas grades positivas e negativas)	1. Elimina o Sb; 2. Maior resistência a corrosão a 40 °C; 3. Não necessita de reposição de água.	1. Difícil recarregabilidade; 2. Menor resistência mecânica da (+).
Moura Prata (grade positiva com Ag e grade negativa com Ca)	Excelente resistência a corrosão sob altas temperaturas	Vida Cíclica maior

5.7.2. Grade Fundida *versus* Grade Expandida

Atualmente, os processos de fabricação de grades mais utilizadas nas fábricas de baterias automotivas são os de fundição de ligas de chumbo por gravidade e o processo de expansão/laminação de grades. Sabe-se que, as grades que sustentam o material ativo da placa e conduzem a corrente elétrica para o circuito externo da bateria são de grande importância para o seu desempenho elétrico e a sua durabilidade.

Tabela 7: Comparativo das características das grades Fundidas x Expandidas

Características	Fundidas	Expandidas
Fabricação	1. Processo caro (necessita de desmoldantes e de 1 molde para cada tipo de grade) 2. processo descontínuo	1. Maior produtividade 2. Distribuição mais consistente de massa ao longo da grade 3. Muito difícil com liga Ag
Design	1. Menor resistência devido a orelhas maiores 2. Maior condutividade/eficiência	1. Não há moldura lateral para restringir crescimento das grades 2. Grades mais leves 3. Difícil de obter orelhas grandes 4. Mais leves
Vida útil	1. Maior resistência a corrosão 2. Ausência de tensões superficiais 3. Menor risco de danos a separadores	1. Menos retenção do material 2. Maior risco de curto-circuito

CAPÍTULO 6

6. ATIVIDADES REALIZADAS DURANTE O ESTÁGIO

6.1. VISÃO GERAL DAS ATIVIDADES

Durante o estágio na Acumuladores Moura S.A. foram desenvolvidas atividades e estudos voltados para o desenvolvimento de projetos de baterias automotivas para montadoras e mercado de reposição, bem como de projetos para baterias estacionárias.

6.2. ESTUDO TÉCNICO SEMANAL

Estudos técnicos semanais foram realizados no decorrer do estágio com abordagens sobre novos tipos de baterias automotivas e estacionárias, funcionamento de novos veículos automotores e abordagem de novas tecnologias que circundam a área de acumuladores. Tais estudos foram feitos a partir de artigos em inglês e são chamados de “*Cumbucas*”. A frequência em que ocorriam era de uma vez por semana, onde era escolhido um tema, que era estudado pelos participantes e realizado um sorteio que definia quem apresentaria o assunto, porém a participação de todos era fundamental.

6.3. TRADUÇÕES

Por trabalhar com clientes de todo o mundo, a Acumuladores Moura possui documentos em várias línguas, tais como Inglês, Espanhol, Italiano e Francês.

Para compor parte da documentação gerencial dos projetos, para vários fluxogramas, planos de controle e normas foram necessária a transferência para a língua materna – Português. Para apresentar tecnicamente o produto aos clientes em apresentações em outros países ou em visitas desses clientes à empresa, a estagiária teve a oportunidade de fazer traduções de apresentações técnicas e da empresa tanto para Inglês como para o Espanhol, proporcionando assim, um significativo aprendizado das línguas, em especial no tocante aos termos técnicos.

6.4. ABERTURA DE CONTA INVESTIMENTO

Cada projeto possui uma conta investimento da qual vai retirar dinheiro para financiar os gastos inerentes ao produto e ao processo. Para que seja realizado um investimento em equipamentos, peças, serviços, treinamentos, etc., é necessário fazer uma pesquisa de mercado, buscar fornecedores, comparar orçamentos e, posteriormente, organizar tudo em um detalhamento de investimentos e submeter à avaliação de diretores e gerentes para que possa ser aprovado. Feito isto, o investimento é administrado para que seja utilizado de acordo com o que foi proposto.

6.5. CURSOS E TREINAMENTOS REALIZADOS

Ao longo do estágio foram realizados vários cursos e treinamentos, com finalidade de dar suporte teórico e técnico necessários ao desenvolvimento das atividades atribuídas à estagiária.

6.5.1. CURSO TÉCNICO DE BATERIAS AUTOMOTIVAS

O Curso Técnico de Baterias Automotivas teve duração de 25 horas e teve por objetivo fornecer conhecimentos fundamentais e básicos sobre Baterias Automotivas SLI (*Starting, Lighting and Ignition*), desde o seu princípio de funcionamento, o processo de fabricação, os componentes da Bateria, manutenção e manuseio de Baterias Automotivas em plantas de montagem de veículos, armazenagem e análise dos modos de falha. Foram abordadas também as novas e diferentes tecnologias utilizadas em baterias automotivas, processo de carga no veículo, partida do motor de combustão, demanda elétrica das baterias nos veículos, escolha e dimensionamento de baterias a partir de requisitos de projeto, roteiro de inspeção de Baterias, modos de falha e defeitos de fabricação.

6.5.2. FUNDAMENTOS DE GERENCIAMENTO DE PROJETOS

Este curso teve duração de 16h e objetivou fornecer uma visão geral dos processos e áreas de conhecimento associadas ao ciclo de vida de um projeto, apresentando em detalhes as principais técnicas e ferramentas para gerenciar bem um projeto. Tal curso teve duração de 16 horas. Os pontos tratados e os objetivos deste curso foram:

- Familiarizar-se com os conceitos básicos relacionados ao gerenciamento de projetos;
- Entender o contexto de gerenciamento de projetos dentro das organizações;
- Conhecer os processos e atividades envolvidas na seleção, iniciação, planejamento, execução, controle e encerramento de um projeto;
- Dominar técnicas para planejar e controlar o desempenho de projetos na sua organização;
- Aprender a utilizar ferramentas no planejamento de projetos Microsoft Project;
- Entender que habilidades um gerente de projetos precisa ter para gerenciar a sua equipe e o projeto;
- Conhecer as áreas de conhecimento fundamentais do gerenciamento de projetos (escopo, custo, tempo, qualidade, planejamento de RH, comunicações, riscos aquisições e integração);
- Conhecer os conceitos de iniciação de projetos, incluindo critérios de seleção de projeto;
- Realizar planejamento, incluindo os conceitos de Estrutura Analítica de Projeto, estimativa de duração de atividades, metodologias de diagramas e outras ferramentas de gerenciamento do tempo;
- Executar projetos, incluindo técnicas para comunicação efetiva e gerenciamento da informação, controlar e encerrar projetos, podendo aplicar os novos conhecimentos para planejar projetos reais.

Além disso, ser apresentado a outras técnicas usadas para gerenciar efetivamente os aspectos organizacionais e operacionais do gerenciamento de projetos, como:

- Ferramentas de auditoria e controle de qualidade;

- Técnicas de gerenciamento de conflitos e comunicação efetiva;
- Gerenciamento da informação;
- Liderança situacional;
- Motivação;
- Relacionamento interpessoal.

Na Moura, definiram-se oito principais fases que todo projeto deve percorrer que podem ser vistas na tabela.

Tabela 8: *Etapas do projeto – Norma UNQ4015*

GERENCIAMENTO DE PROJETO
FASE 1 - INICIAÇÃO
FASE 2 - PLANEJAMENTO
FASE 3 - PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO
FASE 4 - PROJETO E DESENVOLVIMENTO DO PROCESSO
FASE 5 - IMPLEMENTAÇÃO DO PROCESSO
FASE 6 - VALIDAÇÃO E LIBERAÇÃO DA PRODUÇÃO SERIADA
FASE 7 - ENCERRAMENTO
FASE 8 - RETROALIMENTAÇÃO

6.5.3. GESTÃO POR COMPETÊNCIAS

Gestão por competências foi sistematizado e desenvolvido no sentido de definir perfis profissionais que proporcionem maior produtividade e adequação ao negócio, identificando os pontos de excelência e os pontos de carência, suprimindo lacunas e agregando conhecimento, tendo por base certos critérios objetivamente mensuráveis.

O curso tratou de benefícios da Gestão por Competências, como:

- Melhora o desempenho dos colaboradores;
- Identifica as necessidades de treinamentos;
- Alinha os objetivos e metas da organização e da equipe;
- Reduz a subjetividade na Seleção e Avaliação de pessoas;
- Analisa o desenvolvimento dos colaboradores;
- Enriquece o perfil dos colaboradores, potencializando seus resultados;
- Melhora o relacionamento entre gestores e liderados;
- Mantém a motivação e o compromisso;
- Extrai o máximo de produtividade de cada colaborador.

6.5.4. MASP: MÉTODO DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

O MASP junto ao PDCA (do inglês: *Plan-Do-Check-Act*) foi dirigido aos estagiários com o intuito de que fosse mostrado a Metodologia MASP e aplicá-la para realizar ações corretivas adequadas e eficazes. Este curso teve duração de 16 horas. A Figura 36 mostra cada etapa do ciclo do PDCA.

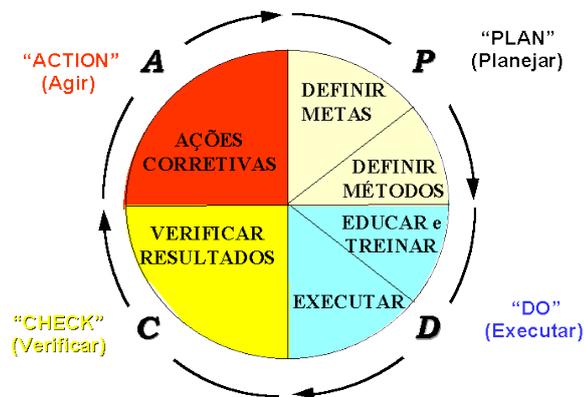


Figura 36: Ciclo de seguimento PDCA

As principais etapas executadas durante o curso foram:

- Entender o ciclo PDCA e aprender a utilizá-lo para solução de problemas;
- Conhecer as etapas do MASP – Método de Análise e Solução de Problemas;
- Aprender a utilizar o MASP para ações corretivas;
- Conhecer a aplicação prática do MASP;
- Realizar exercícios e dinâmicas para fixar os conceitos aprendidos.

