



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

ALICE VIEIRA TURNELL

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA
ACUMULADORES MOURA S/A**

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2014

ALICE VIEIRA TURNELL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA
ACUMULADORES MOURA S/A

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

Área de Concentração: Sistemas de Baterias

Orientador:

Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2014

ALICE VIEIRA TURNELL

RELATÓRIO DE ESTÁGIO REALIZADO NA ACUMULADORES MOURA S/A

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

Área de Concentração: Sistemas de Baterias

Aprovado em / /

Professor Washington Luíz Araújo Neves, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Karcus Marcelus Colaço Dantas, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

Dedico este trabalho a todos que contribuíram para minha formação acadêmica e, acima de tudo, pessoal.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFCG, que me acolheu durante a graduação e me permitiu concluir este último trabalho.

Agradeço a Acumuladores Moura, por me acolher durante estes quase 7 meses. Assim como pelas excelentes condições de trabalho e por todas as oportunidades de aprendizado e de crescimento profissional oferecidas.

Agradeço à minha família, por todo o apoio ao longo da graduação e sempre. Por ter estado presente, me apoiando, dando força e motivação, não medindo esforços para eu chegar a esta etapa da minha vida.

Agradeço ao meu orientador, Karcius Dantas, pela contribuição ao trabalho e grande apoio nesta última etapa da graduação.

Agradeço a Carlos Vidal, orientador profissional do meu estágio, e a July Glebe, que compõe a nossa equipe de inovação, pela paciência e dedicação para minha formação na empresa. Agradeço também aos colegas da Engenharia de Produto e do ITEM, pela companhia ao longo destes meses na empresa.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma, contribuíram para a minha formação profissional e pessoal, hoje e sempre.

“Challenges are what makes life interesting and overcoming them is what makes life meaningful.”
Joshua J. Marine.

RESUMO

Este trabalho relata as atividades desenvolvidas ao longo do estágio, realizado na empresa Acumuladores Moura S/A, no período de 19 de Maio de 2014 a 05 de Dezembro de 2014. O estágio foi realizado no setor de Engenharia de Inovação, que compõe a Engenharia do Produto, na Matriz da empresa. Sendo assim, as atividades desenvolvidas ao longo do estágio estão relacionadas com projetos que representam inovações para a empresa quanto a sistemas de baterias chumbo-ácido e suas aplicações. Dentre os projetos desenvolvidos, destacam-se aqueles voltados para aplicações em sistemas fotovoltaicos e veículos elétricos híbridos.

Palavras-chave: Sistemas de baterias chumbo-ácido, sistemas fotovoltaicos, veículos elétricos híbridos.

SUMÁRIO

1	Introdução	12
2	A Empresa.....	13
2.1	História.....	13
2.2	Estrutura Organizacional.....	15
2.3	Processo de Fabricação de Baterias Chumbo Ácido	16
3	Embasamento Teórico.....	17
3.1	Fundamentos Básicos de Baterias Chumbo-Ácido	17
3.1.1	Reação Eletroquímica	17
3.1.2	Estrutura.....	19
3.1.3	Capacidade C_{20}	20
3.2	Sistemas de Gerenciamento de Energia	20
3.2.1	Características do BMS.....	21
3.2.2	Medição do Estado de Carga (SoC).....	22
3.2.3	Balanceamento das Células.....	23
3.3	Sistemas Fotovoltaicos.....	24
3.3.1	Componentes de Sistemas Fotovoltaicos	24
3.3.2	Painéis Fotovoltaicos	25
3.3.3	Conexão com a rede elétrica	26
3.4	Veículos elétricos e Veículos Elétricos Híbridos.....	27
3.4.1	Veículos Elétricos.....	27
3.4.2	Veículos Elétricos Híbridos	27
3.4.3	Motor elétrico e motor à combustão	28
3.4.4	Arquiteturas de HEV	29
3.4.5	Graus de Hibridização	33
3.5	Políticas de incentivo a P&D.....	34
3.5.1	Processo Produtivo Básico.....	34
3.5.2	Inovar-Auto.....	35
4	Atividades Desenvolvidas	36
4.1	Estudo Introdutório.....	36
4.1.1	Justificativa	36
4.1.2	Metodologia	36
4.1.3	Resultados	36
4.1.4	Conclusão.....	37
4.2	Treinamento no <i>Battery Manager Digatron</i>	37
4.2.1	Sobre o Equipamento.....	37
4.2.2	Atividades Desenvolvidas	40
4.2.3	Resultados	41

4.2.4	Conclusão.....	43
4.3	Projetos - Sistemas Fotovoltaicos	43
4.3.1	Contexto e Parcerias	43
4.3.2	Projeto 1 – Parceria Moura/UFPB	44
4.3.3	Projeto 2 – Parceria Moura/UFMA.....	45
4.3.4	Atividades desenvolvidas.....	45
4.3.5	Conclusão.....	47
4.4	Projetos - Veículos Elétricos Híbridos	47
4.4.1	Projeto 3 - Sistema de Baterias 42 V para um Híbrido de uma montadora	47
4.4.2	Atividades Desenvolvidas	49
4.4.3	Resultados	50
4.4.4	Conclusão.....	51
4.4.5	Projeto 4 - Construção de Laboratório para testes de sistemas de 48V	51
4.4.6	Atividades Desenvolvidas	51
4.4.7	Conclusão.....	52
4.5	Treinamentos	52
4.5.1	Treinamentos realizados	52
4.5.2	Conclusão.....	53
5	Conclusão.....	54
	Referências Bibliográficas	55

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Evolução da Moura.	14
Figura 2. Organograma da Engenharia de Produto.....	15
Figura 3. Organograma do setor de Engenharia de Inovação..	15
Figura 4. Processo de fabricação básico de baterias chumbo-ácido.	16
Figura 5. Reações em baterias chumbo-ácido (a) Descarga, (b) Carga.	18
Figura 6. Elemento da bateria.....	19
Figura 7. Componentes de um sistema fotovoltaico	24
Figura 8. MPP de um gerador fotovoltaico	26
Figura 9. Sistemas fotovoltaicos <i>grid-tie</i> (a) e <i>off-grid</i> (b)	26
Figura 10. Curva de potência para motores à combustão interna e motores elétricos....	29
Figura 11. Arquitetura Série de HEV.....	30
Figura 12. Arquitetura Paralela de HEV.....	31
Figura 13. Arquitetura Série-Paralela de HEV.....	32
Figura 14. Comparativo dos graus de hibridização existentes	33
Figura 15. Interface <i>Workstation</i> do <i>Battery Manager Digatron</i>	37
Figura 16. Exemplo de programa no Digatron	39
Figura 17. Teste de paralelização de circuitos <i>start-stop</i> do Digatron.	42
Figura 18. Teste do perfil de consumo de energia, utilizando a função TABLE do Digatron (a) Resultado Previsto e (b) Resultado obtido no teste.	42
Figura 19. Atividades desenvolvidas nos projetos 1 e 2.	46
Figura 20. Etapas do Projeto do Sistema de Baterias 42 V.....	48
Figura 21. Atividades desenvolvidas no Projeto 3.	50
Figura 22. Atividades desenvolvidas no Projeto 4.	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Especificações dos equipamentos Digatron na Moura e ITEM	38
Tabela 2. Principais operadores do Digatron	39
Tabela 3. Dados do perfil de consumo de energia de um sistema de 48 V.	41
Tabela 4. Características diferenciadas da família OpZS	44

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta, de forma sucinta, as principais atividades desenvolvidas no estágio integrado realizado na empresa Acumuladores Moura S/A – Unidade 01, situada em Belo Jardim – PE. O estágio foi realizado no período compreendido entre 19 de Maio de 2014 e 05 de Dezembro de 2014, no setor de Engenharia de Inovação, que integra o departamento da Engenharia de Produto.

O setor da Engenharia de Inovação tem a responsabilidade de trazer projetos de pesquisa aplicada, que representem inovação para a empresa. Os projetos são realizados em parceria com universidades e empresas, e utilizam os investimentos determinados pelo Processo Produtivo Básico (PPB) e regime automotivo.

Durante o estágio, foram desenvolvidas atividades diversas, dentre as quais se destacam projetos envolvendo sistemas de baterias para veículos elétricos híbridos e sistemas fotovoltaicos *off-grid*. Outras atividades foram desenvolvidas, relacionadas à gestão de projetos e processos de acompanhamento de criação de convênios, além de treinamentos utilizando o sistema *Battery Manager Digatron*, na realização de testes diversos em baterias.

Neste relatório é realizada, inicialmente, uma apresentação sucinta da empresa, abordando alguns aspectos como a história, estrutura organizacional e processo de fabricação básico de baterias chumbo-ácido. Posteriormente, são descritas as principais atividades desenvolvidas ao longo do estágio e os respectivos resultados alcançados.

2 A EMPRESA

Em 57 anos, a Acumuladores Moura transformou seu início difícil em uma história de sucesso, tornando-se um dos maiores fornecedores de baterias para a frota de veículos da América do Sul. Sua trajetória e estrutura organizacional, assim como o processo de fabricação de baterias chumbo-ácido utilizado, são apresentados neste capítulo.

2.1 HISTÓRIA

A empresa Acumuladores Moura foi fundada em 1957, em Belo Jardim – PE, por Edson Mororó Moura. A empresa, que iniciou há 57 anos no quintal da casa do fundador, no agreste pernambucano, atualmente possui uma capacidade anual de produção superior a 7 milhões de baterias chumbo-ácido. Sua estrutura conta com seis plantas industriais, dois centros técnicos e logísticos avançados, e mais de setenta centros de distribuição comercial no Brasil, na Argentina e no Uruguai, além de distribuidores parceiros no Paraguai; atendendo, desta maneira, todo o MERCOSUL. O Grupo Moura é um dos maiores fornecedores de baterias para a frota de veículos da América do Sul e conquistou prêmios internacionais de qualidade das montadoras: Fiat; Ford; GM; Mercedes-Benz e Volkswagen.

A Moura vem desenvolvendo importantes inovações no mercado automotivo sul-americano. A empresa criou a primeira bateria para carros movidos a álcool (1984); incorporou tecnologias das ligas de prata às baterias (1999); desenvolveu a primeira bateria náutica (2003), a primeira bateria estacionária para altas temperaturas (Moura Clean - 2000), e a bateria Log Diesel (2006), voltada para aplicação em veículos pesados em situação de trabalho contínuo.

Ao longo de sua evolução, a Moura alcançou os seguintes marcos, alguns destes observados na Figura 1:

- 1957 – Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim – PE;
- 1966 – Fundação da Metalúrgica Moura;
- 1983 – Início das exportações para os Estados Unidos;

- 1983 – Início do fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S.A.;
- 1984 – Lançamento da bateria para veículos movidos à álcool;
- 1986 – Inauguração da planta industrial de Itapetininga – SP;
- 1988 – Início do fornecimento de baterias à Volkswagen do Brasil;
- 1999 – Lançamento da bateria Moura com Prata;
- 2000 – Início do fornecimento de baterias à Iveco;
- 2000 – Lançamento da bateria estacionária Clean;
- 2001 – Lançamento da bateria tracionária LOG;
- 2002 – Início do fornecimento de baterias à Nissan;
- 2002 – Lançamento da bateria tracionária monobloco LOG;
- 2003 – Lançamento da bateria náutica BOAT;
- 2004 – Lançamento da bateria inteligente;
- 2005 – Início do fornecimento de baterias à Mercedes-Benz;
- 2006 – Lançamento da bateria LOG DIESEL;
- 2008 – Início do fornecimento de baterias à Cherry;
- 2009 – Início do fornecimento de baterias à GM;
- 2010 – Início do fornecimento de baterias à Kia Motors;
- 2011 – Inauguração da planta industrial na Argentina;
- 2011 – Lançamento da bateria Moura Clean Max;
- 2012 – Lançamento da nova bateria Moura Automotiva;
- 2013 – Lançamento da bateria Moura Moto;
- 2013 – Lançamento da bateria Moura VRLA.

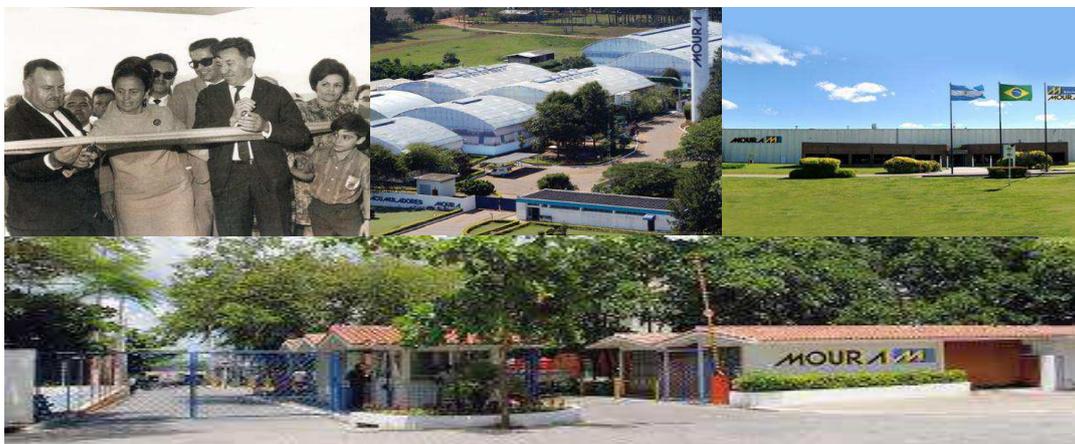


Figura 1. Evolução da Moura. No topo: Inauguração da Moura (Esq.), Planta Industrial de Itapetininga (SP) (centro), Planta Industrial da Argentina (Dir.). Abaixo: Planta Industrial de Belo Jardim (PE). (Acumuladores Moura, 2014)

2.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A Moura é estruturada em unidades, localizadas no Brasil e em alguns países da América do Sul (Argentina, Uruguai, Paraguai e Porto Rico). O estágio foi realizado na Unidade 01 (Matriz), no setor da Engenharia de Inovação, que integra a divisão de Engenharia de Produto. As divisões da Engenharia de Produto e da Engenharia de Inovação, são situadas: no organograma da Engenharia de Produto, ilustrado na Figura 2 e, no organograma do setor, ilustrado na Figura 3.

