



**Universidade Federal de Campina Grande**

**Centro de Engenharia Elétrica e Informática**

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

Luan Araújo Coelho Silveira Castro

**ESTÁGIO INTEGRADO NO INSTITUTO DE  
TECNOLOGIA EDSON MORORÓ MOURA**

Campina Grande,  
Paraíba Dezembro de 2018

Luan Araújo Coelho Silveira Castro

## ESTÁGIO INTEGRADO NO INSTITUTO DE TECNOLOGIA EDSON MORORÓ MOURA

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: Eletrotécnica.

Orientador:

Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba  
Dezembro de 2018

Luan Araújo Coelho Silveira Castro

## ESTÁGIO INTEGRADO NO INSTITUTO DE TECNOLOGIA EDSON MORORÓ MOURA

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: Eletrotécnica.

Aprovado em        /        /

**Professor Avaliador**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador, UFCG

**Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador, UFCG

Dedico este trabalho aos meus pais Djannildo e Vilma, ao meu irmão Ruan e a minha noiva Linsey, que são o meu suporte diário e a base da minha felicidade.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Djannildo e Vilma, que sempre me acompanharam e me deram forças em todas as etapas da minha vida, lutando dia após dia em busca da perfeita harmonia dentro e fora de casa.

À UFCG, por me permitir crescer intelectualmente, oferecendo um curso de excelência em minha área, construído por um corpo docente extremamente qualificado, essencial para minha formação profissional, e por uma equipe de funcionários administrativos que facilitaram o percurso que me permitiu chegar até aqui.

Ao professor Dr. George Rossany Soares de Lira, por ter sido um grande tutor durante o curso, não apenas como simples professor, mas por ter sido meu orientador enquanto participei de projeto de pesquisa de desenvolvimento científico na universidade e por ter aceitado ser meu orientador durante meu período como estagiário bem como por acreditar sempre no meu potencial e por continuamente me entusiasmar com a profissão.

Aos meus amigos que me acompanharam durante toda esta trajetória, Mauricio, Thiago, Rodolfo e Luiz, não apenas como verdadeiros amigos, bem como companheiros de mesmo apartamento.

A todos que já foram meus professores, cada um foi de fundamental importância para minha trajetória profissional.

Por fim, agradeço àqueles colegas de curso, que me acompanharam e me ajudaram durante toda minha trajetória de graduação, sem eles o percurso teria sido muito mais árduo.

*“—A realidade está errada.  
Sonhos podem sim se tornar realidade”  
Autor desconhecido.*

## RESUMO

Este relatório descreve as atividades no âmbito de projetos de pesquisa e desenvolvimento realizadas durante o estágio integrado no Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM), entre Março de 2018 e Dezembro de 2018. Este estágio teve como foco a gestão e estruturação do Laboratório de Eletrônica e Laboratório Elétrico do instituto, o qual se destina à análise de baterias para aplicações diversas bem como o projeto de sistemas de monitoramento de baterias. Em adição a esta incumbência, foram realizadas atividades envolvendo o estudo do estado de carga e estado de saúde em baterias automotivas, participação em projeto de chip no qual compõe sistema de monitoramento de baterias e análise elétrica e térmica em baterias de chumbo ácido.

**Palavras-chave:** ITEM, testes elétricos em baterias, estado de carga, estado de saúde, BMS, SIGFI, bateria chumbo-ácido.

# SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABELAS.....	12
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....	13
1 INTRODUÇÃO .....	14
2 DESENVOLVIMENTO.....	20
2.1 ESTUDO E MONTAGEM DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO 82Ah E 12V .....	20
2.1.1 BATERIA E SEUS PRINCIPAIS COMPONENTES .....	20
2.1.2 BATERIA E SEUS PRINCIPAIS COMPONENTES .....	20
2.2 PROCESSO PRODUTIVO DA BATERIA.....	20
2.2.1 OBTENÇÃO DO ÓXIDO DE CHUMBO (PBO) .....	20
2.2.2 PRODUÇÃO DE PLACAS.....	20
2.2.3 EMPASTAMENTO DE PLACAS .....	20
2.2.4 CURA E SECAGEM DE PLACAS.....	30
2.2.5 MONTAGEM .....	30
2.2.6 FORMAÇÃO .....	31
2.2.7 ACABAMENTO .....	32
2.3 GESTÃO E OPERAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS ELÉTRICOS DO ITEM.....	33
2.3.1 ENSAIOS ELÉTRICOS EM BATERIAS .....	33
2.3.2 TESTE DE CAPACIDADE .....	34
2.3.3 TESTE DE PARTIDA A FRIO .....	34
2.3.4 TESTES DE CICLAGEM .....	35
2.3.5 CICLAGEM 95% à 50% SOC .....	36
2.3.6 TESTE START/STOP .....	36
2.3.7 EQUIPAMENTOS E SOFTWARE .....	37
2.3.8 RELATÓRIOS E ANÁLISE DE DADOS .....	39
2.3.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	40
2.4 MAPEAMENTO DE SOH E SOC EM BATERIAS EFB .....	40
2.4.1 CONDICIONAMENTO DO ESTADO DE CARGA .....	41
2.4.2 CONDICIONAMENTO DO ESTADO DE SAÚDE .....	42
2.4.2.1 ESTIMATIVA BASEADA NA CAPACIDADE .....	43
2.4.2.2 ESTIMATIVA BASEADA NA POTÊNCIA DE ARRANQUE .....	43
2.4.2.3 ESTIMATIVA COMBINADA .....	43
2.4.3 ANÁLISE DAS NORMAS DE ENVELHECIMENTO .....	43
2.4.4 ESTRUTURA DOS ENSAIOS .....	44
2.4.5 REQUISITOS TÉCNICOS .....	46



2.4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	47
2.5 TREINAMENTOS .....	48
2.5.1 CULTURA EMPRESARIAL .....	49
2.5.2 GERENCIAMENTO DE ROTINA .....	49
2.5.3 PROGRAMA 5S .....	50
2.5.4 TREINAMENTO TÉCNICO EM BATERIAS.....	50
2.5.5 WORLD CLASS ENGINEERING (WCE) .....	51
2.5.6 MICROSOFT EXCEL (MSE) .....	55
2.5.7 A ARTE DE DAR FEEDBACK.....	55
2.5.8 PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCB) .....	56
2.5.9 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
3 CONCLUSÃO.....	54
BIBLIOGRAFIA.....	55
APÊNDICE A.....	56
APÊNDICE B.....	66
APÊNDICE C.....	72

## Lista de Figuras

Figura 1. Logomarca Moura. ....	17
Figura 2. Acumuladores Moura S/A Unidade 01. ....	18
Figura 3. Logomarca ITEM. ....	19
Figura 4. Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura Unidade Belo Jardim. ....	19
Figura 5. Esquemático do corpo administrativo do ITEM. ....	20
Figura 6. Composição de uma bateria. ....	22
Figura 7. Exemplo de caixa e tampa. ....	22
Figura 8. Placa positiva e placa negativa. ....	23
Figura 9. Separador de polietileno. ....	23
Figura 10. Straps. ....	23
Figura 11. Fluxo de elétrons. ....	24
Figura 12. Elemento de uma bateria. ....	26
Figura 13. Seis elementos ligados em série. ....	26
Figura 14. Fluxograma de produção de baterias chumbo ácido. ....	27
Figura 15. Fita após laminação e após expansão. ....	29
Figura 16. Placas após empastamento. ....	29
Figura 17. Fluxograma do processo de montagem. ....	31
Figura 18. Baterias em processo de formação. ....	32
Figura 19. Perfil de tensão e corrente: ensaio de capacidade de bateria M60GD Moura. ....	34
Figura 20. Perfil de tensão e corrente: ciclagem para análise de estratificação (bateria 48Ah). ....	35
Figura 21. Perfil de tensão e corrente: teste Start/Stop protótipo AGM 80 Ah. ....	36
Figura 22. Teste de alta descarga. ....	37
Figura 23. Câmara climática com capacidade de 18 circuitos. ....	37
Figura 24. Conexão baterias para câmara climática. ....	37
Figura 25. Banhos térmicos laboratório ITEM. ....	38
Figura 27. Perfil de corrente para ciclagem SBA-S-0101 tropicalizada. ....	45
Figura 28. Evolução da capacidade da bateria em função da ciclagem SBA. ....	45
Figura 29. Tensor de ensaios para baterias EFB. ....	46
Figura 30. Câmara climática Mecalor. ....	47
Figura 31. Plataforma E-Moura. ....	48
Figura 32. Pilares do WCE. ....	52
Figura 33. Brocas utilizadas para confecção das placas. ....	58
Figura 34. Prototipadora ProtoMat S103. ....	59
Figura 35. Banho químico para confecção das placas. ....	59
Figura 36. Máquina para aplicação dos raios UV. ....	60
Figura 37. Máquina para aplicação de estanho de forma manual LPKF ProtoPrint. ....	60
Figura 38. Preparação de solução para aplicação da máscara de forma manual. ....	61
Figura 39. Revelação das legendas. ....	62

Figura 40. Forno utilizado para secagem das placas LPKF ProtoFlow .	62
Figura 41. LPKF ProtoPlace S.	63
Figura 42. LPKF ProtoPlace BGA.	63
Figura 43. LPKF ProtoPlace S em utilização.	63
Figura 44. PCBs produzidas ao fim do treinamento.	64
Figura 45. Configuração do sistema Digatron.	69
Figura 46. Aplicativos necessários à execução do BM.	69
Figura 47. BTS-600 ComServer.	70
Figura 48. BTS-600 Generator.	70
Figura 49. Server Manager.	71
Figura 50. Tela de acesso	71
Figura 51. BM Workstation Floor.	72
Figura 52. BM Workstation Views.	72
Figura 53. Código de cores BM Workstation Floor.	73
Figura 54. Código de cores BTS-600 ComServer.	73
Figura 55. BM Workstation Floor: dados do circuito.	74
Figura 56. BM Workstation Dispo.	75
Figura 57. BM Workstation Batteries.	76
Figura 58. BM Workstation Programs.	76
Figura 59. BM Workstation Registration Data.	77
Figura 60. BM Workstation Reports.	77
Figura 61. BM Workstation Circuits.	78
Figura 62. Exemplo de programa de ciclagem.	81
Figura 63. Ciclagem com parada por tempo da descarga (conversão em AhDch).	82
Figura 64. Ensaio de capacidade C20 conforme Inmetro (bateria 60Ah).	83
Figura 65. Ensaio de capacidade C20 conforme Inmetro (bateria 60Ah).	83
Figura 66. BM Archive Viwer.	84
Figura 67. Barra de tarefas BTS-600 ComServer	84
Figura 68. Ensaio de capacidade C20 conforme Inmetro (bateria 60Ah).	85

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Especificações dos módulos Digatron instalados no Laboratório do ITEM.....	39
Tabela 2. Classificação dos Métodos Matemáticos para Estimativa de SOC.....	41
Tabela 3. Comparativo entre ciclos.....	44
Tabela 4. Relação de equipamentos .....	46
Tabela 5. Principais comandos para programação no BM .....	79
Tabela 6. Observações no desenvolvimento de programas .....	81

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- AGM – Absortive Glass Matereal
- BM – Battery Manager
- CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais
- COELCE – Companhia Energética do Ceará
- CPqD – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
- DOD – *Dept of Discharge* (Profundidade de Descarga)
- FEM – Força Eletromotriz
- Inmetro – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
- ITEMM – Instituto de Tecnologia Edson Mororó
- MS – Microsoft
- OCV – *Open Circuit Voltage* (Tensão de Circuito Aberto)
- RC – Reserva de Capacidade
- RN – Resolução Normativa
- SAE International – Society of Automotive Engineers (Sociedade de Engenheiros Automotivos)
- SIGFI – Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente
- SLI – *Start Light Ignition* (Partida, Iluminação e Ignição)
- SOC – *State of Charge* (Estado de Carga)
- SOH – *State of Health* (Estado de Saude)
- PCB – *Printed Board Circuit*
- UFCG – Universidade Federal de Campina Grande
- UBT – *Universal Battery Tester*
- VBA – *Visual Basic Applications*
- VRLA – *Valve Regulated Lead Acid* (Bateria de Chumbo-ácido Regulada por Válvula) VW – Volkswagen

# 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por finalidade descrever as atividades realizadas no âmbito profissional durante o Estágio Integrado e constitui parte indispensável para a formação acadêmica em Engenharia Elétrica.

O estágio foi realizado durante o período de 07/05/2018 e 14/12/2018 com carga horária de 30 horas semanais, em conformidade com a Resolução 01/2012 do Colegiado do Curso de Graduação de Engenharia Elétrica da UFCG e atendendo aos requisitos previstos na Lei do Estágio (Lei 11.788/2008).

O contrato de estágio foi firmado com a empresa Instituto Tecnológico Edson Mororó Moura, que faz parte do grupo Acumuladores Moura S/A. O estágio foi realizado laboratório de eletrônica da empresa, setor responsável pelo desenvolvimento e melhorias de produtos para o mercado de montadoras e reposição.

Vários objetivos foram traçados ao longo do estágio, bem como atividades e responsabilidades foram surgindo à medida que se ganhava experiência. Atividades relacionadas ao mercado de montadoras, como execução, planejamento e gerenciamento de projetos serviram para demonstrar o alto nível de trabalho exigido.

A primeira atividade realizada durante o estágio foi o estudo detalhado de cada processo que envolvia a fabricação de baterias. Essa atividade consistiu em fazer um estudo detalhado de cada processo, desde a obtenção do óxido de chumbo até o acabamento das baterias de chumbo-ácido, além de preparar apresentações para os gestores e nessas apresentações discutir e mostrar os pontos observados.

Devido ao dinamismo imposto pelo Laboratório, foi possível também a interação com as mais diversas áreas e setores não só da empresa, mas do grupo Moura como um todo, sendo assim, foi agregado conhecimento sobre as diferentes etapas do processo produtivo Moura. Posteriormente, a gestão de um projeto de melhoria da bateria automotiva de 82Ah desenvolvida pela Acumuladores Moura foi iniciado, sendo executado até o final do período de estágio.

Durante a realização do estágio, se fizeram presentes várias formas de interação com o mercado de montadoras. Como exemplo, projetos de melhoria

de novos produtos, bem como, constante análise da engenharia das baterias fornecidas para esse mercado se tornaram atividades corriqueiras durante o estágio.

## 1.1 ACUMULADORES MOURA S/A

Empresa brasileira do ramo de baterias fundada em 1957 por Edson Mororó Moura no município de Belo Jardim – PE (logomarca apresentada na Figura 1). Uma das maiores fornecedoras de baterias para a frota de veículos em circulação na América do Sul, conquistando prêmios internacionais de qualidade das montadoras Fiat, Ford, GM, Mercedes-Benz e Volkswagen. Atualmente sua capacidade anual de produção é superior a 7 milhões de baterias.

Figura 1. Logomarca Moura



Fonte: Acumuladores Moura S/A.

Fundada em 1957, a Acumuladores Moura S.A. possui sete plantas industriais e diversos centros de distribuição comercial que se espalham por todo Brasil, além de países como Argentina, Porto Rico, Inglaterra, Paraguai e Uruguai. Possui distribuidores independentes que atendem a toda região do MERCOSUL e parte do continente europeu. Como resultado da fabricação e distribuição de baterias, tem conquistado importantes prêmios de qualidade das montadoras de automóveis de várias partes do mundo. (PEROBA, 2015).

Em meados de 1968, a fábrica firmou uma parceria de transferência de tecnologia com Chloride (empresa situada na Grã-Bretanha), até então a maior indústria de baterias do mundo, que trouxe benefícios significativos para a Moura, em particular pela possibilidade de fornecimento de baterias para o setor automotivo nacional. Com o passar do tempo, os produtos da empresa foram se popularizando pelo país e muitos pontos de venda foram abertos para atender à crescente demanda, até que em 1979 foi criada oficialmente a RDM (Rede de Distribuidores Moura), responsável pela distribuição de baterias em nível nacional e internacional. (PEROBA,2015).

No final dos anos noventa, grandes investimentos financeiros no desenvolvimento de componentes e em parcerias tecnológicas resultaram na ampliação das suas linhas para a produção de outras categorias de acumuladores, além das automotivas. As baterias tracionárias, estacionárias e náuticas produzidas pela Moura, incorporam diferenciais relevantes de desempenho e passaram a atender também outros mercados como o de *nobreaks*, energia solar e telecomunicações.

A Figura 2 representa a unidade matriz da Acumuladores Moura situada na cidade de Belo Jardim – PE nos dias atuais.

Figura 2. Acumuladores Moura S/A Unidade 01



Fonte: Próprio autor.

## 1.2 INSTITUTO DE TECNOLOGIA EDSON MORORÓ MOURA

O Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura (ITEMM), cuja logomarca corresponde à Figura 3, foi oficialmente instituído em 23 de Novembro de 2012 e é uma organização privada sem fins lucrativos alinhada com os interesses da empresa Acumuladores Moura S/A, por conseguinte, parte integrante do Grupo Moura. Neste sentido, realiza projetos voltados ao desenvolvimento tecnológico para soluções em energia com especial interesse nas áreas relacionadas à produção e reprocessamento de baterias e seus componentes.



Figura 3. Logomarca ITEM.



Fonte: ITEM.

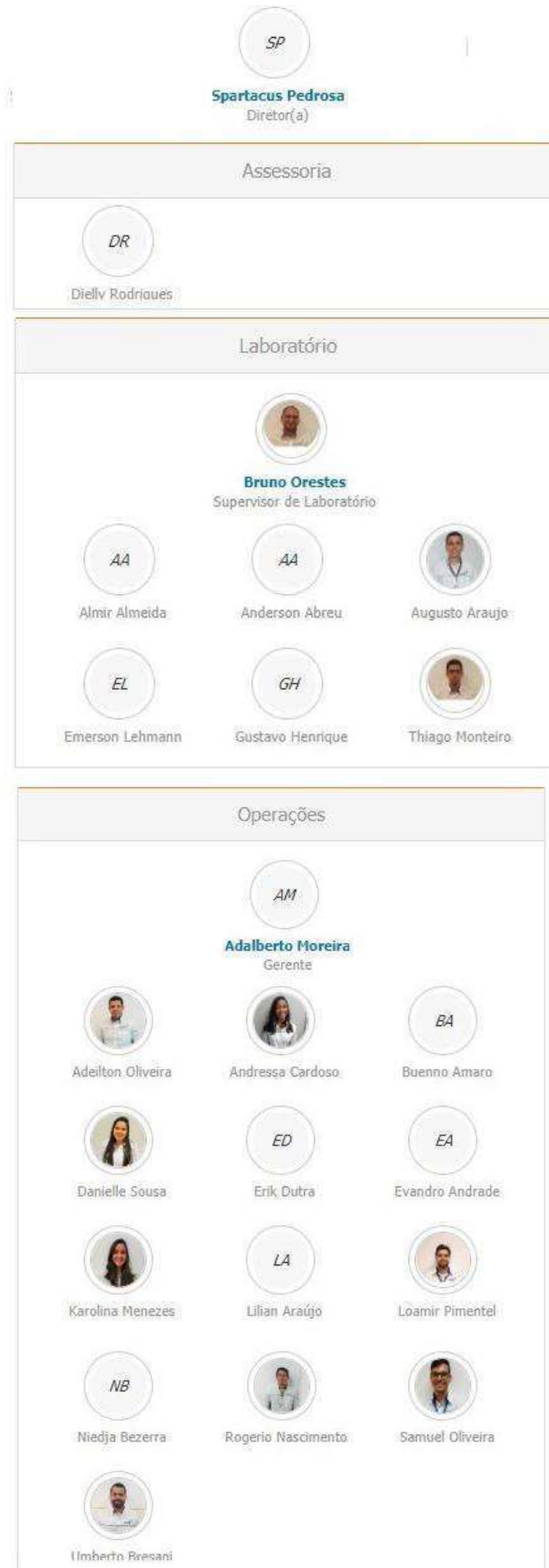
Figura 4. Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura Unidade Belo Jardim


































Fonte: Próprio autor.

O ITEM é constituído pelo corpo técnico, corpo administrativo e conselho (Figura 3). A equipe técnica engloba os engenheiros e técnicos, os quais realizam trabalhos de pesquisa e desenvolvimento e respondem diretamente ao gerente de operações. A equipe administrativa realiza as atividades de gestão financeira e legal do instituto, estes trabalham diretamente com o gestor administrativo. O conselho administrativo corresponde à diretoria do instituto, é responsável pelo planejamento estratégico e está alinhado aos demais conselhos que constituem o Grupo Moura.

Figura 5. Esquemático do corpo administrativo do ITEM



P&D		
 Abdias Gomes	 Aleff Gomes	 Alex França
 Arielder Souza	 Ary Assunção	 Beatriz Dalvi
 Eduardo Camarotti	 Eduardo Souza	 Euzébio Skovroinski
 Felipe Ramos	 Gustavo Maranhão	 Gustavo Tineli
 Inês Pinheiro	 João Luis	 Kaike Costa
 Lais Galvano	 Luan Castro	 Marcos Malveira
 Mariana Cavalcanti	 Mariana Seabra	 Marina Dioto
 Maurício Thomas	 Nicolau Dantas	 Paola Furlanetto
 Pedro Rosas	 Rafael Leal	 Rodrigo Cavendish
 Romulo Freitas	 Stefan Landau	 Vinicius Pierre
 Washington Araujo		

Fonte: Banco de dados ITEM.

### 1.3 OBJETIVOS DO ESTÁGIO

Desenvolvimento de atividades e pesquisas relacionadas a soluções em engenharia bem com buscar o avanço tecnológico, imerso no campo de baterias automotivas, trabalhando dentro do escopo de projetos do ITEM. Trabalhar em parceria com o corpo técnico e administrativo do instituto para atender às necessidades dos clientes e patrocinadores. Operacionalizar e gerenciar ensaios elétricos em baterias no Laboratório do ITEM.

## 2 DESENVOLVIMENTO

No decorrer deste Capítulo serão apresentados os projetos mais relevantes desenvolvidos ao longo dos sete meses de estágio no Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura em Belo Jardim - PE.

Na seção 2.1 estão descritas as características de uma bateria de chumbo ácido comum bem como uma breve exposição da atividade inicial do estágio, a qual referiu-se ao estudo e participação da montagem de 108 baterias de chumbo-ácido de 12V e 82Ah, de fabricação moura. A finalidade da montagem deu-se devido à uma sequência de estudos e testes que posteriormente foram realizados no laboratório elétrico do ITEM. As montagens foram realizadas em conjunto com os técnicos responsáveis do departamento de Engenharia de produto, da Moura S/A, localizado na unidade 01 em Belo Jardim.