6.5.5. MANUTENÇÃO AUTÔNOMA

Objetivou-se com este curso introduzir os conceitos da manutenção autônoma, um dos pilares do TPM (Manutenção Produtiva Total). A abordagem é chamada de "total" por três razões:

Primeiro, porque requer a total participação de todos os funcionários, não apenas do pessoal de manutenção, mas também de gerentes de linha, engenheiros de produção, profissionais da qualidade, operadores, dentre outros.

Segundo, pois busca a produtividade total do equipamento, focando as seis principais perdas sofridas pelas máquinas: quebra, tempo de troca, pequenas paradas, perdas de velocidade, refugo e retrabalho.

Terceiro, porque se concentra no ciclo de vida total do equipamento. Revisa as práticas e as atividades de manutenção em relação ao estado do equipamento em determinado momento de seu ciclo de vida.

Diferente da manutenção preventiva tradicional, que depende exclusivamente do pessoal de manutenção, o TPM envolve os operadores na rotina de manutenção, nos projetos de melhoria e em reparos simples. Os operadores realizam atividades diárias como, por exemplo, lubrificação, limpeza, ajustes e inspeção do equipamento. A duração deste curso foi de 16 horas.

6.5.6. 5S

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

- SEITON: significa deixar tudo em ordem, ou o “senso de organização”. É literalmente arrumar tudo, deixar as coisas em seu devido lugar para que seja possível encontrá-las facilmente sempre que necessário. Assim, evita-se o desperdício de tempo e energia.

- SEIRI: se refere a evitar o que for desnecessário, ou o “senso de utilização”. Ao separar aquilo que é realmente necessário ao trabalho daquilo que é supérfluo, ou desnecessário, passando-o para outros que possam fazer uso dele ou simplesmente descartando, conseguimos melhorar a arrumação e dar lugar ao novo.

- SEISO: significa manter limpo, ou o “senso de limpeza”. Agora que você já tirou tudo que era desnecessário e deixou tudo em ordem, é preciso manter assim.

- SEIKETSU: zelar pela saúde e higiene, ou “senso de saúde e higiene”. Não adianta nada mantermos o local de trabalho limpo se não cuidarmos de nossa higiene pessoal também.

- SHITSUKE: disciplina. Este conceito é um pouco mais abrangente do que o significado ao qual estamos acostumados de seguir as normas. Ele se refere também ao caráter do indivíduo que deve ser honrado, educado e manter bons hábitos.

O treinamento recebido consistiu em apresentações e teve 4h de duração. Após o curso, foi feito um acompanhamento mensal, com avaliações e notas de acordo com desempenho da estagiária. A mesma recebeu a qualificação máxima, que consiste em 3(três) notas consecutivas acima de 9,5(nove e meio). Pelo método, após esse período com esse comportamento a filosofia já se encontra enraizada.

6.5.7. GERENCIAMENTO DA ROTINA

Este curso teve duração de 16 horas e foi oferecido para fornecer uma metodologia de qualidade que direciona as pessoas para aquilo que deve ser feito para obter, manter e melhorar cada vez mais os resultados tornando as empresas mais competitivas. Os seus pilares são: melhoria contínua com focos nos resultados, padronização do trabalho e tratamento de anomalias.

6.6. PROJETO DE UMA BATERIA AUTOMOTIVA

A função da bateria é armazenar energia elétrica sob a forma de energia química. Durante o uso, a energia química armazenada é liberada através de uma reação química, transformando-se em energia elétrica. Após o uso, é fornecida energia elétrica a bateria para que ela possa novamente armazená-la na forma de energia química.

A bateria funciona através da reação de dupla sulfatação que é mostrada abaixo.

- Na placa pos.: $\text{PbO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \Leftrightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- Na placa neg.: $\text{Pb} + \text{H}_2\text{SO}_4 \Leftrightarrow \text{PbSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

A energia é armazenada no material ativo aderido as placas. As placas de um mesmo elemento (placas em paralelo) apresentam mesma diferença de potencial (ddp)

entre si: $\approx 2,0$ V. Para aumentar a ddp, elementos são ligados em série, em células separadas. Para a bateria automotiva: 6 conjuntos de elementos e ddp: $\approx 12,0$ V.

As características elétricas da bateria estão diretamente relacionadas com o material ativo presente nas placas. A capacidade nominal da bateria (C_{20}) expressa em Ah, após uma descarga de 20h está principalmente relacionada com a quantidade do material ativo presente na placa positiva. Assim como a capacidade de partida à frio está relacionada principalmente com a quantidade de material ativo presente na placa negativa. Deste modo para desenvolver uma bateria que atenda a todos os requisitos mencionados anteriormente, há uma série de etapas de projeto a serem executadas.

O cálculo da Reserva de Capacidade - tempo necessário para uma bateria que estará sendo descarregada com uma corrente de 25A a uma temperatura de 25°C, atinja 10,5V está diretamente relacionada com a capacidade nominal. A reserva de capacidade teórica pode ser calculada também pela Equação 1 que segue logo abaixo.

$$RC = 1,05x \frac{(Cn + 133,3)^2 - 17778}{208,3} \quad (1)$$

Para o cálculo do eletrólito que será utilizado na bateria, seguimos a lei de Faraday, que diz que 96500 Coulombs produzem 1 eq-g (equivalente grama) de produto da reação. Tal quantidade de energia é conhecida como 1 Faraday ou constante eletroquímica.

$$1 \text{ Ah} = 1 \text{ A} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ C} / 1 \text{ F} = 96500 \text{ C} \rightarrow 1 \text{ F} = 26.80 \text{ Ah}$$

Reação de funcionamento da bateria:



Com relação ao consumo de água durante o uso da bateria, há relações importantes, expostas abaixo, que relacionam a capacidade a quantidade de água que será perdida durante a vida útil da bateria.

Para cada 1 eq-g reagido na positiva e 1 eq-g reagido na negativa, 2 eq-g de ácido são gastos e 2 eq-g de água são formados durante a descarga.

Assim, para cada 1 Ah descarregado:

$$\text{PM (Peso Molecular) do H}_2\text{SO}_4 = 98.076 \text{ g. Valência do H}_2\text{SO}_4 = 2$$

$$2x \frac{49.038}{26.8} = 3.66 \text{ g de ácido decompostos}$$

$$\Rightarrow \text{eq-g do H}_2\text{SO}_4 = 49.038 \text{ g}$$

PM (Peso Molecular) do H₂O = 18.016 g. Valência da H₂O = 2 => eq-g da H₂O = 9.008 g

$$2x \frac{9.008}{26.8} = 0.672 \text{ g de água são formados}$$

Assim, o eletrólito perde $3.66 - 0.672 = 2.988$ g de massa para cada 1 Ah descarregado na bateria e, com isso, ocorre também uma mudança no volume do eletrólito. O valor teórico é cerca de 1 ml/Ah descarregado para uma solução com densidade de solução de ácido sulfúrico de 1300 g/l e 0.85 ml/Ah para a solução com 1200 g/l.

Segue, na Tabela 9, o equivalente eletroquímico de soluções de ácido sulfúrico.

Tabela 9: Equivalente Eletroquímico de Soluções de Acido Sulfúrico

Densidade (g/l)	Ah/l
1200	90
1220	100
1240	110
1260	120
1280	130
1300	141

Em alguns casos dependendo da complexidade do projeto, é necessário fazer algumas alterações no projeto, no caso das montadoras a bateria projetada é submetida e teste segundo norma da própria montadora, a bateria só é aprovada se passar pelos testes (C20, CCA ,RA, corrosão e etc.) dependendo da montadora os testes pode variar um pouco.

6.6.1. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE PLACAS POSITIVAS E NEGATIVA EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL

A capacidade nominal da bateria é, via de regra, especificada pelo fabricante do veículo e varia de acordo com o motor e os componentes eletroeletrônicos que o automóvel possui.

Sendo assim, pode-se determinar a quantidade de placas negativas da seguinte forma (equação (1)):

$$n_{(+)} = \frac{C_{20} * 7,94}{P_{m(+)}} \quad (1)$$

E, analogamente, pode-se determinar a quantidade de placas negativas através de equação similar (equação (2)):

$$n_{(-)} = \frac{C_{20} * 7,94}{P_{m(-)}} \quad (2)$$

Onde :

$n_{(-)}$: número de placas negativas;

$n_{(+)}$: número de placas positivas;

C_{20} : capacidade nominal [Ah];

$P_{m(-)}$: peso da massa ativa negativa [g];

$P_{m(+)}$: peso da massa ativa positiva [g].

Geralmente o peso da placa negativa gira em torno de 65 a 85g e o peso da placa positiva entre 65 e 91g.

6.6.2. CÁLCULO DA CORRENTE ELÉTRICA PARA PARTIDA À FRIO (*COLD CRANKING AMPÈRES* - I_{CCA})

A corrente elétrica que é necessária para que o motor de partida seja acionado é ser definido em função da quantidade de placas, da densidade de energia e da área das placas. Esses valores consideram ainda uma temperatura de -18°C . A equação que relaciona essas variáveis é definida pela equação (3).

$$I_{CCA} = \frac{n_{(-)} * n_{(-)}}{2} * \delta * A \quad (3)$$

Onde:

I_{CCA} : Corrente de *Cold Cranking Ampères*[A];

δ : Densidade de Energia [A/cm²]

A: Área da Placa [cm²]

Esta corrente deve ser maior ou igual que a corrente necessária para suprir as necessidades demandadas pelos dispositivos eletroeletrônicos e do motor do veículo.

Caso seja necessário aumentar o número de placas para suprir a Corrente de *Cold Cranking Ampères*, é indicado aumentar a quantidade de placas negativas, pois para a partida à frio a placa negativa possui melhor desempenho devido aos aditivos presentes em sua massa.