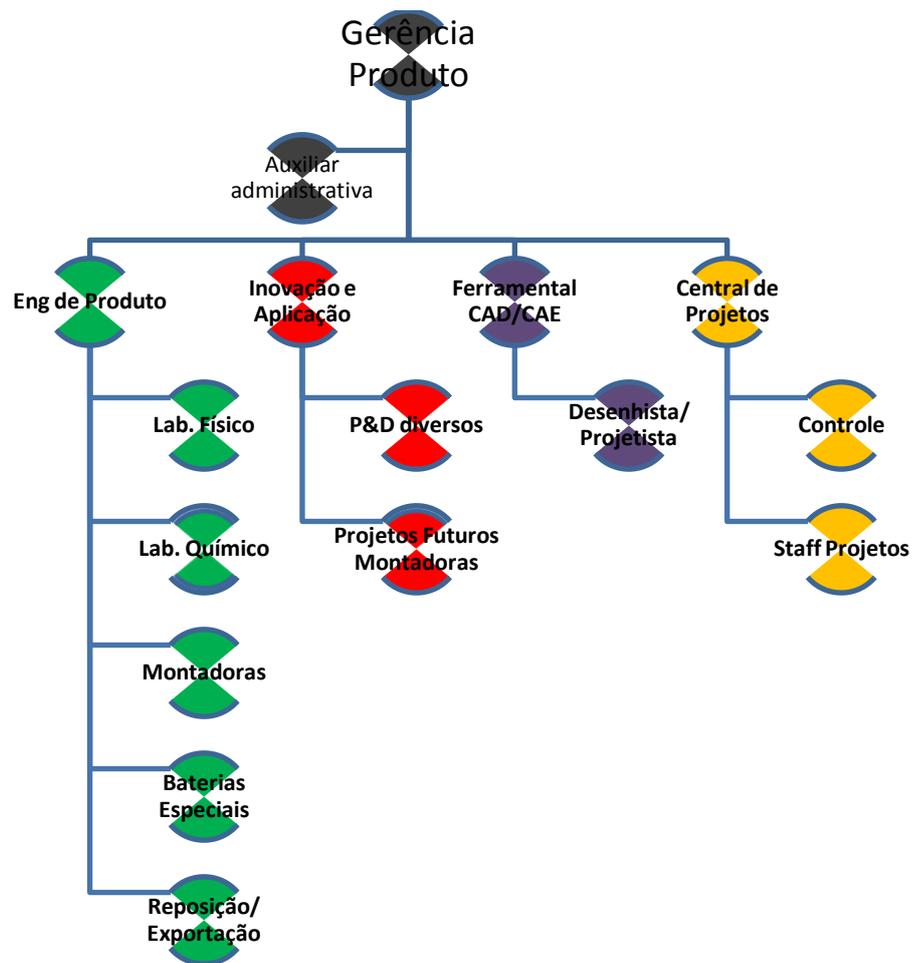


Figura 2. Organograma da Engenharia de Produto (Gomes Pereira Jr., 2014).



Figura 3. Organograma do setor de Engenharia de Inovação (Gomes Pereira Jr., 2014).

2.3 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BATERIAS CHUMBO ÁCIDO

Na Figura 4 podem ser observadas as etapas básicas de fabricação de baterias chumbo-ácido utilizadas na Moura. A estagiária estudou estas etapas em paralelo com visitas às linhas de produção da fábrica.

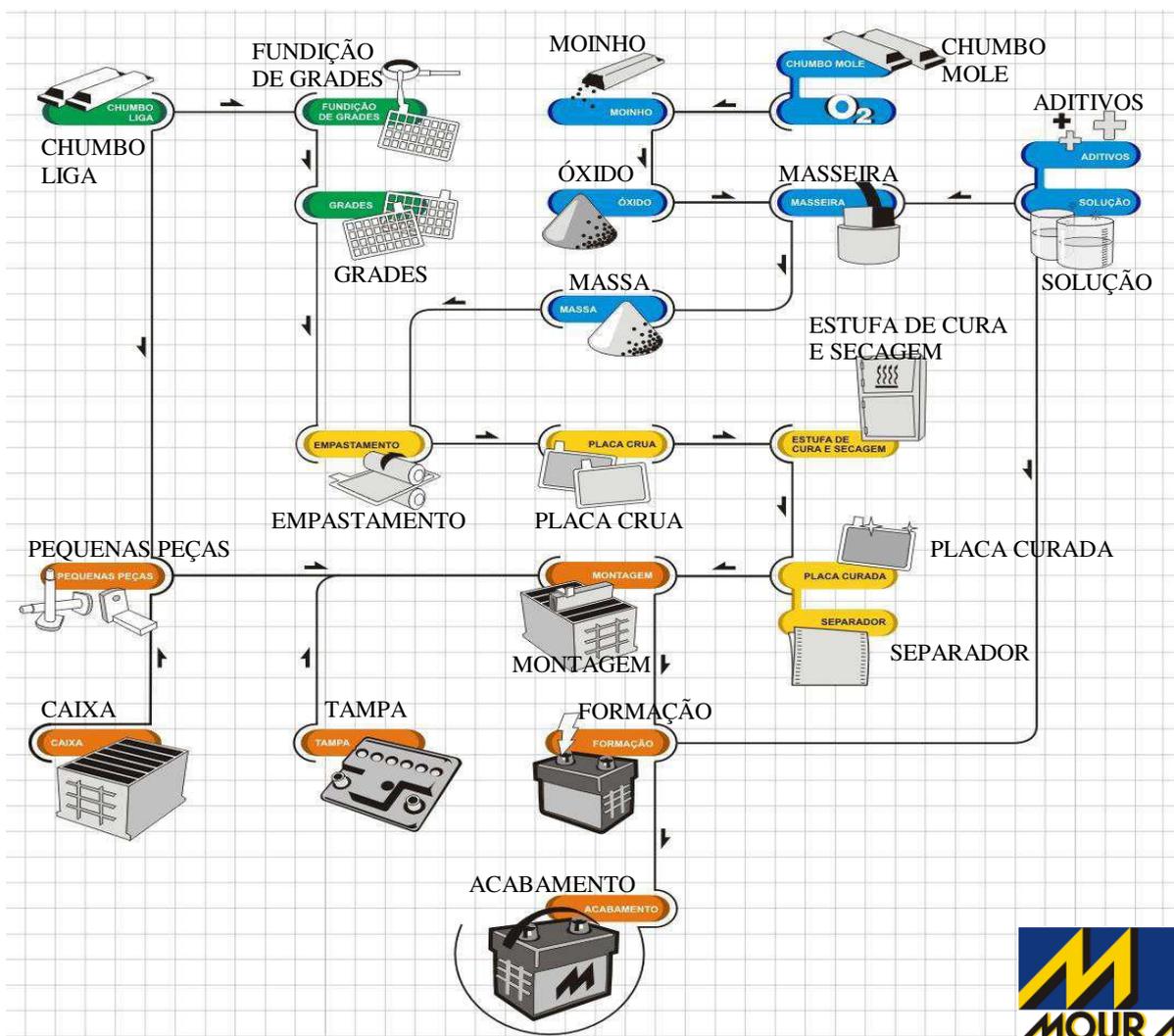


Figura 4. Processo de fabricação básica de baterias chumbo-ácido (Pereira Júnior, et al., 2012).

3 EMBASAMENTO TEÓRICO

Para o desenvolvimento das atividades do estágio, foi necessário um estudo introdutório sobre alguns temas relacionados à baterias chumbo-ácido. No decorrer deste capítulo serão apresentados os conceitos básicos relativos aos temas estudados: fundamentos das baterias chumbo-ácido, sistemas de gerenciamento de baterias, sistemas fotovoltaicos e Veículos Elétricos (VE) e Híbridos (HEV). Este estudo inicial constituiu a primeira atividade do estágio.

3.1 FUNDAMENTOS BÁSICOS DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO

A bateria é um dispositivo portátil que armazena energia elétrica na forma de energia química, e converte-a novamente em energia elétrica, quando conectada à um circuito externo. A reação eletroquímica, estrutura e capacidade da bateria chumbo-ácido serão abordadas neste tópico.

3.1.1 REAÇÃO ELETROQUÍMICA

Uma bateria chumbo-ácido Moura é composta por eletrodos de dióxido de chumbo (PbO_2), eletrodos de chumbo metálico (Pb), eletrólito de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4), separadores de polietileno, terminais externos de chumbo e caixa e tampa de polipropileno. O dióxido de chumbo é uma substância com forte tendência a atrair elétrons (eletronegativo), já o chumbo metálico apresenta forte tendência a doar elétrons (eletropositivo). Desta forma, a transferência de elétrons do Pb para o PbO_2 ocorre com facilidade, e o PbO_2 e Pb são denominados polos positivo e negativo, respectivamente.

Para a reação ocorrer, é necessária a existência de um meio, o qual nas baterias chumbo-ácido, corresponde a uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4). Ambos os eletrólitos, Pb e PbO_2 , ao perderem e receberem elétrons, respectivamente, se transformam em sulfato de chumbo (PbSO_4), sendo os íons sulfato (SO_4) provenientes do eletrólito. No entanto, para permitir o fluxo de elétrons, deve existir um circuito externo conectando os eletrodos da bateria.

As reações de descarga e carga em uma bateria chumbo-ácido estão representadas na Figura 5, e são expressas pelas Equações (1), (2) e (3).

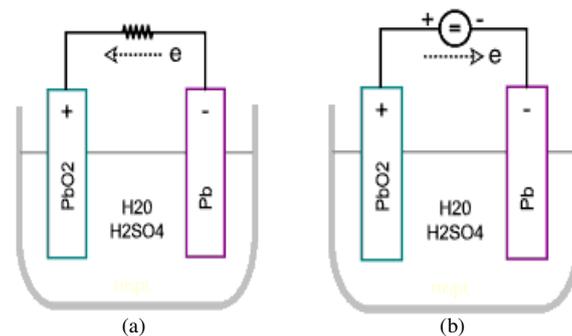


Figura 5. Reações em baterias chumbo-ácido (a) Descarga, (b) Carga (MSPC, 2014) .

Na descarga, a concentração de ácido sulfúrico gradativamente diminui e a redução da massa específica do eletrólito, indicativo da carga da bateria, pode ser observada com um densímetro.

Uma vez descarregada, uma fonte externa reverterá as reações, regenerando o chumbo metálico e o óxido de chumbo nos eletrodos, assim como o ácido sulfúrico do eletrólito. No processo de carga, pode ocorrer a decomposição da água em hidrogênio e oxigênio, formando uma mistura gasosa potencialmente explosiva. Para reduzir tal risco, o processo de carga deve ser controlado.

Em alguns tipos de baterias fabricadas pela Moura, como por exemplo, as baterias para aplicações fotovoltaicas, faz-se necessária a reposição periódica de água, para repor a perda ocorrida devido à evaporação. Baterias automotivas, por sua vez, são baterias seladas, que eliminam a necessidade de reposição de água e dispõem de um composto catalítico para produzir água, se houver a formação de hidrogênio e oxigênio durante o processo de carga (MSPC, 2014). Independentemente de ser selada ou não, a bateria deve permitir a saída de gases que eventualmente serão gerados em seu interior.

3.1.2 ESTRUTURA

Uma bateria é composta por células ligadas em série. Cada célula possui elementos que permitem a conversão eletroquímica. A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva, imersas em uma solução de ácido sulfúrico. Esta estrutura é denominada célula e apresenta uma diferença de potencial entre as placas de aproximadamente 2 V.

A tensão de uma célula é função principalmente da densidade da solução de ácido sulfúrico, absorvida pelas placas. A quantidade de carga, por sua vez, é função da quantidade de material ativo presente na célula. Desta maneira, aumentando-se o tamanho das placas, será aumentada a quantidade de carga disponível. Para evitar o aumento do tamanho das placas, conectam-se placas em paralelo, positivas entre si e negativas entre si, formando o elemento da bateria (Pereira Júnior, et al., 2012). Na Figura 6 pode ser observada uma ilustração da paralelização de placas.

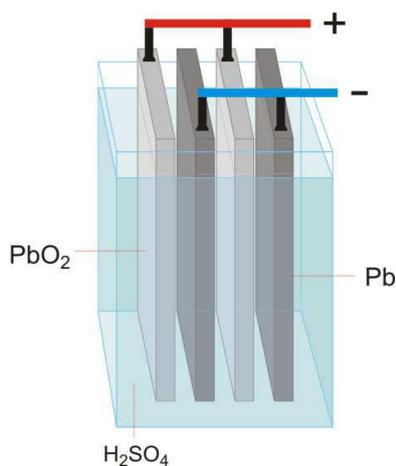


Figura 6. Elemento da bateria (Genralic, 2014).

Para aumentar a diferença de potencial do acumulador, dois ou mais elementos, como o mostrado na Figura 6, devem ser conectados em série. Os elementos ligados em série devem estar em compartimentos separados, para evitar a formação de um circuito elétrico fechado, que iria descarregar os elementos. Uma bateria automotiva possui 6 elementos em série, totalizando os 12 V da tensão nominal exigidos.