Na seção 2.2 é exposta a primeira parte da principal atividade do estágio, a qual se tratou do gerenciamento de testes elétricos nas 108 baterias apresentadas na seção 2.1. Nesta etapa do estágio, realizou-se um estudo das normas técnicas, montagem e acompanhamento dos ensaios, além do desenvolvimento de ferramentas para apoio à rotina do laboratório.

Na seção 2.3, segunda parte da atividade principal do estágio, estão apresentados os critérios para avaliação e interpretação dos dados colhidos na seção 2.2 de forma resumida. O profundo detalhamento desta seção não é apresentado devido a critérios de confidencialidade envolvidos nos testes. Este projeto foi realizado pelo autor do relatório com o auxílio dos técnicos responsáveis pelo laboratório.

Na seção 2.4 está apresentado a descrição de um conjunto de treinamentos dos quais o estagiário teve a oportunidade de participar ao longo do período em

que esteve junto à empresa, os quais proporcionaram importante nível de conhecimento no âmbito profissional.

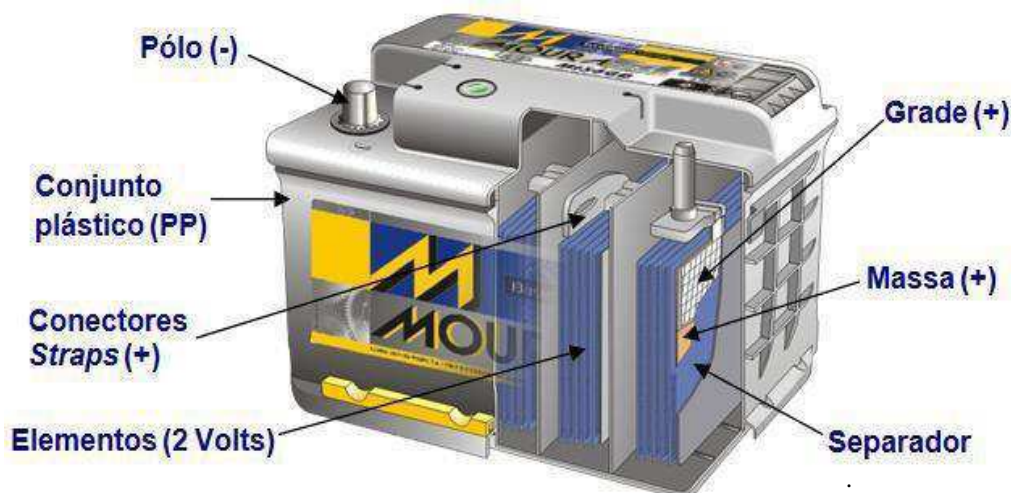
## 2.1 ESTUDO E MONTAGEM DE BATERIAS CHUMBO-ÁCIDO 82Ah E 12V

Nos tópicos subsequentes estão expostas as principais características que compõem baterias automotivas de uma forma geral. Não é fornecido um maior detalhamento referente as quantidades químicas utilizadas na fabricação das baterias devido ao critério de confidencialidade assinado junto à empresa.

### 2.1.1 BATERIA E SEUS PRINCIPAIS COMPONENTES

Os principais componentes de uma bateria de chumbo ácido estão apresentados na Figura 6 e descritos em seguida.

Figura 6. Composição de uma bateria



Fonte: Cabral, 2013.

- **Conjunto plástico** – Composto por caixa, tampa e sobretampa tendo como seu principal componente o polipropileno (PP) que tem por função acondicionar os elementos e a solução, isolando-os do contato com o exterior. Na figura 7 está representado um conjunto plástico de uma bateria de grande porte.

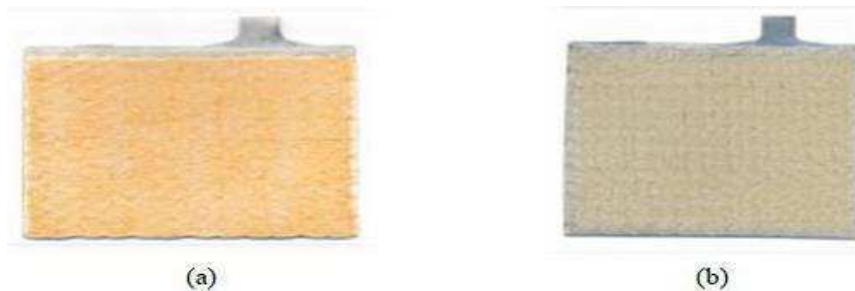
Figura 7. Exemplo de caixa (a) e tampa (b).



Fonte: Otávio, 2015

- Placas positivas e negativas – Compostas principalmente por grades de chumbo e massa de material ativo responsável pelas reações químicas. Placas de tamanho padrão estão representadas na figura 8:

Figura 8. Placa positiva (a) e placa negativa (b)



Fonte: próprio autor

- Separadores - O separador, representado na figura 9, tem por função principal evitar curto-circuito entre placas adjacentes. Além disso, as placas servem para reter o material ativo que tende a se desprender da grade e permite o fluxo iônico e de eletrólito por ser micro poroso;

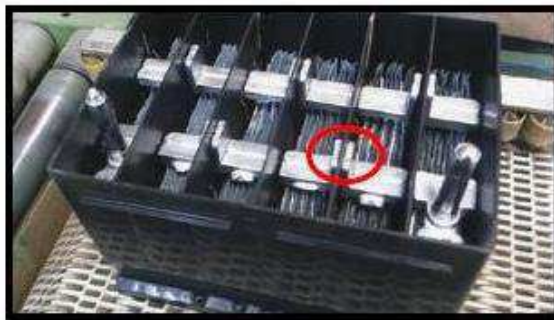
Figura 9. Separador de polietileno



Fonte: Pereira, 2006

- Conectores - Pequenas peças de chumbo que fazem as conexões entre os elementos da bateria, denominado de *Strap*. Na figura 10 pode se observar a interligação entre as células é realizada por meio de uma solda, denominada de *Intercell*. Essa é uma solda à base de chumbo e estanho;

Figura 10. Straps



Fonte: Próprio autor

- Solução de ácido sulfúrico - Usualmente composta por 35% de ácido sulfúrico e 65% de água destilada, é um elemento fundamental no processo das reações químicas;
- Polo positivo e negativo - Peças de chumbo que desempenham a função de terminais positivo e negativo da bateria.

Um maior detalhamento sobre o processo produtivo bem como funcionamento de uma bateria automotiva é dado no *anexo A*.

Como parte de suas atividades iniciais o estagiário participou da montagem de 108 baterias automotivas, no laboratório de protótipos da unidade 01 da Moura S/A, das quais foram utilizadas posteriormente em ensaios elétricos nos laboratórios do ITEM.

Os testes realizados nas 108 baterias basearam-se essencialmente na realização da ciclagem das baterias concomitantemente mantendo seus valores de temperatura e umidade fixos. Nos tópicos posteriores é fornecido um detalhamento sobre os equipamentos envolvidos nos testes bem como uma breve descrição de como estes testes foram montados/executados.

### 2.3 GESTÃO E OPERAÇÃO DO LABORATÓRIO DE ENSAIOS ELÉTRICOS DO ITEM

Os ensaios realizados no laboratório do ITEM foram iniciados em maio de 2018. As diretrizes e o empenho da diretoria visam torná-lo um laboratório modelo. Busca-se, portanto, apoiar sua estruturação de modo a garantir eficiência e excelência. Estes ensaios têm implicação direta na qualidade e venda de baterias automotivas, constituindo tópico essencial ao patrocinador do laboratório (Acumuladores Moura S/A).

### 2.3.1 ENSAIOS ELÉTRICOS EM BATERIAS

Baterias de tecnologia chumbo-ácida para aplicações automotiva constituem uma solução consolidada. Sua principal função é trabalhar como fonte primária e fornecer a energia necessária à partida do motor. Montadoras e organizações voltadas à homologação de produtos desenvolvem normas e regulamentos técnicos para certificar a qualidade das baterias, garantindo que os exemplares disponíveis no mercado atendam aos requisitos básicos de funcionamento.

Para um fornecedor de baterias todos os ensaios solicitados por seus clientes são de grande relevância. Entretanto, a nível internacional, as normas de teste desenvolvidas pela Volkswagen apresentam grande renome, pois definem condições mais rigorosas de ensaio. Desta forma, é requisito básico para um laboratório de ensaios elétricos em baterias conhecer tais documentos e estar habilitado para realizá-los.

No cenário brasileiro compete ao Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia) validar a rotulação de baterias no que diz respeito à segurança e capacidade. A portaria n.º 434, de 16 de novembro de 2011, regulamenta a qualidade de baterias chumbo-ácido para veículos automotivos. Desde a sua homologação, a portaria 434 do Inmetro assegura o direito do consumidor brasileiro a um produto de qualidade cuja a capacidade real corresponda a no mínimo 95% do valor nominal.

Para melhor avaliação e execução de ensaios em baterias faz-se necessário adquirir os documentos oficiais, além possuir instalações, equipamentos e pessoal qualificado. Por conseguinte, a apresentação minuciosa dos procedimentos não integra o escopo deste relatório.

Os subtópicos a seguir constituem uma breve descrição dos principais ensaios elétricos realizados em baterias de chumbo-ácido para veículos automotivos.

### 2.3.2 TESTE DE CAPACIDADE

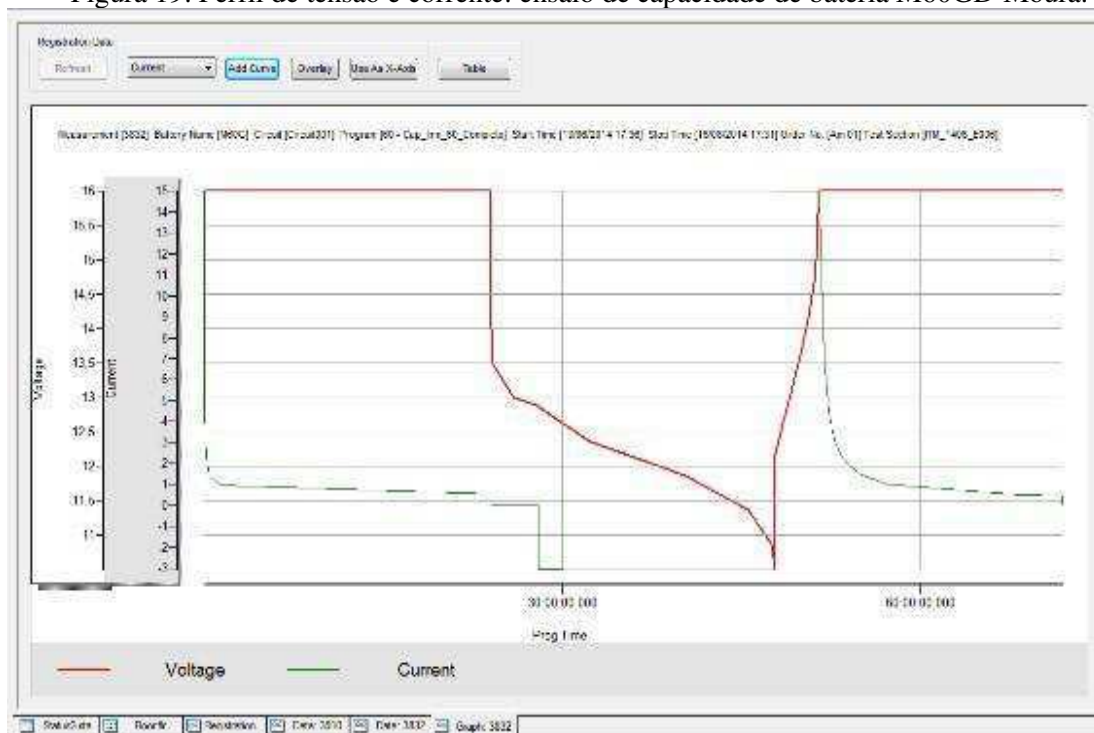
Por definição a capacidade de uma bateria corresponde à razão entre a corrente constante fornecida e o intervalo de tempo. O teste de capacidade tem por objetivo aferir a capacidade real da bateria de modo a constatar se ela se enquadra nos limites aceitáveis (valor maior ou igual a 95% do nominal, conforme VW 75073 / 2012-18). O procedimento consiste em uma descarga em



corrente constante até o limite inferior de tensão (valores conforme norma), ao término deve-se observar se o tempo total de descarga e os Ah fornecidos estão conforme os valores nominais especificados. Na Figura 19 é apresentado o perfil de tensão e corrente para ensaio de C2 para bateria de capacidade nominal 60Ah.

O gráfico em vermelho representa o perfil de tensão ao longo do teste e o gráfico em verde representa o perfil de corrente ao longo do teste. No momento em que a bateria está sofrendo um processo de carga, comumente a magnitude de sua tensão se elevará. Já no momento em que esta está sendo descarregada, os seus valores de tensão tendem a cair. Os valores de amplitude de corrente podem variar dependendo dos critérios escolhidos pelo usuário. É possível ainda fixar um valor fixo de corrente e/ou tensão para que estes se mantenham inalterados ao longo de todo o teste.

Figura 19. Perfil de tensão e corrente: ensaio de capacidade de bateria M60GD Moura.



Fonte: Banco de dados ITEM.

### 2.3.3 TESTE DE PARTIDA A FRIO

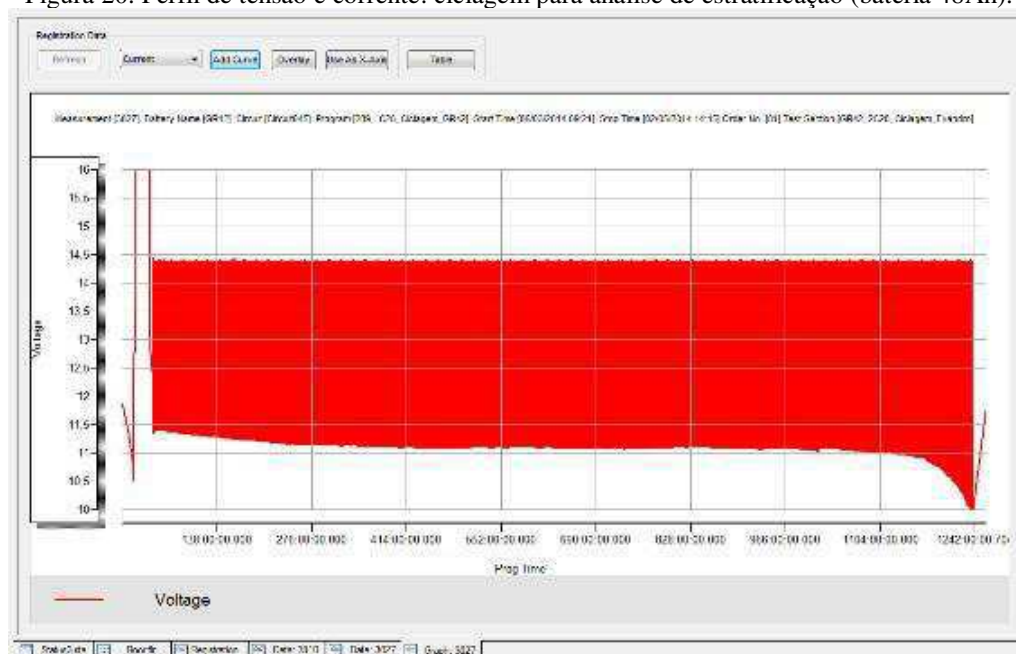
Acumuladores de chumbo-ácido para aplicações automotivas têm por função essencial viabilizar a partida do motor. Neste sentido a bateria deve fornecer energia suficiente mesmo em condições adversas. No teste de partida a frio as amostras são condicionadas a  $-18^{\circ}\text{C}$  e impostas a descargas severas por curtos intervalos de tempo. O objetivo do ensaio é simular a partida de um veículo em condições climáticas severas.

### 2.3.4 TESTES DE CICLAGEM

Ensaio de ciclagem busca promover o desgaste das amostras. Definem perfis de modo a simular o envelhecimento das baterias e observar causas de falhas. Existe grande variedade de ciclagens, estas diferem quanto ao perfil dos ciclos, o condicionamento térmico e profundidade de descarga (DOD, *Dept of Discharge*). Durante o período junto a empresa, o estagiário teve a oportunidade de estudar e trabalhar com as normas de envelhecimento de baterias automotivas ABNT NBR 15940, DIN 40736, NEN-EN 50342-1 e SAE J240. Estas normas determinam formas de ensaios e diretrizes de instrumentação que devem ser seguidas a fim da realização de ciclos de envelhecimento de baterias de chumbo-ácido.

Na Figura 20 é apresentado o perfil de tensão em ciclagem para análise de estratificação realizada em bateria de capacidade nominal 48Ah. A forma de conexão das baterias pode ser observada mais posteriormente nas figuras 23 e 24, variando dependendo da norma regulatória a qual a bateria está sendo submetida. No gráfico, é possível notar que as cargas e descargas ocorrem em um curto espaço de tempo, o que dá a impressão ao usuário do software a impressão de que se trata de uma única linha contínua. No teste, é estabelecido o critério de falha da bateria o momento em que esta atinge o valor de tensão menor que 10V, como observado na parte mais a direita do gráfico.

Figura 20. Perfil de tensão e corrente: ciclagem para análise de estratificação (bateria 48Ah).



Fonte: Banco de dados do ITEM.

### 2.3.5 CICLAGEM 95% à 50% SOC

Ciclagem realizada com amostra em diferentes estados de carga (SOC – *State of Charge*). Tem por objetivo promover o desgaste das placas negativas e apresenta versões com diferentes condicionamentos térmicos.

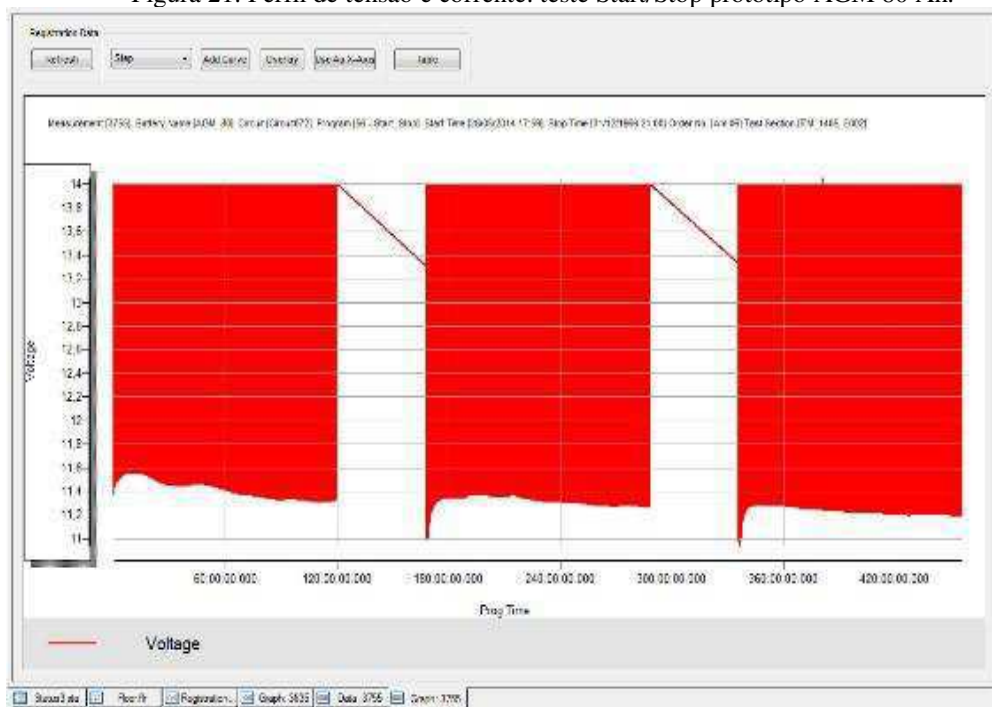
### 2.3.6 TESTE START/STOP

A aplicação da tecnologia start/stop é mais agressiva para as baterias, uma vez que os acumuladores deverão suprir as necessidades energéticas do veículo enquanto o mesmo estiver parado (motor desligado) e recarregar com eficiência para maximizar os curtos períodos entre as descargas. O teste start/stop replica o perfil de utilização de uma bateria para veículo que emprega esta tecnologia.

Neste ensaio a amostra é submetida a ciclos compostos por descargas longas com baixa corrente, descargas curtas a altas correntes e recarga. Antes do referido teste devem ser realizados ensaios de capacidade e partida a frio.

Na Figura 21 consta o gráfico do perfil de tensão para ensaio Start/Stop em bateria AGM de capacidade nominal 80 Ah. Na Figura 22 consta instrumentação utilizada para realização de teste à alta descarga (correntes superiores à 600A) com corrente constante por período curto de tempo.

Figura 21. Perfil de tensão e corrente: teste Start/Stop protótipo AGM 80 Ah.



Fonte: Banco de dados do ITEM

Figura 22. Teste de alta descarga.



Fonte: Próprio autor.

### 2.3.6 EQUIPAMENTOS E SOFTWARE

Os equipamentos destinados à realização de ensaios elétricos no laboratório do ITEM são módulos de potência da empresa Digatron, câmaras climáticas da empresa Foran, banhos térmicos à temperatura controlada de desenvolvimento próprio, multímetros digitais e demais ferramentas necessárias à operação e manutenção dos ensaios. O laboratório elétrico apresenta capacidade para ensaiar 170 amostras simultaneamente.

Assim como explicitado nos testes de ciclagem, as Figuras 23 e 24 a seguir apresentam a forma de conexão das baterias para testes de ciclagem. A figura 23 trata-se de uma câmara climática, com capacidade de controle de temperatura e humidade e a Figura 24 trata-se da forma como as baterias ficam alocadas dentro da câmara, mostrando seus pontos de conexão aos polos positivo e negativo de cada bateria.

Figura 23. Câmara climática com capacidade de 18 circuitos.