6.6.3. CÁLCULO DO VOLUME DE ELETRÓLITO (H_2O E H_2SO_4) EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE NOMINAL – LEI DE FARADAY

O volume do eletrólito varia principalmente de acordo com o volume disponível na cuba em que será alocado e o volume que as placas ocuparão nessa cuba. Colocando-se uma maior quantidade de eletrólito de modo que as orelhas fiquem quase que completamente submersas protege-as, diminuindo-se a possibilidade de sulfatação das grades negativas. A formulação que relaciona as variáveis para determinação dessa quantidade de eletrólito está disposta na equação (4).

$$V_{elet.} = \left[\left(\frac{1}{1000} \right) \left[* 6 * (v_c * k * v_p) - \left(\frac{P_{STRAP}}{11,31} \right) - \left(\frac{P_{CALÇOS}}{0,904} \right) \right] \right] \quad (4)$$

Onde:

$V_{elet.}$: volume o eletrolítico [l];

v_c : volume da cuba [l];

v_p : volume das placas [l];

$P_{CALÇOS}$: peso do calço [g];

P_{STRAP} : Peso do strap [g];

k : constante de absorção do ácido;

A partir desta equação, concluímos ainda:

$$v_c = \frac{N_{elet} * l_c * C_c}{e} \quad (5)$$

$$v_p = \left[(n_{(+)} * l_{p(+)} * A_{p(+)} * E_{p(+)} + (n_{(-)} * l_{p(-)} * A_{p(-)} * E_{p(-)}) \right] \quad (6)$$

Onde:

v_c : volume da cuba [l];

$N_{elet.}$ = Nível do eletrólito [cm];

l_c : largura da cuba [cm];

C_c : Comprimento da cuba [l];

v_p : volume da placa;

$n_{(+)}$: número de placas positivas;

$n_{(-)}$: número de placas negativas;

$A_{p(+)}$: altura da placa positiva;

$A_{p(-)}$: altura da placa negativa;

$E_{p(-)}$: espessura da placa negativa

$E_{p(+)}$: espessura da placa positiva;

$l_{p(-)}$: largura da placa negativa;

$l_{p(+)}$: largura da placa positiva.

Podemos dizer ainda que:

$$C_{20} = \left[V_{\left(\frac{elet.}{cuba}\right)} * FR_{elet.} \right] \quad (7)$$

Onde:

$V_{\left(\frac{elet.}{cuba}\right)}$: Volume do eletrólito por cuba [l];

$FR_{elet.}$: Fator de rendimento do eletrólito [h/l].

6.6.4. CÁLCULO DA ESPESSURA E TIPO DO SEPARADOR (E_{SEP})

O separador é usado para manter a compressão do elemento dentro da cuba, evitando desprendimento da massa a grade e evitando danos causados por vibrações.

A escolha da espessura e do tipo do separador a ser utilizado é importante devido a interferência direta na vida útil da bateria.

$$E_{SEP} = \left[(l_{cuba} - n_{p(+)}E_{p(+)} - n_{p(-)}E_{p(-)}) * \frac{1}{2} * n_{env} \right] \quad (8)$$

Onde:

E_{SEP} = Espessura do separador

n_{env} = Número de placas envelopadas.

6.6.5. CÁLCULO DA RELAÇÃO MASSA NEGATIVA/POSITIVA (R)

Esta relação é importante para que haja o equilíbrio químico, possibilitando as reações de eletrólise da bateria.

$$R = \frac{NAM}{PAM} = \frac{n_{p(-)}P_{m(-)}}{n_{p(+)}P_{m(+)}} \geq 0,8 \quad (9)$$

Onde:

NAM: Material Ativo Negativo;

PAM: Material Ativo Positivo;

$P_{m(+)}$: Peso da massa negativa [g];

$P_{m(-)}$: Peso da massa positiva [g].

6.6.6. CÁLCULO DA RELAÇÃO ÁCIDO / MASSA (R_a)

A relação entre o ácido e a massa tem por objetivo evitar o uso excessivo de um desses componentes, que poderia causar microcurtos-circuitos. Essa relação é definida pela equação (10).

$$R_a = \left[\frac{V_{elet.} * 1000}{6 * (n_{p+} P_{m(+)} + n_{p(-)} P_{m(-)})} \right] \geq 0,55 \text{ cm}^3/\text{g} \quad (10)$$

Para um $R_a < 0,55 \text{ cm}^3/\text{g}$ há uma maior propensão de criar uma metalização do separador (hidratação), o que propicia um contato entre as placas positiva e negativa. Uma maneira de amenizar esse problema é usando sulfato de sódio na formulação da massa.

6.6.7. CÁLCULO DO PLANO DE FORMAÇÃO EM FUNÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS ELÉTRICAS

A partir da capacidade nominal é possível estimar a quantidade de corrente a ser demandada para a formação da bateria. Depois de vários estudos, chegou-se a uma constante para este fim, como expressado na equação (11).

$$C_{FORM} = [4,2 * C_{20p(+)}] \quad (11)$$

Onde:

C_{FORM} = Capacidade necessária para a Formação [Ah];

$C_{20p(+)}$ = Capacidade das placas positivas [Ah].

Em alguns casos, dependendo da complexidade do produto especificado, é necessário fazer algumas alterações no projeto. Para as montadoras, a bateria projetada é submetida a testes que seguem normas bastante rígidas fornecidas pelas próprias montadoras. A bateria só é homologada se aprovada em todos os testes especificados (C_{20} , CCA, R_a , Corrosão, Durabilidade, Vibração, etc.).

6.7. PROJETOS DESENVOLVIDOS DURANTE O ESTÁGIO

A principal atividade desenvolvida no estágio foi a gestão de projetos de baterias automotivas. Foram alocados sob gestão da estagiária, um total de 9(nove) principais projetos, divididos entre as Montadoras Ford, Fiat e General Motors. Abaixo segue o detalhamento de cada um desses projetos.

6.7.1. PROJETO FORD T6: HOMOLOGAÇÃO DAS BATERIAS DE 60Ah E 75Ah PARA A NOVA RANGER

Esse projeto consistiu, inicialmente, na fabricação de duas baterias para FORD Argentina, a primeira com 60Ah/590A e a segunda com 75Ah/750A. Este projeto teve como objetivo desenvolver e homologar as baterias do Programa T6 da FORD, onde a Moura consolida e garante sua participação de 100% das baterias FORD Argentina, além de alcançar também um aumento de vendas devido a novos pedidos dentro do mercado de peças originais. As características elétricas encontram-se na Tabela 10.

Tabela 10: Características elétricas das baterias do Programa T6.

CARACTERÍSTICAS	LB3	LB4
Imagem da Bateria		
Capacidade Nominal	60Ah	75Ah
Corrente de Partida à Frio @ -18°C.	590A	750A
Reserva de Capacidade	105min.	140min.
Tensão de Circuito Aberto	12V	12V
Aceitação de Carga	18A	23A
Ciclos J240 (@75°C)	4600 ciclos	5700 ciclos
Placa Negativa	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD
Placa Positiva	FP-15/72 SnSP	FP-15/72 SnSP
Quantidade de Placas Positivas	7	9
Quantidade de Placas Negativas	8	9

Parte interessante deste projeto foi o fato de que esta bateria será submetida a um monitoramento de seu estado de carga, vida útil, temperatura e estado de saúde. Este monitoramento será feito através de um dispositivo denominado *BMS (Battery Management System)*. Este sistema é programado com um algoritmo exclusivo para cada tipo de veículo e bateria. Tem a finalidade de fornecer todas as informações sobre a bateria em interface gráfica direta e em tempo real com o usuário. O sistema ainda funciona como atuador, otimizando a recarga da bateria, permitindo que o alternador apenas recarregue-a apenas quando a carga estimada estiver abaixo do valor de referência estabelecido (geralmente abaixo dos 75% do SoC). Sendo assim, a produção deve ser bastante rígida quanto à variação de parâmetros, para que os produtos seja uniforme entre si e não apresentem resultados não reais.

O veículo Nova Ranger trará ainda uma inovação, um sistema para reaproveitamento energético, com a obtenção de energia elétrica a partir da energia cinética gerada na frenagem do veículo. Essa energia é reutilizada para auxiliar a

Unidade de Controle de Energia do veículo. Este sistema é denominado de “*Regenerative Brake*”.

A primeira etapa do projeto foi desenvolver o projeto a partir das equações supracitadas.

Com o dimensionamento de projeto realizado, iniciou-se a produção de protótipos, para que as peças pudessem ser submetidas a testes segundo norma FORD ES-F4SF-10655-AC no laboratório físico da empresa. Os testes exigidos pela FORD são mostrados na tabela 11.

Tabela 11: Sequência solicitados pela FORD.

Table 2-1. Test Schedule For Original Equipment Battery Assemblies (Production Validation).

BATTERY NUMBER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Weight	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rechargeability & Rate Acceptance											X	X								
Reserve Capacity										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
300 amp discharge @ -29 °C (-20 °F)										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
600 amp discharge @ 27 °C (80 °F)										X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
20 Hour Capacity		X	X	X	X	X	X	X	X											
Cold Cranking @ 18 °C (0 °F)		X	X	X	X	X	X	X	X											
Gassing										X	X									
Key Life Test (3.19 or 3.19B) @ 75°C (167°F)													X	X	X					
Vibration																X	X	X	X	
Vent Spewing		X	X																	
Terminal Torque		X	X																	
Vent Leakage				X	X															
Intercell Connector Integrity				X	X															
30-DAY STAND (DISCHARGE)						X	X	X	X											
20-Hour Capacity						X	X	X	X											
300 amp discharge @ -29 °C (-20 °F)						X	X	X	X											
Teardown								X	X											
Weight/Dimension																				X

Os resultados dos testes internos podem ser vistos nas Tabelas de 11 a 15.