O valor real da tensão da bateria é função da densidade do eletrólito. Para uma densidade de 1250 g/l, a tensão estará em torno de 12,55 a 12,60 V. Isto ocorre devido ao aquecimento dos compostos químicos em cada célula da bateria. Em baterias para climas temperados, utiliza-se a densidade de 1280 g/l no eletrólito, obtendo uma tensão nominal da bateria de 12,75 V (Pereira Júnior, et al., 2012).

3.1.3 CAPACIDADE C_{20}

A quantidade de carga livre, gerada no eletrodo negativo pelo material ativo e consumida no eletrodo positivo, é denominada capacidade. A capacidade é medida em Ampères-hora (1 Ah = 3600 Coulomb (C), no qual 1 C é a carga transferida em 1 s por 1 A) (Husain, 2005 p. 56).

A capacidade nominal C_{20} de uma bateria é a medida da energia fornecida pela bateria em um regime de 20h, a uma corrente constante, até que a tensão em seus polos atinja um valor de tensão determinado, correspondente à tensão de corte. Baterias automotivas possuem uma tensão de corte de 10,5 V.

A capacidade de uma bateria está relacionada à quantidade de material ativo presente nas placas positivas e negativas, e é função também da temperatura, do regime de descarga e da tensão de corte da bateria. Para exemplificar, uma bateria de 100 Ah pode fornecer continuamente 5 A, por 20 h, a 25 °C, até atingir a tensão de corte de 10,5 V. Já uma bateria de 200 Ah pode fornecer continuamente 10 A, por 20h, a 25 °C, até a tensão de 10,5 V.

Nas suas variadas aplicações, as baterias não são descarregadas com correntes constantes, porém, o C_{20} é a grandeza padrão adotada por montadoras, e diversos outros fabricantes, para especificar as baterias.

3.2 SISTEMAS DE GERENCIAMENTO DE BATERIAS

Um sistema de bateria inclui circuitos eletrônicos, que em geral estão localizados externamente à bateria e realizam o gerenciamento da energia da bateria. O circuito eletrônico da bateria controla o carregamento, descarregamento e balanceamento das células, sendo responsável por gerenciar a bateria e principalmente por proteger suas células de operações fora da região segura de operação, garantindo uma vida mais longa e reduzindo custos de reposição.

Sistemas de gerenciamento de baterias (BMS - *Battery Management Systems*) são aplicados em qualquer sistema de armazenamento de energia, tendo aplicação mais rigorosa em sistemas de veículos híbridos, nos quais a bateria sofre ciclos de pulsos de carga e descarga.

3.2.1 CARACTERÍSTICAS DO BMS

O sistema de gerenciamento da bateria consiste de algoritmos baseados na medição da tensão, corrente e temperatura, para efetuar o cálculo de parâmetros essenciais da bateria, de modo a determinar os limites de potência de carga e descarga em um determinado instante. A depender do nível de sofisticação do BMS, as medições podem ser das células individuais ou de grupos de células.

O BMS é projetado para apresentar todas, ou algumas, das seguintes características (Husain, 2005):

- Estimativa do estado de carga (SoC - *State of Charge*);
- Monitoramento do estado de saúde (SoH - *State of Health*);
- Controle de temperatura;
- Controle de potência de carga e descarga;
- Equalização das células;
- Registro de dados.

O sistema de gerenciamento inicializa quando o sistema é energizado, tendo nesta etapa a única função do BMS de gravar a descarga espontânea que ocorreu durante o período no qual o sistema estava desligado. Caso esta tenha sido excessiva, será reportada para o algoritmo de monitoramento do SoH da bateria. Os demais parâmetros são estimados durante cada ciclo de medição, enquanto o sistema está ligado.

O SoC deve ser mantido em funcionamento durante um certo intervalo de tempo para aumentar a vida da bateria e, em BMS mais completos, o SoC de cada célula é determinado para verificar a uniformidade da distribuição de SoC entre as células.

A temperatura é o principal fator ambiental que afeta o SoC de uma bateria. Diferenças na temperatura das várias células resultarão em diferenças nos SoC das células. A temperatura afeta também a taxa de descarga de uma bateria. O gerenciamento da temperatura em uma bateria faz parte do seu sistema de resfriamento, porém os dados obtidos a partir dos sensores de temperatura devem ser utilizados para proteção e monitoramento das células (Husain, 2011).

O BMS estabelece limites de potência para processos de carregamento e descarregamento e, o cálculo destes limites baseia-se no SoC e nas tensões terminais.

O gerenciamento da bateria é feito em três níveis, sendo eles: no nível do banco de baterias, no nível da bateria e no nível da célula. No nível do banco de baterias, apenas o SoC e a tensão terminal do banco são monitorados, deixando as células individuais vulneráveis durante o carregamento e descarregamento. No nível da bateria (modular), são monitorados grupos de células, já no gerenciamento no nível da célula, é realizado o monitoramento das células individuais.

O registro de dados: temperatura, corrente, tensão, SoC e número de ciclos em função do tempo, é importante em um BMS para o monitoramento do SoH, realização de diagnósticos e análise de falhas.

3.2.2 MEDIÇÃO DO ESTADO DE CARGA (SOC)

O estado de carga (SoC) é calculado utilizando medições da tensão e/ou corrente, taxa de carga/descarga, temperatura e envelhecimento da bateria. O cálculo do SoC pode ser baseado no monitoramento da corrente ou da tensão.

Medições do SoC baseadas na tensão são utilizadas nos casos em que a tensão está diretamente relacionada ao SoC. Para uma boa estimativa do estado de carga, a relação entre a tensão de circuito aberto e o SoC deve ser previamente conhecida.

Medições do SoC baseadas na corrente são obtidas a partir de um integrador de corrente, dado pela Equação (4):

$$q = \int_0^t i(t)dt. \quad (4)$$

A integração da corrente medida fornece o estado de descarga da bateria (SoD - *State of Discharge*) a partir da condição inicial de carregamento total da bateria.

A partir da capacidade inicial da bateria C_p , obtém-se o SoC conforme ilustrado na Equação (5):

$$SoC(t) = C_p - SoD(t). \quad (5)$$

Este método, baseado na corrente, também é conhecido como contagem de Coulomb. Constatou-se que quando é baseado apenas na corrente, o método tende a acumular erros. Uma solução para este problema é utilizar dados de corrente e tensão, calculados a partir de um modelo matemático do acumulador de energia. Este método, de malha fechada, utiliza *feedback* gerado por filtros Kalman (Husain, 2011).

3.2.3 BALANCEAMENTO DAS CÉLULAS

A energia disponível armazenada em uma célula é calculada na Equação (6) (Husain, 2011):

$$E_{disponível} = qV. \quad (6)$$

A equação indica que a tensão e a corrente devem estar balanceadas nas células para maximizar a energia da bateria.

Quando células de baterias são carregadas em série, diferenças de parâmetros em células individuais e diferenças nas temperaturas destas células resultam em desequilíbrios na carga e tensão, afetando o desempenho da aplicação. As reações eletroquímicas dependem da temperatura e pressão, que afetam a taxa de descarga espontânea. Uma baixa temperatura reduz a reação química, provocando um aumento na impedância interna da célula.

O desequilíbrio entre as células pode ser percebido pela diferença de tensões entre estas. Este desequilíbrio tende a crescer com repetidos ciclos de carregamento e descarregamento da bateria, e células danificadas tendem a carregar mais lentamente que as mais saudáveis. Algumas baterias são mais sensíveis que outras ao ciclo de carregamento e descarregamento, como por exemplo, as de íons de Lítio, que são extremamente sensíveis a sobrecargas e sobredescargas.

Os métodos de balanceamento das células utilizam circuitos eletrônicos e de controle para igualar as tensões e SoC das células em série de uma bateria. O método mais simples consiste em interromper o carregamento quando a célula mais forte atingir a tensão limite para as células individuais. Similarmente, no processo de descarga, o método mais simples consiste em desligar o sistema quando a primeira célula atingir o limite inferior de tensão. Esta célula é, portanto, a mais fraca do sistema de bateria e é aquela que limita a capacidade da bateria. Caso os limites inferior ou superior forem ultrapassados, a célula será danificada.

Estas estratégias mais simples não utilizam toda a capacidade da bateria, portanto, estratégias mais complexas podem ser utilizadas, as quais fazem uso de circuitos eletrônicos para direcionar correntes de carregamento para as células mais fracas e correntes de descarregamento para as células mais fortes, permitindo igualar as tensões das células (Husain, 2011, p. 165).

3.3 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

A geração centralizada de energia elétrica adotada atualmente não supre completamente a demanda. Além de falhas que ocorrem devido a deficiências de planejamento ou em consequência de sobrecargas nas linhas de transmissão gerando escassez de suprimento, existe em paralelo a crescente demanda por energia elétrica, particularmente nos casos de comunidades isoladas nos quais é muito oneroso levar linhas de transmissão oriundas da geração centralizada. Em todos estes casos, torna-se necessário o uso de sistemas de geração de pequeno porte (Hartmann, 2013 p. 1).

Sistemas de geração de pequeno porte compreendem: pequenas centrais hidrelétricas ou termelétricas; geração eólica e geração à energia solar. Usinas termelétricas não são uma opção ecologicamente viável devido à queima de combustíveis. Por outro lado, usinas hidrelétricas impactam o meio ambiente, pois necessitam da criação de reservatórios de água. Geradores eólicos possuem níveis de ruído inconvenientes, além de necessitar de áreas de instalação que inviabilizam sua instalação em áreas urbanas. Contrastando com estas alternativas de geração, os sistemas fotovoltaicos não emitem poluentes ou geram ruído, e não ocupam grandes áreas de instalação (Hartmann, 2013 p. 2).

3.3.1 COMPONENTES DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Na Figura 7, estão representados os componentes de um sistema fotovoltaico.

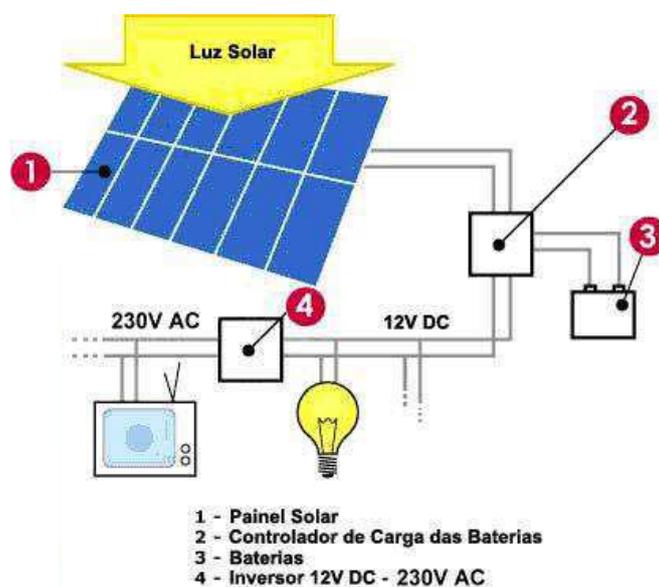


Figura 7. Componentes de um sistema fotovoltaico (Portal Energia, 2014).

Existem quatro componentes principais em um sistema fotovoltaico:

- **Painéis solares:** Transformam a energia solar em energia elétrica;
- **Controladores de carga:** Controlam a corrente e a tensão para evitar sobrecargas (fornecimento de corrente à bateria após atingir a carga plena) ou sobredescargas nas baterias (descargas profundas decorrentes de longos períodos sem geração) (CEPEL - CRESESB, 2014);
- **Inversores:** Convertem uma tensão contínua em tensão alternada, com amplitudes e frequência determinadas;
- **Baterias:** Armazenam a energia elétrica para distribuição no momento oportuno e na quantidade desejada.

Deve-se destacar que apenas quando a carga for alimentada com corrente alternada, é necessário o uso de um inversor de frequência.

3.3.2 PAINÉIS FOTOVOLTAICOS

Painéis fotovoltaicos são compostos por células semicondutoras conectadas em série, nas quais uma junção P-N é exposta à radiação solar, provocando uma elevação no número de portadores de carga na junção e conseqüentemente, gerando uma diferença de potencial de 0,6 V sobre a mesma. O semicondutor mais utilizado em painéis fotovoltaicos é o silício (Hartmann, 2013 p. 3).

Os painéis fotovoltaicos apresentam tensões na faixa de 15 a 50 V, e potência entre 5 e 200 W. Os módulos podem ser associados em série ou paralelo de acordo com a carga instalada, e a potência fornecida é função da radiação solar, da temperatura do painel e da carga instalada (Hartmann, 2013).

A máxima eficiência de um painel solar é obtida quando este painel opera no ponto de máxima potência (MPP - *Maximum Power Point*), como ilustrado na Figura 8. Atualmente, os geradores fotovoltaicos mais avançados rastreiam o MPP para que o painel trabalhe sempre fornecendo a máxima potência.

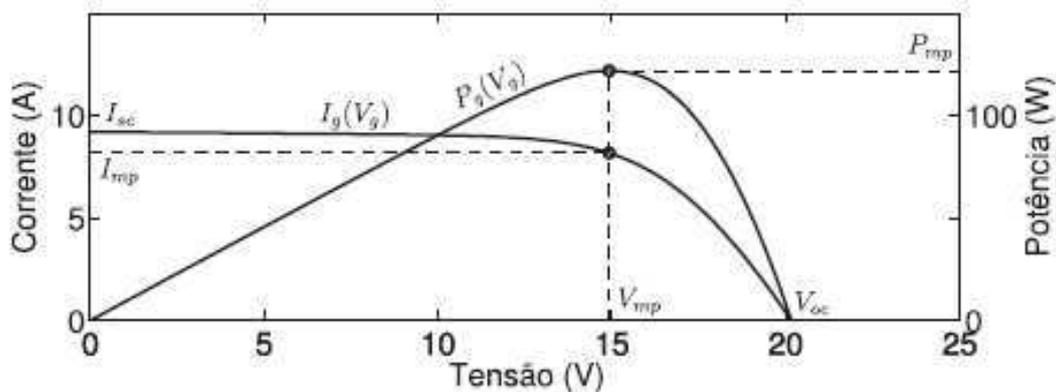


Figura 8. MPP de um gerador fotovoltaico (Hartmann, 2013 p. 4).