Fonte: Próprio autor

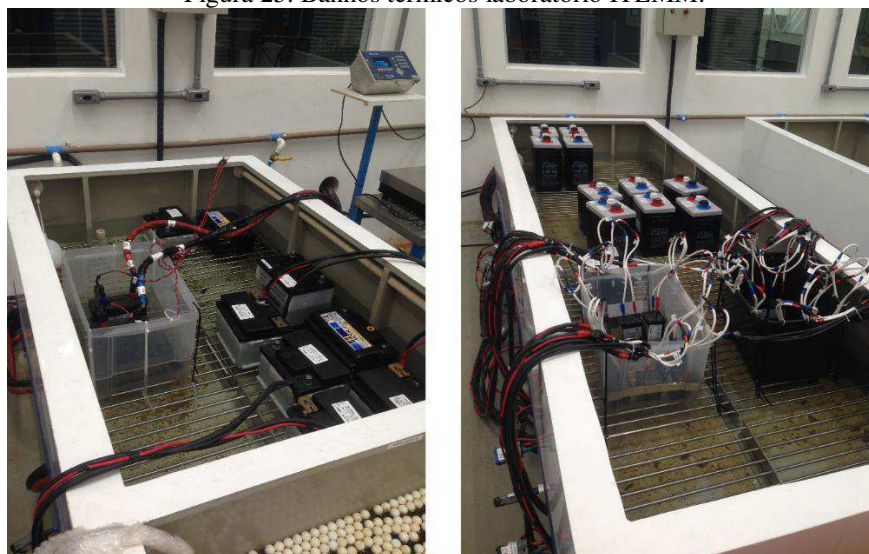
Figura 24. Conexão baterias para câmara climática.



Fonte: Próprio autor.

Estão instalados e operando treze circuitos de potência Digatron, sendo cinco módulos cicladores com vinte circuitos cada e oito módulos Start/Stop com quatro circuitos (especificações conforme Tabela 1). Todo o cabeamento é realizado por meio de eletrocalhas e o controle dos circuitos é realizado por meio de uma central de computadores localizada a cerca de 15 metros dos cicladores.

Figura 25. Banhos térmicos laboratório ITEM.



Fonte: Próprio autor.

Figura 26. Módulo ciclador UBT 30-0/18-10 ME.



Fonte: Manual BM4.

Tabela 1. Especificações dos módulos Digatron instalados no Laboratório do ITEM.

<b>Módulos de Potência Digatron</b>		
<b>Especificações</b>	<b>Ciclador</b>	<b>Start/Stop</b>
	UBT 30-0/18-10 ME	UBT 300/150-0/18-4 ME
Circuitos	20 circuitos por módulo	04 circuitos por módulo
Limites	0/30A - 5/18V – 0,05% F.E	0/300A a cada 10s com 90s de intervalo – 0/150A – 0/18V – 0,05% F.E
Resolução	1mV/1mA	1mV/1mA
Aquisição de Dados	80ms (intervalo mínimo)	20ms (intervalo mínimo)
Logger de Temperatura	01 entrada por circuito Termopar tipo K	01 entrada por circuito Termopar tipo K
Logger de Tensão	02 canais por módulo 10entradas por canal 0- 10V	02 canais por módulo 10 entradas por canal 0-10V

Fonte: Manual BM4.

Os circuitos Digatron são controlados através do software *Battery Manager* (BM-4) desenvolvido pela mesma empresa e instalado no computador do laboratório. O BM permite escrever, compilar e armazenar rotinas e procedimentos de testes, controlar a execução dos circuitos e manipular os dados de baterias e ensaios (maiores detalhes podem ser obtidos no *apêndice C*).

Utilizando a ferramenta BM foram desenvolvidos programas e procedimentos utilizados no ensaio de baterias.

### 2.3.7 RELATÓRIOS E ANÁLISE DE DADOS

O BM4 permite exportar os dados de ensaios no formato arquivo de valores separado por vírgulas. Este documento é processado utilizando a ferramenta MS Excel de modo a compor um relatório com os gráficos de tensão e corrente em função do tempo de ensaio e demais informações relevantes. Análises e observações adicionais sobre os ensaios são incluídas no relatório, quando necessárias.

### 2.3.8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Laboratório de Ensaio Elétricos do ITEM apresenta corpo técnico e equipamentos de elevada qualidade. Nele é possível realizar diversos testes em baterias para viabilizar projetos do instituto, além de atender às necessidades de seus clientes e patrocinadores.

A vivência obtida no laboratório elétrico proporcionou ao estagiário um importante nível de aprendizado não só no âmbito técnico, mas também lhe promoveu entusiasmo ao oferecer contatos com outras áreas de aprendizado, como gestão e administração de um laboratório de grande porte, engenharia química e gestão de pessoas.

## 2.4 MAPEAMENTO DE SOH E SOC EM BATERIAS EFB

A seguir são apresentados modelos de mapeamento de estado de saúde (SOH -*State of Health*) e estado de carga (SOC – *State of Charge*) de baterias em geral. Fez parte do escopo do estágio, o profundo entendimento destes fatores uma vez que foi integrado ao escopo de projetos a análise e escolha das melhores soluções de obtenção de dados, de acordo com os requisitos impostos pelos dos clientes.

As baterias EFB (*Enhanced Flooded Batteries*) para aplicações automotivas (acumuladores de chumbo-ácido) encontradas no mercado não possuem dispositivo capaz de informar o seu real estado, tornando o momento da falha uma incógnita. Por conseguinte, o cliente não conhece as causas desta falha e não possui condições de estimar quando substituir o componente

A possível solução para este problema reside no desenvolvimento de um controle inteligente para baterias automotivas. Tal sistema não deve requerer sensores adicionais e possibilitar o diagnóstico de funções primordiais ao veículo a partir da tensão de circuito aberto (OCV – *Open Circuit Voltage*) e temperatura, mensuradas no instante da partida do automóvel.

Os indicadores utilizados para a análise do estado de baterias são:

1. Estado de Carga (SOC): percentual da capacidade disponível em relação à capacidade nominal;
2. Estado de Saúde (SOH): número de ciclos que a bateria ainda pode fornecer em relação à sua vida útil.

Após as primeiras semanas de estudo de baterias automotivas e familiarização com os equipamentos do laboratório elétrico, o estagiário teve a oportunidade de participar na caracterização de baterias chumbo-ácidas das quais estão destinadas a receber o sistema de monitoramento BMS (*Battery Management System*) em um extenso estudo que envolveu o laboratório de eletrônica do instituto. Neste sentido, o instituto realizou ensaios de partida em baterias a fim de gerar curvas de performance para diferentes condições de temperatura, SOH e SOC.



### 2.4.1 CONDICIONAMENTO DO ESTADO DE CARGA

O estado de carga representa o percentual da capacidade disponível em relação à capacidade nominal. Este indicador apresenta um equacionamento matemático definido. Portanto, com base na capacidade nominal (resultado obtido após ensaio de C20), calcula-se a corrente de descarga e o tempo necessário para deslocar o SOC.

$$SOC\% = \frac{SOC_{real}}{SOC_{nominal}} . \quad (4)$$

Os diversos métodos matemáticos para estimativa de SOC são classificados de acordo com a metodologia empregada. Apesar do fato de que na bibliografia sobre o tema, tal classificação pode variar bastante. É possível identificar quatro categorias básicas de métodos:

- **Medidas Diretas:** utiliza-se propriedades físicas da bateria, como a tensão e a impedância da bateria.
- *Book-Keeping Estimation:* utiliza-se corrente de descarga como a entrada e realiza a integração em relação ao tempo para calcular o SOC.
- **Sistemas Adaptativos:** sistemas capazes de ajustar automaticamente o SOC para diferentes condições de descarga.
- **Métodos Híbridos:** métodos que tem por finalidade unir benefícios de dois ou mais métodos de estimativa de SOC para obter uma otimização de performance.

Na Tabela 2, tem-se a classificação dos métodos matemáticos para estimativa do SOC a partir das divisões definidas anteriormente.

Tabela 2: Classificação dos Métodos Matemáticos para Estimativa de SOC

<b>Categorias</b>	<b>Métodos Matemáticos</b>
<b>Medidas Diretas</b>	Método da Tensão de Circuito Aberto
	Método da Tensão do Terminal
	Método da Impedância
<b>Book-Keeping Estimation</b>	Método de Contagem de Coulomb
	Método de Contagem de Coulomb Modificado
<b>Sistemas Adaptativos</b>	Rede Neural
	Lógica Fuzzy
	Filtro de Kalman

Fonte: Banco de dados ITEM

## 2.4.2 CONDICIONAMENTO DO ESTADO DE SAÚDE

O estado de saúde (SOH – “*State of Health*”) é um indicador estimativo da capacidade da bateria em comparação com uma nova. É um importante parâmetro de avaliação, pois determina o tempo de vida útil (número de ciclos) e auxilia na manutenção dos sistemas eletrônicos abastecidos com estas baterias. Reflete o estado geral da bateria e sua capacidade de desempenho, levando em conta fatores como carga, resistência interna, tensão e auto descarga.

O SOH é a razão entre a capacidade de descarga de uma bateria completamente carregada (Q) com a sua capacidade nominal. Obviamente, a capacidade Q deve ser avaliada na mesma taxa que a capacidade nominal. Durante a vida útil de uma bateria, o seu desempenho ou “saúde” tende a deteriorar-se gradualmente, devido às alterações físicas e químicas irreversíveis que ocorrem no interior do sistema.

A finalidade da determinação do SOH é fornecer uma indicação do desempenho que pode ser esperado da bateria no seu estado atual ou apontar quanto tempo de vida útil já foi consumido e quanto ainda resta antes da substituição do equipamento. A determinação do estado de saúde da bateria leva em conta alguns parâmetros da mesma que mudam com a idade, como a impedância e a resistência interna. Alterações nestes parâmetros normalmente significam que outras mudanças no desempenho da bateria podem ter ocorrido, como perda da capacidade nominal, corrosão ou aumento da temperatura durante a operação, por exemplo.

Como o SOH é determinado em comparativo à uma condição da bateria nova, o sistema de medição deve sempre manter esta condição determinada para a avaliação. Por exemplo, se a impedância é o parâmetro que está sendo monitorado, o sistema deve manter este parâmetro como referência para todas as medidas. Da mesma forma para o uso de ciclos de carga / descarga.

Existem diferentes métodos para o cálculo do SOH, contudo o mais direto e confiável é realizar uma descarga até o completo descarregamento da bateria. Atualmente, o principal método utilizado para a determinação do SOH é a submissão da bateria a um ciclo completo de carga e descarga para obtenção da capacidade atual, ou seja, na descarga avalia-se a quantidade de carga disponível na bateria (processo espontâneo). Apesar de preciso, este método não é vantajoso, pois além de o tempo de análise ser longo dependendo do valor da

corrente elétrica utilizada, a bateria deve ser retirada de operação durante este período de avaliação.

No *anexo B* são exemplificadas algumas das maneiras de determinar o SOH de uma bateria. Referenciando-se à segunda parte da atividade principal do estágio, o cliente optou por utilizar o método da estimativa baseada na capacidade.

## 2.5 TREINAMENTOS

Como parte da formação de um bom profissional, bem como o interesse contínuo da empresa em ter sempre os melhores profissionais em sua equipe com o intuito de ter o melhor time à sua disposição, foram oferecidos diversos cursos de formação com a intenção de agregar novos conhecimentos e novas ferramentas ao estagiário como um agente transmissor de conhecimento em nome do instituto.

Os cursos tiveram durações de tempo variadas, dependendo do conteúdo abordado, e dentro da hierarquia da empresa estão classificados em: *office*, *essencial*, *liderança*, *institucional* e *engenharia*. Alguns cursos foram presenciais e outros foram ministrados online utilizando a plataforma de cursos online da empresa Moura S/A chamada de *E-Moura*.

Figura 31. Plataforma E-Moura.



Fonte: <http://www.hdmmoura.com>.

A seguir são apresentados os cursos dos quais o estagiário teve a oportunidade de participar ao longo do seu período junto a empresa, dos quais foram fundamentais para sua imersão junto as atividades que surgiram ao longo do período de estágio, seguidos de uma breve introdução.

### 2.5.1 CULTURA EMPRESARIAL

Este treinamento consistiu de um único curso, que foi ministrado utilizando a plataforma *E-Moura*. Este curso está classificado na categoria *Essencial* e teve duração total de 2 horas.

Ao final de uma longa jornada de construção do conteúdo da CEM - Cultura Empresarial Moura, a organização decidiu por disseminar sua maneira de pensar, sentir e agir em forma de curso.

Neste curso, foram transmitidos de forma eficaz as crenças da corporação, valores e princípios, ou seja, todo conteúdo CEM. Estas informações tem o objetivo pautar as ações e decisões no dia-a-dia de cada colaborador, pois o sucesso de um modelo de gestão baseado na cultura depende da coerência das ações de todos que fazem a Moura.

Ressaltando que este conteúdo expressa práticas já consolidadas e outras almeçadas, com o intuito de perenizar os negócios do grupo. O conceito mais utilizado durante o curso foi o seguinte: “*Sua dedicação é fundamental para o nosso sucesso*”.

### 2.5.2 GERENCIAMENTO DE ROTINA

Este treinamento consistiu de um único curso, que foi ministrado utilizando a plataforma *E-Moura*. Este curso está classificado na categoria *Essencial* e teve duração total de 2 horas.

O objetivo do Gerenciamento de Rotina é o de nortear as ações rotineiras realizadas na organização, para que os colaboradores entendam suas responsabilidades e cumpram com maestria seus trabalhos, fazendo com que a empresa alcance melhoria contínua, qualidade, alinhamento, minimização dos custos e satisfação dos *stakeholders*.

Nesse sentido, o Gerenciamento de Rotina controla as atividades realizadas na organização no intuito de maximizar a excelência das mesmas. Todo esse processo pode ser aplicado em qualquer setor da empresa e para ser eficaz, precisa adequar o comportamento e conduta de cada profissional envolvido, visto que muitos deles possuem dificuldade para lidar com mudanças na rotina de trabalho e sair da zona de conforto. Portanto, a habilidade de comunicação também é muito importante para que o Gerenciamento de Rotina seja eficaz.

Além de tudo, foi recomendada a leitura dos seguintes livros para complementação dos conhecimentos adquiridos: *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia* e *O Verdadeiro Poder*.

### 2.5.3 PROGRAMA 5S

Este treinamento consistiu de um único curso, que foi ministrado utilizando a plataforma *E-Moura*. Este curso está classificado na categoria *Essencial* e teve duração total de 2 horas.

Depois da guerra, os japoneses receberam orientação de especialistas americanos para o controle da qualidade. O que os americanos faziam bem foi aperfeiçoado no Japão, formando-se o que ficou conhecido como Qualidade no Estilo Japonês, ou *Total Quality Control* (TQC - Controle da Qualidade Total). É o controle dos processos para assegurar o resultado final, entregando os produtos conforme expectativa do cliente.

O papel do 5S é cuidar da base, facilitando o aprendizado e prática de conceitos e ferramentas para a qualidade. Isso inclui cuidar dos ambientes, equipamentos, materiais, métodos, medidas, e, especialmente, pessoas.

No princípio, o 5S era mais focado em liberar área, evitar desperdícios, resolvendo efeitos de guerra e de gestão inadequada. Com os novos desafios, inclusive a evolução da tecnologia da comunicação, o 5S evoluiu e hoje em dia abrange os mais diversos setores de uma companhia.

### 2.5.4 TREINAMENTO TÉCNICO EM BATERIAS

Este treinamento consistiu de um único curso, que foi ministrado utilizando a plataforma *E-Moura*. Este curso está classificado na categoria *Institucional* e teve duração total de 2 horas.

Este treinamento teve por finalidade orientar sobre os procedimentos corretos para a melhor aplicação, estocagem e manutenção de baterias automotivas. Além da descrição dos principais procedimentos de testes em baterias e veículos, este treinamento também apresentou as condições para atendimento à garantia. Trata-se, portanto, de uma importante ferramenta de trabalho que busca, através da informação, a melhoria constante do profissional na comercialização das baterias automotivas fabricadas pela Moura S/A.

### 2.5.5 WORLD CLASS ENGINEERING (WCE)

Este treinamento consistiu de um único curso, que foi ministrado presencialmente no auditório do ITEM. Este curso está classificado na categoria *Liderança* e teve duração total de 8 horas.

Este treinamento apresentou as mais diversas ferramentas de auxílio de gestão e liderança bem-vindas a um bom engenheiro. Dentre os principais objetivos destacam-se:

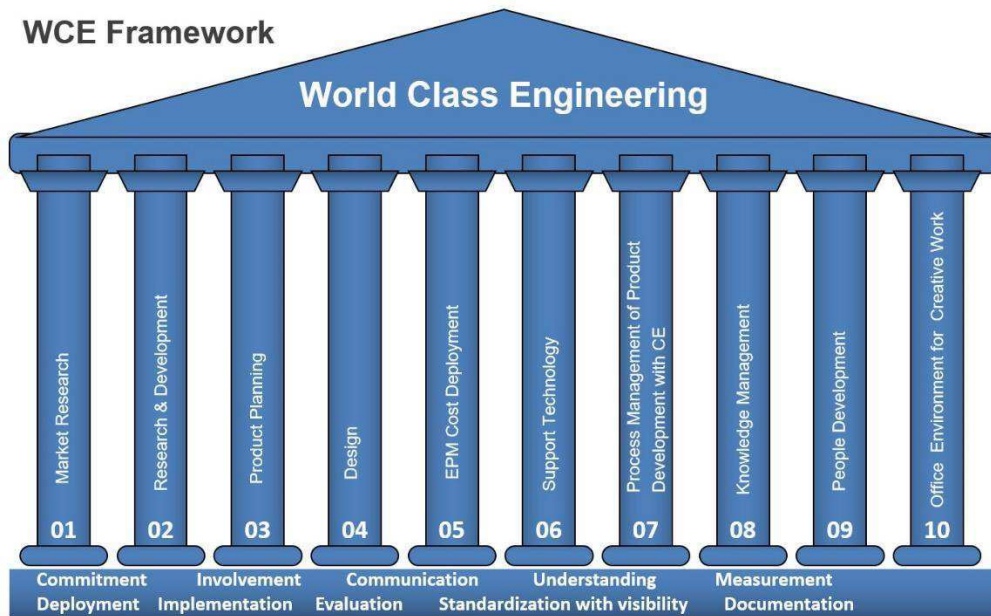
- Garantir que novos projetos apresentem, desde a entrega, níveis de produtividade, qualidade, segurança e manutenibilidade conforme os padrões estabelecidos pelo cliente;
- Adequar o nível tecnológico de processos que não estejam em conformidade com a imagem da empresa, em termos de sustentabilidade, inovação, qualidade, segurança;
- Melhorar competitividade dos equipamentos;
- Reduzir o tempo de lançamento dos produtos (*start-up* vertical);
- Garantir zero anomalias nos lançamentos de produto reduzindo o custo dos lançamentos;
- Ser o guardião da metodologia de lançamento de produtos;
- Dar suporte à função engenharia com relação à competitividade; gestão de projetos e clientes;
- Melhorar a competitividade do produto;
- Buscar oportunidades de incentivos em projetos.

É entendido que o WCE é composto por 10 pilares. Estes pilares estão exemplificados na figura 32. Dentro de cada um destes pilares, os seus principais objetivos estão descritos a seguir:

#### **Competitividade**

- Captar e organizar informações relevantes sobre o comportamento da concorrência, dos clientes e do mercado como um todo.
- Analisar tendências e cenários, permitindo um melhor processo de tomada de decisão no curto e longo prazo.
- Ampliar as condições de competitividade da empresa, reorientando, onde for aplicável, o seu modelo de negócios, suas metas e planejamentos.

Figura 32. Pilares do WCE.



Fonte: Banco de dados Moura S/A.

### Benchmarking

- Implementar mudanças que levem a melhorias significativas nos produtos e processos da organização e, conseqüentemente, nos seus resultados.
- Empregar a técnica (de modo estruturado, robusto e na ótica de “inteligência competitiva”) para a execução da análise interna e concorrencial, criando um fluxo constante de informações que possibilita à empresa, a decisão correta no monitoramento sistemático e ações sobre os aspectos de competitividade interna, bem como da concorrência.

### Robust Design

- Projetar (produto e processo), preventivamente, a fim de garantir que os projetos em desenvolvimento e/ou a serem desenvolvidos atendam aos requisitos de competitividade (performance, qualidade, confiabilidade e custos), inovação e sustentabilidade do negócio.

### EPM – *Early Product Management*

- Atuar, preventivamente, na gestão dos projetos de produto.
- Garantir que os novos projetos desenvolvidos pela Engenharia do Produto atendam ao prazo, à performance, à qualidade e à confiabilidade de acordo com os padrões estabelecidos.
- Fazer a integração (na ótica e *leverage* de Produto) entre produto, processo e qualidade.

- Realizar e garantir a sinergia entre WCE e WCM(World Class Management).

### **EEM – *Early Equipment Management***

- Melhorar a competitividade das máquinas, nem tanto apenas com inovação tecnológica, mas em relação ao melhoramento contínuo, através da capacidade de antecipar os problemas que as máquinas podem apresentar.
- Garantir que os novos projetos desenvolvidos pela Engenharia Industrial apresentem, desde a especificação, entrega, níveis de produtividade, qualidade, segurança e manutenibilidade conforme os padrões estabelecidos pelo cliente.
- Realizar e garantir a sinergia entre WCE e WCM.

### **Desenvolvimento das pessoas**

- Desenvolver as competências e habilidades necessárias, de forma sistemática e focada, avaliando o tempo todo a eficácia das ações e o consequente retorno para a empresa
- Garantir pessoas capacitadas e preparadas para aplicação do preconizado numa engenharia de classe mundial (WCE).
- Motivar e envolver as pessoas para assumir a responsabilidade em relação ao melhoramento contínuo.
- Servir de *leverage* de atração, retenção e crescimento dos profissionais da área.

### **Propriedade intelectual**

- Desenvolver e escolher a estratégia adequada de gestão do conhecimento.
- Geração e gestão do portfólio de ativos intelectuais da empresa.
- Proteger, acompanhar os ativos intelectuais próprios de PI da empresa, ou de terceiros, bem como a sua salvaguarda.
- Dar e garantir o suporte metodológico ao time interno na estruturação e construção dos relatórios técnicos para a geração de processos / requerimentos de patentes.
- Gestão e acompanhamento da equipe externa (escritório externo) na condução dos processos



**Inovação**

- Criar os caminhos ou estratégias diferentes dos habituais, para atingir o(s) objetivo (s) e/ou estratégia(s) da empresa. No caso da Moura S/A “inovar” é inventar, sejam ideias, processos, ferramentas ou serviços.
- Ter um processo robusto para adaptação, mudança e evolução do atual produto e/ou atual tecnologia, melhorando e facilitando a fabricabilidade, bem como o trabalho das pessoas.