Tabela 12: Resultados dos testes segundo a Norma FORD realizados na bateria de 60 Ah (FO60KD)

⇒ **Resultados:**

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03
Pesos		16571	16761	16543
Midtronics - SAE (10.09)	CCA	743	769	742
	Tensão	12.89	12.86	12.86
1º C20 (10.09) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20 ≥ 60Ah	63.297	66.470	61.967
	Tempo Desc.	21:06:00	22:09:00	20:39:00
	Ah Carga	79.687	82.790	77.706
Repouso @27°C	5 dias	Ok	Ok	Ok
100% - 25°C → Tensão	V	12.92	12.86	12.91
Densidades (g/cm³)	1ª célula	1290	1290	1290
	2ª célula	1290	1290	1290
	3ª célula	1290	1290	1290
	4ª célula	1290	1290	1290
	5ª célula	1290	1290	1290
	6ª célula	1290	1290	1290
Descarga com I20 por 4h	Ah Descarga	12.00	12.00	12.00
Repouso @27°C	1 dia	Ok	Ok	Ok
80% - 25°C → Tensão	V	12.70	12.67	12.69
Descarga com I20 por 10h	Ah Descarga	30.00	30.00	30.00
Repouso @27°C	1 dia	Ok	Ok	Ok
30% - 25°C → Tensão	V	12.19	12.15	12.17
Densidades (g/cm³)	1ª célula	1176	1178	1178
	2ª célula	1176	1180	1178
	3ª célula	1176	1182	1178
	4ª célula	1176	1182	1178
	5ª célula	1180	1182	1180
	6ª célula	1180	1182	1176
2º C20 (26.09) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20	63.734	65.620	62.125
	Tempo Desc.	22:54:00	20:07:00	21:01:00
	Ah Carga	73.057	75.505	69.946

Tabela 13: Resultados dos testes de C_{20} segundo a Norma FORD
Bateria de 60 Ah (FO60KD)

⇒ Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04
Pesos		16557	16660	16546	16470
Midtronics - SAE (14.09)	CCA	792	808	805	802
	Tensão	12.76	12.76	12.76	12.76
C20 (16.09) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20 ≥ 60Ah	64.838	64.573	62.795	64.262
	Tempo Desc.	21:37:00	21:32:00	20:56:00	21:26:00
	Ah Carga	99.166	100.979	98.224	100.018
Frio @-18°C (19.09) I = 590A	(V)30s ≥ 7,2V			7.73	7.69
	7,2V ≥ 30s			50	51

Tabela 14: Resultados dos testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD -
Bateria de 60 Ah (FO60KD)

⇒ Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05	Am 06
Pesos		16198	16088	16058	15972	16131	15838
Midtronics - SAE (30.12)	CCA	832	806	795	825	805	807
	Tensão	12.89	12.86	12.85	12.89	12.86	12.89
RC (03.01) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	RC ≥ 100min	128	116	117	115	116	114
	Ah Carga	68.247	61.606	64.705	62.160	62.160	59.114

Tabela 15: Resultados dos testes de descarga de 900A/3s, TCA e testes de Reserva de
Capacidade segundo a Norma FORD - Bateria de 75 Ah (FO75WD)

⇒ Resultados:

Amostra	Peso	Midtronics		(V)Descarga 900A	RC ≥ 130min	Ah Carga	Midtronics	
		Tensão (V)	CCA				Tensão (V)	CCA
01	19798	12.83	1013	9.13	155	87.275	12.84	954
02	19728	12.83	1011	9.00	155	100.611	12.84	960
03	20052	12.83	1034	8.99	149	86.713	12.83	989
04	19831	12.82	1025	9.01	150	91.657	12.94	968
05	20012	12.83	1029	9.05	154	96.100	12.93	995
06	19679	12.82	1008	8.84	154	90.862	12.94	974

Tabela 16: Resultados dos testes C_{20} e Partida à Frio segundo a Norma FORD –
Bateria de 75 Ah (FO75WD)

⇒ **Resultados:**

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04
Pesos		19576	19615	19275	19514
Midtronics - SAE (14.09)	CCA	941	948	941	945
	Tensão	12.76	12.76	12.76	12.76
C20 (16.09) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20 \geq 75Ah	80.218	93.221	80.684	77.118
	Tempo Desc.	21:23:00	0:52:00	21:32:00	20:34:00
	Ah Carga	122.221	148.187	128.820	118.742
Frio @-18°C (19.09) I = 750A	(V)30s \geq 7,2V		7.29		7.38
	7,2V \geq 30s		34		38

Após realizados esses testes e a qualidade das baterias ter sido comprovada, um conjunto de baterias foi enviado à planta da Moura na Argentina e também ao cliente para Planta de desenvolvimento da FORD Austrália para que fossem feitos testes de campo, de durabilidade, de colisão, dentre outros.

Foi solicitado pela FORD que a bateria FO75WD, de 75Ah/750A fosse cancelada. Isto ocorreu já em fase final de homologação, e teve como justificativa, redução de custo e a complexidade que envolvia o ferramental dos espelhos de selagem, acarretando em má qualidade da selagem do conjunto plástico (caixa e tampa). Este conjunto escolhido, excepcionalmente, era um conjunto importado pela empresa Accumalux S.A. e o processo ainda não possuía toda a estrutura necessária. Outra justificativa dada pela FORD para o cancelamento, foi a avaliação da bateria FO60KD, de 60Ah/590A, como tendo as características necessárias para substituir a demanda que seria da bateria FO75WD.

Neste contexto, todos os procedimentos ocorreram de forma satisfatória, tendo o cliente aprovado e homologado as baterias. A produção seriada já foi liberada e as peças estão sendo fornecidas desde o início do mês corrente (março de 2012).

6.7.2. PROJETO FORD B515: HOMOLOGAÇÃO DAS BATERIAS DE 43Ah, 48Ah e 52Ah

Este projeto teve como objetivo desenvolver e homologar as baterias do Programa B515 - veículo Novo EcoSport. Tal programa consiste na fabricação de quatro baterias para as versões 1.0/1.4/1.6/2.0 do motor do veículo da FORD do Brasil, tendo como especificações técnicas os dados abaixo:

Tabela 17: Características elétricas das baterias do Programa B515.

NOMENCLATURA	F043FD	F048FD	F052GD
Características	LB1		LB2
Capacidade Nominal	43Ah	48Ah	52Ah
Corrente de Partida à Frio @ - 18°C.	390A	450A	500A
Reserva de Capacidade	65min.	80min.	90min.
Tensão de Circuito Aberto	12V	12V	12V
Aceitação de Carga	12A	13,5A	15A
Ciclos J240 (@75°C)	3300 ciclos	3600 ciclos	4000 ciclos
Placa Negativa	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD
Placa Positiva	FP-15/85 SnSP	FP-15/85 SnSP	FP-13/72 Ag SP
Quantidade de Placas Positivas	4	5	6
Quantidade de Placas Negativas	5	5	6

As características de projeto são placas positivas com grade fundida e placas negativas com expandidas. Tem-se feito um maior detalhamento e busca de maior precisão na produção, além de melhorias no projeto e no processo, para garantir mínima variação no dimensionamento final e uma alta estabilidade em regime de funcionamento. Este projeto é o tipo de projeto chamado “*carry over*”, ou seja, um

projeto baseado em baterias que já são em produção seriada. No entanto, para cada veículo é necessário um novo projeto, devido ao gerenciamento e o volume de vendas. Porém, viu-se a oportunidade de buscar melhorias de projeto, visando melhor relação custo/benefício. Sendo assim, a primeira etapa foi estudar e fazer testes nas baterias atuais, verificar seus resultados (vide Figura 37 a 39 e Tabelas 18 a 23), buscar pontos de aperfeiçoamento e modificação de projeto.

➤ **Bateria FO43FD**

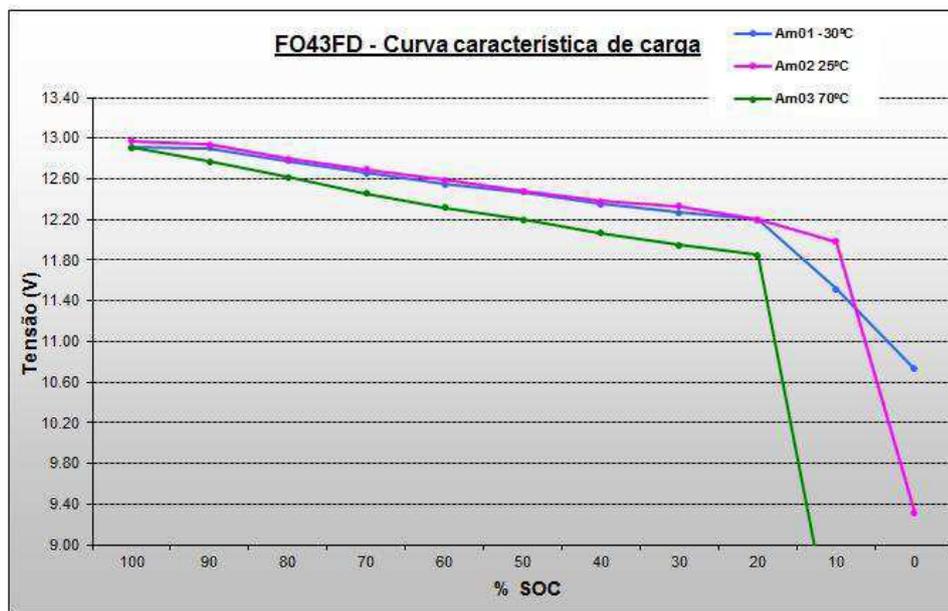


Figura 37: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de Estado de Carga a diferentes temperaturas segundo a Norma FORD.