Um dos maiores desafios atuais para sistemas fotovoltaicos é desenvolver acessórios complementares com qualidade, e vida útil, comparáveis às dos módulos. A vida útil de módulos de silício, por exemplo, é garantida por seus fabricantes por 25 anos (CEPEL - CRESESB, 2014 p. 52).

3.3.3 CONEXÃO COM A REDE ELÉTRICA

Um sistema de energia solar fotovoltaico pode ser conectado à rede elétrica (sistema *grid-tie*) ou trabalhar isoladamente (sistema *off-grid*), conforme pode ser observado na Figura 9. Sistemas isolados são utilizados em locais remotos ou onde o custo para a conexão com a rede elétrica é inviável. As baterias e controladores são necessários apenas em sistemas isolados, pois sistemas conectados à rede têm a produção de energia entregue diretamente à rede, portanto não sendo armazenada.

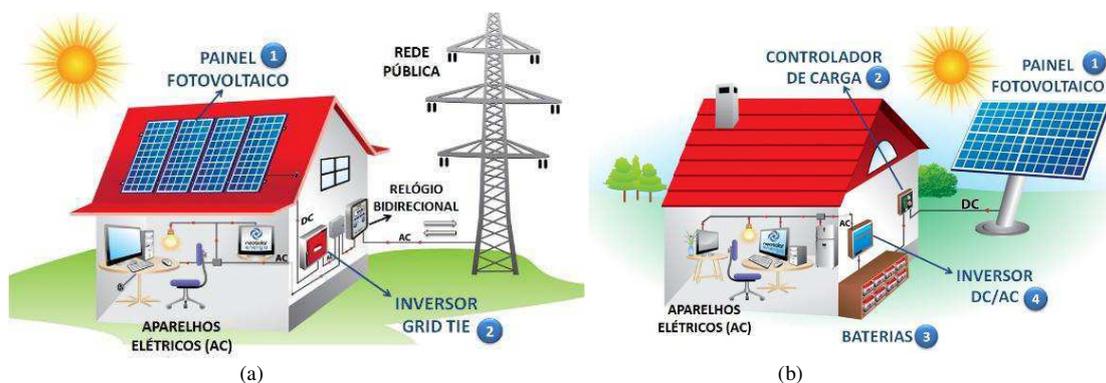


Figura 9. Sistemas fotovoltaicos *grid-tie* (a) e *off-grid* (b) (Neosolar energia, 2013).

3.4 VEÍCULOS ELÉTRICOS E VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS

Vários fatores levaram à busca por alternativas aos veículos convencionais, que possuem motor à combustão interna (ICE - *Internal Combustion Engine*). Dentre os principais fatores, se encontram: as emissões dos ICEs que são a maior fonte de poluição urbana causadora do efeito estufa, um dos principais responsáveis pelo aquecimento global; que torna-se crítico devido ao aumento contínuo no número de veículos; além dos ICEs possuírem baixa eficiência na conversão energética.

3.4.1 VEÍCULOS ELÉTRICOS

Veículos elétricos (EV - *Electric Vehicles*) utilizam o esforço tracionário para a propulsão do veículo, fornecido apenas por motores elétricos. Uma das características principais de veículos elétricos é a emissão zero de poluentes gerados no veículo. A fonte primária para geração de energia elétrica utilizada nestes veículos varia de combustíveis fósseis à energia solar.

As principais vantagens de EV é que estes possibilitam a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis e possuem alta eficiência devido ao uso de um motor elétrico. No entanto, sistemas de bateria para EV ainda são onerosos e requerem um longo período para carregar, quando comparados ao período necessário para encher um tanque de gasolina. Adicionalmente, os EV possuem um alcance limitado de quilometragem realizada por recarga do sistema.

3.4.2 VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS

Os veículos elétricos híbridos (HEV - *Hybrid Electric Vehicles*) surgiram como uma alternativa para equilibrar as desvantagens de veículos com ICE e veículos puramente elétricos, correspondentes ao nível de poluição emitido por veículos movidos à ICE e ao alcance limitado dos veículos puramente elétricos existentes atualmente.

Veículos elétricos híbridos utilizam um motor à combustão interna em conjunto com uma ou mais máquinas elétricas para propulsão do veículo. Para permitir a combinação destas duas fontes de propulsão, o projeto de HEV torna-se bastante complexo. O alto desempenho do motor elétrico reduz o tempo de operação do motor de combustão, reduzindo emissões de poluentes e aumentando a eficiência do uso de

combustível. O primeiro híbrido no mercado foi o Prius, da Toyota, lançado em 1999 (Marinho da Silva, 2013).

Com o uso de máquinas elétricas, dispositivos para o armazenamento e conversão de energia tornaram-se essenciais. Uma bateria de alta capacidade de energia é o tipo mais comum de dispositivo de armazenamento de energia nestes veículos. Bancos de ultracapacitores e *flywheels* também podem ser utilizados para armazenar energia em veículos elétricos híbridos (Husain, 2011).

A energia cinética relacionada à frenagem do carro pode ser convertida em energia elétrica e armazenada no dispositivo armazenador de energia por meio da máquina elétrica funcionando como gerador.

A depender da arquitetura do veículo, os motores elétricos para tração podem operar independentemente ou em conjunto com o motor de combustão para fornecer energia às rodas do veículo. Esta fusão da transmissão elétrica e mecânica é interna e imperceptível para o motorista de um veículo híbrido. A interface com o motorista é idêntica à de veículos convencionais.

3.4.3 MOTOR ELÉTRICO E MOTOR À COMBUSTÃO

A potência nominal de um motor elétrico é aquela que o motor fornece continuamente sem sobreaquecer. No entanto, para intervalos curtos de tempo, o motor pode fornecer duas a três vezes a sua potência nominal. Logo, uma alta potência e torque estão disponíveis em um motor elétrico para aceleração.

A depender do tipo do motor, o torque será máximo quando a velocidade for nula. Por outro lado, no motor à combustão há um nível máximo de torque e potência para uma determinada velocidade angular. Estes valores máximos (nominais) de torque e potência ocorrem para uma mesma velocidade e são determinados em condições idealizadas de laboratório. Na prática, a potência máxima obtida de um motor à combustão será sempre menor que a nominal. Na Equação (7) é modelada a relação entre potência, torque e velocidade:

$$P = T \times \omega, \quad (7)$$

na qual P é a potência do motor [W]; T é o torque do motor [Nm] e ω é a velocidade angular [rad/s].

Uma comparação de exemplos de curvas de torque, para motores elétricos e motores à combustão, é apresentada na Figura 10.

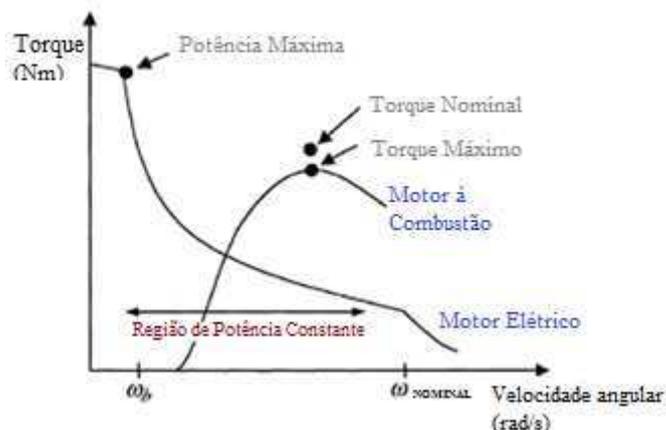


Figura 10. Curva de potência para motores à combustão interna e motores elétricos. Adaptado de: (Husain, 2011 p. 11).

Da análise da Figura 10, percebe-se que o motor à combustão não produz torque abaixo de determinada velocidade. Já nos motores elétricos, um elevado torque está disponível na partida, que corresponde ao torque nominal do motor. Este valor de pico (nominal) é obtido na velocidade de base (ω_b), a partir da qual se sai da região de torque constante para a região da curva correspondente à potência constante. Esta transição ocorre quando o limite de tensão da fonte é alcançado. A velocidade nominal do motor à combustão ocorre em um ponto no fim da região de potência constante do motor elétrico.

A conexão do motor IC às rodas é feita através da transmissão, já o motor elétrico pode ser conectado diretamente às rodas. O motor elétrico produz torque elevado na partida, potência constante para várias velocidades e, portanto, pode acelerar o veículo da partida até a velocidade máxima, além de possibilitar que a velocidade seja controlada diretamente através do conversor que fornece a corrente ao motor.

3.4.4 ARQUITETURAS DE HEV

A combinação de máquinas elétricas, motores à combustão e transmissões elétricas e mecânicas possibilitam obter diversas arquiteturas de carros híbridos. A depender do tipo de arquitetura do veículo híbrido, o motor elétrico poderá operar independentemente ou conjuntamente com o motor IC para tracionar as rodas. Os HEV têm sua arquitetura classificada em: série, paralela ou série-paralela.

3.4.4.1 ARQUITETURA SÉRIE

Em um híbrido série, o ICE será usado para movimentar o gerador elétrico, que por sua vez, irá alimentar a bateria e consequentemente o motor elétrico. O motor à combustão é utilizado para garantir que as baterias estarão sempre carregadas. A energia necessária para impulsionar o veículo provém unicamente do motor elétrico, sendo portanto utilizado um motor ICE de tamanho reduzido. A configuração série pode ser observada na Figura 11.

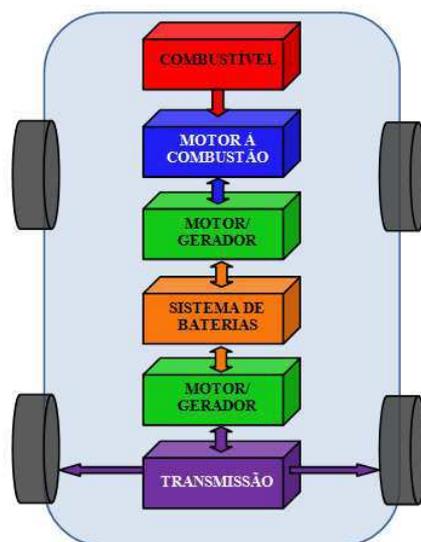


Figura 11. Arquitetura Série de HEV. Adaptado de: (Marinho da Silva, 2013).

Apesar de esta configuração ser a mais simples, apresenta a desvantagem do motor elétrico e seus demais componentes serem dimensionados para a potência máxima total requerida pelo veículo. Este fato faz com que os componentes necessários sejam maiores e mais pesados. Esta desvantagem pode ser superada com o uso da arquitetura em paralelo (Husain, 2011).

O motor em um veículo convencional opera ineficientemente para satisfazer demandas variáveis de potência durante as partidas e paradas frequentes. Por sua vez, os veículos híbridos série operam eficientemente nestas condições, pois o motor IC não está ligado diretamente às rodas, não estando sujeito à estas variações de potência, podendo portanto operar em um intervalo ótimo de eficiência para carregar a bateria. Esta vantagem da configuração série faz com que seja considerada para uso em ônibus e outros veículos urbanos (Union of Concerned Scientists, 2014).

3.4.4.2 ARQUITETURA PARALELA

Em um híbrido paralelo, cuja arquitetura pode ser observada na Figura 12, os motores ICE e elétrico estão conectados em paralelo, unidos por um acoplamento mecânico que combina o torque de ambas as fontes.

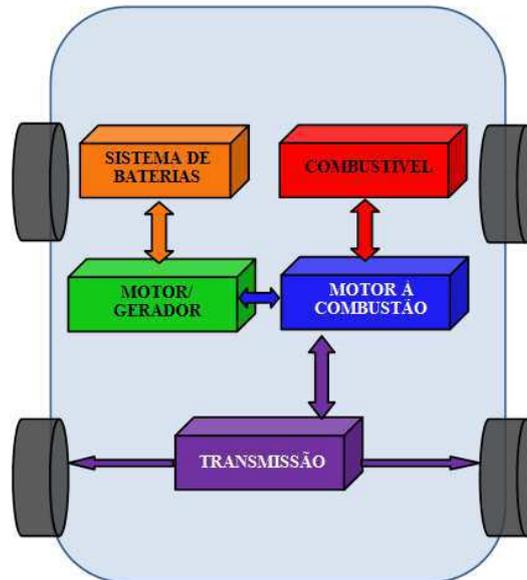


Figura 12. Arquitetura Paralela de HEV. Adaptado de: (Marinho da Silva, 2013).

Nesta configuração, a potência requerida do motor elétrico é inferior àquela demandada em veículos elétricos ou híbridos série, uma vez que o motor ICE complementar a potência demandada pelo veículo. Nestes casos a bateria utilizada e boa parte de sua recarga será realizada através da frenagem regenerativa. A potência para propulsionar o veículo pode ser fornecida apenas pelo motor IC ou pelo motor elétrico, ou ainda, por uma combinação de ambos.

Uma desvantagem desta configuração é o aumento da complexidade do controle, pois o fluxo de potência no veículo provém de duas fontes diferentes. Também será necessário um dispositivo mecânico mais complexo para unir os torques de ambas as fontes (Husain, 2011, p. 67).