**Gestão de conhecimento**

- Tornar acessível grandes quantidades de informação organizacional dando vida aos dados soltos e transformando-os em informação essencial ao desenvolvimento e sustentabilidade da empresa.
- Permitir o gerenciamento dos ativos intelectuais.
- Apoiar a geração de novos conhecimentos e o estabelecimento de estratégias competitivas para a organização, aumentando a sua competitividade.
- Co-estabelecer a política e estratégia de Inovação para necessidades e oportunidades;

Acredita-se que este treinamento tenha sido de importância ímpar na formação do estagiário, que teve oportunidades de aplicar os conceitos aqui exemplificados de forma direta na gestão do laboratório de eletrônica, ajudando na tomada de decisões de forma rápida e eficaz. O detalhamento destas ações não pode ser exemplificado aqui pois fere diretamente os critérios de confidencialidade contratual.

## 2.5.6 MICROSOFT EXCEL (MSE)

Este treinamento consistiu de dois cursos, que foram ministrados durante duas ocasiões diferentes ao longo do período de estágio. O primeiro curso foi o *Microsoft Excel - Criando Fórmulas.v2* e o segundo foi o *Microsoft Excel - Trabalhando com Base de Dados*. Ambos os cursos estão classificados na categoria *Office* e tiveram duração de 4 horas cada um.

Foram utilizadas palestras em vídeo e exercícios práticos, ensinando técnicas e práticas recomendadas que aumentaram as habilidades do estagiário na análise de dados.

A análise de dados foi ainda aprofundada com o uso de planilhas: Tabelas Dinâmicas, VLOOKUPS, intervalos Nomeados, análises de hipóteses, fazendo também a confecção de gráficos em conjunto com cada técnica. Adicionalmente, novas técnicas de investigação da qualidade do modelo de planilha foram exploradas e, principalmente, métodos de como garantir que a planilha permanecesse livre de erros e robusta.

Em conclusão, após alcançado domínio das planilhas, foram demonstradas outras maneiras de armazenar e analisar dados.

## 2.5.7 A ARTE DE DAR FEEDBACK

Este treinamento consistiu de um único curso, que foi ministrado utilizando a plataforma *E-Moura*. Este curso está classificado na categoria *Liderança* e teve duração total de 2 horas.

O *feedback* é uma palavra inglesa que significa dar resposta a um determinado pedido ou acontecimento e tornou-se uma ferramenta poderosa no cotidiano. Todos os dias opiniões são expressas nas mais variadas formas, negativa ou positivamente, podendo marcar para sempre a vida de alguém. É exatamente por isto que é preciso se questionar sobre como cada um expressa seus pensamentos para as pessoas.

Existem vários tipos de *feedbacks* e dentre os mais comuns estão os “positivos-constructivos” e os “negativos-ofensivos”. Os positivos constroem confiança e autoestima, permitindo a realização e transmitindo motivação necessária para ir além das expectativas. Em contrapartida, um *feedback* negativo pode causar sérios transtornos à vida do profissional e refletir seriamente no desempenho da empresa. Este procedimento deve ser feito de

maneira construtiva, mesmo através de críticas. E a maturidade fará toda a diferença neste momento pois, de um lado, existem pessoas com grande dificuldade de receber críticas por levarem tudo para o lado pessoal e, por outro, existem lideranças que, por agirem no impulso, acabam transmitindo um feedback ofensivo e desmotivador.

Este treinamento teve suas bases fundamentadas nos seguintes conceitos:

1. Conceitos e práticas de feedback
2. Dicas para dar feedback
3. Elementos do feedback
4. Preparação
5. Práticas de feedback
6. Plano de Desenvolvimento Individual – PDI

#### 2.5.8 PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCB)

Por último, mas não menos importante, o estagiário teve a oportunidade de participar em um treinamento envolvendo a prototipação de placas de circuito impresso (PCBs), que veio a tornar-se uma das partes principais de suas atividades finais junto ao instituto de tecnologia.

Após uma extensiva jornada de testes e estudos, o estagiário veio por finalizar e complementar suas atividades participando do projeto de um sistema BMS (*Battery Management System*). Um BMS trata-se basicamente de um sistema eletrônico que gerencia uma bateria recarregável (célula ou bateria), protegendo-a de operar fora de sua área de operação segura, monitorando seu estado, calculando dados secundários, relatando esses dados e controlando-os autenticando e/ou balanceando seu ambiente.

PCB trata-se da abreviação de "*Printed circuit board*", ou seja, placa de circuito impresso. O circuito impresso é a base sobre a qual se montam os circuitos eletrônicos. As placas de circuito impresso são constituídas por uma superfície isolante revestida por uma fina camada de cobre. Os materiais mais utilizados são a baquelite, papel epoxy e vidroepoxy. Sobre elas é depositada, por processo eletroquímico, uma camada de cobre puro.

Embora apenas duas faces sejam visíveis, um PCB pode ser composto por um total de até 10 placas, chamados de "*Multilayers*" ou "Multicamadas", totalizando uma soma de até 20 faces. Cada uma das placas possui trilhas,

necessárias para a facilitação da passagem de corrente elétrica, unidas através de pontos de solda estrategicamente posicionados. Ou seja, embora depois de unidas elas aparentem ser uma única placa, tem-se na verdade um sanduíche de várias placas.

A maior parte dos componentes da placa, incluindo os resistores, MOSFETs e chips em geral utilizam solda de superfície, por este motivo é muito difícil substituí-los manualmente, mesmo que o usuário saiba quais são os componentes defeituosos.

Componentes "*Through hole*" são montados na placa e soldados por meio do outro lado da placa. Logo, os componentes "*surface mount*" são fixados por seus condutores às suas trilhas de cobre no mesmo lado da placa. Uma placa pode usar ambos métodos para montar componentes. A montagem em superfície é comumente usada para transistores, diodos, chips IC, resistores e capacitores. A montagem através de furos pode ser usada para alguns componentes grandes, como capacitores e conectores eletrolíticos. PCBs mais avançadas podem conter componentes embutidos em seu substrato.

Nas seções subsequentes a esta estão descritos os principais processos comumente utilizados para a confecção de placas PCB.

#### 2.5.7.1 PROCESSO PRODUTIVO

Após um estudo inicial referente à tópicos teóricos envolvendo o processo produtivo das PCBs, deu-se início a atividade de produção das placas de tecnologia Moura. As placas foram confeccionadas no laboratório de eletrônica do ITEM.

Circuitos impressos modernos são projetados com software de layout dedicado, geralmente seguindo os seguintes passos:

1. Captura esquemática através de uma ferramenta de automação eletrônica de projeto (EDA).
2. As dimensões e o gabarito da placa são decididos com base nos circuitos necessários.
3. As posições dos componentes e dissipadores de calor são determinadas.
4. A pilha de camadas do PCB é decidida dependendo da complexidade.

5. A impedância das trilhas é determinada usando a espessura da camada dielétrica, distribuindo a espessura do cobre e a largura da trilha. A separação de trilhas também é levada em consideração no caso de sinais diferenciais.
6. Componentes são colocados. Considerações térmicas e geometria são levadas em conta. Vias e terras são marcadas.
7. Todo o circuito é revisado realizando o rastreamento dos sinais. Ferramentas de automação de projeto eletrônico podem criar sobreposição de sinais.
8. Os arquivos Gerber são gerados para fabricação.

Após a confecção dos Gerbers, é dado início ao processo de confecção física das placas. A seguir estão brevemente descritos os principais passos que devem ser realizados para a confecção das placas:

1. Perfuração: Com o projeto da PCI devidamente revisado, o primeiro procedimento da fabricação propriamente dita é a perfuração. A quantidade de brocas utilizadas pela máquina pode variar, mas em geral elas possuem cartuchos com 120 brocas. O cartucho utilizado pelo laboratório possui um total de 50 brocas com diferentes tamanhos e especificações.

Figura 33. Brocas utilizadas para confecção das placas.



Fonte: próprio autor

Para prototipação dos componentes, foi utilizada a prototipadora modelo LPKF ProtoMat S103, apresentada na figura a seguir.

Figura 34. Prototipadora ProtoMat S103.



Fonte: LPKF User manual.

2. Banho químico e de cobre: Com o processo de cobre eletrolítico, a PCB normalmente passa por um total de cinco etapas do processo para obter a espessura de revestimento desejada de  $0,5 \mu\text{m}$  ou mais. Dependendo do processo individual, um nível de acelerador pode ser integrado, se necessário. Para uma ótima deposição de cobre no furo, sistemas de jato de fluido são aplicados.

Figura 35. Banho químico para confecção das placas.



Fonte: LPKF User manual.

3. Aplicação de filme foto resistente: O próximo passo é a aplicação de um filme foto resistente, um material sensível à luz que tem o objetivo de criar um revestimento para proteger a camada de cobre das PCIs da ação dos raios UV, evitando possíveis oxidações e curto-circuitos.

Figura 36. Máquina para aplicação dos raios UV.



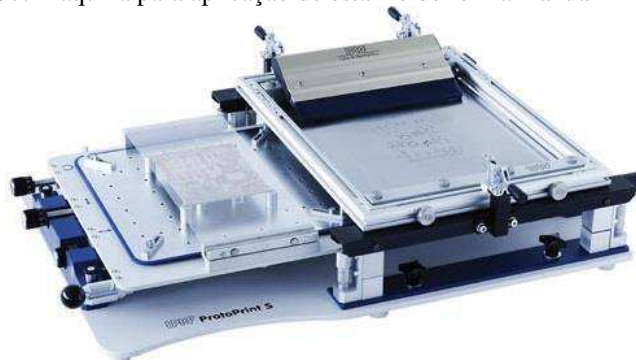
Fonte: LPKF User manual.

Essa é uma etapa que exige muito cuidado. Os ambientes de armazenamento das placas com o filme foto resistente exposto devem estar muito higienizadas, para que partículas estranhas (como poeira) não entrem em contato com as áreas de condução das placas.

4. Aplicação de estanho: As placas de circuito impresso seguem para receber um reforço na camada de cobre nas partes que continuaram expostas, as “trilhas” e os buracos oriundos da perfuração. As aplicações da substância metálica são finíssimas, tendo milésimos de centímetros de espessura.

Entra em ação outro elemento metálico: o estanho. Essa substância é adicionada aos pontos em que as áreas recém-banhadas no cobre continuam expostas. Ela vai servir como uma proteção para os contatos onde serão futuramente soldados os componentes eletrônicos.

Figura 37. Máquina para aplicação de estanho de forma manual LPKF ProtoPrint.



Fonte: LPKF User manual.

5. Remoções: Então, as PCIs partem para o procedimento de retirada do filme fotorresistente. As películas são removidas manualmente. Depois, os painéis são mergulhados nos tanques apresentados na figura 35 com componentes químicos para a remoção do estanho. Nesse momento, a estrutura que será responsável pela condução da corrente elétrica está finalizada.
6. Máscara de solda: As placas partem para o processo em que receberão a chamada máscara de solda, um tipo de verniz constituído de polímeros que dão um revestimento capaz de proteger permanentemente os traços de cobre das PCIs. Finalmente, as placas ganham a coloração verde que conhecemos.

Figura 38. Preparação de solução para aplicação da máscara de forma manual.



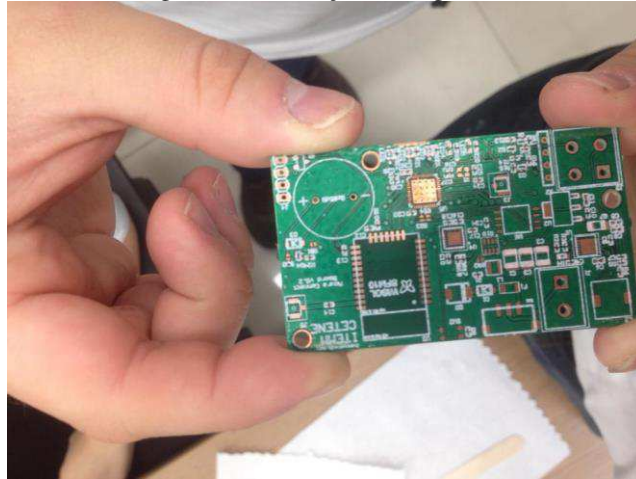
Fonte: próprio autor

As placas ficam expostas a luzes UV para que a máscara de solda seque e eles possam ser manipulados. O excesso do verniz é removido e as placas vão para o forno para curá-las em altas temperaturas.

7. Serigrafia: O processo de fabricação inicia sua fase final. As placas de circuito impresso passam por um processo químico no qual são atribuídas suas legendas. Novamente, as PCIs ficam em repouso em no forno para secar a serigrafia.

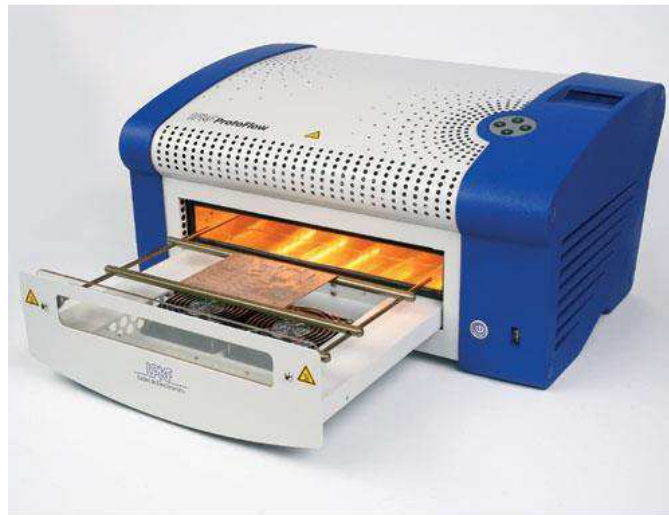


Figura 39. Revelação das legendas.



Fonte: próprio autor

Figura 40. Forno utilizado para secagem das placas LPKF ProtoFlow.



Fonte: LPKF User manual.

8. Fluxo de solda: Para finalizar, as placas são banhadas em fluxo de solda – uma substância que facilita o procedimento de soldagem. O fluxo adere apenas na superfície onde o cobre ainda está exposto. Removido o excesso desse elemento, as PCBs podem seguir para a inspeção de qualidade final.
9. Implantação dos componentes eletrônicos: Nesta etapa os componentes eletrônicos são acrescentados às placas de acordo com o que foi desejado no projeto inicial.

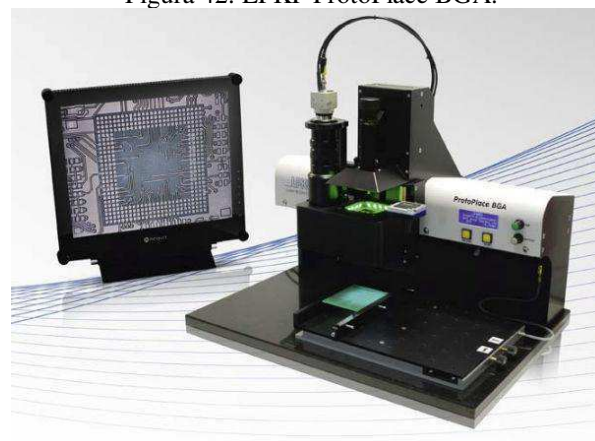
Dois equipamentos de grande precisão a fim do posicionamento dos componentes eletrônicos. A LPKF ProtoPlace S e a ProtoPlace BGA. Apesar do treinamento cobrir ensinamentos referentes aos dois equipamentos, as placas que foram produzidas durante o treinamento não requereram tamanha impecabilidade como a necessária quando utilizando a ProtoPlace BGA, a qual destina-se a circuitos de maior delicadeza e possui microscópio de enorme precisão.

Figura 41. LPKF ProtoPlace S.



Fonte: LPKF User manual.

Figura 42. LPKF ProtoPlace BGA.



Fonte: LPKF User manual.

Figura 43. LPKF ProtoPlace S em utilização.

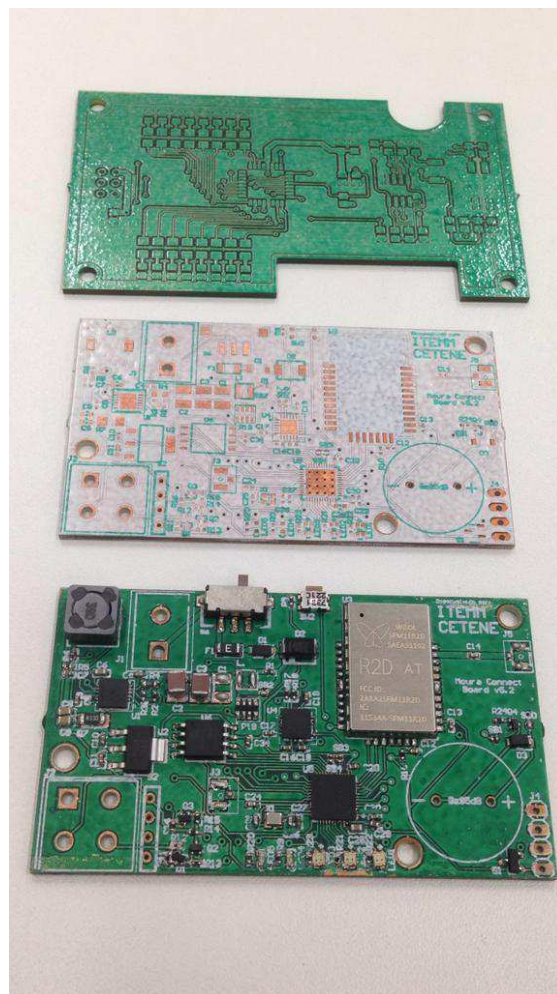


Fonte: próprio autor

10. Inspeção de qualidade: Não é somente no final do processo produtivo que as placas são aferidas. As inspeções visuais, quando o ser humano averigua imperfeições nas placas, pode acontecer em diversos momentos da linha, variando de acordo com a fabricante. Nesta etapa é feita uma nova e última inspeção visual para que as placas possam ser aprovadas para o envio para o cliente

Normalmente, além de uma última verificação superficial, ao final da produção as PCBs passam por máquinas que irão testar se a corrente elétrica está passando pelos pontos especificados no projeto inicial. Feito isso, as placas de circuito impresso já podem ser separadas e enviadas para os clientes.

Figura 44. PCBs produzidas ao fim do treinamento.



Fonte: próprio autor

### 2.5.8.2 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta série de treinamentos trouxeram inúmeros e incalculáveis aprendizados, e, dentre eles, podem ser destacados duas áreas: Gestão e Técnica.

Na área da gestão os treinamentos foram muito bem aproveitados ensinando características teóricas, tais como a metodologia de gestão de projetos, e o exercício da liderança em diferentes situações. Essas características não podem ser mensuradas, mas são de enorme importância dentro de uma empresa.

Em se tratando de técnica, as atividades desenvolvidas permitiram ao discente aprender sobre o funcionamento de vários equipamentos e suas aplicações, os quais são utilizados na indústria e coloca o estagiário a frente de uma linha de privilegiados em possuir o conhecimento necessário para operação das máquinas apresentadas aqui.

Após o período do treinamento mais recente, o estagiário pode participar da confecção dos mais diversos projetos envolvendo a construção de PCBs de forma desacompanhada, o que acarretou na confirmação da consolidação dos conhecimentos adquiridos junto ao treinamento.

Conclui-se então que com o término desta série de treinamentos pelo discente, evidencia-se a forte sensação de se estar preparado para qualquer ambiente de trabalho, onde se pode encontrar vários desafios, mas na certeza de se ter a capacidade de sobrepor todos eles.

### 3 CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas durante o período de estágio foram realizadas com êxito, resultando em boa carga de conhecimentos e experiência profissional. Os oito meses de trabalho desenvolvidos junto ao Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura permitiram consolidar conhecimentos abordados durante o curso de Engenharia Elétrica; sendo as disciplinas mais presentes Técnicas de Programação, Circuitos elétricos, Sistemas Elétricos, Eletrônica e Eletrônica de Potência.

Desenvolver atividades de estágio integrado em um instituto de tecnologia foi altamente relevante referente à pontos de vista técnico e profissional. O acompanhamento de engenheiros experientes e treinamentos expandiu o conhecimento sobre a atuação profissional. Além de permitir uma abordagem multidisciplinar da engenharia, trabalhando com projetos e diretamente no laboratório de ensaios elétricos.

Em suma, um período gratificante e proveitoso que registra o intercâmbio contínuo entre pesquisa, desenvolvimento e prática. Com base nesta experiência sugere-se mais atividades práticas e extensão dos créditos voltados às disciplinas de laboratório. O embasamento teórico é extremamente importante, contudo apenas quando aplicado leva à verdadeira interiorização dos conhecimentos.

## BIBLIOGRAFIA

ABNT. **RN 493 - Procedimentos e Condições de Fornecimento por Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica Através de Fontes Intermitentes (SIGFI's)**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. 05 jun. 2012.

AGILENT. **Unidade de Aquisição, Comutação e Registro de Dados**. Disponível em: <<http://www.home.agilent.com/en/pd-1000001313%3Aeps%3Apropn-34970A/dataacquisition-data-logger-switch-unit>>. Acesso em: 16 jun. 2014

DIGATRON. **Battery Manager 4 Manual. ed 4.5.8.3**. Digatron Industrie-Elektronik GmbH.

DIGATRON. **Digatron Power Electronics**. Disponível em: <<http://www.digatron.com/nc/en/home/>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

DIGATRON. **Universal Battery Tester**. Disponível em: <<http://www.digatron.com/en/automotive-battery/universal-battery-tester/>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

INMETRO. **Portaria nº 434 - Regulamento Técnico da Qualidade para Baterias ChumboÁcido para Veículos Automotivos**. Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. 2011.

JANUZZI, Gilberto. **Avaliação dos Sistemas Individuais de Geração de Energia Elétrica com Fontes Intermitentes - SIGFI's**. PROCOPRE Brasil. Campinas/SP. 2009.

MECALOR. **Líder Em Sistema de Água Gelada e Câmara Climática**. Disponível em: <<http://www.mecaalor.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2014

SOEIRO, Luiz; CYRNE, Luciano; FIGUEIREDO, Leandro; LAROCHELLE, Christopher; TSURUMAKI, Maumi. **Battery Development for Stop-Start Application in Brazilian Market**. SAE International: presentation 180413. 2013.

VOLKSWAGEN. **VW 75073 - SLI Batteries for 12 V Electric Systems**. Volkswagen. 2012.

PEROBA, J. O. **Relatório de estágio Acumuladores Moura S/A. 2015**. Relatório de estágio (Graduação em Engenharia Química) –Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015

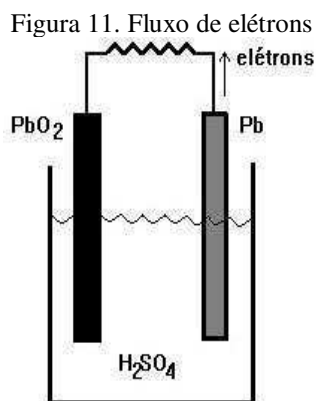
# APÊNDICE A – CARACTERÍSTICAS DA BATERIA DE CHUMBO-ÁCIDO

## 1 - FUNCIONAMENTO DA BATERIA

A característica de armazenar energia em um acumulador de chumbo-ácido é possível devido a condições físicas e químicas próprias das substâncias que fazem parte de um acumulador.