Tabela 18: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de descarga a 900A por 3S e Tensão de Circuito Aberto - Norma FORD

⇒ **Resultados:**

Amostra	Peso	Midtronics		(V)Descarga 900A	RC ≥ 130min	Ah Carga	Midtronics	
		Tensão (V)	CCA				Tensão (V)	CCA
01	19798	12.83	1013	9.13	155	87.275	12.84	954
02	19728	12.83	1011	9.00	155	100.611	12.84	960
03	20052	12.83	1034	8.99	149	86.713	12.83	989
04	19831	12.82	1025	9.01	150	91.657	12.94	968
05	20012	12.83	1029	9.05	154	96.100	12.93	995
06	19679	12.82	1008	8.84	154	90.862	12.94	974

Tabela 19: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de Tensão de Circuito Aberto segundo a Norma FORD

⇒ Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03
Pesos		12194	12420	12388
Midtronics - SAE (22.08)	CCA	538	597	568
	Tensão	12,99	12,99	12,96
1º C20 (24.08) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20 ≥ 48Ah	44,728	47,839	48,390
	Tempo Desc.	18:38:00	19:56:00	20:10:00
	Ah Carga	57,234	62,141	60,453
Repouso @27°C	5 dias	Ok	Ok	OK
100% - 27°C → Tensão	V	13,05	13,07	13,10
Densidades (g/cm³)	1ª célula	1,310	1,304	1,308
	2ª célula	1,308	1,304	1,308
	3ª célula	1,310	1,304	1,306
	4ª célula	1,308	1,306	1,306
	5ª célula	1,308	1,306	1,306
	6ª célula	1,310	1,306	1,308
Descarga com I20 por 4h	Ah Descarga	9,60	9,60	9,60
Repouso @27°C	1 dia	Ok	Ok	OK
80% - 27°C → Tensão	V	12,75	12,78	12,72
Descarga com I20 por 10h	Ah Descarga	24,00	24,00	24,00
Repouso @27°C	1 dia	Ok	Ok	OK
30% - 27°C → Tensão	V	12,17	12,11	12,11
Densidades (g/cm³)	1ª célula	1,180	1,160	1,160
	2ª célula	1,180	1,160	1,158
	3ª célula	1,180	1,158	1,148
	4ª célula	1,180	1,150	1,158
	5ª célula	1,180	1,154	1,160
	6ª célula	1,180	1,156	1,164
2º C20 (05.09) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20	11,293	10,416	13,415
	Tempo Desc.	4:42:00	4:20:00	5:36:00
	Ah Carga	58,795	55,844	62,655

Tabela 20: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD

⇒ Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05
Pesos		11420	11531	11459	11580	11600
Midtronics - SAE (29.12)	CCA	511	507	515	503	522
	Tensão	12.99	12.99	13.02	13.02	12.99
RC (03.01) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	RC ≥ 65min	70	74	74	69	73
	Ah Carga	41.206	43.754	42.936	40.295	41.141

➤ **Bateria FO48FD**

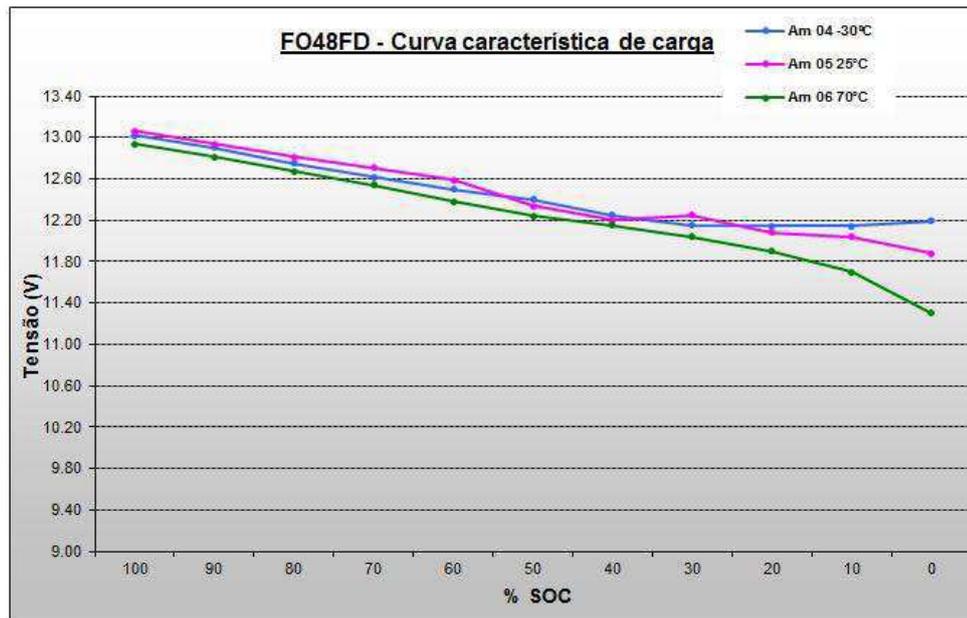


Figura 38: Protótipos 48 Ah - FO48FD: Resultados dos testes de Estado de Carga a diferentes temperaturas segundo a Norma FORD

Tabela 21: Protótipos 43 Ah - FO43FD: Resultados dos testes de C_{20} e Partida à Frio segundo a Norma FORD

➡ **Resultados:**

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05
Pesos		12353	12440	12420	12458	12424
Midtronics - SAE (02.09)	CCA	579	580	560	579	603
	Tensão	12,99	12,99	12,99	12,99	13,02
1º C20 (08.09) Recarga: 5x120 - 16V - 24h	C20 ≥ 48Ah	48,157	49,548	47,254	48,263	49,195
	Tempo Desc.	21:19:00	20:25:00	19:11:00	21:47:00	20:29:00
	Ah Carga	65,693	64,326	62,922	61,064	64,897
1º Frio @-18°C (09.09) I = 450A	(V)30s ≥ 7,2V	7,30	7,70	—	7,42	7,75
	7,2V ≥ 30s	31	46	9	37	48
Carga de Frio (12.09) 5x120 - 16V - 16h	Ah Carga	6,082	10,697	5,492	9,304	11,777
	2º C20 (12.09)					
Recarga: 5x120 - 16V - 24h	C20 ≥ 48Ah	48,420	48,468	49,429	47,762	50,591
	Tempo Desc.	20:10:00	20:11:00	20:34:00	19:53:00	21:04:00
	Ah Carga	59,513	59,352	59,675	57,588	61,821

➤ **Bateria F052GD**

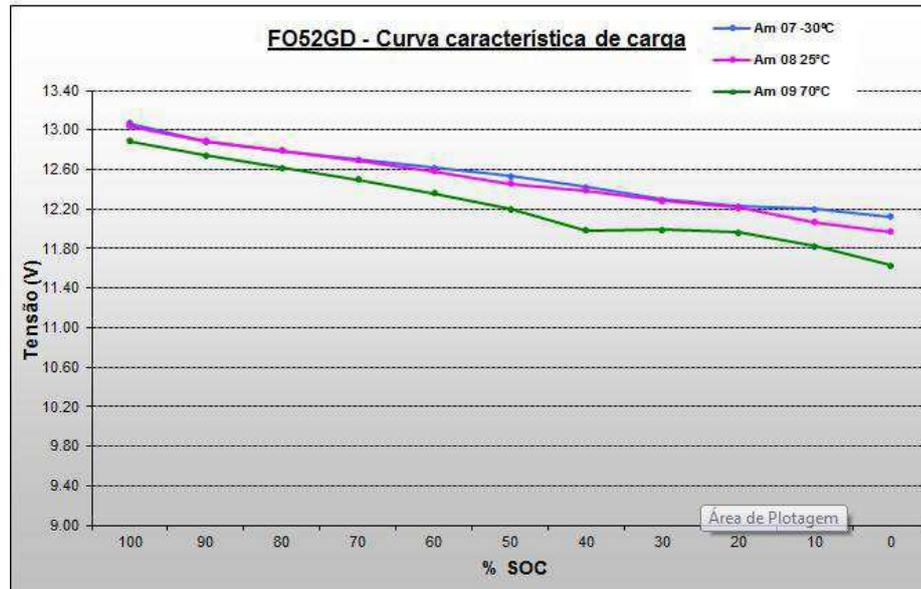


Figura 39: Protótipos 52 Ah – F052GD: Resultados dos testes de Estado de Carga a diferentes temperaturas segundo a Norma FORD

Tabela 22: Resultados dos testes de Reserva de Capacidade segundo a Norma FORD – Protótipos 52 Ah – F052GD

➔ **Resultados:** Data: 10.01.2012

Amostra	Peso	Midtronics		RC ≥ 90min	
		CCA	Tensão (V)	RC	Ah Carga
01	13835	686	12,99	99	55,159
02	14445	754	12,96	106	59,596
03	13931	684	12,99	98	54,387
04	14025	694	13,02	101	54,966
05	13944	682	12,99	103	55,231
06	13876	692	13,02	100	54,352
07	13957	704	12,99	100	56,158
08	14113	696	12,99	104	56,744
09	13927	700	12,99	100	58,144
10	14045	696	12,99	101	56,284
11	13961	701	12,99	99	55,567
12	13919	705	12,99	97	57,097
13	13915	708	12,92	97	58,253
14	14015	643	12,99	93	72,450
15	13930	697	12,99	98	65,282

Tabela 23: Resultados dos testes de C_{20} segundo a Norma FORD –
Protótipos 52 Ah – FO52GD

⇒ **Resultados:** Data de Finalização: 16.11.2011

Amostra	Peso	Midtronics		C20 ≥ 43Ah	Tempo Desc.	Carga (Ah)
		CCA	Tensão (V)			
01	14071	626	12,92	49,475	19:02:00	74,821
02	14062	627	12,92	49,148	18:54:00	74,875
03	13641	603	12,89	52,511	20:12:00	69,448
04	13992	637	12,92	49,084	18:53:00	75,015
05	13907	612	12,89	53,589	20:37:00	79,487
06	13943	652	12,86	52,413	20:10:00	78,700

De acordo com as verificações e análises feitas nas baterias de produção seriada através dos testes de laboratório e da abertura das baterias com falha prematura, foi possível identificar alguns problemas. Pontos principais foram observados:

- O encolhimento do material ativo negativo, causando a perda do contato entre a massa e a grade. Com isso a bateria perde em capacidade e em condução da corrente de partida, além de causar falha prematura da bateria.
- Corrosão da grade positiva durante o processo de ciclagem. Esse efeito é natural na placa positiva, mas pode ser acentuada com o consumo de água e baixa porosidade da grade, o que dificulta a reação entre grade, massa e eletrólito.