O motor na configuração paralela está conectado diretamente às rodas, o que elimina a ineficiência ao converter energia mecânica em elétrica e depois mecânica novamente, elevando a eficiência em auto estradas quando comparado à veículos com a configuração série. Porém, esta conexão resulta na ineficiência quando o veículo é conduzido em cidades, pois o motor IC será forçado a acompanhar as variações de potência nas frequentes paradas e saídas.

Uma configuração em paralelo torna-se melhor quando os motores IC e elétrico forem operados em paralelo, visando obter alto desempenho quando for necessária maior potência. Por outro lado, na configuração em série, o motor IC é menor e sempre atua na região de maior eficiência para gerar energia elétrica. Porém, nesta configuração, os veículos tendem a ser mais pesados e têm dificuldade para atingir a aceleração requerida.

3.4.4.3 ARQUITETURA SÉRIE-PARALELA

Para superar as desvantagens de ambas as configurações foi proposta a arquitetura série-paralela, observada na Figura 13.

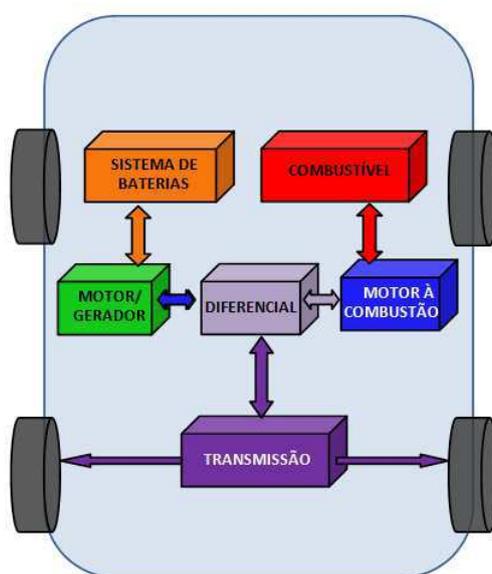


Figura 13. Arquitetura Série-Paralela de HEV. Adaptado de: (Marinho da Silva, 2013).

Nesta configuração o motor IC também é utilizado para carregar a bateria. Nela são utilizados mais componentes mecânicos e de controle que na configuração série além da adição de um gerador, quando comparada à configuração paralelo. Pode-se dizer que consiste basicamente da configuração paralela, acrescida de um gerador em série para garantir que a bateria se manterá carregada em períodos prolongados de espera, como por exemplo engarrafamentos. Em momentos de aceleração, a energia pode ser entregue por ambos os motores: elétricos e ICE. O fluxo de potência de ambos os motores é controlado por uma unidade central, por meio de *feedback* de múltiplos sensores.

Híbridos série-paralelo são capazes de fornecer elevada potência contínua de saída, quando comparados à híbridos de outras arquiteturas que possuam componentes

com a mesma dimensão. Nesta configuração, pode-se operar no modo série, paralelo e série-paralelo. O conjunto resultante oferece melhor economia de combustível e emissões menores. Nesta configuração, o motor IC pode estar conectado diretamente às rodas (como na configuração em paralelo), ou pode ser desconectado (como na configuração em série); assim, aumenta-se a eficiência do veículo. Em baixas velocidades, o veículo opera mais com a configuração série e em altas velocidades o motor IC assume a carga, reduzido a perda de energia (Husain, 2011).

3.4.5 GRAUS DE HIBRIDIZAÇÃO

HEVs também podem ser classificados quanto ao seu grau de hibridização em: *micro*, *mild*, *full* e *plug-in*. Esta classificação diz respeito a quanto o veículo híbrido difere de um veículo convencional, por exemplo, em relação à redução do motor de combustão e ao aumento dos componentes elétricos e de armazenamento de energia. Na Figura 14 podem ser observadas as principais características para a classificação de um veículo quanto ao grau de hibridização.

GRAUS DE HIBRIDIZAÇÃO				
CARACTERÍSTICAS	MICRO	MILD	FULL	PLUG-IN
Automaticamente desliga e inicia o ICE - Start-Stop				
Utiliza frenagem regenerativa e opera acima de 60 V				
Utiliza um motor elétrico em conjunto com o ICE				
Permite a condução utilizando apenas o motor elétrico				
Recarrega as baterias a partir da rede elétrica				
				
	Citroën C3	Honda Insight	Toyota Prius	Chevy Volt
				

Figura 14. Comparativo dos graus de hibridização existentes (Marinho da Silva, 2013).

3.5 POLÍTICAS DE INCENTIVO A P&D

Dentre as políticas de incentivo à pesquisa e desenvolvimento, para as atividades do setor de Engenharia de Inovação, destacam-se o Processo Produtivo Básico (PPB) e o programa INOVAR AUTO, os quais serão descritos brevemente neste tópico e em seguida citados nos projetos que fazem uso de seus benefícios.

3.5.1 PROCESSO PRODUTIVO BÁSICO

O Processo Produtivo Básico (PPB) foi definido por meio da Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991, como sendo o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto (Casa Civil - Governo do Brasil, 1991).

O PPB consiste em etapas fabris mínimas que deverão ser cumpridas pelas empresas para fabricar determinado produto como uma das contrapartidas aos benefícios fiscais estabelecidos por lei.

Em 1993 a Lei de Informática, n.º 8.248/91, regulamentada por meio do Decreto n.º 792, de 2 de abril de 1993, incluiu a obrigatoriedade de aplicação de 5% do faturamento bruto obtido da venda dos bens incentivados, após dedução de impostos, em atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Com a publicação da Lei n.º 10.176, de 11 de janeiro de 2001, o PPB e a aplicação de recursos financeiros em P&D passaram a ser estabelecidos como contrapartidas aos benefícios fiscais da Lei de Informática. O PPB é utilizado como uma forma de incentivos fiscais promovidos pela legislação de incentivo à indústria de bens de informática, telecomunicações e automação, mais conhecido como a Lei de Informática. (MDIC - Governo Brasileiro, 2014)

No setor da Engenharia de Inovação, são desenvolvidos projetos diversos de P&D, em parceria com instituições públicas ou privadas. Alguns destes projetos estão aptos à aplicação de recursos financeiros da Lei de Informática, como será destacado posteriormente.

3.5.2 INOVAR-AUTO

Em 2012, foi criado um novo regime para a indústria automobilística nacional em substituição ao regime vigente de redução de alíquotas de IPI, denominado INOVAR AUTO (Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores). O programa entrou em vigor em 2013 e tem duração até 2017.

O regime tem como principais objetivos o estímulo ao aumento do conteúdo local na produção, a garantia do investimento em P&D, o aumento do volume de gastos em Engenharia, Tecnologia Industrial Básica e Capacitação de Fornecedores e o aumento da eficiência energética dos veículos, por meio da redução de CO₂, definindo níveis aceitáveis (Inventta, 2012).

Portanto, além da regularidade em relação aos tributos federais e o compromisso de atender níveis mínimos de eficiência energética, são exigidos o investimento em P&D, engenharia, tecnologia industrial básica e capacitação de fornecedores, e a adesão ao Programa de Etiquetagem Veicular de âmbito nacional, todos em percentuais crescentes, até 2017.

Dentro deste novo cenário estabelecido no país, para cumprir com as exigências do programa INOVAR AUTO, dentre elas a redução da emissão de CO₂, as montadoras estão investindo em projetos de eletrificação veicular. Desta forma, surgem diversas oportunidades para a Moura, uma vez que o sistema de baterias é um componente fundamental para garantir o sucesso da eletrificação veicular.

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Ao longo do estágio foram desenvolvidas várias atividades, dentre estas: um estudo inicial sobre baterias, incluindo os sistemas de gerenciamento e suas aplicações; realização de um treinamento no Digatron; acompanhamento de projetos voltados para sistemas fotovoltaicos *off-grid*, desenvolvidos em parceria com universidades, e de projetos voltados para o desenvolvimento de sistemas de baterias para veículos elétricos híbridos, desenvolvidos em parceria com uma montadora. As principais atividades desenvolvidas e os resultados obtidos são descritos a seguir.

4.1 ESTUDO INTRODUTÓRIO

4.1.1 JUSTIFICATIVA

O estudo introdutório foi realizado visando consolidar a base teórica necessária à realização das atividades do estágio. As primeiras semanas foram dedicadas ao estudo da base de baterias chumbo-ácido e demais tecnologias, assim como ao estudo de sistemas de gerenciamento de energia, sistemas fotovoltaicos, veículos elétricos híbridos e veículos elétricos.

4.1.2 METODOLOGIA

A base destes principais temas foi pesquisada em bibliografias disponíveis no setor e em fontes on-line. Os resultados das pesquisas foram apresentados oralmente para membros do setor, como ponto de partida para debates acerca do assunto, possibilitando um maior entendimento sobre cada tema.

4.1.3 RESULTADOS

A base teórica necessária para atuação nos projetos em desenvolvimento foi solidamente fixada, resultando na facilidade ao desempenhar as atividades do estágio.

4.1.4 CONCLUSÃO

Uma vez que a natureza da maioria dos assuntos estudados é específica, não tendo sido abordada ao longo do curso de graduação, este estudo inicial foi fundamental para a execução das atividades e projetos do estágio.

4.2 TREINAMENTO NO *BATTERY MANAGER DIGATRON*

4.2.1 SOBRE O EQUIPAMENTO

O *Battery Manager* é um equipamento, desenvolvido e produzido pela Digatron, que combina software e hardware para realizar testes e a formação de baterias. Sua interface workstation com o usuário é clara, oferecendo flexibilidade para programar testes variados na bateria. No entanto, devido à liberdade oferecida na programação dos testes, é de responsabilidade do usuário definir limites que garantam a proteção elétrica dos equipamentos envolvidos, assim como sua própria segurança.

O *Battery Manager* é composto por quatro módulos de software: *BM Workstation*, *BM Server Manager*, *BM Communication Server* e o *BM Database* (Digatron Firing Circuits, 2014). O *Workstation* consiste na interface principal. Nela o usuário controlará os circuitos e obterá uma avaliação gráfica dos dados registrados, a tela principal desta interface é ilustrada na Figura 15.

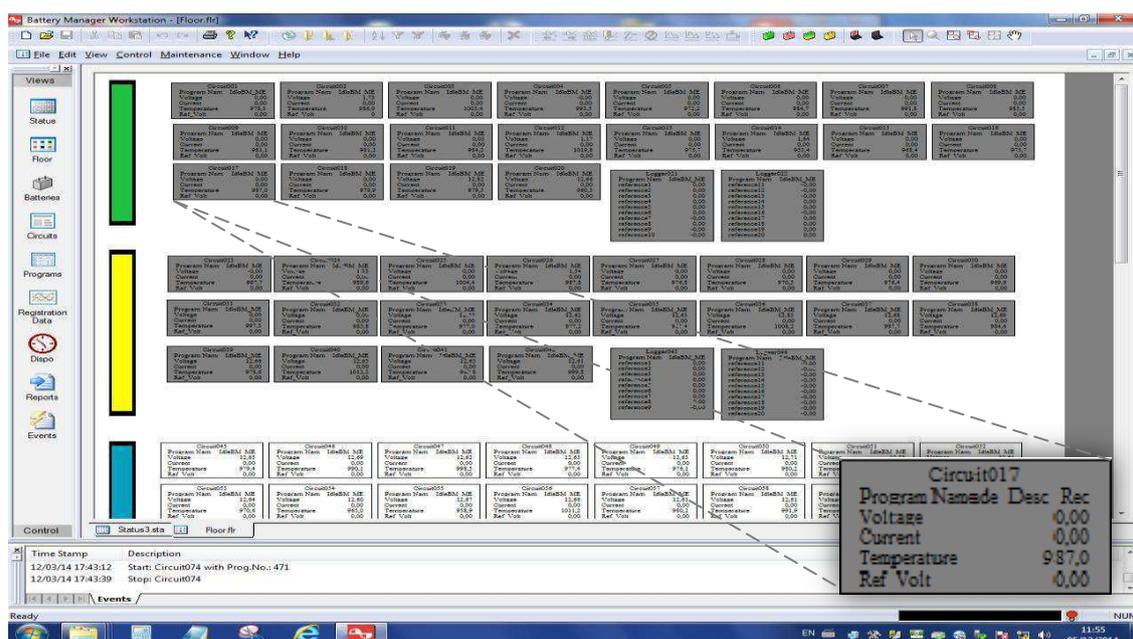


Figura 15. Interface *Workstation* do *Battery Manager Digatron*.

Os equipamentos adquiridos pela Moura e pelo ITEM (Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura) possuem o servidor BTS-600 e são dos modelos UBT 150/300 - 0/18 - 4ME e UBT 30-5/18 - 20 ME. As especificações destes equipamentos são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Especificações dos equipamentos Digatron na Moura e ITEM (Digatron, 2013).

Modelo	Circuitos por gabinete	Parâmetros Limites por circuito	
		Corrente (A)	Tensão(V)
Start-Stop (UBT 150/300 - 0/18 - 4ME)	4	0,075-150 Carga	0-18 Carga
		0,075-150/ 300 ¹ Descarga	18-0 Descarga
Ciclador (UBT 30-5/18 - 20 ME)	20	0,03-30 Carga	0-18 Carga
		0,03-30 Descarga	16-5 Descarga

¹ Acima de 150A na descarga, a tolerância é de 10s de aplicação com 90s de intervalo entre picos.

Cada circuito do gabinete consiste em um módulo de potência. Para ambos os modelos, existe uma entrada de medição de temperatura com termopares tipo K (-100° C a 200° C) e, uma entrada para medição da tensão (-10 a 10 V) por circuito. Para o ciclador, a resolução é de 1 mA e 1 mV e para o *start-stop*, é de 10 mA e 0,6 mV.