O bióxido de chumbo ( $PbO_2$ ), é uma substância que possui uma grande tendência de receber elétrons, enquanto que o chumbo metálico ( $Pb$ ), tem uma grande tendência de doar elétrons. Assim, se colocarmos em contato chumbo metálico com bióxido de chumbo, e estabelecendo condições para que elétrons possam caminhar de um para outro, a transferência de elétrons do chumbo para o bióxido de chumbo se dará com extrema facilidade. Para se estabelecer estas condições é importante saber exatamente o que está ocorrendo com o material ativo (isto é, chumbo e bióxido de chumbo), após a transferência dos elétrons.

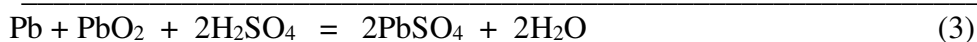
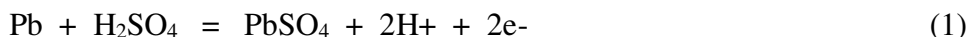
Em quais substâncias químicas o chumbo e o bióxido de chumbo irão se transformar após a transferência de elétrons, irá depender do meio em que eles se encontram. No acumulador de chumbo-ácido, esse meio é uma solução de ácido sulfúrico. Nesse caso, o chumbo metálico ao perder seus elétrons e o bióxido de chumbo ao receber esses elétrons, ambos, se transformam em sulfato de chumbo ( $PbSO_4$ ). Os íons sulfato ( $SO_4$ ) necessários a essa transformação, são provenientes do ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). A Figura 11 que caracteriza o funcionamento de uma bateria (FLAMARION, 1995).



Fonte: Flamarion, 1995

Na equação (1) a seguir pode ser observado a reação entre a placa de chumbo e a solução de ácido sulfúrico, o que resulta na formação de sulfato de

chumbo, dois íons de hidrogênio e liberação de dois elétrons. Tais elementos reagem, ao entrarem em contato com a placa de dióxido de chumbo, resultando na formação de sulfato de chumbo e água, como descrito na Equação (2). Na equação global (3) é descrito o processo de descarga da bateria, como citado anteriormente.



Desta forma, o papel de funcionamento de uma bateria, nada mais é do que, possibilitar a alimentação do circuito elétrico de um automóvel, uma motocicleta, uma embarcação, ou um sistema de telecomunicações, entre outros, por meio da passagem dos elétrons oriundos da reação química (CABRAL, 2013).

Entretanto, depois que ambas as placas se encontram transformadas em dióxido de chumbo, faz-se necessário que haja a reversão de sulfato de chumbo para que a bateria possa novamente readquirir diferença de potencial entre suas placas. Para isso, deve-se aplicar uma tensão externa sobre a bateria, que obrigue os elétrons a seguirem em sentido contrário, revertendo, assim, o processo.

Os elétrons, sendo partículas de carga negativa, tendem a ser atraídos por regiões de potencial elétrico positivo e repelidos por regiões de potencial negativo. Nesta perspectiva, em uma bateria como a descrita neste trabalho, a composição das placas negativas de chumbo metálico é tida como sendo o polo negativo, enquanto que a composição das placas positivas de bióxido de chumbo é tida como sendo o polo positivo da bateria. A quantidade de carga que essas placas podem fornecer é uma função da quantidade de material ativo nelas presente (BARSALI, 2002).

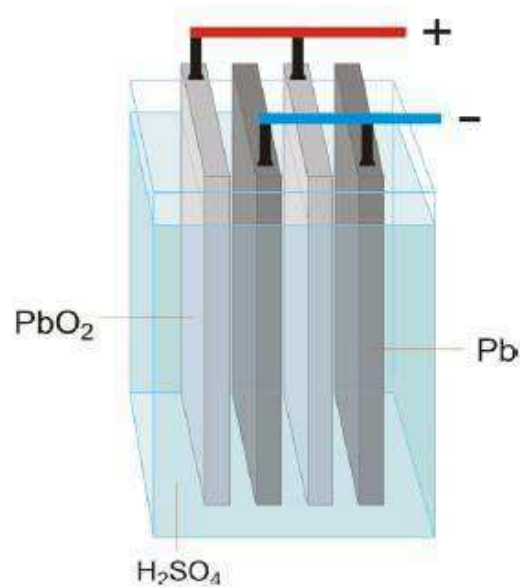
Dessa forma, se o tamanho das placas é dobrado, teoricamente, a quantidade de carga disponível é dobrada. Todavia, ao invés de dobrar o tamanho das placas, é possível dobrar sua quantidade de carga ligando uma placa positiva à outra placa positiva e uma negativa à outra também negativa. Tal ligação deve ser do tipo em paralelo, formando-se, assim, um elemento da bateria (CABRAL, 2013).

O elemento de uma bateria de chumbo-ácido, apresentado na figura 12, possui uma diferença de potencial entre o conjunto de placas de,



aproximadamente, 2V. Essa é uma função, principalmente, da densidade da solução de ácido sulfúrico absorvida pelas placas.

Figura 12. Elemento de uma bateria

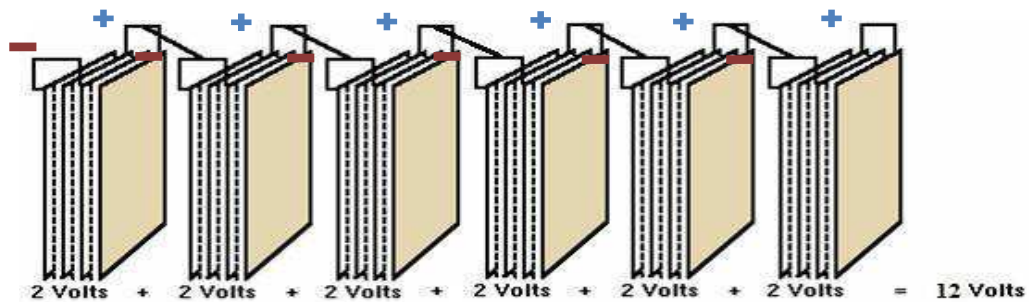


Fonte: Genlaric, 2014

Partindo-se do princípio de que as baterias em questão são projetadas para sistemas elétricos de 12V, as mesmas devem possuir seis elementos ligados em série, como apresentados na Figura 13, de modo que as diferenças de potencial dos elementos individuais possam se somar.

Elementos ligados em série devem estar em compartimentos separados. Isto é, a solução de um elemento não deve entrar em contato com a de outro elemento. Se isto ocorresse, os elementos se descarregariam, pois, existiria um circuito elétrico fechado através da solução. Com a ligação em série, pode-se aumentar a voltagem de 2 em 2 volts.

Figura 13. Seis elementos ligados em série



Fonte: Cabral, 2013

Por esse motivo, também, existe um separador entre as placas positivas e negativas de cada elemento, impedindo o contato direto entre elas. Enquanto que

os separadores das células são sólidos impermeáveis, os separadores existentes entre as placas devem ser porosos para permitirem a condução de cargas elétricas entre uma placa e outra através da solução (CABRAL, 2013).

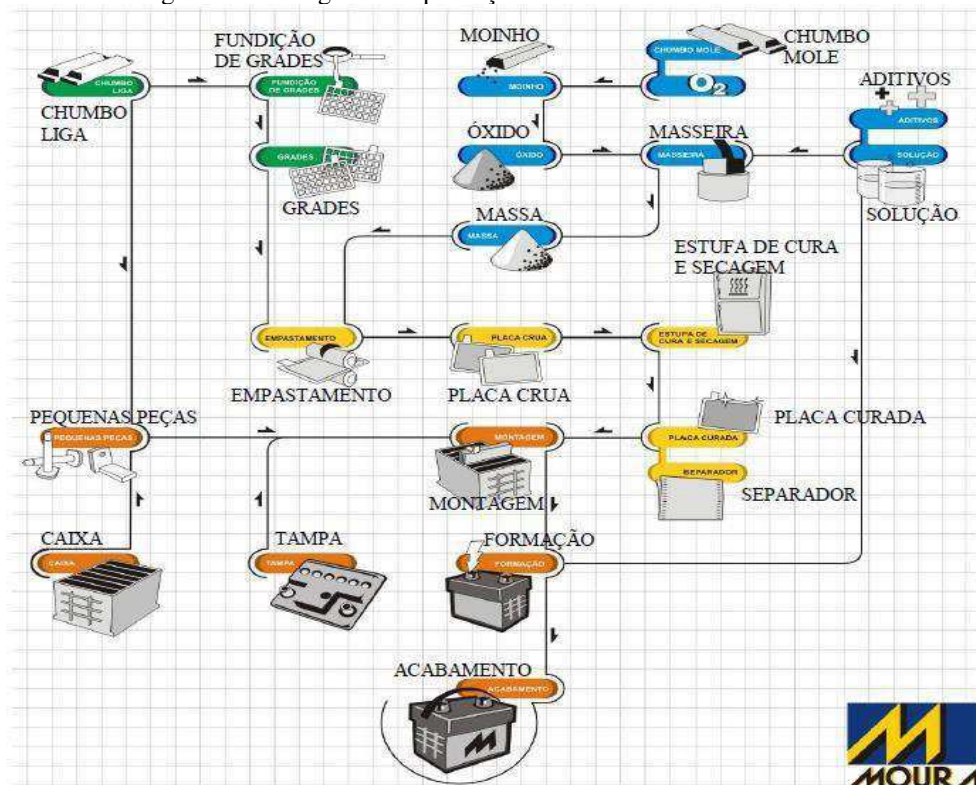
## 2 PROCESSO PRODUTIVO DA BATERIA

Nos tópicos subsequentes estão expostas as principais etapas que compõem a fabricação de baterias automotivas de uma forma geral. Não é fornecido um maior detalhamento referente as quantidades físicas utilizadas na fabricação das baterias devido ao critério de confidencialidade assinado junto à empresa.

Na Figura 14, mostrada a seguir, é exemplificado todo o processo produtivo de uma bateria chumbo-ácido, bem como os insumos utilizados para sua fabricação.

Cada processo exemplificado na Figura 14 tem suas peculiaridades e parâmetros. Para tentar entendê-los melhor a seguir encontram-se algumas explicações sobre os mesmos.

Figura 14. Fluxograma de produção de baterias chumbo ácido



Fonte: Pereira, 2006

## 2.1 OBTENÇÃO DO ÓXIDO DE CHUMBO (PBO)

O chumbo em sua maioria é encontrado na forma de galena (sulfeto de chumbo PbS), e também junto a outros materiais como: cobre, zinco, prata entre outros. Possui uma cor acinzentada, quando exposto ao ar. É um metal tóxico, e possui uma boa resistência à corrosão, além de serem ótimos semicondutores, o que acarreta possuírem uma elevada resistência elétrica. Para obtenção do óxido de chumbo utilizado nos acumuladores, existem dois principais processos (PEREIRA, 2006): Obtenção dos óxidos de atrito e Barton.

O óxido de atrito, que como o próprio nome já diz, é obtido através do atrito entre as moléculas de chumbo e o ar (O<sub>2</sub>). O chumbo em forma de pequenos cilindros é inserido em um moinho rotacional, que sob a influência de uma determinada rotação em alta velocidade e também de uma temperatura elevada, faz com que esses pedaços de chumbo se choquem e reagem com o ar, assim formando o óxido de chumbo (PbO).

O óxido Barton, é um composto obtido de um processo um pouco mais elaborado. O chumbo fundido entra em um reator, onde sob constante agitação, temperatura controlada e uma corrente de ar constante, o óxido de chumbo é formado. Após a formação do PbO, o mesmo é encaminhado para silos de estocagem, onde passa por um período de 24h de maturação para só então seguir para o processo de empastamento de placas.

## 2.2 PRODUÇÃO DE PLACAS

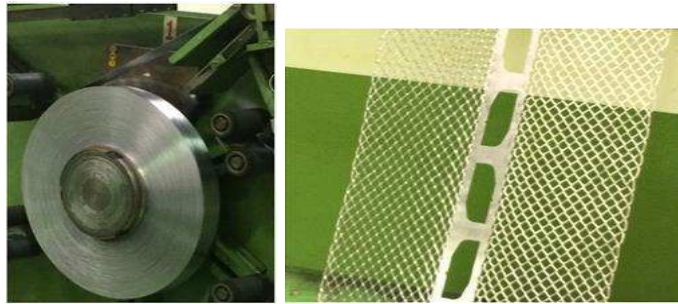
A produção de placas de chumbo para utilização em acumuladores elétricos vem evoluindo desde o início de sua descoberta. Um modo mais antigo e ainda hoje utilizado para obtenção dessas placas é derivado da fundição do chumbo mole. Esse processo consiste na fundição de lingotes de chumbo em fornos, e após essa fundição, o chumbo segue para moldes de placas, onde são prensadas e resfriadas. Ao final do resfriamento, a placa é obtida, e passa por um processo de eliminação de “rebarbas”. Daí então a placa está pronta para ser empastada.

Com a evolução do processo de produção de baterias, um outro método de obtenção de placas foi desenvolvido. Este novo processo é o de laminação e expansão. Inicialmente o chumbo fundido é posto em forma de fita que posteriormente é passada por um processo de laminação, visando colocar a fita dentro das especificações de espessura. Após a espessura ser ajustada, a fita

segue para o processo de expansão. Nesse processo a fita é expandida e armazenada em forma de rolos para posterior empastamento.

A Figura 15 representa a fita gerada após a laminação (a) e a fita após expansão (b).

Figura 15. (a) Fita após laminação e (b) após expansão



(a)

(b)

Fonte: Otávio, 2015

### 2.3 EMPASTAMENTO DE PLACAS

Para o processo de empastamento, o óxido armazenado previamente nos silos é misturado com água, ácido sulfúrico e alguns aditivos, em quantidades predeterminadas, para dar origem à massa que será utilizada para ser empastada às placas de chumbo. Essas misturas são feitas em masseiras, onde parâmetros como temperatura, agitação, densidade e tempo de reação são controlados. Após determinado tempo de reação, a massa é literalmente empastada sob a grade.

Outro fator importante durante o empastamento é a ação de um papel especial utilizado para dar uma maior amarração da massa na grade. Após as placas serem empastadas, as mesmas seguem para um túnel de pré-secagem que tem o objetivo de diminuir a umidade das placas e impedir que colem umas nas outras.

Figura 16. Placas após empastamento



Fonte: Próprio autor.

## 2.4 CURA E SECAGEM DE PLACAS

O processo de cura e secagem tem o objetivo de converter em PbO a maior parte do Pb livre (chumbo que ainda não foi convertido em PbO) ainda presente nas placas. Um outro papel importante do processo de cura é possibilitar uma maior e mais efetiva amarração entre grade e massa. Isso se deve ao fato de que a superfície da grade de Pb sofre oxidação e se liga de uma forma mais eficaz com o PbO presente na massa (PAVLOV, 2011).

A cura é caracterizada por possuir um caráter tri básico e tetra básico. Uma cura tri básica, realizada até uma temperatura máxima de 70 °C, significa ter uma formação tendenciada de cristais de sulfato de chumbo tri básico, na forma de tubos/agulhas com alta área superficial. Já uma cura tetra básica, realizada quando a temperatura da cura ultrapassa os 70 °C, faz com que os cristais de sulfato de chumbo se tornem mais volumosos e de morfologia um pouco mais complexa. A forma de cristais que favorecem as reações em uma bateria de chumbo ácido são cristais tri básicos.

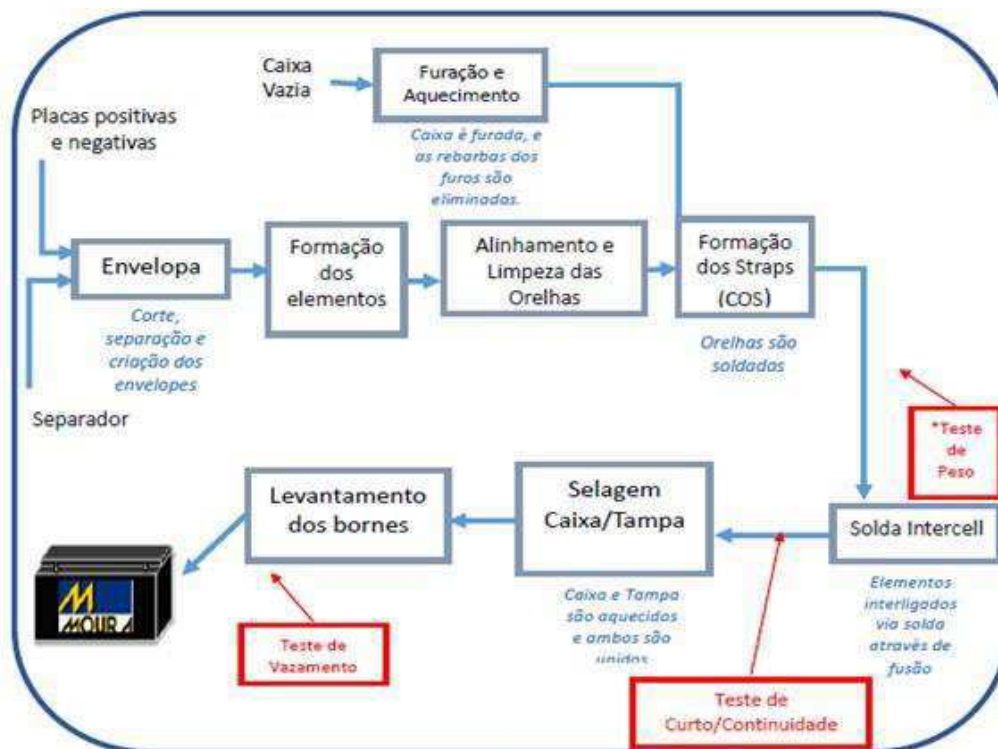
Por fim, ao final do processo de cura, as placas passam por um processo de secagem, que elimina as partículas de água ainda existentes na placa, o que assegura que a massa não venha a sofrer futuras fissuras ou desprendimentos da grade devido à presença de água em sua composição. A cura é de extrema importância para o processo, pois se as placas não secam corretamente a pesagem delas ao final da linha irá incluir um percentual de água, o que irá resultar em uma placa com peso maior do que o especificado.

## 2.5 MONTAGEM

Após as placas serem curadas e secadas, as mesmas estão prontas para seguir para o processo de montagem da bateria. Nessa etapa, as placas positivas e negativas são intercaladas com separadores de polietileno, polipropileno ou fibra de vidro entre elas para que curtos circuitos, advindos do contato direto entre placas positivas e negativas, não venham a acontecer. Após a formação do elemento (conjunto de placas positivas e negativas) os mesmos seguem para serem fundidos com os conectores (*straps*) e posterior alocação dentro da caixa da bateria. A caixa por sua vez, já posicionada e furada para que haja a conexão entre os elementos, por via do *strap*, recebe os elementos da bateria e segue para a realização da solda *Intercell* via fusão homogênea (PAVLOV, 2011).

Ao se realizar a solda, o conjunto “caixa mais elementos interligados” recebe a tampa de polipropileno. O conjunto segue para o processo de selagem entre caixa e tampa. Após a selagem realizada, os bornes das baterias são levantados, o que é feito devido a fusão do chumbo do polo com a bucha da tampa. A Figura 17 representa as etapas do processo de montagem das baterias.

Figura 17. Fluxograma do processo de montagem



Fonte: Flamarion, 1995 – cores/fantasia adicionados pelo autor.

## 2.6 FORMAÇÃO

No processo de formação, as baterias são formadas eletronicamente, ou seja, recebem sua característica elétrica. As baterias recebem uma solução de ácido sulfúrico com densidade específica e são carregadas sob correntes e temperaturas controladas de acordo com o plano de formação de cada bateria.

O plano de formação consiste em um intervalo de corrente que a bateria vai receber, normalmente entre 11A e 17A, e uma tensão fixa maior do que 12,8V. O tempo de formação varia de acordo com tamanho, modelo e capacidade da bateria. Durante esse processo, ocorre conversão do PbO (precursor) em PbO<sub>2</sub> (positiva) e Pb esponjoso (negativa). Ao fim do processo de formação, a densidade da solução de ácido é corrigida, com o intuito de que o acumulador atinja a tensão desejada e especificada. Ao final desse processo, a bateria está pronta para uso.

Figura 18. Baterias em processo de formação



Fonte: Próprio autor

## 2.7 ACABAMENTO

No último processo, as baterias seguem para serem acabadas. As baterias que vem da formação tem seu nível de eletrólito aferido e se for necessário ajustado para o nível especificado por norma. Após o nivelamento do eletrólito, na bateria é posto o densímetro (quando são necessários) e logo então segue para a ser seca. Ao final da secagem, uma nova aferição da tensão da bateria é feita, com o intuito de assegurar a qualidade da bateria que está saindo da linha. Componentes como rolhas, rótulos, etiquetas e densímetros são colocados na bateria e ela segue para a expedição onde aguardará para ser vendida.



# APÊNDICE B – MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE ESTADO DE SAÚDE DE UMA BATERIA

## 1 ESTIMATIVA BASEADA NA CAPACIDADE

Define o estado de saúde como a diminuição percentual da capacidade a respeito do valor nominal. Esta abordagem, contudo, desconsidera a função mais importante da bateria: a capacidade de arranque.

$$SOH_{\%C20} = \left(1 - \frac{C_{real}}{C_{nominal}}\right) 100\% \quad (5)$$

## 2 ESTIMATIVA BASEADA NA POTÊNCIA DE ARRANQUE

Considera o estado de saúde como a diminuição percentual da potência de arranque em relação ao valor nominal. Esta definição alternativa avalia a função primordial da bateria (o arranque) e pode ser mensurada a partir da resistência interna da bateria (característica diretamente relacionada à potência de arranque) ou realizando descargas a de curta duração com corrente elevada.

$$SOH_{\%Pot} = \left(1 - \frac{P_{real}}{P_{nominal}}\right) 100\% \quad (6)$$

Ressalvas quanto a este enfoque estão no comportamento da resistência interna: mantêm-se praticamente constante durante maior parte da vida da bateria e cresce expressivamente quando o término se aproxima. Portanto, embora aplicável, a resistência interna não é o parâmetro mais indicado.