A partir daí foi iniciada uma segunda etapa do projeto, onde foram desenvolvidos diferentes modelos para essas baterias, modificando-se o projeto a partir das equações de dimensionamento vistas anteriormente. Para avaliar um melhor desempenho no funcionamento das baterias, variou-se o peso do material ativo das placas, a espessura das grades, o plano de formação e o tipo de processo de fabricação da grade (fundida, expandida e laminada). Essas variações foram feitas como solução para os problemas anteriormente citados, além de visar a redução de custo do produto, melhoria da qualidade, diminuição dos índices de garantia da assistência técnica, devolução e falha em campo, o alcance de um maior rendimento e vida útil da bateria.

Dentre os índices de maior ocorrência dos problemas citados e de assistência técnica entre todos os modelos do programa, escolheu-se a bateria FO43FD para desenvolver quatro modelos de baterias para serem produzidos e testados em

laboratório. Para tanto, foram feitos os projetos de dimensionamento que incluíram o cálculo das placas, cálculo para a montagem, cálculo do eletrólito, cálculo das características elétricas, cálculo das taxas de desempenho {[Relação Ácido/Massa]; [Massa (+)/Massa(-)]; [Peso da grade(+)/ Peso placa(-)]}, cálculo especial para a formação, cálculo para o acabamento e dimensões físicas da bateria. As especificações dos protótipos foram dispostos na Tabela 24 e os planos de Formação para cada tipo de protótipo encontram-se nas tabelas de 25 a 28.

Tabela 24: Especificações para todos os tipos de Protótipos produzidos

DENSIDADE DE ENCHIMENTO (G/L):	1160
Temperatura do eletrólito (°C):	28
Densidade Final (g/l):	1280
Temperatura Ambiente (°C):	28
Nível do Eletrólito de Enchimento (mm):	129,5
Tipo de Formação:	Lenta
Densidade de Enchimento 2º Step (g/l):	1340
Volume de Eletrólito por Cuba (ml):	496,7

Tabela 25: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO – TIPO 1

	I MÁX. (A)	I MIN. (A)	TEMPERATURA (°C)	CORRENTE (AH)
Fase I	7,9	2,8	62	3
Fase II	13,1	5,6	61	14
Fase III	15,1	10,1	60	77
Fase IV	5,4	2,0	54	180

Tabela 26: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO – TIPO 2

	I MÁX. (A)	I MIN. (A)	TEMPERATURA (°C)	CORRENTE (AH)
Fase I	7,6	2,7	62	3
Fase II	13,0	5,6	61	14
Fase III	14,9	9,8	60	77
Fase IV	5,4	2,0	54	193

Tabela 27: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO - TIPO 3

	$I_{MÁX.}$ (A)	$I_{MIN.}$ (A)	TEMPERATURA (°C)	CORRENTE (AH)
Fase I	7,4	2,5	62	3
Fase II	12,8	5,3	61	14
Fase III	14,8	9,8	60	77
Fase IV	5,3	1,9	54	195

Tabela 28: PLANO DE FORMAÇÃO LENTO - TIPO 4

	$I_{MÁX.}$ (A)	$I_{MIN.}$ (A)	TEMPERATURA (°C)	CORRENTE (AH)
Fase I	8,0	2,9	62	3
Fase II	13,2	5,7	61	14
Fase III	15,2	10,1	60	77
Fase IV	5,7	2,2	54	180

Concluído este dimensionamento, foi feito o agendamento da fabricação das placas e da montagem da bateria.

✓ Tipo 1:

(+): 4 placas FPP 08/85 Sn SP

(-): 5 placas FNC 07/65 Ca SD

Quantidade de placas (+): 240

Quantidade de placas (-): 300

Esta configuração foi calculada para verificar o desempenho da grade laminada positiva, com configuração ótima de custo e produção.

✓ Tipo 2:

(+): 4 placas FPP 08/91 Sn SP

(-): 5 placas FNC 07/65 Ca SD

Quantidade de placas (+): 240

Quantidade de placas (-): 300

A configuração deste tipo de protótipos foi calculada para verificar o desempenho da grade laminada positiva com uma quantidade maior de massa, afim de aumentar a reserva de capacidade e incrementar a corrente de partida (CCA). A configuração também tem bom custo e ótima produção.

✓ Tipo 3:

(+): 4 placas FPP 08/91 Sn SP

(-) : 5 placas FNP 07/65 Ca SD (Grade Properzi Positiva + Massa negativa)

Quantidade de placas (+): 240

Quantidade de placas (-): 300

Esta configuração foi feita usando a grade laminada por esta possuir grade negativa com menor área do diamante objetivando de diminuir o encolhimento do material negativo e consequente desconexão com a grade. Além disso, será possível verificar o desempenho da grade laminada positiva com uma quantidade maior de massa, afim de aumentar a reserva de capacidade e incrementar a corrente de partida (CCA). A configuração também tem bom custo e ótima produção.

✓ Tipo 4 - Produção:

(+): 4 placas FP 15/85 Sn SP (fundida)

(-) : 5 placas FNC 07/65 Ca SD

Quantidade de placas (+): 120

Quantidade de placas (-): 150

Depois de preparadas as configurações, as baterias foram montadas e foi agendado o início dos testes em laboratório. Próximo a data de início dos testes, as baterias foram formadas com plano de formação especial, com a última fase lenta, para que houvessem melhorias no desempenho elétrico.

Todas as baterias foram submetidas a testes segundo a *Norma FORD ES-F4SF-10655-AC* no laboratório físico da empresa. Os resultados parciais dos testes exigidos pela FORD e executados em laboratório são mostrados nos relatórios das Tabelas 29 a 32 . A completude dos testes deverá ocorrer dentro de um ou dois meses.

Tabela 29: Resultados dos testes segundo a Norma FORD - TIPO 1 -Protótipos 43 Ah - FO43FD

⇒Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05	Am 06
Pesos		10627	10798	10940	11209	11073	10877
Midtronics - IEC (18.01)	CCA	475	466	479	468	478	472
	Tensão	12,82	12,86	12,82	12,82	12,86	12,86
RC (30.01) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	RC ≥ 65min	63	59	62	64	60	61
	Ah Carga	36,365	36,446	36,339	39,24	38,921	37,369
Frio @-29°C (30.01) I = 390A	(V)10s ≥ 8,0V	7,25	7,38	7,48	8,00	7,90	8,16
	5,0V ≥ 36s	32	36	39	48	45	54
Carga de Frio (31.01) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	8,932	8,817	9,629	9,796	9,267	9,622
Descarga @27°C (31.01) I = 600A	(V)5s ≥ 8,5V	8,32	8,20	8,35	8,30	8,33	8,37
Carga (02.02) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	8,526	8,500	8,469	9,372	9,796	8,551
3.19A - J240 @75°C (24.02) Ciclagem: 1. Descarga 25A - 4min 2. Carga 25A - 14,8V - 10min 3. Fazer 428 ciclos, os passos 1 e 2 4. Repouso 60h @75°C 5. Descarga @75°C com CCA.	Peso Inicial	11259	11250	11231			
		428	9,09	9,45	9,41		
		856	8,6	9,23	9,06		
		1284					
		1712					
		2140					
		2568					

Tabela 30: Resultados dos testes segundo a Norma FORD - TIPO 2 - Protótipos 43 Ah - FO43FD

⇒Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05	Am 06
Pesos		11130	11177	11163	11133	11167	11697
Midtronics - IEC (30.01)	CCA	475	457	480	482	469	516
	Tensão	12,89	12,99	12,96	12,92	12,92	12,89
RC (03.02) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	RC ≥ 65min	67	65	72	70	68	69
	Ah Carga	39,127	38,646	39,785	39,617	39,690	39,223
Frio @-29°C (06.02) I = 300A	(V)10s ≥ 8,0V	7,72	7,84	7,72	7,70	7,69	7,50
	5,0V ≥ 36s	47	49	48	49	49	48
Carga de Frio (08.02) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	9,528	10,196	9,572	8,780	9,605	8,635
Descarga @27°C (16.02) I = 600A	(V)5s ≥ 8,5V	8,72	8,57	8,28	8,20	8,15	8,50
Carga (16.02) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	10,278	9,851	9,750	8,644	11,052	9,642
C20 (17.02) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	C20 ≥ 43Ah	45,169	38,595	42,434			
	Tempo Desc.	21:01:00	17:57:00	19:50:00			
	Ah Carga	48,889	41,959	51,563			
1º Frio @-18°C (24.02) I = 390A	(V)30s ≥ 7,2V	7,30	7,33	7,46			
	7,2V ≥ 30s	31	32	34			
Carga de Frio (24.02) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	7,428	7,255	7,286			
3.19A - J240 @75°C () Ciclagem: 1. Descarga 25A - 4min 2. Carga 25A - 14,8V - 10min 3. Fazer 428 ciclos, os passos 1 e 2 4. Repouso 60h @75°C 5. Descarga @75°C com CCA.	Peso Inicial						
		428					
		856					
		1284					
		1712					
		2140					
		2568					

Tabela 31: Resultados dos testes segundo a Norma FORD – TIPO 3

Protótipos 43 Ah - FO43FD

⇒ Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05	Am 06
Pesos		11734	11742	11704	11724	11,698	11865
Midtronics - IEC (04.01)	CCA	525	524	525	524	522	529
	Tensão	12,89	12,92	12,89	12,89	12,89	12,89
RC (11.01) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	RC ≥ 65min	75	77	74	74	72	70
	Ah Carga	43,167	42,673	43,741	42,316	41,329	40,501
Frio @-29°C (16.01) I = 390A	(V)10s ≥ 8,0V	6,40	6,56	6,45	6,41	6,51	6,54
	5,0V ≥ 36s	29	32	31	30	31	31
Carga de Frio (17.01) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	8,173	8,966	7,345	7,977	8,438	8,651
Descarga @27°C (17.01) I = 600A	(V)5s ≥ 8,5V	8,64	8,69	8,87	8,69	8,66	8,68
Carga (18.01) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	9,297	9,102	9,036	9,147	9,107	9,207
3.19A - J240 @75°C (24.02) Ciclagem: 1. Descarga 25A - 4min 2. Carga 25A - 14,8V - 10min 3. Fazer 428 ciclos, os passos 1 e 2 4. Repouso 60h @75°C 5. Descarga @75°C com CCA.	Peso Inicial	11894	11930	11911			
		428	9,72	9,81	9,78		
		856	9,47	9,5	9,48		
		1284	8,99	9,11	9,03		
		1712	5,01	7,12	4,18		
		2140					
	2568						