Na programação dos testes, o usuário define qual formato de registro será utilizado, ou seja, quais canais de coleta de dados físicos e/ou lógicos serão utilizados em cada teste. Este procedimento evita a sobrecarga de dados armazenados, assim como a insuficiência de dados coletados. Os canais físicos disponíveis são: corrente, tensão e temperatura, e alguns dos canais lógicos disponíveis são: Capacidade (Ah), Capacidade na Carga (AhCha) e Capacidade na Descarga (AhDch).

Os resultados dos testes podem ser visualizados tanto numericamente quanto graficamente, durante e após a conclusão do mesmo.

Após a determinação do formato de registro, são programadas as etapas do teste por meio de operadores. Cada operador tem uma função bem definida e quando utilizado em conjunto com valores nominais e condições de limites, permitem ao usuário programar diversos testes. Na Tabela 2 são ilustrados alguns dos operadores mais utilizados em testes.

Tabela 2. Principais operadores do Digatron (Digatron Firing Circuits, 2014).

Operador	Descrição
SET	Define o formato de registro.
PAU	Pausa o programa até o limite definido.
CHA	Carrega com o valor nominal até o limite ser atingido.
DCH	Descarrega com o valor nominal até o limite ser atingido.
STO	Finaliza o programa de teste.
INT	Interrompe o programa de teste. Para continuar, deve-se utilizar o comando "start".
BEG	Define o início de um ciclo.
CYC	Define o término de um ciclo.
GOTO	Operador utilizado para "ir para" para determinada etapa do programa.

Na Figura 16, ilustra-se um programa demonstrativo de um procedimento simples de carga em uma bateria.

Step	Label	Operator	Nominal Value	Limit	Action	Registration
1		SET				NORMAL
2		PAU		30.0 sec		
3		CHA	14.1 V 20.0 A	< 1.0 A > 50.0 C	INT	1.0 Ah 0.5 C
4		STO				

Figura 16. Exemplo de programa no Digatron (Digatron , 2013).

Observa-se que foi utilizado o operador CHA com os valores nominais 14,1 V e 20,0 A e os limites de 1,0 A e 50 °C. Este comando indica que será realizado um procedimento de carga, no qual os valores de tensão e corrente serão monitorados e não deverão passar de 14,1 V e 20 A, respectivamente. Isto significa que a bateria será carregada com um máximo de 20 A até que a tensão atinja 14,1 V. A partir deste momento, a tensão será mantida constante e a corrente de carga será reduzida gradativamente devido à variação da aceitação de carga da bateria com a tensão.

Como limites definidos para a operação de carga, quando a corrente se tornar inferior a 1,0 A, o programa terminará. Adicionalmente, caso a temperatura da bateria ultrapasse 50 °C, o programa será interrompido e só poderá continuar sob o comando do usuário.

4.2.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

4.2.2.1 JUSTIFICATIVA

O *Battery Manager Digatron* (BM) é um equipamento de alta tecnologia utilizado na realização de testes diversos em baterias. A Moura e o ITEMm adquiriram 06 unidades deste equipamento poucos meses antes do início do estágio e, portanto, havia apenas um grupo pequeno de usuários aptos a operá-las.

Surgiu então a oportunidade de aprendizado desta nova ferramenta para contribuir com o conhecimento da equipe sobre o potencial do equipamento. Adicionalmente, os conhecimentos adquiridos foram utilizados nas pesquisas internas do setor, além de testes para projetos em parceria com instituições.

4.2.2.2 METODOLOGIA

O treinamento inicial de familiarização com o equipamento foi realizado sob a supervisão de Paola Furlanetto, à época estagiária do ITEMm. Nele, foram vistos os fundamentos básicos sobre o equipamento e seu funcionamento, e foram realizados os primeiros testes para familiarização com o programa.

Posteriormente, a prática com a programação e uso do equipamento foi obtida por meio da programação e execução de testes diversos. O manual do equipamento foi estudado e consultado para testes de novas funções. As principais funções introduzidas com sucesso na rotina de testes do laboratório foram: AHDEF, PERCAH, TABLE e PARALLEL.

Dentre as atividades desenvolvidas, destaca-se também o estudo sobre a adequação do equipamento BM à realização de testes de perfil de consumo de energia em sistemas de 48 V, assunto que será abordado a seguir.

4.2.2.3 TESTE DE PERFIL DE CONSUMO DE ENERGIA - SISTEMA DE 48 V

O objetivo do teste foi verificar a possibilidade de testar um perfil de consumo de energia a partir de dados de uma tabela, e em especial, um perfil de consumo de um sistema de 48 V.

Neste estudo foram testadas as funções TABLE e PARALLEL do equipamento *start-stop*, até então nunca utilizadas em testes.

Os dados utilizados foram dados reais, fornecidos por uma montadora, consistindo de um perfil de consumo de energia em um sistema de 48 V de um veículo elétrico híbrido. Os dados de tensão, corrente e potência foram adequados aos níveis limites do equipamento mostrados na Tabela 1. Os dados do perfil fornecido pela montadora estão ilustrados na Tabela 3.

Tabela 3. Dados do perfil de consumo de energia de um sistema de 48 V.

Parâmetros		Valores
Corrente (A)	Máx _{CARGA}	-152,230
	Máx _{DESCARGA}	374,810
	Média _{CARGA}	-38,307
	Média _{DESCARGA}	17,412
Tensão (V)	Mín.	28,449
	Máx.	56,128
	Média	48,159
Potência (W)	Máx _{CARGA}	-8470,3
	Máx _{DESCARGA}	11804
	Média _{CARGA}	-1969,28
	Média _{DESCARGA}	782,273
Estado de Carga (%)	Mín.	64,75
	Máx.	78
	Médio	73
Duração do teste (min)	-	43,5

Uma vez que o equipamento possui uma limitação de tensão em 18 V, os valores de tensão do perfil foram reduzidos por um fator de 3,5 para possibilitar o teste. Foi utilizado um gabinete *start-stop* devido ao elevado nível de corrente do teste.

Para atender aos picos de corrente do perfil, que excedem o máximo por circuito no gabinete *start-stop*, dois circuitos foram paralelizados. Nesta configuração mestre-escravo, o limite de corrente para o teste é dobrado, tornando-se 300 A contínuos na carga e 600 A na descarga, por 10 segundos, ou 300 A na descarga contínua.

4.2.3 RESULTADOS

Com o treinamento realizado no BM, pôde-se ampliar a gama de funções utilizadas até então no equipamento, assim como utilizar os conhecimentos adquiridos para programar testes para os projetos de pesquisa do setor de Inovação.

Como resultados específicos do teste do perfil de consumo de energia realizado, obteve-se a validação do uso das funções TABLE e PARALLEL, assim como a realização de testes de perfil em geral.

Na Figura 17 pode ser observada a paralelização dos circuitos *start-stop* do Digatron, realizada para o teste. Foi utilizada uma bateria de caminhão/ônibus para suportar os níveis de corrente do teste, que atingiu os 600 A, previstos na descarga.



Figura 17. Teste de paralelização de circuitos *start-stop* do Digatron.

Na Figura 18 pode-se observar o resultado do teste de um trecho do perfil de consumo de energia, utilizando a função TABLE. Percebe-se que o comportamento obtido na bateria segue o esperado.

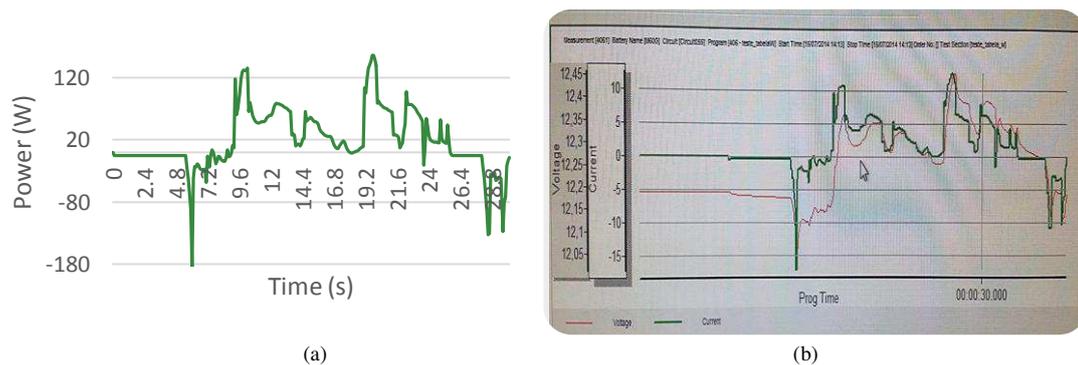


Figura 18. Teste do perfil de consumo de energia, utilizando a função TABLE do Digatron (a) Resultado Previsto e (b) Resultado obtido no teste.

No entanto, destaca-se que devido às limitações de tensão do equipamento, perfis de 48 V devem ser testados em equipamentos com um limite de tensão maior, para obtenção da real combinação dos valores de tensão e corrente, aos quais a bateria está submetida. Portanto, visando realizar testes em sistemas de 48 V, o ITEM e a

Moura adquiriram este ano novos equipamentos, cujo limite de tensão é de 65 V. Tais equipamentos estão atualmente sendo fabricados pela Digatron com previsão de entrega em Janeiro de 2015.

4.2.4 CONCLUSÃO

A experiência adquirida com o equipamento foi extremamente relevante para o entendimento da bateria e para a execução dos projetos do estágio. Ainda existem inúmeras possibilidades a serem testadas com este equipamento, que é capaz de realizar testes mais complexos e variados do que aqueles realizados.

4.3 PROJETOS - SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

4.3.1 CONTEXTO E PARCERIAS

Minirredes são alternativas viáveis para a integração de unidades de geração distribuída às redes elétricas convencionais e, os sistemas de armazenamento são apontados como elementos essenciais para o funcionamento de uma minirrede.

Sistemas de armazenamento permitem alcançar: a estabilidade durante picos de carga; a operação frente a afundamentos de tensão; o armazenamento do excedente de geração e garantir o comportamento da minirrede de forma satisfatória, do ponto de vista da rede principal (IEE, DEE - UFMA, 2014).

As baterias ainda representam a melhor opção para o armazenamento de energia em sistemas fotovoltaicos. As baterias de Níquel-Cádmio (NiCd) e de Níquel-metal Hidreto (NiMH) não são recomendadas devido ao seu alto nível de auto descarga. Por outro lado, as baterias de íons de Lítio (Li-Ion), embora apresentem maior densidade de energia, ainda possuem elevado custo. Sendo assim, as baterias de chumbo-ácido são as mais recomendadas, pois apresentam um dos menores custos por kWh e atendem aos requisitos de uma minirrede típica, com elevada densidade de potência. Isto é, são capazes de fornecer elevadas correntes em curtos espaços de tempo (IEE, DEE - UFMA, 2014).

Ao longo do tempo de uso, as características de um acumulador tendem a deteriorar, até atingir a inadequação à aplicação a que se destina. A substituição de um

conjunto de acumuladores é um processo de custo elevado e, portanto, devem-se buscar alternativas para aumentar a vida útil dos acumuladores, ao máximo possível.

Neste contexto, foi lançada recentemente a família de baterias OpZS da linha Moura Clean Max. São baterias chumbo-ácido estacionárias ventiladas, compostas por elementos individuais de 2 V, voltadas para aplicações fotovoltaicas. O grande diferencial de tais baterias pode ser visto na Tabela 4.

Tabela 4. Características diferenciadas da família OpZS (DCBE - Moura, 2014).

Tecnologia	Vantagens
Liga da grade com baixo teor de antimônio (1,6%)	-Menor consumo de água – baixa manutenção -Maior resistência à corrosão
Placa positiva plana empastada	-Menor resistência elétrica interna -maior densidade de corrente
Polo de segurança	-Evita danos pelo crescimento da placa positiva -Injeção em ABS com labirinto (impede corrosão e migração de eletrólito)
Resistência à temperatura	-Maior vida útil em ambientes com temperatura acima de 25°C -Dispensa o uso do sistema de refrigeração

Visando aprofundar o conhecimento atual sobre o desempenho de tais baterias em aplicações fotovoltaicas e propor melhorias ao projeto da bateria, foram iniciados dois projetos em parceria com a UFPB e a UFMA, que comporão o PPB de 2014 (ver item 3.5.1). O escopo de cada projeto, assim como as atividades desenvolvidas até o final deste estágio são detalhados a seguir.

4.3.2 PROJETO 1 – PARCERIA MOURA/UFPB

O objetivo deste projeto é desenvolver um sistema de monitoramento de baterias aplicadas em sistemas fotovoltaicos, baseado em técnicas de inteligência artificial, que permitam o registro e avaliação das condições de operação de acumuladores individuais que compõem um banco de baterias.

A primeira etapa do projeto consiste no desenvolvimento de um modelo matemático para simulação de baterias fotovoltaicas, a partir da utilização de sistemas de Inteligência Artificial.

A segunda etapa do projeto consiste no desenvolvimento de um sistema eletrônico para realizar o monitoramento de acumuladores individuais em um banco de

baterias. Com este sistema podem ser estimadas as condições de carga e de saúde dos acumuladores, a partir de uma combinação dos resultados obtidos com técnicas de inteligência artificial.

Com este sistema objetiva-se obter um melhor desempenho do controlador de carga e um melhor planejamento da manutenção do sistema, além de criar um banco de dados centralizado na empresa Acumuladores Moura, para o registro das condições operacionais de cada acumulador ao longo de sua vida útil.