## 3 ESTIMATIVA COMBINADA

Abordagem que considera a potência de arranque e a capacidade da bateria. As equações são combinadas e um peso percentual é definido. A estimativa inicial é utilizar  $a = 0,2$  e  $b = 0,8$ .

$$SOH_{\%} = (a * SOH_{\% C20} + b * SOH_{\% Pot}) 100\% \quad (7)$$

## 4 ANÁLISE DAS NORMAS DE ENVELHECIMENTO

Não existe um equacionamento matemático que permita determinar o estado-de-saúde de uma bateria, uma vez que o número de ciclos executáveis não é uma variável conhecida (a menos que a bateria seja completamente

degradada). Levar uma bateria a determinado SOH não é uma tarefa simples como atingir um percentual de SOC. Para uma mesma sequência de ensaios a premissa que determinadas amostras se encontram em X% de SOH não é válida; como resultado, procedimentos de teste que garantam um determinado SOH% não são padronizáveis.

Uma das partes que compreendem o projeto baseou-se em realizar o envelhecimento controlado das baterias. Apenas tendo a segurança que as baterias tenham alcançado o estado-de-saúde (SOH) desejado é que os experimentos poderão ser validados e os modelos obtidos foram capazes representar com precisão o comportamento da bateria.

A opção aplicável foi de envelhecer as amostras com um ensaio de ciclagem. Para esse procedimento foram estudados dois ciclos que podem realizar o envelhecimento uniforme das baterias. O primeiro é a SAE J2801 e o outro ciclo é o da SBA-S-0101 tropicalizada.

A tabela a seguir mostra aspectos relevantes de ambos os ciclos de envelhecimento, bem como o comparativo do tempo de ciclagem e dos parâmetros elétricos pertinentes a cada ensaio.

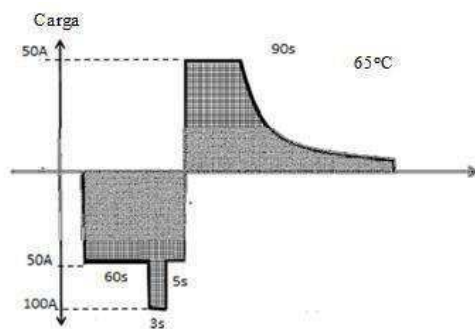
Tabela 3: Comparativo entre ciclos

	<b>SAE J2801</b>	<b>SBA-S-0101 tropicalizada</b>
<b>Máxima corrente de carga (A)</b>	25	50
<b>Máxima corrente de descarga (A)</b>	200	100
<b>Máxima tensão (V)</b>	14,2	14
<b>Tempo médio para fim dos testes (semanas)</b>	10	5
<b>01 unidade de envelhecimento</b>	2 semanas	1 semana
<b>Comportamento da capacidade</b>	Constante até que o SOH chegue a zero, nesse momento uma queda abrupta da mesma ocorre	Linear durante toda a realização dos ensaios

Fonte: Próprio autor

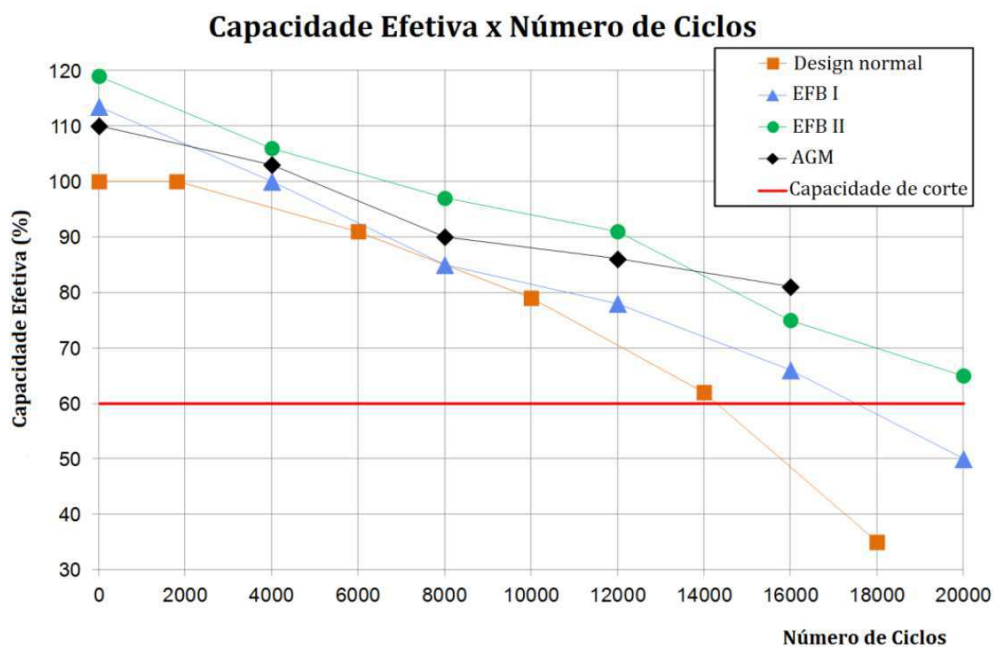
Conforme trabalho apresentado na *SAE International (Society of Automotive Engineers)*, a versão modificada desta ciclagem resulta em curvas de capacidade com perfil semelhante a uma reta decrescente (Figura 27). Esta inclinação permite um melhor acompanhamento do estado real da bateria ao longo das unidades.

Figura 27. Perfil de corrente para ciclagem SBA-S-0101 tropicalizada.



Fonte: Adaptado de: SOEIRO, 2013.

Figura 28. Evolução da capacidade da bateria em função da ciclagem SBA.



Fonte: Banco de dados ITEM

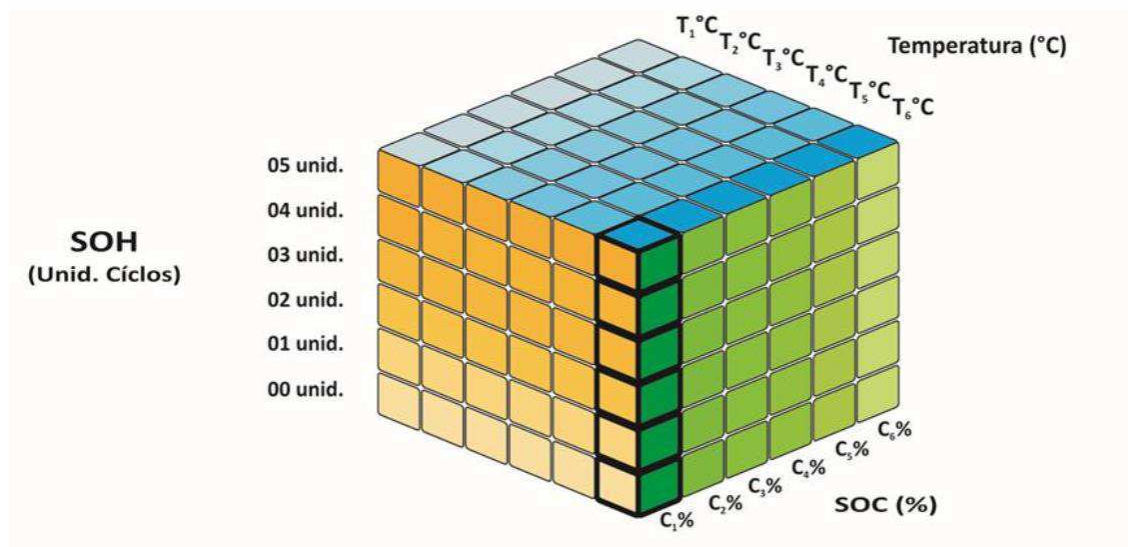
## 5 ESTRUTURA DOS ENSAIOS

O cliente deste projeto realizou uma especificação inicial para ensaios de ciclagem de baterias de um único fornecedor de baterias (Baterias Moura S/A) a ser realizado com oito diferentes níveis de temperatura e oito diferentes estados de carga, totalizando 108 baterias, como o já apresentado no item 2.1 deste relatório.

Conforme o perfil definido, cada amostra realizou todas as situações de ciclagem para uma condição de SOC e uma temperatura. Após cada ciclagem foi realizada uma partida no veículo. Como resultado foram obtidos dados completos a respeito do desenvolvimento do SOH no decorrer de cada processo de ciclagem.

As dimensões do projeto estão representadas pelo tensor de ensaios (Figura 29), no qual cada coluna corresponde às condições de teste sofridas por uma amostra e suas cópias. A amostragem é definida em três baterias por sequência de ensaios, de modo que o total de amostras ensaiadas corresponde a três vezes o número de quadrados na face em azul do tensor.

Figura 29. Tensor de ensaios para baterias EFB.



Fonte: Banco de dados ITEM

## 6 REQUISITOS TÉCNICOS

As condições do contrato delegam ao cliente custear a aquisição dos equipamentos necessários. A montadora também foi responsável pelo fornecimento do veículo empregado nos testes.

A relação de equipamentos está disposta na Tabela 2. O Módulo de potência Digatron foi apresentado na figura 26, as câmaras climáticas apresentadas nas figuras 23 e 24 e a câmara veicular é apresentada na figura 30 a seguir.

Tabela 4. Relação de equipamentos.

<b>Relação de Equipamentos</b>	
<b>Condicionamento das Amostras</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Módulos Digatron Cicladores</li> <li>▪ Utilizados para ensaios de ciclagem, capacidade nominal, recarga e descarga.</li> <li>▪ 0/30A - 5/18V – 0,05% F.E.</li> <li>• Módulos Digatron Alta Descarga</li> <li>▪ Utilizados para ensaios de partida a frio.</li> <li>▪ 0/1500A - 0/18V – 0,1% F.E.</li> <li>• Freezers para viabilizar os ensaios de partida a frio.</li> </ul>	
<b>Medições em Bancada</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multímetro digital de elevada precisão (CAT III 1000V)</li> <li>• Ponte AC - Medidor RLC.</li> </ul>	
<b>Teste de Partida no Veículo</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Câmara climática.</li> <li>• Automóvel com tanque de combustível vazio.</li> </ul>	

Fonte: Banco de dados ITEM

Figura 30. Câmara climática Mecalor.



Fonte: <http://www.mecalor.com.br/>

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demanda do mercado automobilístico é decorrente das necessidades da sociedade. Na atualidade, tem-se preocupado bastante com a emissão de gases poluentes, todavia os veículos a combustão interna não foram projetados com esta preocupação. É imperativa, portanto, a evolução dos sistemas internos do automóvel, como a bateria, o alternador, a eletrônica embarcada, entre outros. Para isso, investiu-se na alteração da concepção do tradicional automóvel.

A bateria, por exemplo, deixa de ser um simples acessório para se tornar protagonista do fornecimento de potência ao veículo. Pois, não será apenas utilizada para ignição e alimentação de periféricos do veículo, mas também na complementação da demanda requisitada pela operação do automóvel auxiliando o motor a combustão.

O domínio dos parâmetros do acumulador, portanto, tornou-se essencial para o maior controle de funcionamento, bem como o acréscimo da eficiência deste componente. Com isso, ter-se-á uma visão mais clara e precisa das características intrínsecas deste processo eletroquímico. Dentre estas características, pode-se descartar duas indispensáveis: estado de carga (SOC) e estado de saúde (SOH).

O estudo realizado no relatório demonstrou o quão complexo é a análise do estado da bateria. Com o intuito de diminuir a complexidade, assim sendo, escolheu-se a metodologia experimental detalhada na Seção 2.4 que permite uma estimativa mais precisa e segura dos parâmetros SOC e SOH, além da futura implementação não influenciar no funcionamento padrão do veículo.

# APÊNDICE C – GUIA INTRODUTÓRIO PARA UTILIZAÇÃO DO BATTERY MANAGER DIGATRON

## 1 INTRODUÇÃO

A Battery Manager (BM) é a solução de software desenvolvida pela Digatron para o teste e formação de baterias. Garante um processo eficiente por meio da integração de sistemas. Sendo constituído de quatro softwares: BM Workstation, BM Communication Server, BM Server Manager e BM Database. A arquitetura do sistema BM é apresentada na Figura 45.

### **BM Workstation**

Interface real do usuário para controle de circuitos e avaliação gráfica dos dados coletados. Permite iniciar programas relacionados às baterias (ensaios e/ou formação) e funções (exportar dados e relatórios, por exemplo).

### **BM Communication Server**

Aplicação independente que funciona como interface de comunicação para os circuitos físicos. Interage com as demais interfaces proporcionando o transporte dos dados para os circuitos. Um sistema pode ter vários servidores de comunicação, informação específica para cada solução Digatron.

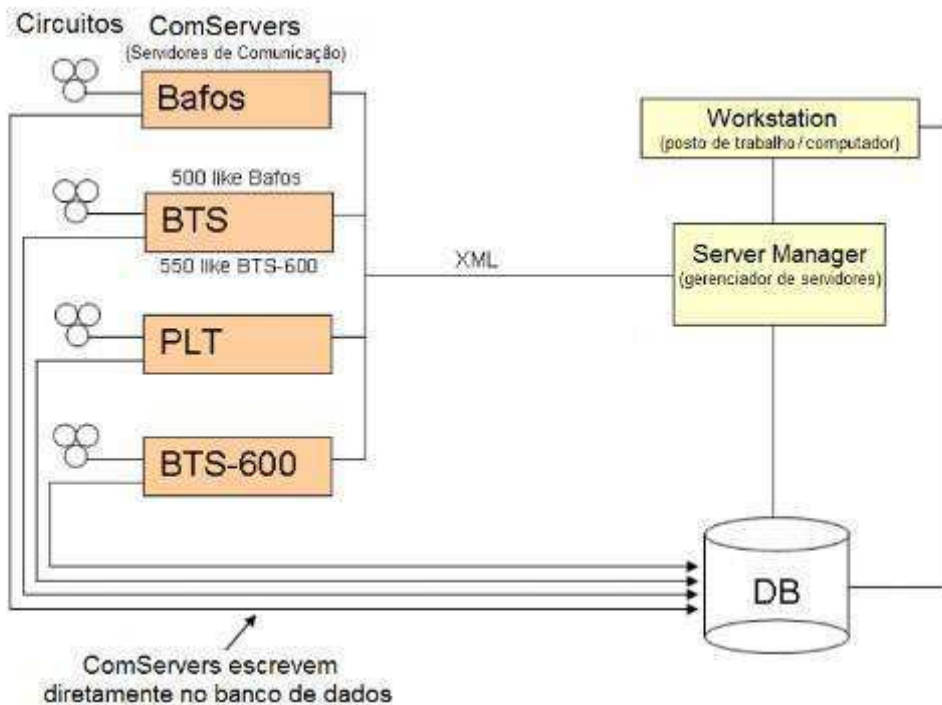
### **BM Server Manager**

Coordena e prepara os dados entre os servidores de comunicação e a base de dados.

### **BM Database**

Banco de dados do sistema, responsável pelo armazenamento de todas as informações. Pode ser desenvolvido na estrutura Microsoft Access ou Microsoft SQL Server, sendo a segunda a mais utilizada.

Figura 45. Configuração do sistema Digatron.



Fonte: Manual BMS

O software disponível no Laboratório do ITEM apresenta servidor BTS-600 e banco de dados SQL Server. Estas ferramentas são utilizadas para o controle dos módulos de potência UBT (*Universal Battery Tester*), estando disponíveis duas classes:

- Ciclador e Start/Stop (UBT 30-0/18-10 ME e UBT 300/150-0/18-4 ME).

## 2 INICIALIZANDO O BM

Para utilizar o Battery Manager é necessário iniciar quatro aplicações (Figura 46) nesta exata sequência: BTS-600, BTS-600 Generator, Server Manager e, por fim, a interface Battery Manager Workstation. Caso uma aplicação seja executada mais de uma vez, faz-se necessário finalizar todos os aplicativos e reiniciar o processo.

Figura 46. Aplicativos necessários à execução do BM.

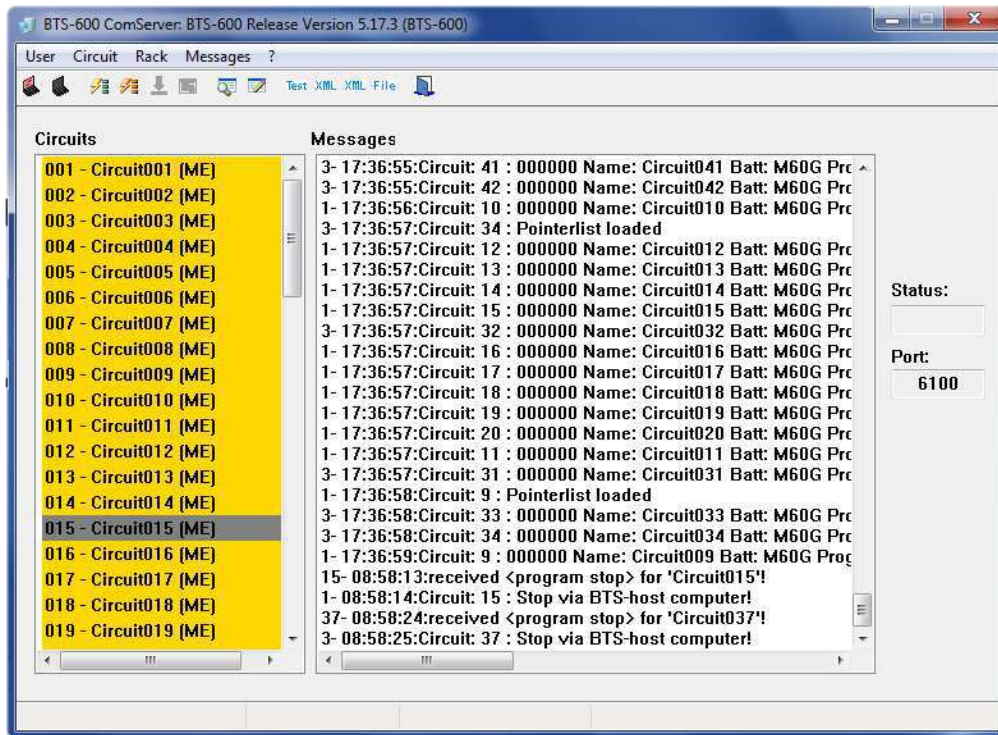


Fonte: Próprio autor



Ao iniciar o primeiro aplicativo será observada uma tela com a listagem dos circuitos e mensagens de acessos (Figura 47). Pode-se confirmar a inicialização dos circuitos e seu estado.

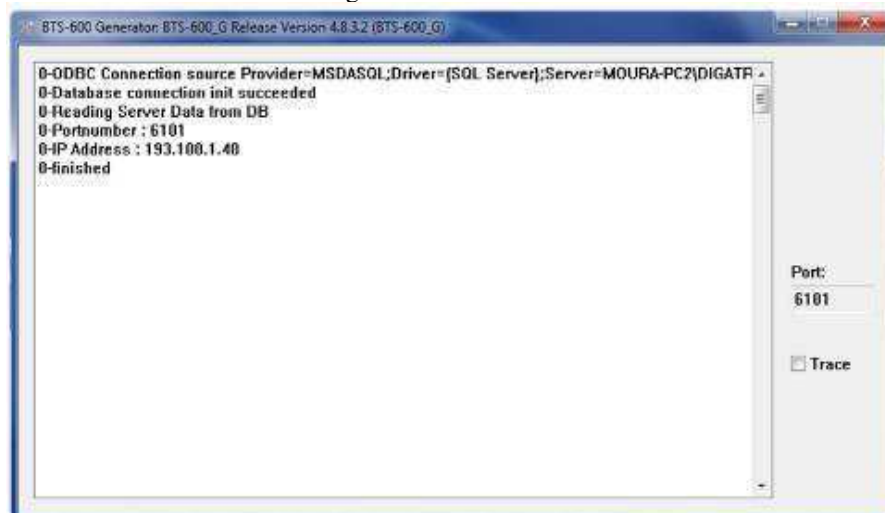
Figura 47. BTS-600 ComServer.



Fonte: Próprio autor

O segundo aplicativo gera as conexões do sistema necessárias para diferentes acessos. Imediatamente após abri-lo são visualizadas as conexões iniciais (ao banco de dados e ao servidor), além do IP e porta de acesso (Figura 48). Conforme o BM for utilizado e requisitar novos acessos as respectivas mensagens serão exibidas nesta tela.

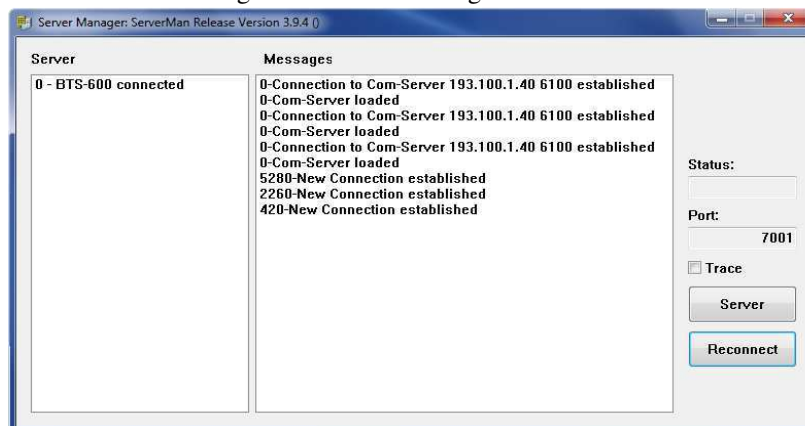
Figura 48. BTS-600 Generator.



Fonte: Próprio autor.

Na sequência inicia-se o Server Manager, completando as conexões e garantindo a correto fluxo de dados (Figura 49). Esta tela exibe mensagens de conexão e lista os servidores ativos no sistema.

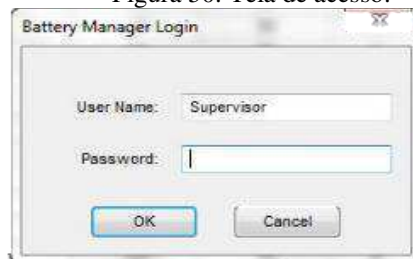
Figura 49. Server Manager.



Fonte: Próprio autor.