Tabela 32: Resultados dos testes segundo a Norma FORD – TIPO 4

Protótipos 43 Ah - FO43FD

⇒ Resultados:

Teste	Esp.	Am 01	Am 02	Am 03	Am 04	Am 05	Am 06
Pesos		11734	11742	11704	11724	11,698	11865
Midtronics - IEC (04.01)	CCA	525	524	525	524	522	529
	Tensão	12,89	12,92	12,89	12,89	12,89	12,89
RC (11.01) Recarga: 5xI20 - 16V - 24h	RC ≥ 65min	70	68	71	72	63	70
	Ah Carga	43,167	42,673	43,741	42,316	41,329	40,501
Frio @-29°C (16.01) I = 390A	(V)10s ≥ 8,0V	6,40	6,56	6,45	6,41	6,51	6,54
	5,0V ≥ 36s	29	32	31	30	31	31
Carga de Frio (17.01) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	8,173	8,966	7,345	7,977	8,438	8,651
Descarga @27°C (17.01) I = 600A	(V)5s ≥ 8,5V	8,64	8,69	8,87	8,69	8,42	8,68
Carga (18.01) 5xI20 - 16V - 16h	Ah Carga	9,297	9,102	9,036	9,147	9,107	9,207

As baterias ainda estão sendo testadas em laboratório, visto que a sequência de testes completa para avaliar a durabilidade, desempenho, corrosão, etc., leva em média 75 dias para ser concluído. Porém, os resultados parciais são muito satisfatórios,

indicando já nos testes parciais quais variações levarão a um resultado otimizado e uma bateria com melhor custo/benefício. Estes protótipos incluem o uso de grades positivas e negativas laminadas, grades positivas laminadas e grades negativas expandidas, empastamento com mais e menos material ativo, além de peças apenas com grade negativa expandida, conservando-se o peso da massa.

O veículo Novo EcoSport que utilizará esta bateria, também possuirá o sistema integrado ao veículo para monitoramento da bateria, o já mencionado *BMS (Battery Management System)*.

As baterias ainda estão em processo de validação e devem ser fornecidas a partir de julho do corrente ano.

6.7.3. PROJETO FORD VWP: IMPLANTAÇÃO DAS PLACAS VC E FC NEGATIVA EXPANDIDA PARA AS BATERIAS LB3 FORD E INTRODUÇÃO DA TAMPA COM CONCEITO *ROLL OVER*.

Este é um projeto de baterias para o veículo Ranger 2012 da Montadora FORD. Tal projeto consiste na alteração de produtos já existentes e contemplará as baterias 30VAP, 34VAM, 32VWM e 36VWM. Esta alteração consiste em substituir as placas negativas atualmente fabricadas pelo processo de fundição, pela grade negativa fabricada com tecnologia expandida, reduzindo assim o peso do chumbo e, conseqüentemente, o preço da bateria e oferecendo ainda o mesmo desempenho elétrico.

A nova tampa VWP possui um novo labirinto, chamado de *Roll Over*, que foi desenvolvido pela engenharia de produto para melhorar a condensação dos gases ácidos da bateria e evitar o vazamento de tal solução. Possui um sistema que em casos de tombamento impede-se o vazamento da solução, diminuindo os riscos em caso de acidentes. Estas baterias também serão monitoradas pelo novo sistema de monitoramento de carga da bateria, o *BMS*.

Os protótipos para análise de desempenho elétrico e mecânico já estão prontos, aguardando apenas serem submetidos a testes no laboratório da empresa. Este projeto deve ser concluído até o fim do corrente ano.

6.7.4. PROJETO FORD B562: DESENVOLVER BATERIAS PARA O NOVO KA

O B562 tem por objetivo atender a uma nova demanda da FORD para a redução de custos dos produtos FO43FD, FO48FD e FO52GD com as características elétricas dispostas na Tabela 33.

***Tabela 33:** Características elétricas das baterias do Programa B562.*

NOMENCLATURA	FO43FD	FO48FD	FO52GD
Características	LB1		LB2
Capacidade Nominal	43Ah	48Ah	52Ah
Corrente de Partida à Frio @ - 18°C.	390A	450A	500A
Reserva de Capacidade	65min.	80min.	90min.
Tensão de Circuito Aberto	12V	12V	12V
Aceitação de Carga	12A	13,5A	15A
Ciclos J240 (@75°C)	3300 ciclos	3600 ciclos	4000 ciclos
Placa Negativa	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD
Placa Positiva	FP-15/85 SnSP	FP-15/85 SnSP	FP-13/72 Ag SP
Quantidade de Placas Positivas	4	5	6
Quantidade de Placas Negativas	5	5	6

As baterias FO43FD, FO48FD e FO52GD da FORD atualmente utilizam grade negativa expandida COMINCO e tampas com o conceito Roll Over, portanto este projeto visa otimizar o custo e a qualidade de tais baterias. Este projeto refere-se ao lançamento do novo FORD KA em uma plataforma global.

O projeto em questão trata do desenvolvimento de baterias automotivas de chumbo-ácido para a linha do veículo KA da Ford Brasil e serão desenvolvidas três baterias que deverão utilizar grades positivas fundidas e grades negativas expandidas,

nova bucha com desenho de labirinto (anéis) otimizado. Deverá ser aprovada em todos os ensaios descritos na norma Ford F4SF-10655AC - versão 07/04/2010 e atender também a todos os ensaios de durabilidade e partida a frio na Ford. Deve ter como requisito também atender todos os ensaios de durabilidade na Ford, atender requisitos da resolução CONAMA 401/08 e manter a devolução média de 0 a 12 meses em 0,4%.

São riscos iniciais para os projeto:

- O aumento de devolução em garantia por curto circuito devido a furos no separador.
- O aumento de devolução em garantia por desligamento devido à falha da solda COS do strap negativo.

Este projeto está em fase de planejamento e desenvolvimento do produto. A conclusão está prevista para ocorrer até Setembro de 2013.

6.7.5. PROJETO FORD B299: DESENVOLVER BATERIAS PARA O FORD FIESTA.

A FORD pretende reduzir o custo da bateria fornecida atualmente e pra atender a essa nova demanda o produto FO52GD será desenvolvido.

A bateria FO52GD da FORD atualmente utiliza grade negativa expandida e tampas com o conceito Roll Over. Portanto, este projeto visa otimizar custo e qualidade destas baterias. Este projeto refere-se ao lançamento do New Fiesta Hatch em uma plataforma global.

O projeto em questão trata do desenvolvimento de uma bateria de 52Ah para a planta de Ford São Bernardo do Campo (SP) que será atendida pela Unidade de Itapetininga (SP – UN06). A bateria de 52Ah/ 500Adeverá utilizar nova bucha com desenho de labirinto (anéis) otimizado, devem ser montada no conjunto plástico GR42 e tampa com labirinto Roll Over (2008). Deve ser Aprovada em todos os ensaios descritos na norma Ford F4SF-10655AC - versão 07/04/2010 e atender também a todos os ensaios de durabilidade e partida a frio na Ford. O projeto deve ser gerenciado conforme norma Moura UNQ4011 e UNQ4015.

Este projeto está em fase de planejamento e desenvolvimento do produtoe deve estar concluído ate Janeiro de 2013.

6.7.6. PROJETO FORD C346: DESENVOLVER BATERIAS PARA O FORD FOCUS.

Este projeto visa o desenvolvimento de duas baterias e refere-se ao lançamento do novo FORD FOCUS em uma plataforma global.

O projeto em questão trata do desenvolvimento de baterias automotivas de chumbo-ácido com as características elétricas: 52Ah/500A e 60Ah/ 550A. Essas baterias deverão utilizar grade positiva Fundidas e grades negativa expandida, nova bucha com desenho de labirinto (anéis) otimizado, tampas com conceito Roll Over e devem ser montadas nos conjuntos plásticos GR42 e VWP, respectivamente. Deve ser Aprovada em todos os ensaios descritos na norma Ford F4SF-10655AC - versão 07/04/2010 e atender também a todos os ensaios de durabilidade e partida a frio na Ford. Estas baterias serão fornecidas para a planta da Ford na Argentina que fica em Pacheco.

A fase em que se encontra o desenvolvimento deste projeto é a de planejamento e deve estar concluído até Maio de 2013.

6.7.7. DESENVOLVIMENTO DAS BATERIAS DE 50Ah, 60Ah e 70Ah PARA A GENERAL MOTORS - PROGRAMAS GSV, ÔNIX E J300.

Esse projeto consiste na fabricação de três baterias para General Motors do Brasil: 50Ah/375A EN, 60Ah/438A EN e 70Ah/512A EM e teve como objetivo desenvolver e homologar as baterias do Programa GSV da General Motors. Este projeto se mostrou de grande importância para a empresa devido ao aumento na participação da Moura nesta montadora de 25% para 60%, alcançado assim um significativo crescimento dentro do mercado de peças originais.

Tabela 34: Características elétricas das baterias do Programa GSV da GM.

NOMENCLATURA	GM50ED	GM60ADLN2	GM70LD
Características	LN1	LN2	LN3
Capacidade Nominal	50Ah	60Ah	70Ah
Corrente de Partida à Frio @ - 18°C.	375A	438A	512A
Reserva de Capacidade	80min.	99min.	119min.
Tensão de Circuito Aberto	12V	12V	12V
Aceitação de Carga	13A	15A	18A
Ciclos J240 (@75°C)	3778 ciclos	4534 ciclos	5290 ciclos
Placa Negativa	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD	FNC-07/65 Ca SD
Placa Positiva	FP-15/80 Ag SP	FP-15/85 Ag SP	FP-15/80 Ag SP
Quantidade de Placas Positivas	5	6	7
Quantidade de Placas Negativas	6	7	8

Este programa foi passado para gestão da estagiária já em fase de encerramento. A produção de amostras e os testes segundo norma GMW3092 já haviam sido realizados no laboratório físico da Moura. Pode-se observar a sequência de testes exigidos pela GM na tabela 35.