4.3.3 PROJETO 2 – PARCERIA MOURA/UFMA

O objetivo deste projeto é definir técnicas e práticas que permitam a preservação ou o prolongamento da vida útil de sistemas de armazenamento em minirredes, com geração distribuída baseada em fontes renováveis.

Será instalado um sistema de monitoramento em um banco de baterias, que está sendo instalado ainda este ano, em uma minirrede de uma ilha remota no Maranhão. Ao contrário do monitoramento do banco completo de baterias, tipicamente realizado, será monitorada a tensão individual de 240 acumuladores que compõem o banco.

Os dados gerados em campo para a nova família de baterias Moura OpZS, serão utilizados como base para definir métodos que permitam prolongar a vida útil das baterias e determinar possíveis causas de falhas em baterias do banco, visando aprimorá-las para aplicações fotovoltaicas em geral.

O monitoramento de tais baterias desde o início da operação será fundamental para o entendimento detalhado do comportamento das mesmas, especialmente em uma aplicação real com características de temperaturas elevadas. Tal banco de dados de campo não existe atualmente para a família de baterias Moura OpZS. A preservação ou o prolongamento da vida útil das baterias utilizadas representa uma redução drástica dos custos de operação e manutenção de uma minirrede.

4.3.4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

No início do estágio, já existia a ideia do projeto com a UFPB, e por meio de reuniões com a equipe dos professores e a Equipe de Inovação, pôde-se desenvolver a ideia inicial e montar o projeto.

Quanto ao projeto com a UFMA, a sugestão do projeto surgiu a partir de uma conversa com um professor daquela instituição, e desde então o projeto ficou sob a responsabilidade da estagiária, que participou de reuniões e elaborou modificações no projeto para viabilizar sua execução.

Ao longo do estágio, estes projetos estavam na etapa inicial de firmar convênio e portanto, as atividades desempenhadas foram voltadas principalmente para a gestão das atividades necessárias ao estabelecimento dos convênios.

As atividades desenvolvidas em ambos os projetos, estão listadas na Figura 19.

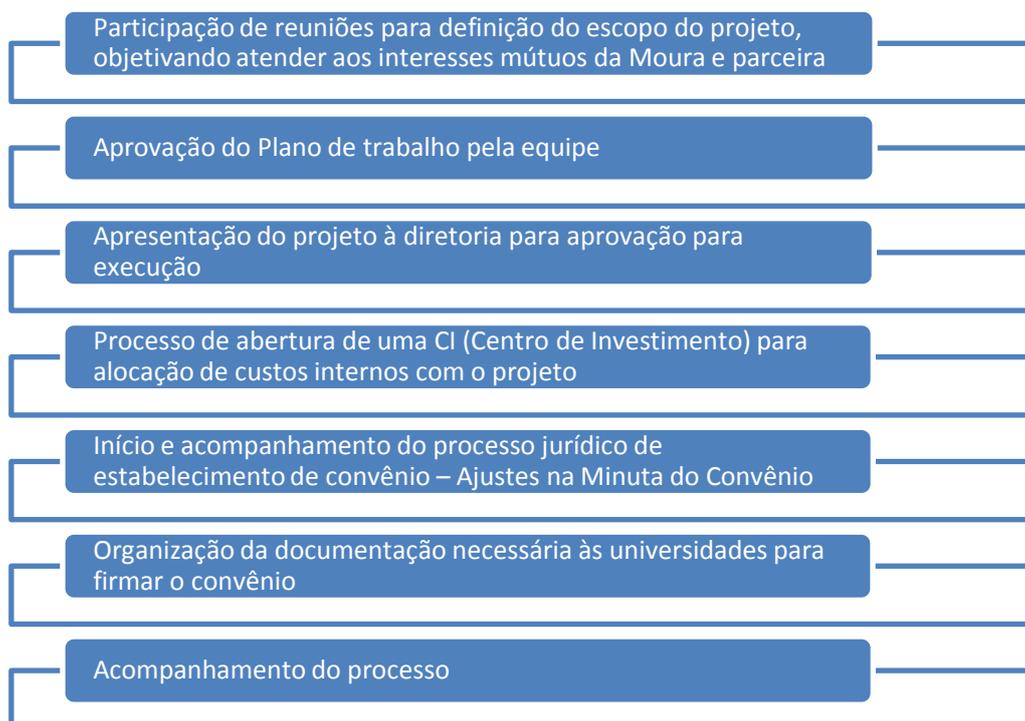


Figura 19. Atividades desenvolvidas nos projetos 1 e 2.

Adicionalmente, no projeto com a UFMA, foram realizadas atividades de: reestruturação do orçamento e cronograma do projeto, para adequá-lo à disponibilidade de recursos do PPB da organização; contato com o fornecedor dos equipamentos do sistema de monitoramento, para obtenção da cotação e prazo de entrega; contato com a fundação intermediadora, para iniciar os ajustes na minuta do convênio junto ao jurídico da Moura, dentre outras.

Para o projeto com a UFPB, foram realizadas também as atividades de encomenda interna de baterias fotovoltaicas MFV420, MFV490 e MFV600, visando realizar testes cujos resultados serão utilizados na elaboração do modelo de simulação da bateria. Foi elaborada a rotina do teste no equipamento Digatron, porém esta rotina

não foi testada nas baterias pois estas são fabricadas apenas sob encomenda e sua entrega excedeu o término do estágio.

Para ambos os projetos, atualmente estão sendo concluídas as etapas do convênio, visando dar início às atividades do projeto em 2015.

4.3.5 CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas foram importantes para o aprendizado das etapas necessárias à elaboração de projetos de pesquisa e desenvolvimento na fábrica, as quais envolvem a interação com vários setores.

4.4 PROJETOS - VEÍCULOS ELÉTRICOS HÍBRIDOS

No cenário automobilístico atual, com a nova política do INOVAR AUTO, descrita na seção 3.5.2, as montadoras estão investindo na eletrificação de seus veículos, adotando dentre outras estratégias a realização de projetos P&D em parcerias. É neste cenário que surge a oportunidade de parcerias com a Moura, para desenvolver sistemas de baterias adequados aos novos níveis de eletrificação dos veículos.

Os projetos relacionados a veículos elétricos híbridos foram os principais projetos trabalhados ao longo do estágio e, serão descritos nesta seção.

4.4.1 PROJETO 3 - SISTEMA DE BATERIAS 42 V PARA UM HÍBRIDO DE UMA MONTADORA

O projeto é uma parceria entre a Moura, ITEM, East Penn (EPM) e uma Montadora. Uma vez que o projeto é confidencial, não será divulgada a identidade da Montadora, doravante apenas denominada MONTADORA, assim como não serão fornecidos detalhes técnicos do projeto. A descrição geral do projeto e das atividades desenvolvidas são apresentadas nesta seção.

4.4.1.1 OBJETIVO

O projeto, que teve início em Julho de 2014 e será finalizado em Agosto de 2015, tem como objetivo entregar a solução de um sistema de baterias 42 V, com conversor DC/DC integrado, para um veículo híbrido da Montadora, utilizando

fabricantes locais e/ou componentes de baixo custo. O sistema de baterias é composto por baterias avançadas chumbo-carbono, BMS e por um conversor DC/DC integrado.

4.4.1.2 MOTIVAÇÃO

A Montadora recebe mais benefícios se o parceiro de pesquisa for um instituto de ciência e tecnologia. Portanto, foi escolhido o ITEM para o projeto. O intuito do projeto é desenvolver o sistema de baterias para um veículo híbrido da Montadora, visando aumentar a eletrificação veicular de sua frota para atender aos requisitos do INOVAR AUTO.

4.4.1.3 ETAPAS DO PROJETO

As etapas do projeto, e o cronograma de cada atividade se encontram listados na Figura 20.

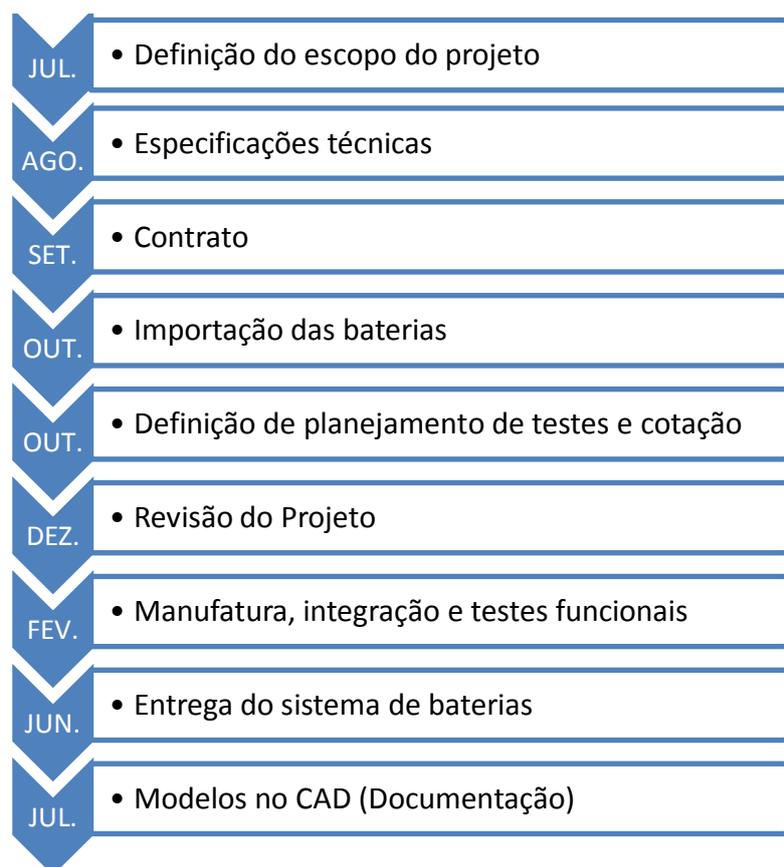


Figura 20. Etapas do Projeto do Sistema de Baterias 42 V.

4.4.1.4 CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA DE BATERIAS

Neste projeto são utilizados módulos de baterias avançadas chumbo-carbono, fabricadas pela EPM, conectados em série para a obtenção dos 42 V requeridos pelo

sistema. Detalhes sobre sua estrutura e modelo não podem ser divulgados neste relatório.

A tensão de operação segue o padrão LV148 e não pode ultrapassar 60 V, para que não seja necessária a adição de um sistema de proteção contra choque-elétrico. Informações sobre potência, corrente e tensão de operação projetadas, assim como sobre as características do modelo e da estrutura, tanto para o conversor DC/DC quanto para o sistema de baterias, não podem ser divulgadas neste relatório devido ao acordo de confidencialidade existente entre as empresas.

4.4.1.5 RESULTADOS ESPERADOS

O projeto terá como entrega final unidades do sistema de baterias, das quais, parte será destinada à instalação em veículos protótipos e parte será destinada à realização de testes funcionais e testes de abuso elétrico, mecânico e térmico.

O protótipo do sistema de bateria será desenvolvido visando uma futura produção em escala, porém não será validado para tal, pois a entrega nesta etapa do projeto poderá conter partes que ainda deverão ser adequadas à fabricação em grande escala.

Espera-se com este projeto obter um sistema de baterias funcional, pronto para a futura etapa de adequação à produção em escala industrial e, para posterior aplicação na produção dos veículos híbridos a serem lançados pela Montadora.

4.4.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Durante o estágio a estagiária ficou responsável pelo projeto na Moura, sob a supervisão do Engenheiro Carlos Vidal. As atividades desenvolvidas no projeto estão listadas na Figura 21.

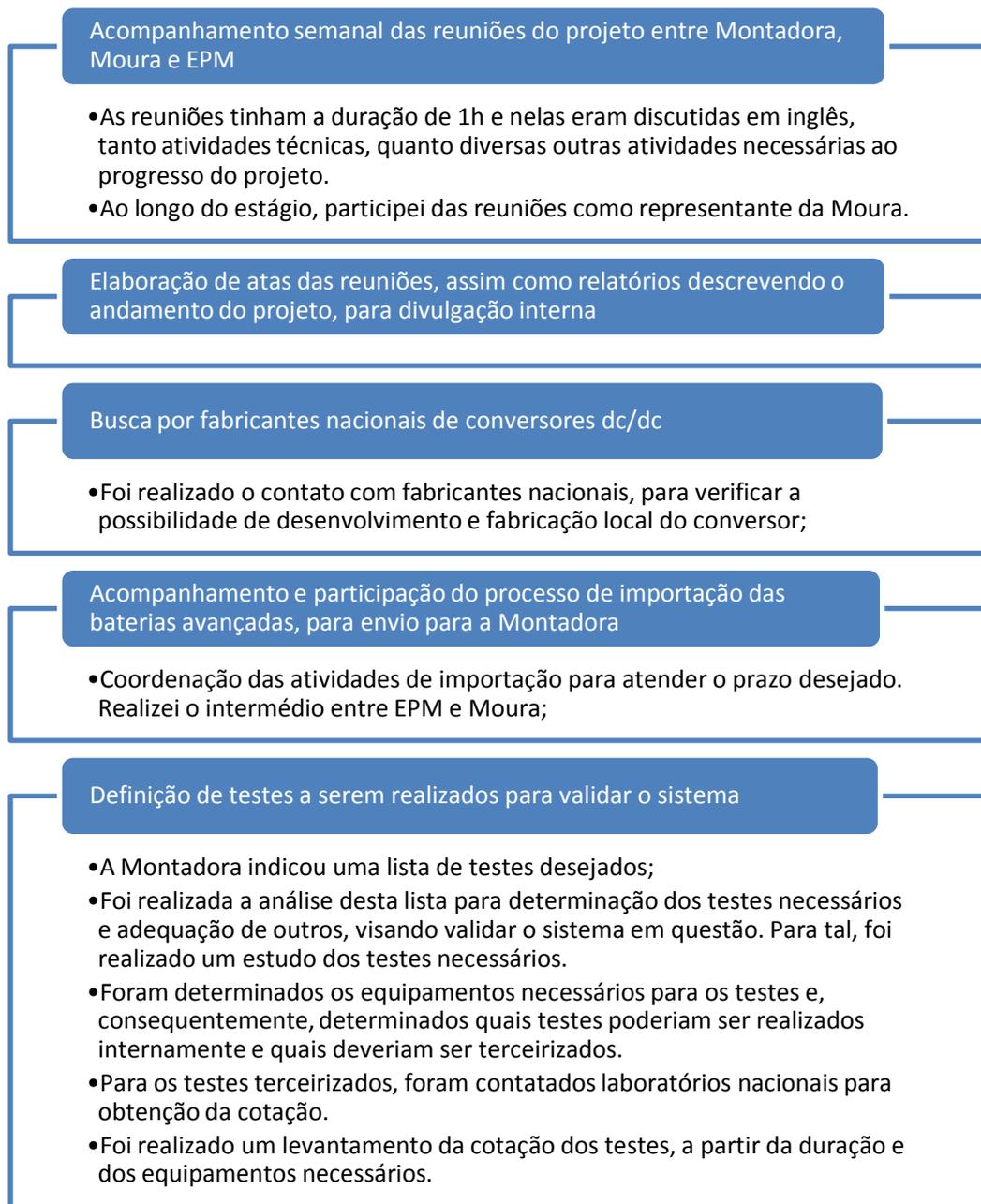


Figura 21. Atividades desenvolvidas no Projeto 3.