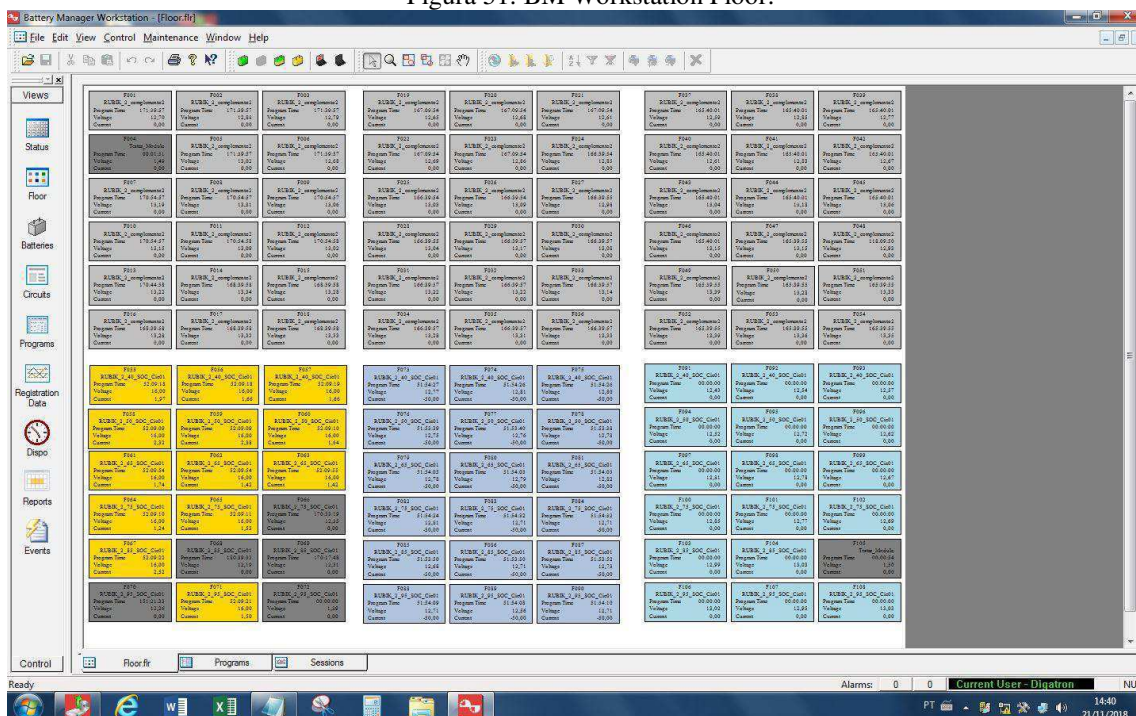
Por último deve-se iniciar o BM Workstation, o aplicativo solicita senha (Figura 50) e carrega a interface para acesso do usuário. O BM é inicializado na tela “Floor” (Figura 51), a qual exibe os circuitos e permite representar sua disposição no laboratório (há recursos para desenhar a planta baixa).

Figura 50. Tela de acesso.



Fonte: Próprio autor

Figura 51. BM Workstation Floor.



Fonte: Próprio autor.

### 3 RECURSOS DISPONÍVEIS

Estão disponíveis nove janelas (“Views”, cujos ícones estão representados na Figura 52), utilizadas para diferentes fins. A tela “Floor”, inicializada juntamente com o BM Workstation, exibe o “piso do laboratório”. Nela os circuitos são representados por retângulos, os valores e a cor se modificam conforme diferentes funções são executadas. Nela é possível utilizar recursos gráficos para, por exemplo, desenhar a planta baixa da sala e posicionar os circuitos de forma semelhante ao laboratório (Figura 53).

Figura 52. BM Workstation Views.



Fonte: Próprio autor.

O BM facilita o controle dos circuitos mediante código de cores (Figuras 53 e 54). Pode-se observar as mudanças no BM Workstation (janelas “Floor”, “Status” e “Dispo”) e no aplicativo BTS-600 ComServer.

Figura 53. Código de cores BM Workstation Floor.

<p style="text-align: center;">Circuit001</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>-</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>MODULO SENDO INICIALIZADO</b></p>		Program Name	-	Voltage	0.00	Current	0.00	Temperature	0.00	Ref_Volt	0.00										
Program Name	-																				
Voltage	0.00																				
Current	0.00																				
Temperature	0.00																				
Ref_Volt	0.00																				
<p style="text-align: center;">Circuit001</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>-</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>SEM COMUNICAÇÃO</b></p>	Program Name	-	Voltage	0.00	Current	0.00	Temperature	0.00	Ref_Volt	0.00	<p style="text-align: center;">Circuit013</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>icidade_inmetro</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>13.21</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>975.7</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>PAU = PAUSA</b></p>	Program Name	icidade_inmetro	Voltage	13.21	Current	0.00	Temperature	975.7	Ref_Volt	0.00
Program Name	-																				
Voltage	0.00																				
Current	0.00																				
Temperature	0.00																				
Ref_Volt	0.00																				
Program Name	icidade_inmetro																				
Voltage	13.21																				
Current	0.00																				
Temperature	975.7																				
Ref_Volt	0.00																				
<p style="text-align: center;">Circuit029</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>icidade_inmetro</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>16.00</td></tr> <tr><td>Current</td><td>3.52</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>976.4</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>CHA = CARGA</b></p>	Program Name	icidade_inmetro	Voltage	16.00	Current	3.52	Temperature	976.4	Ref_Volt	0.00	<p style="text-align: center;">Circuit072</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>este_Start_Stop</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>12.53</td></tr> <tr><td>Current</td><td>-44.99</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>1001.0</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>DCH = DESCARGA</b></p>	Program Name	este_Start_Stop	Voltage	12.53	Current	-44.99	Temperature	1001.0	Ref_Volt	0
Program Name	icidade_inmetro																				
Voltage	16.00																				
Current	3.52																				
Temperature	976.4																				
Ref_Volt	0.00																				
Program Name	este_Start_Stop																				
Voltage	12.53																				
Current	-44.99																				
Temperature	1001.0																				
Ref_Volt	0																				
<p style="text-align: center;">Circuit017</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>icidade_inmetro</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>13.38</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>977.5</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>INT = INTERRUPTÃO</b></p>	Program Name	icidade_inmetro	Voltage	13.38	Current	0.00	Temperature	977.5	Ref_Volt	0.00	<p style="text-align: center;">Circuit085</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>IdleBM_ME</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>11.76</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>998.6</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>STO = CIRCUITO PARADO (LIVRE)</b></p>	Program Name	IdleBM_ME	Voltage	11.76	Current	0.00	Temperature	998.6	Ref_Volt	0
Program Name	icidade_inmetro																				
Voltage	13.38																				
Current	0.00																				
Temperature	977.5																				
Ref_Volt	0.00																				
Program Name	IdleBM_ME																				
Voltage	11.76																				
Current	0.00																				
Temperature	998.6																				
Ref_Volt	0																				
<p style="text-align: center;">Circuit028</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td>arga_24h_16V</td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>13.18</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>970.5</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>ERR = ERRO</b></p>	Program Name	arga_24h_16V	Voltage	13.18	Current	0.00	Temperature	970.5	Ref_Volt	0.00	<p style="text-align: center;">Circuit060</p> <table border="1"> <tr><td>Program Name</td><td></td></tr> <tr><td>Voltage</td><td>12.72</td></tr> <tr><td>Current</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>Temperature</td><td>974.0</td></tr> <tr><td>Ref_Volt</td><td>0.00</td></tr> </table> <p style="text-align: center;"><b>PARALLEL = CIRCUITO ESCRAVO</b></p>	Program Name		Voltage	12.72	Current	0.00	Temperature	974.0	Ref_Volt	0.00
Program Name	arga_24h_16V																				
Voltage	13.18																				
Current	0.00																				
Temperature	970.5																				
Ref_Volt	0.00																				
Program Name																					
Voltage	12.72																				
Current	0.00																				
Temperature	974.0																				
Ref_Volt	0.00																				

Fonte: Próprio autor

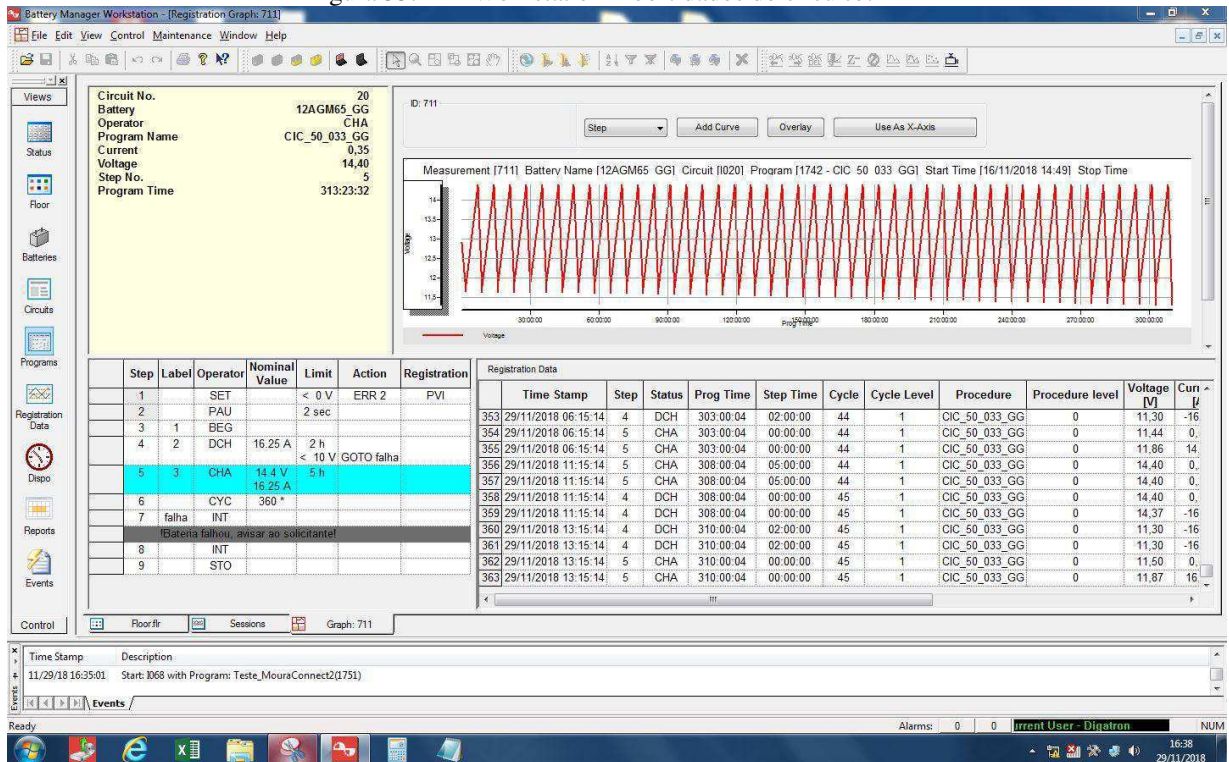
Figura 54. Código de cores BTS-600 ComServer.

Circuits	Messages
015 - Circuit015 (ME)	2600- 14:00:21:Circu
016 - Circuit016 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
017 - Circuit017 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
018 - Circuit018 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
019 - Circuit019 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
020 - Circuit020 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
021 - Logger021 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
022 - Logger022 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
023 - Circuit023 (ME)	2- 14:00:22:Circuit: 2
024 - Circuit024 (ME)	2- 14:00:27:Circuit: 2
025 - Circuit025 (ME)	2- 14:00:28:Circuit: 2
026 - Circuit026 (ME)	2- 14:00:44:Circuit: 2
027 - Circuit027 (ME)	28- 14:02:04:receive
028 - Circuit028 (ME)	2- 14:02:05:Circuit: 2
029 - Circuit029 (ME)	28- 14:02:13:receive
030 - Circuit030 (ME)	2- 14:02:14:Circuit: 2
031 - Circuit031 (ME)	2- 14:02:16:Circuit: 2
032 - Circuit032 (ME)	28- 14:20:42:receive
033 - Circuit033 (ME)	2- 14:20:42:Circuit: 2
	142042:Start Genera
	3332- 14:20:42:Circu
	28- 14:21:14:ignorin

Fonte: Próprio autor.

Ao clicar duas vezes sobre um circuito na janela “Floor” são exibidos os dados do programa em execução ou, no caso de um circuito parado, do último programa que foi executado (Figura 55).

Figura 55. BM Workstation Floor: dados do circuito.



Fonte: Próprio autor.

A tela “Status” (Figura 56) fornece outra opção para visualizar o estado de cada circuito. Ela segue o mesmo código de cores observado para o “Floor” e permite reiniciar circuitos que se encontram em erro. Para realizar esta operação é necessário utilizar usuário “Supervisor”, clicar com o segundo botão do mouse sobre o circuito e selecionar a opção “reset”.

Em “Dispo” tem-se mais uma opção para visualizar a disponibilidade dos circuitos. Neste caso a janela trabalha com outro código de cores: vermelho representa os circuitos com programas em execução; verde os circuitos conectados e disponíveis; branco os circuitos desconectados; e amarelo os circuitos em erro. Nela também é possível reiniciar circuitos em falta, esta operação é acessível a todos os usuários e realizada de forma semelhante à da janela “Status”.

Figura 56. BM Workstation Dispo.

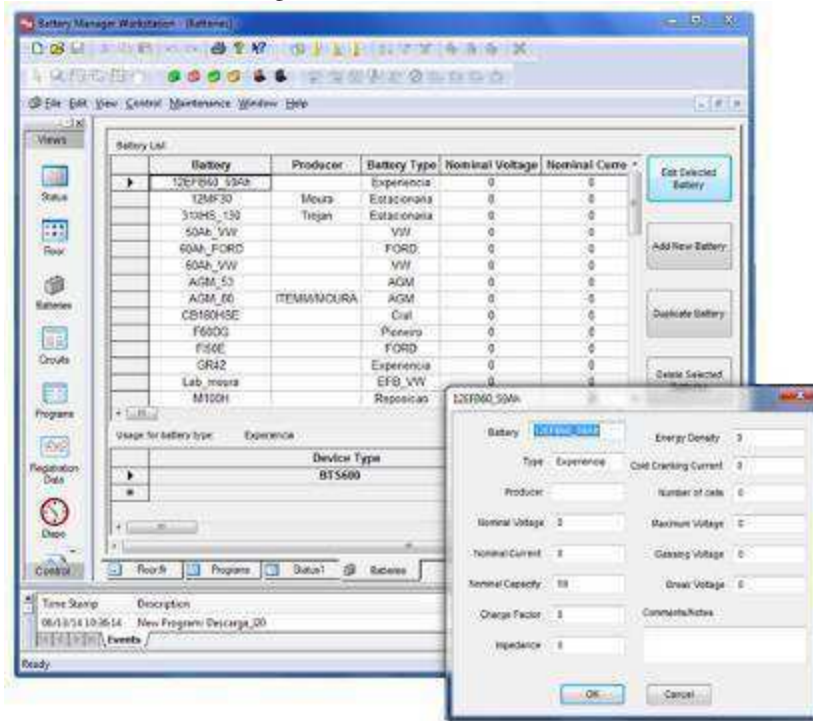
Circuit	Battery	Program	Test Section	Order No.	Active Time	Deferred Time	Start Time	Stop Time	Error	StartFromStep
F102	22EFB72 MFA	RUBIK_2_35 SOC_Cic	ITM_18025	Am_103	21/11/2018 14 34 54	21/11/2018 14 34 54	21/11/2018 14 34 54	21/11/2018	0	0
F103	22EFB72 MFA	RUBIK_2_35 SOC_Cic	ITM_18025	Am_103	21/11/2018 14 34 54	21/11/2018 14 34 54	21/11/2018 14 34 54	21/11/2018	0	0
F106	22EFB72 MFA	RUBIK_2_35 SOC_Cic	ITM_18025	Am_106	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018	0	0
F107	22EFB72 MFA	RUBIK_2_35 SOC_Cic	ITM_18025	Am_106	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018	0	0
F108	22EFB72 MFA	RUBIK_2_35 SOC_Cic	ITM_18025	Am_106	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018 14 36 38	21/11/2018	0	0
I001	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003385		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I002	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am6	ITM_18032	Am_07	05/11/2018 17 42 32	05/11/2018 18 30 00	05/11/2018	05/11/2018	0	0
I003	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am2	ITM_18032	Am_07OP	05/11/2018 17 40 23	05/11/2018 20 30 30	05/11/2018	05/11/2018	0	0
I004	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am3	ITM_18032	Am_07	05/11/2018 18 46 57	05/11/2018 20 30 00	05/11/2018	05/11/2018	0	0
I005	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003373		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I006	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003376		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I007	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003379		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I008	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003382		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I009	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am6	ITM_18032	Am_04	06/11/2018 16 52 35	06/11/2018 20 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I010	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am2	ITM_18032	Am_04	06/11/2018 16 56 23	06/11/2018 20 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I011	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003380		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I012	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003383		31/10/2018 16:00:29		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I013	TESTE	teste_percah	teste_percah		16/11/2018 12:04:54	16/11/2018 12:10:00	16/11/2018	16/11/2018	0	0
I014	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am6	ITM_18032	Am_06	06/11/2018 18 59 01	06/11/2018 20 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I015	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am7	ITM_18032	Am_07	06/11/2018 17 51 30	06/11/2018 20 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I016	12ACM65_GG	Rec_14_8V_24h	ITM_18032	Am_08	Re_07/11/2018 16:34:48	07/11/2018 16:37:00	07/11/2018	08/11/2018	0	0
I017	12ACM67_GF	Rec_14_8V_24h_GF	ITM_18032	Am_09	Re_14/11/2018 09:52:54	14/11/2018 09:55:00	14/11/2018	15/11/2018	0	0
I018	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am6	ITM_18032	Am_10	06/11/2018 17 41 18	06/11/2018 20 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I019	12ACM67_GF	CIC_50_032_PIA_Am7	ITM_18032	Am_07	06/11/2018 19 48 37	06/11/2018 16 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I020	12ACM64_GG	CIC_50_032_PIA	ITM_18032	Am_02	06/11/2018 14 44 44	06/11/2018 15 30 00	06/11/2018	06/11/2018	0	0
I021	12ACM64_GG	ITM_18_027_Cic_MAR	ITM_18027	Am_02	Re_19/11/2018 17 17 45	19/11/2018 17 20 00	19/11/2018	19/11/2018	0	0
I024	TESTE	Rec_16V_16h	TS003571		31/10/2018 18:10:48		31/10/2018	01/11/2018	0	0
I025	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003414		31/10/2018 16:02:58		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I026	DPE_TEST	Simple_Pause	TS003398		31/10/2018 16:02:58		31/10/2018	31/10/2018	0	0
I028	FURUKAWA_50	ITM_18_024_Vida	ITM_18024	Am_02	Re_20/11/2018 18 21 27		20/11/2018		0	0
I029	FURUKAWA_50	Rec_Ciclagem_FGA_2	ITM_18024	Am_03	Re_08/11/2018 11:10:23	08/11/2018 11:15:00	08/11/2018	13/11/2018	0	0
I030	MLD500	ITM_18_031_Cic_V6	ITM_18031	Am_02	Cic_16/11/2018 15:18:42	16/11/2018 15:45:00	16/11/2018	18/11/2018	0	0
I031	MLD500	ITM_18_031_Cic_V6	ITM_18031	Am_06	Cic_16/11/2018 15:26:57	16/11/2018 15:45:00	16/11/2018	18/11/2018	0	0
I032	TESTE	Formacao_Ary	Formacao_Tes	Am (A) For	20/11/2018 12 08 30	20/11/2018 12 29 15	20/11/2018	21/11/2018	0	0

Fonte: Próprio autor.

As telas “Floor”, “Dispo” e “Status” estão voltadas ao controle e visualização dos circuitos. Entretanto seu funcionamento se encontra diretamente relacionado aos recursos das telas “Batteries” e “Programs” utilizadas, respectivamente, para o cadastro de baterias e a programas.

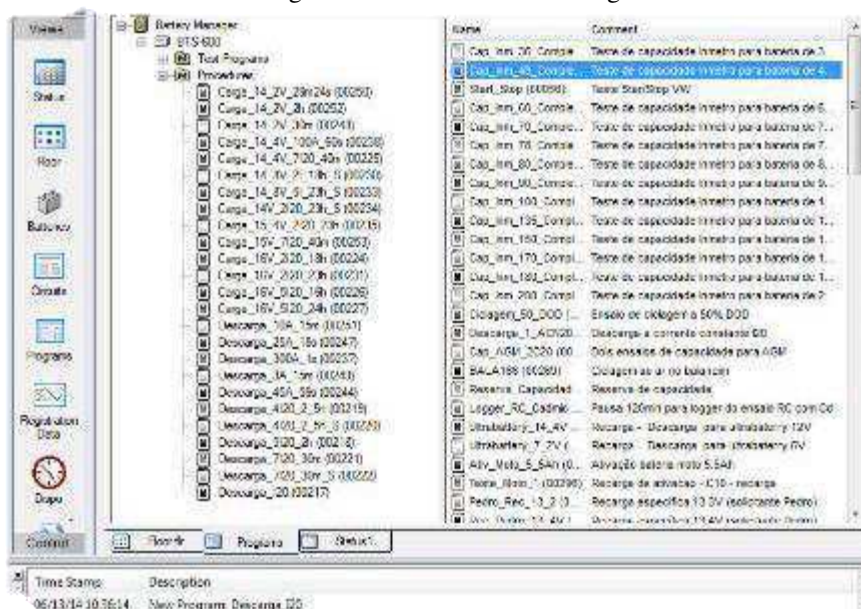
“Programs” exibe uma lista de todos os programas (“programs”) e procedimentos (“procedures”) desenvolvidos. Programas são utilizados para executar funções nos circuitos e procedimentos são trechos de código que podem ser utilizados no corpo dos programas. Para criar um novo programa, por exemplo, é necessário clicar com o botão direito sobre o ícone “Test Programs” e selecionar a opção “New Program”.

Figura 57. BM Workstation Batteries.



Fonte: Próprio autor.

Figura 58. BM Workstation Programs.



Fonte: Próprio autor

Durante e após a realização dos testes é possível utilizar a tela “Registration Data” (Figura 59) e consultar as informações salvas no banco de dados.

Figura 59. BM Workstation Registration Data.