Tabela 35: Sequência de Testes solicitados pela GM

Test Sequence	Test Event ^{Note 3}	Section	Battery Number						
			1 to 4	5 to 8	9 to 12	13 to 16	17 to 22	23 to 28	29 to 32
1	Mass	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
2	Tilt and Vent Capability	4.3.22, 4.3.23		✓					
3	Leak	4.3.10	✓						
4 ^{Note 1}	Capacity: 20-Hour	4.3.4	✓						
5	Charge Rate Acceptance at 0°C	4.3.6	✓						
6	Reserve Capacity (RC)	4.3.3		✓	✓	✓	✓	✓	
7 ^{Note 2}	Cold Cranking at -18°C	4.3.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
8 ^{Note 1}	Capacity: 20-Hour	4.3.4	✓	✓		✓			
9	Reserve Capacity (RC)	4.3.3			✓				
10 ^{Note 2}	Cold Cranking at -18°C	4.3.1			✓				
11	Reserve Capacity (RC)	4.3.3			✓				
12	Cold Cranking at Low Capacity and Low Temperature	4.3.2			✓				
13	Self Discharge	4.3.5		✓					
14	Top Lift	4.3.11.1	✓						
15	Side Lift	4.3.11.2	✓						
16	Handle Lift	4.3.11.3	✓						
17	Top Post Lift	4.3.11.4	✓						
18	Hydrometer Function	4.3.25				✓			
19	Water Consumption	4.3.9			✓				
20	Thermal Shock	4.3.14	✓						
21	Cycle Life	4.3.18					✓		
22	Battery Life (CERT)	4.3.19						✓	
23	Flame Retardant Venting	4.3.24		✓					
24	Total Discharge	4.3.8				✓			
25	Vibration	4.3.16	✓						
26	Field Rechargeability	4.3.7			✓				
27	Bump	4.3.15			✓				
28	Short Circuit	4.3.20				✓			
29	Terminal Strength	4.3.12					✓		
30	Outline Dimensions	—	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
31	Case Impact - Case Only	4.3.13							✓
32	Case Chemical Resistance - Case Only	4.3.17							✓
33	Label Chemical Resistance	4.3.26	✓						

Os resultados dos testes executados estão dispostos nas tabelas 36 a 38.

Tabela 36: Resultados dos testes segundo norma realizados na bateria de 50 Ah (GM50ED)

4.3.4 (22.07.10)	C20 ≥ 50Ah	52,53	53,01	53,03	52,98
- Capacity Test					
4.3.6 (26.07.10)	Temp. inicial	0°C	0°C	0°C	0°C
- Charge Rate Acceptance	I (A) 10min ≥ *	13,66	13,78	13,79	13,77
* Valores encontrados pelo C20 medido x 0,26.	I (A) 10min	16,03	15,99	15,96	15,55
	Temp. final	2,0°C	2,5°C	2,0°C	2,0°C
4.3.3	RC ≥ 80min				
- Reserve Capacity					
4.3.1	Temp. inicial	-18°C	-18°C	-18°C	-18°C
- Cold Cranking (SAE)	I = 404A	404	404	404	404
	(V) 10s	9,18	8,98	9,12	9,07
	30s ≥ 7,2V	8,37	8,63	8,91	8,81
	Temp. final	-16,0°C	-17,5°C	-17,5°C	-16,5°C

Tabela 37: Resultados dos testes segundo norma realizado na bateria de 60 Ah (GM60ADLN2)

4.3.4 (15.07.10)	C20 ≥ 60Ah	62,71	62,53	61,26	61,15
- Capacity Test					
4.3.6 (19.07.10)	Temp. inicial	0°C	0°C	0°C	0°C
- Charge Rate Acceptance	I (A) 10min ≥ *	16,31	16,26	15,93	15,90
* Valores encontrados pelo C20 medido x 0,26.	I (A) 10min	20,23	19,56	18,56	19,95
	Temp. final	2,0°C	2,5°C	2,5°C	2,5°C
4.3.3	RC ≥ 95min				
- Reserve Capacity					
4.3.1	Temp. inicial	-18°C	-18°C	-18°C	-18°C
- Cold Cranking (SAE)	I = 471A	471	471	471	471
	(V) 10s	8,89	9,07	9,29	9,26
	30s ≥ 7,2V	8,53	8,56	8,63	8,62
	Temp. final	-16°C	-17°C	-17°C	-16,5°C

Tabela 38: Resultados dos testes segundo norma realizado na bateria de bateria de 70 Ah (GM70LD)

4.3.4 (29.07.10)	C20 ≥ 70Ah	73,18	71,43	71,05	72,57
- Capacity Test					
4.3.6 (02.08.10)	Temp. inicial	0°C	0°C	0°C	0°C
- Charge Rate Acceptance	I (A) 10min ≥ *	19,03	18,57	18,47	18,87
* Valores encontrados pelo C20 medido x 0,26.	I (A) 10min	21,23	22,36	23,01	22,91
	Temp. final	2,5°C	2,5°C	2,0°C	2,5°C
4.3.3	RC ≥ 115min				
- Reserve Capacity					
4.3.1	Temp. inicial	-18°C	-18°C	-18°C	-18°C
- Cold Cranking (SAE)	I = xxxA	xxx	xxx	xxx	xxx
	(V) 10s	8,92	8,97	8,90	8,97
	30s ≥ 7,2V	8,14	8,17	8,13	8,16
	Temp. final	-17,5°C	-17,5°C	-17°C	-16,5°C

Para a conclusão do projeto está sendo feita uma revisão de toda a documentação, atualização de normas e finalização para início da produção seriada e fornecimento ao cliente.

6.7.8. PROJETO FIAT: ENTRADA DA GRADE EXPANDIDA COMINCO VC NAS BATERIAS 26GSF E 28GRF.

As baterias deste projeto são duas: 26GSF e 28GRF. Os objetivos são usar grade expandida como grade negativa e introduzir as placas negativas expandidas sem alterar seu desempenho e durabilidade.

Pensando na necessidade de redução de custo, este projeto visa a homologação do produto dentro da Fiat do Brasil, pois hoje o mercado de montadoras busca competitividade e cabe aos seus fornecedores buscar alternativas de redução de custo sem afetar a qualidade do produto final.

São critérios de aceitação de produto:

- Aprovação dos ensaios de laboratório conforme Norma Fiat;
- Aprovação nos testes de durabilidade e partida a frio na Fiat.

Este projeto já tem protótipos construídos aguardando ensaios de laboratório. A previsão para sua conclusão é maio de 2012.

6.7.9. PROJETO FIAT: ENTRADA DA GRADE EXPANDIDA COMINCO VC NA BATERIA FI60ADEX E RETIRADA DA LÃ DE VIDRO

A necessidade de redução de custo e conseqüente homologação do produto dentro da Fiat do Brasil são as justificativas deste projeto. Hoje o mercado de montadoras busca competitividade e seus fornecedores precisam buscar alternativas de redução de custo sem afetar a qualidade do produto a ser entregue.

O escopo do projeto é resumido em usar grade expandida VC COMINCO com 30g como grade negativa e essa substituição não deverá alterar seu desempenho e durabilidade.

Os protótipos a serem construídos já estão agendados e a previsão para sua conclusão é junho de 2012.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio integrado realizado na Acumuladores Moura S.A. teve seu objetivo alcançado com sucesso, pois proporcionou a aluna o entendimento funcional de uma grande empresa industrial, fazendo-a confrontar conceitos aprendidos na Universidade com a realidade prática. Proveu significativo crescimento do ponto de vista técnico, além de ainda ter trazido enorme crescimento pessoal por proporcionar um convívio com profissionais com vasta experiência e de áreas distintas (porém complementares), realizando trabalho em equipe. De maneira análoga, o curso de Engenharia Elétrica veio alavancar o desempenho no estágio em detrimento de outras áreas, pois a maioria dos conceitos abordados, as ferramentas básicas e a base sobre o funcionamento de acumuladores tinham fortes relações com o curso generalista que é Engenharia Elétrica nesta Universidade.

Tendo em vista as atividades desenvolvidas, pode-se dizer que o aprendizado no setor de autopeças e automotivo - principalmente por ter ocorrido onde é feita a concepção do produto - foi demasiadamente amplo, facilitando assim a possibilidade de enveredar por este segmento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ENGINEERING SPECIFICATION. PART NUMBER ES-F4SF-10655-AC. *Lead-Acid Storage Battery Assemblies for Original Equipment Applications in Passenger Vehicles & Light Trucks*. Version 1.4. 15/ July/2004. Ford Motor Company Advanced Vehicle Technology Electrical/Electronic Systems Engineering.
- [2] JÚNIOR, A. G. P.; ALVES, M. L. *Baterias Automotivas* - Grupo Moura, Engenharia Corporativa, 1996.
- [3] Documentações da Empresa Acumuladores Moura S.A.;
- [4] DINIZ, Flamarion B. *Acumuladores Chumbo-Ácido Automotivos*. 2ª Edição.
- [5] VINAL, G. W., *Storage Batteries – A General Treatise on the Physics and Chemistry of Secondary Batteries and their Engineering Applications*, 4ª Edição, John Wiley & Sons, 1955;
- [6] LINDEN, D.; REDDY, T. B. *Handbook of batteries*. 3ª ed. McGraw-Hill, 1995.
- [7] GMW3092. *Global Battery Performance and Test Specification for Cars and Light Duty Trucks*. Primeira edição: 03.2007.
- [8] NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 15940. *Baterias chumbo-ácido para uso em veículos rodoviários automotores de quatro ou mais rodas – Especificação e métodos de ensaio*. Primeira edição: 14.04.2011, Válida a partir de: 14.05.2011.
- [9] FALCONI, V. *Gerenciamento da Rotina do trabalho do dia-a-dia*, Editora FCO. Belo Horizonte, 1994.
- [10] SILVA, D.C. *Metodologia de Análise e Solução de Problemas; Curso de especialização em Qualidade Total e Marketing*. Florianópolis: Fundação CERTI,UFSC, 1995.