4.4.3 RESULTADOS

Os parceiros apresentaram à Montadora opções de empresas aptas para desenvolver e fabricar o conversor, e após uma reunião, a Montadora fez sua escolha.

Os testes definidos para a validação do sistema foram testes específicos de ciclagem, testes de partida a frio, testes de aceitação de carga, testes de autodescarga, testes da função *start-stop* e simulações em CFD (*Computational Fluid Dynamics*). Foi decidido que os testes de abusos mecânicos e elétricos, assim como os testes de

compatibilidade eletromagnética, que iriam ser terceirizados, seriam realizados em uma etapa futura do projeto.

Os veículos protótipos, nos quais serão testados o sistema de baterias de 42 V, foram preparados entre os meses outubro e dezembro, desde a fabricação da carroceria do veículo à instalação do sistema de baterias e demais componentes do híbrido.

4.4.4 CONCLUSÃO

Este projeto foi de fundamental importância para o crescimento profissional e pessoal da estagiária, pois nele pôde-se exercer a liderança do projeto, representando uma grande responsabilidade para a estagiária e o voto de confiança do gestor.

Adicionalmente, este projeto permitiu adquirir inúmeros conhecimentos, tanto técnicos quanto de gestão, além do conhecimento adquirido de etapas de processos envolvendo outros setores da fábrica (importação, nota fiscal, apoio, laboratórios, dentre outros).

4.4.5 PROJETO 4 - CONSTRUÇÃO DE LABORATÓRIO PARA TESTES DE SISTEMAS DE 48V

Este projeto resultou da parceria entre o ITEM e a Montadora. Ele visa a construção de um laboratório local equipado para realizar testes de ciclagens e abusos elétrico, mecânico e térmico em sistemas de 48 V.

A construção do laboratório está atrelada ao Projeto 3 (Sistema de baterias de 42 V para o veículo híbrido da Montadora), pois o ITEM realizará parte dos testes e simulações necessárias ao projeto. Portanto, a ideia é criar o laboratório da Montadora no ITEM, para testar e futuramente desenvolver sistemas de baterias localmente.

4.4.6 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

A estagiária teve a oportunidade de participar deste projeto do ITEM, na etapa de especificação e escolha de equipamentos para o novo laboratório. Para tanto foram desenvolvidas as atividades listadas na Figura 22 .

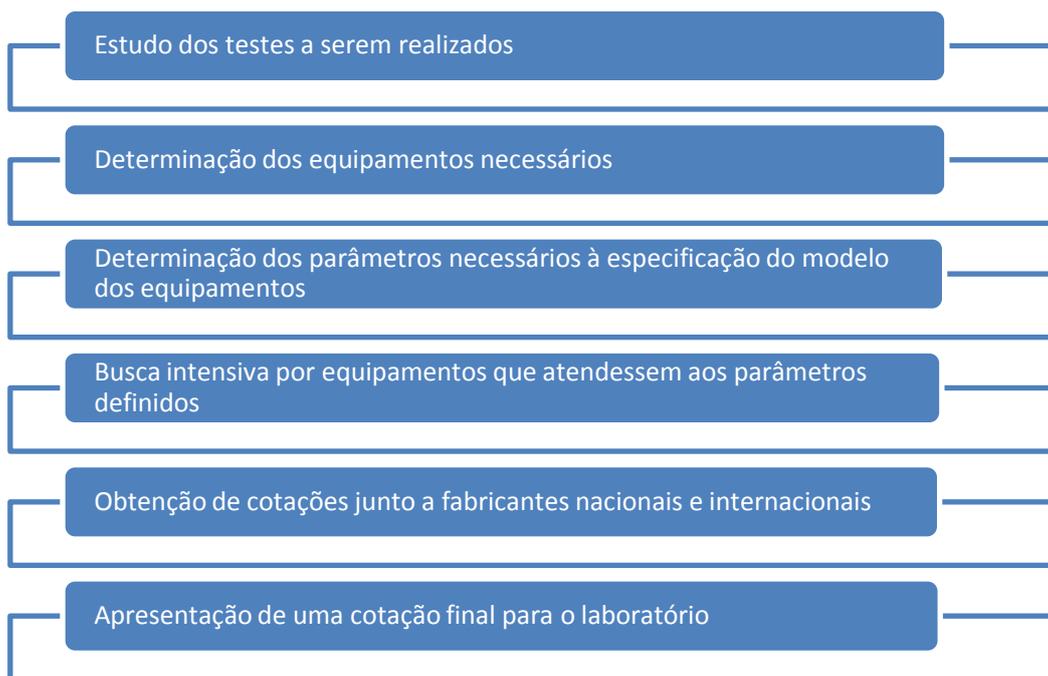


Figura 22. Atividades desenvolvidas no Projeto 4.

4.4.7 CONCLUSÃO

Estas atividades permitiram adquirir um conhecimento técnico sobre os testes e sobre os equipamentos utilizados em laboratórios de montadoras, para testes de sistemas de baterias. Adicionalmente, foi adquirida experiência no processo de cotação de equipamentos diversos para laboratórios.

4.5 TREINAMENTOS

Ao longo do estágio a empresa ofereceu diversas oportunidades de treinamentos para capacitação profissional de seus funcionários. Os treinamentos realizados estão relacionados neste item.

4.5.1 TREINAMENTOS REALIZADOS

Os treinamentos realizados ao longo do estágio, fornecidos por funcionários da Moura ou por consultores externos, foram:

- 5S (5 sentidos: Utilização, Ordenação, Limpeza, Saúde e Auto Disciplina);
- Workshop de Inovação para a Engenharia de Produto;
- Ética no trabalho;
- Administração do tempo;
- CEM (Cultura Empresarial Moura);
- PDI (Planejamento de Desenvolvimento Individual) e *Feedback* Orientado.

4.5.2 CONCLUSÃO

Os treinamentos permitiram a aplicação dos conceitos aprendidos às atividades da fábrica, visando o processo de melhoria contínua do profissional.

Mensalmente é divulgado um cronograma de treinamentos, alguns voltados para setores específicos da fábrica e outros abertos a todos os funcionários. Estes treinamentos demonstram a preocupação da empresa em investir na capacitação de seus profissionais, representando excelentes oportunidades de crescimento profissional e pessoal.

5 CONCLUSÃO

Este documento resume as principais atividades desenvolvidas ao longo do estágio e parte do embasamento teórico necessário para realizá-las.

As atividades foram desenvolvidas com êxito, atingindo os objetivos estabelecidos para o estágio, dentre os quais se destacam: acompanhar as inovações no mercado de baterias, adquirir uma base teórica sobre baterias e aplicações, participar de novos projetos na empresa, exercitar a liderança de projetos e pôr em prática conceitos aprendidos, através da realização de testes em laboratório.

O estagio envolveu o aspecto de gestão de projetos com a parte teórica e prática do desenvolvimento de sistemas de baterias e suas aplicações. Para esta última, foram estudados assuntos específicos, tais como baterias chumbo-ácido, veículos elétricos e híbridos e sistemas fotovoltaicos. Embora estes assuntos não tenham sido abordados diretamente nas disciplinas do curso de graduação em Engenharia Elétrica, os fundamentos teóricos necessários à sua compreensão foram ali obtidos a partir de uma base sólida de conceitos da Engenharia Elétrica. Foram utilizados conceitos aprendidos nas disciplinas de química, máquinas elétricas e eletrônica de potência, dentre outras.

O ambiente na empresa é bastante agradável e possibilitou um bom convívio com os demais funcionários. A empresa apresenta uma característica familiar, e percebe-se a união entre os funcionários para atingir um objetivo comum. O trabalho em equipe é bastante valorizado na empresa, e pôde ser desenvolvido com sucesso na equipe da Engenharia de Inovação.

Por fim, conclui-se que o estágio contribuiu para a formação pessoal e profissional da estagiária e demonstrou a aplicação dos conceitos aprendidos ao longo da formação da aluna no curso de graduação, às atividades desenvolvidas na indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acumuladores Moura. 2014.** Baterias Moura. *Evolução da Moura*. [Online] 2014. <http://www.moura.com.br/pt/evolucao>.
- Casa Civil - Governo do Brasil. 1991.** PLANALTO. *LEI Nº 8.387, DE 30 DE DEZEMBRO DE 1991*. [Online] 30 de Dezembro de 1991. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8387.htm.
- CEAR, DEE - UFPB. 2014.** *Plano de trabalho do projeto "Desenvolvimento de um Sistema de Monitoramento e Modelagem de Baterias Aplicadas em Sistemas Fotovoltaicos"*. João Pessoa : s.n., 2014.
- CEPEL - CRESESB. 2014.** Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro : s.n., 2014.
- DCBE - Moura. 2014.** Cotação de elementos 490 e 600Ah preparada pelo Departamento Comercial de Baterias Estacionárias - Moura. São Paulo : s.n., 2014.
- Digatron . 2013.** *Instruction Manual Model UBT30-5/18-20ME and UBT150-300 -0/18 - 4ME for Moura Brazil*. Shelton : Digatron, 2013. 2634-0821 and 2667-0331.
- Digatron Firing Circuits. 2014.** Battery Manager 4 Manual. 2014.
- Genralic, Eni. 2014.** Lead-acid battery. *Croatian-English Chemistry Dictionary & Glossary*. [Online] 31 de Julho de 2014. <http://glossary.periodni.com/glossary.php?en=lead-acid+battery>.
- Gomes Pereira Jr., Antonio. 2014.** *Organograma Engenharia do Produto*. Belo Jardim : s.n., 2014.
- Hartmann, Lucas V. 2013.** Armazenamento e Conversão de Energia Utilizando Inversores Fonte de Impedância Modificados em Sistemas Fotovoltaicos de Iluminação. Campina Grande : s.n., 2013.
- Husain, Iqbal. 2011.** *Electric and Hybrid Vehicles - Design Fundamentals*. [ed.] CRC Press - Taylor & Francis Group. 2nd edition. 2011.
- Husain, Iqbal . 2005.** *Electric and Hybrid Vehicles Design Fundamentals*. [ed.] CRC Press. Florida : CRC Press, 2005. 0-8493-1466-6.
- IEE, DEE - UFMA. 2014.** *Plano de trabalho do projeto "Estudo de técnicas para preservação da vida útil de bancos de baterias em minirredes isoladas com geração a partir de fontes renováveis"*. São Luiz : s.n., 2014.
- Inventta. 2012.** *O INOVAR AUTO e os investimentos em P&D no setor automotivo*. [Online] 2012. [Citado em: 03 de Dezembro de 2014.] <http://inventta.net/inovar-auto.pdf>.
- Marinho da Silva, Wanderlei. 2013.** Veículos Elétricos e Híbridos. *Curso SAE Brasil*. 2013.
- MDIC - Governo Brasileiro. 2014.** Desenvolvimento da Produção - Ministério do Desenvolvimento, Indústrias e Comércio Exterior. *Processo Produtivo Básico*. [Online] 2014. [Citado em: 03 de Dezembro de 2014.] <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=1103>.

MSPC. 2014. MSPC Informações técnicas. *Pilhas e baterias*. [Online] 2014. <http://www.mspc.eng.br/tecdiv/bat120.shtml>.

Neosolar energia. 2013. Sistema de energia solar fotovoltaica e seus componentes. *Neosolar energia*. [Online] 2013. <http://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes..>

Pereira Júnior, Antonio e Lira Alves, Marcelo. 2012. *Baterias Automotivas*. 2012.

Portal Energia. 2014. Portal Energia - Energias renováveis. *Dimensionamento de sistemas solares fotovoltaicos*. [Online] 2014. <http://www.portal-energia.com/dimensionamento-de-sistemas-solares-fotovoltaicos/>.

Union of Concerned Scientists. 2014. Union of Concerned Scientists, Science for a healthy planet and safer world. *How hybrid cars and trucks work*. [Online] UCS, 2014. http://www.ucsusa.org/clean_vehicles/smart-transportation-solutions/advanced-vehicle-technologies/hybrid-cars/how-hybrids-work.html#series.