Sessi on ID	Circuit	Test Section	Order No.	Comment	Program Name	Start Time	Stop Time	Bat
827 I068	Teste_moura_connect	Teste_moura_con			Teste_MouraConnect2	29/11/2018 16:35:01		TESTE
826 I068	Teste_moura_connect	Teste_moura_con			Teste_MouraConnect2	29/11/2018 16:24:06	29/11/2018 16:28:29	TESTE
825 I068	Teste_moura_connect	teste_moura_con			Teste_MouraConnect2	29/11/2018 16:08:57	29/11/2018 16:23:10	TESTE
824 I068	Teste_moura	Teste_moura_con			Teste_MouraConnect2	29/11/2018 15:59:12	29/11/2018 16:02:54	TESTE
823 I041	ITM_18/034	Am 05		Recarga Complementar	Rec_14_5V_10h_5_8A	29/11/2018 08:22:38		MA18D
822 I040	ITM_18/034	Am 04		Recarga Complementar	Rec_14_5V_10h_5_8A	29/11/2018 08:21:41		MA18D
821 I039	ITM_18/034	Am 03		Recarga Complementar	Rec_14_5V_10h_5_8A	29/11/2018 08:20:50		MA18D
819 I040	ITM_18/034	Am 04		Recarga Complementar	Rec_14_5V_10h_5_8A	29/11/2018 08:15:54	29/11/2018 08:18:20	MA18D
818 I039	ITM_18/034	Am 03		Recarga Complementar	Rec_14_5V_10h_5_8A	29/11/2018 08:15:03	29/11/2018 08:18:20	MA18D
817 I065	ITM_18/035	Am 01		Recarga pos Capacidade a -20°C	Rec_Litio_48V	28/11/2018 17:56:46	28/11/2018 23:35:49	Litio_48V
816 I012	TS003683				Rec_14_8V_0_5A_24h	28/11/2018 09:29:09		TESTE
815 I065	ITM_18/035	Am 01		Capacidade a -20°C	Cap_Litio_48V_Frio	27/11/2018 17:35:28	27/11/2018 22:11:56	Litio_48V
814 I041	ITM_18/034	Am 05		Recarga de Ativação	Ativacao_18Ah_Moto	27/11/2018 16:01:13	27/11/2018 18:14:32	MA18D
813 I040	ITM_18/034	Am 04		Recarga de Ativação	Ativacao_18Ah_Moto	27/11/2018 15:58:34	27/11/2018 18:14:32	MA18D
812 I039	ITM_18/034	Am 03		Recarga de Ativação	Ativacao_18Ah_Moto	27/11/2018 15:52:52	27/11/2018 18:14:32	MA18D
811 F054	ITM_18/025	Am 54		Rubik Ciclagem 06 - 95% SOC	RUBIK_2_95_SOC_Cic01	27/11/2018 10:20:09		12EFB72
810 F053	ITM_18/025	Am 53		Rubik Ciclagem 06 - 95% SOC	RUBIK_2_95_SOC_Cic01	27/11/2018 10:20:09		12EFB72
809 F052	ITM_18/025	Am 52		Rubik Ciclagem 06 - 95% SOC	RUBIK_2_95_SOC_Cic01	27/11/2018 10:20:09		12EFB72
808 F051	ITM_18/025	Am 51		Rubik Ciclagem 06 - 85% SOC	RUBIK_2_85_SOC_Cic01	27/11/2018 10:19:26		12EFB72
807 F050	ITM_18/025	Am 50		Rubik Ciclagem 06 - 85% SOC	RUBIK_2_85_SOC_Cic01	27/11/2018 10:19:25		12EFB72
806 F049	ITM_18/025	Am 49		Rubik Ciclagem 06 - 85% SOC	RUBIK_2_85_SOC_Cic01	27/11/2018 10:19:25		12EFB72
805 F048	ITM_18/025	Am 48		Rubik Ciclagem 06 - 75% SOC	RUBIK_2_75_SOC_Cic01	27/11/2018 10:18:43		12EFB72
804 F047	ITM_18/025	Am 47		Rubik Ciclagem 06 - 75% SOC	RUBIK_2_75_SOC_Cic01	27/11/2018 10:18:43		12EFB72
803 F046	ITM_18/025	Am 46		Rubik Ciclagem 06 - 75% SOC	RUBIK_2_75_SOC_Cic01	27/11/2018 10:18:37		12EFB72
802 F045	ITM_18/025	Am 45		Rubik Ciclagem 06 - 85% SOC	RUBIK_2_85_SOC_Cic01	27/11/2018 10:17:47		12EFB72

Fonte: Próprio autor

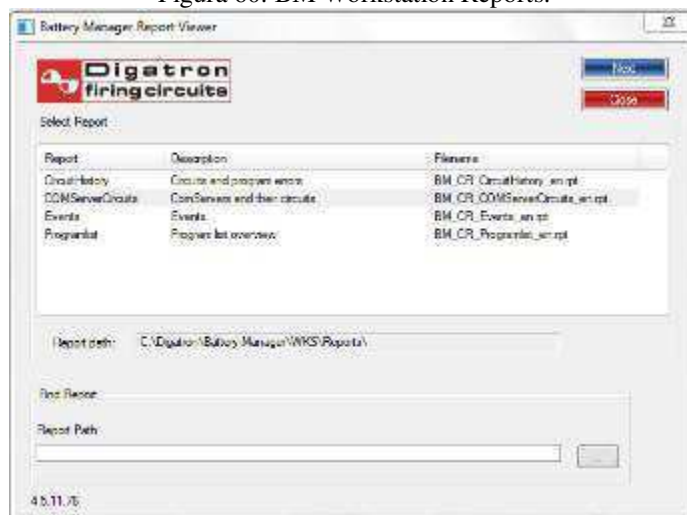
Clicando com clique duplo sobre o registro será aberta uma janela que descreve todos os procedimentos, mensagens e valores salvos pelo sistema, nela é possível exportar os dados e gerar gráficos. Ao selecionar a opção “Export” o BM gera um arquivo de valores separado por vírgulas que pode ser facilmente convertido pelo MS Excel. Escolhendo a opção “Graph” visualiza-se o gráfico do teste, o usuário pode selecionar quais variáveis serão exibidas.

As telas “Reports”, “Events” e “Circuits” são pouco utilizadas na rotina do laboratório. “Reports” permite gerar relatórios sobre o sistema e listar, por exemplo, os programas registrados. “Events” apresenta mensagens sobre os eventos que ocorrem no BM, é encontrada na porção inferior da tela e exibe, por exemplo, avisos sobre erros e acesso de usuários.

“Circuits” é uma janela de acesso restrito ao usuário administrador (“Supervisor”), nela é possível habilitar e desabilitar recursos do sistema (ATENÇÃO: não é recomendado alterar as configurações da janela “Circuits”, para tal é necessário consultar a assistência da Digatron para realizar qualquer edição).



Figura 60. BM Workstation Reports.



Fonte: Próprio autor

Figura 61. BM Workstation Circuits.

Circuit Name	Circuit No.	Device	MaxDch I	MaxCha I	MinU	MaxU	No. of Channels	Comment	SyncGroup	Profile
Circuit001	1	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit002	2	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit003	3	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit004	4	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit005	5	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit006	6	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit007	7	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit008	8	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit009	9	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit010	10	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit011	11	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit012	12	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit013	13	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit014	14	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit015	15	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit016	16	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit017	17	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit018	18	ME	-29	30	4	20	62			
Circuit019	19	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit020	20	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit023	23	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit024	24	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit025	25	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit026	26	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit027	27	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit028	28	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit029	29	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit030	30	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit031	31	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit032	32	ME	-29	30	4	20	60			
Circuit033	33	ME	-29	30	4	20	60			

Fonte: Próprio autor

## 4 PROGRAMAÇÃO DE TESTES

Em “Programs” o BM permite que o usuário desenvolva e realize uma compilação prévia de seus programas. O compilador detecta erros de sintaxe, contudo não garante totalmente a ausência de erros (alguns deles só serão encontrados quando se tentar executar o programa em um circuito).

Na Tabela 5 consta breve descrição dos comandos mais utilizados no BM.

Tabela 5. Principais comandos para programação no BM.

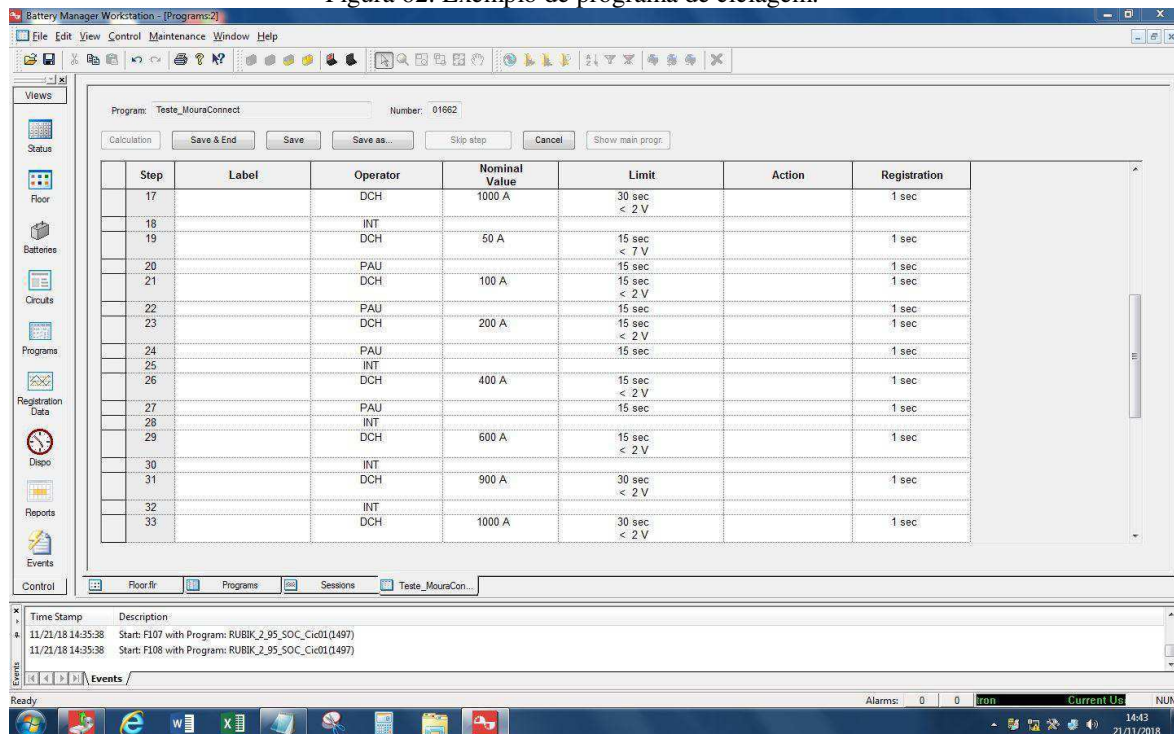
Principais Comandos Digatron			
Operador	Inglês	Português	Observações
!	COMMENT	COMENTÁRIO	Utilizado para definir uma linha do programa como comentário e deve ser inserida no campo “Label” (etiqueta/anotações). A linha do programa que recebe esta marcação não é compilada e tem por objetivo auxiliar o programador (registro de comentários e avisos sobre o programa). <b>Não é executado pelo circuito de potência.</b>
CHA	CHARGE	CARGA	Define uma carga (o equipamento se comporta como fonte). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
DCH	DISCHARGE	DESCARGA	Define uma descarga (o equipamento se comporta como carga). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
STO	STOP	PARAR	O módulo pode estar parado (livre) ou pode ser uma ação parar (quando o programa atingir esse comando o teste é parado). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
INT	INTERRUPTION	INTERRUPÇÃO	O teste foi interrompido, ficando em um modo de espera. Neste caso o módulo não foi liberado, mas só irá executar alguma ação quando o operador selecionar o comando “continue” (na tela “Floor” clique sobre o ícone do circuito com o botão direito do mouse e selecione “Continue Circuits”). <b>É seguro mover a bateria.</b>
PAU	PAUSE	PAUSA	O teste está em pausa. Atenção que esta é uma pausa controlada pelo sistema, a qualquer momento o módulo pode passar a um comando seguinte (carga, por exemplo). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
BEG	BEGIN	INÍCIO	Inicia um ciclo de comandos. <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
CYC	CYCLE	CICLOS	Define o número de ciclos a serem realizados, sendo utilizado junto com “BEG”.

			<b>Não é seguro mover a bateria.</b>
GOTO	GO TO	VÁ PARA	Leva a linha de execução do programa para um ponto específico, faz-se necessário informar corretamente o ponto no campo “Label” (etiqueta/anotações). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
PARALLEL	PARALLEL	PARALELIZAR	Estabelece uma relação mestre/escravo para circuitos, no qual o mestre controla todos os circuitos escravos. Permite combinar os módulos (conectando-os em paralelo) e gerar descargas com correntes mais elevadas (combinação de todos os circuitos). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>
ERR	ERROR	ERRO	Determina uma condição de erro. Existem diversas classes de erro no BTS-600 (por exemplo, ERR 2 define um erro de tensão). <b>Não é seguro mover a bateria.</b>

O desenvolvimento de um programa no BM requer a correta disposição das variáveis: em “Operator” deve-se selecionar um comando (operador) ou procedure; em “Nominal Value” são especificados os valores do operador (por exemplo, a corrente para uma descarga e a etiqueta para um “GO TO”); “Limit” determina os limites de operação (para um ensaio de capacidade, por exemplo, o limite para interrupção da descarga é atingido quando a tensão da bateria cai a 10,5V, logo a campo deve ser preenchido com < 10.5V); “Action” define as ações do sistema ao atingir determinado limite, sendo acionada pela restrição que se encontra em “Limits” na sua mesma linha; por fim, “Registration” seleciona a taxa de amostragem e os parâmetros coletados.

Também é possível gerar programas genéricos. Neste caso são utilizadas variáveis que remetem aos dados cadastrados para as bateria (na janela “Batteries”). ACN20, por exemplo, retorna (com base na capacidade nominal da amostra selecionada) o valor da corrente para uma descarga de vinte horas, enquanto ACN10 para dezcarga de dez horas (exemplo do uso da variável ACN10 na Figura 62).

Figura 62. Exemplo de programa de ciclagem.



Fonte: Próprio autor.

Faz-se necessário despendar tempo de estudo e prática para internalizar a programação no BM. O recurso é poderoso, contudo não entrega as soluções prontas: BM garante as ferramentas para que o programador desenvolva sua aplicação da melhor forma possível. Neste sentido é preciso atenção especial às diretivas de proteção (comandos “SET” e “PAU” no início do programa), operadores de ciclo (“BEG” e “CYC”), limites especificados (“Limits”) e configurações do registro (“Registration”).

Nas Figuras 63 a 64 tem-se exemplos de programas no BM. Na Tabela 6 estão descritas observações sobre estes tópicos e; recomenda-se, contudo, análise mais detalhada do manual de usuário (*Battery Manager User Manual*).

Tabela 6. Observações no desenvolvimento de programas.

Observações e Sugestões	
Ação	Observações
<b>Diretivas de Proteção</b> SET <2V ERR2 PAU 2 sec	<p>Testa se a tensão inicial é maior que 2V (mínimo para segurança do sistema), em caso positivo o programa segue normalmente. O comando “SET” testa a condição, se menor que 2V um erro de tensão é executado e o programa interrompido. Contudo a interrupção não é imediata e o procedimento seguinte começa a ser executado, por este motivo é necessário manter uma pausa (a duração é arbitrária).</p> <p>Estes comandos garantem que o circuito não seja iniciado sem baterias conectadas ou com os cabos curto-circuitados.</p>

<b>Operadores de Ciclo BEG</b> <i>CYC número *</i>	Viabilizam a repetição de trechos de código encerrados pelos operadores “BEG” e “CYC”, no último deve-se informar o número de ciclos de depois adicionar um asterisco. Os ciclos podem ser aninhados.
<b>Limites “Limits”</b>	Apenas algumas das variáveis disponibilizadas no BM podem ser empregadas como limites. Dentre os valores da janela “Register”, não são uma opção válida os registros de tempo (“StepTime” e “ProgramTime”). Contudo, é possível utilizar os registros de tensão e corrente (V, A, AhCha, AhDch e similares), além de intervalos de tempo.
<b>Configurações do Registro</b> SET ITEM 0.5V 0.5A	Define as configurações da coleta e do registro de dados. Conforme as necessidades do ensaio, deve-se selecionar um perfil de coleta (por exemplo, ITEM seleciona a gravação dos valores de V, A, AhCha, AhDch e AhStep) e a amostragem (neste caso a cada variação de meio volt ou meio ampère o valor é salvo no registro). Estes valores são aplicados a todo o programa, a menos que sejam sobrescrevidos.

Figura 63. Ciclagem com parada por tempo da descarga (conversão em AhDch).

Step	Label	Operator	Nominal Value	Limit	Action	Registration	
1	I	Protecao e Amostragem					
2		SET		< 2 V	ERR 2	ITEMM_st	
3		PAU		2 sec			
4	I	Inicio do Ensaio					
5		BEG					
6		SET	AhDch = 0				
7		DCH	50 A	< 10.5 V		0.1 V	
8		CHA	14.8 V 25 A	AhStep > 92		0.5 V 0.5 A	
9	I	Testa o tempo de descarga a partir do AhDch					
10	I	T < 1h -> AhDch < 50Ah e T > 1h -> AhDch > 50Ah					
11		PAU		1 sec AhDch > 50 AhDch < 50	GOTO pausa GOTO fim		
12	pausa	PAU		3 h			
13		CYC	10000 *				
14	I	Fim do Ensaio					
15	fim	STO					
16							

Fonte: Próprio autor.

Figura 64. Ensaio de capacidade C20 conforme Inmetro (bateria 60Ah).

Step	Label	Operator	Nominal Value	Limit	Action	Registration	
1	!	Protecao e Amostragem					
2		SET		< 2 V	ERR 2	ITEMM 0.5 V 0.5 A	
3		PAU		2 sec			
4	!	Inicio do Ensaio					
5		GOTO	primeiro				
6	!	Primeiro_C20					
7	primeiro	CHA	5 ACN20 16 V	24 h			
8		.SET	AhCha = 0				
9		PAU		4 h			
10		DCH	1 ACN20	< 10.5 V			
11		PAU		1 sec AhDch < 57 AhDch > 57	GOTO segundo GOTO recarga		
12	!	Segundo_C20					
13	segundo	SET	AhDch = 0				
14		CHA	5 ACN20 16 V	24 h			
15		SET	AhCha = 0				
16		PAU		4 h			
17		DCH	1 ACN20	< 10.5 V			
18		PAU		1 sec AhDch < 57 AhDch > 57	GOTO terceiro GOTO recarga		
19	!	Terceiro_C20					
20	terceiro	SET	AhDch = 0				
21		CHA	5 ACN20 16 V	24 h			
22	!	No caso do solicitante desejar o terceiro C20 basta continuar o teste. caso contario finalize.					
23		INT					
24		.SET	AhCha = 0				
25		PAU		4 h			
26		DCH	1 ACN20	< 10.5 V			
27	!	Recarga Final					
28	recarga	CHA	5 ACN20 16 V	24 h			

Fonte: Próprio autor.

Figura 65. Ensaio de capacidade C20 conforme Inmetro (bateria 60Ah).

Step	Label	Operator	Nominal Value	Limit	Action	Registration
1		SET		< 2 V	ERR 2	capa
2		PAU		2 sec		
3		PARALLEL	60			
4		CHA	1 A 14 V	1 min		
5		STO				
6						

Fonte: Próprio autor

## 5 RESGATE DE DADOS

O BM Workstation deve ser utilizado para armazenar ensaios em andamento e/ou de consulta frequente. Uma vez que os valores forem exportados se recomenda a limpeza do registro.

O resgate de dados antigos é realizado mediante o “Archive Viwer” (visualizador de arquivos cujo ícone corresponde à Figura 66); interface semelhante ao “Workstation”, mas que só possibilita a visualização de registros. Para acessá-la são efetuados os mesmos passos descritos na sessão 2, com a ressalva de que ao final não se executa o Workstation. (ATENÇÃO: consulte o

administrador do sistema para conhecer a frequência de *back up*, apenas dados salvos podem ser carregados e acessados pelo “Archive Viwer”).

Figura 66. BM Archive Viwer.



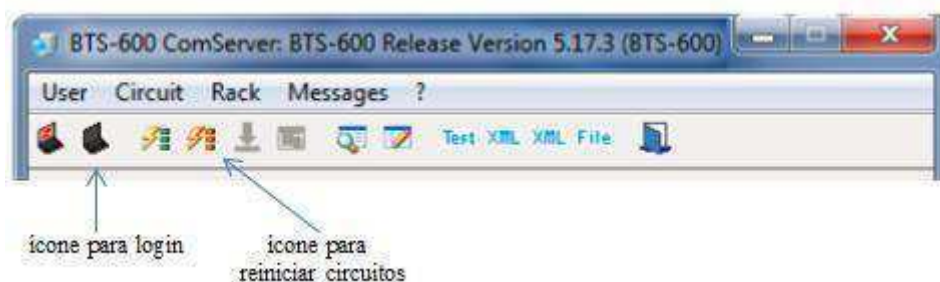
Fonte: Próprio autor.

## 6 TRATAMENTO DE ERROS

Quando um programa não é compilado pelo módulo, ou ocorre algum erro durante a execução, o BM informa ao usuário uma mensagem de erro em “Events” e o circuito é exibido na cor preta. Nesta situação é necessário reiniciar o circuito em estado de falta.

Para reinicializar circuitos deve-se abrir o BTS-600 ComServer e, na barra de tarefas realizar o “login”, depois selecionar o referido circuito (representado em vermelho com letras brancas) e clicar sobre o ícone de reinicialização (detalhes conforme a Figura 67).

Figura 67. Barra de tarefas BTS-600 ComServer.



Fonte: Próprio autor.

Concluído o procedimento no BTS-600 ComServer, deve-se reiniciar o circuito no BM Workstation. Essencialmente é necessário reiniciar através da janela “Floor”; basta selecionar com o botão direito o circuito em falta (representado em preto com letras brancas) e ativar a opção “Reset”. Este procedimento é suficiente na maioria das situações, contudo há casos de erro no qual também é necessário reiniciar os circuitos nas janelas “Dispo” e “Status”.

Através da janela “Dispo” o circuito em falta (exibido em amarelo com letras pretas) deve ser selecionado e, clicando com o botão direito do mouse, devidamente reiniciado (opção “Reset”). Na tela “Status” o procedimento é

semelhante (atenção para a cor do circuito em falta: preto com letras brancas), entretanto o comando “Reset” só está disponível para usuários administradores (a exemplo de “Supervisor”).

Para problemas com comunicação, no qual os circuitos mesmo ligados não são reconhecidos pelo BW Workstation, a sugestão é reconectar o cabeamento de comunicação, checar cabos partidos e/ou conectores defeituosos. Na ausência de causas físicas, sugere-se reiniciar os sistemas (computador e módulos). Na ocorrência de problemas envolvendo o banco de dados e para situações que não forem solucionadas localmente, consulte o representante Digatron.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este documento constitui material de estudo introdutório para utilização do sistema Battery Manager Digatron, sua leitura não substitui o manual do usuário (*Battery Manager 4 Manual*) fornecido pelo fabricante. Para maiores informações consulte a documentação oficial ou contate o representante Digatron.