



Universidade Federal de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica

RAYAN LUCAS BARRETO FRANÇA

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

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2015

RAYAN LUCAS BARRETO FRANÇA

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

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

Área de Concentração: Gerenciamento de projetos de Engenharia

Orientador:

Professor Montiê Alves Vitorino, D. Sc.

Campina Grande, Paraíba
Dezembro de 2015

RAYAN LUCAS BARRETO FRANÇA

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

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

Área de Concentração: Gerenciamento de projetos de Engenharia

Aprovado em / /

Professor Convidado
Universidade Federal de Campina Grande
Avaliador

Professor Montê Alves Vitorino, D. Sc.
Universidade Federal de Campina Grande
Orientador

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

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente à Deus. Ele que sempre trilha os melhores caminhos para minha vida, me protegendo de qualquer mal e me dando força para superar as provações que a vida nos impõe.

Agradeço a Moura, por me acolher durante estes mais de 6 meses. Assim como pelas excelentes condições de trabalho, e por todas as oportunidades de aprendizado e crescimento profissional oferecidas.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais e irmãos, por todo o apoio ao longo da graduação e em toda minha vida. Eles que sempre estiveram presentes, me apoiando, dando força e motivação, não medindo esforços para eu chegar à conclusão desse sonho.

Também gostaria de agradecer à minha noiva, Amanda Martins, por todo amor, paciência e carinho a mim dedicados durante esses meses de estágio, me trazendo paz nos momentos mais turbulentos.

Agradeço ao meu chefe, George Oliveira, e a Josemar Gomes, que compõem a nossa equipe de reposição e exportação, pela paciência e dedicação para minha formação na empresa. Agradeço também aos colegas da Engenharia de Produto, pela companhia ao longo deste tempo na Moura.

Agradeço ao meu orientador, Montiê Alves, pela contribuição ao trabalho.

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

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

RESUMO

O presente relatório trata do estágio integrado realizado na Acumuladores Moura S/A. O estágio foi realizado no departamento de Engenharia de Produto, sendo desenvolvidas atividades de gestão de produção, além de dimensionamentos e execuções de projetos de engenharia. O primeiro projeto recebido no estágio foi o dimensionamento de bancos de baterias estacionárias para sistemas fotovoltaicos e nobreaks, utilizando a linha Clean de baterias Moura. Posteriormente, a gestão de um projeto de padronização de placas e conjuntos plásticos sem custos adicionais para empresa foi iniciado, sendo executado até o final do período de estágio. Além disso, diariamente foram desenvolvidas atividades de gestão da produção. Etapas como dimensionamento de novos produtos, experiências junto à produção, oficialização de novas baterias e acompanhamento de produção foram cumpridas durante os meses em que o estágio foi realizado. Devido ao dinamismo imposto pela Engenharia de Produto, foi possível também a interação com as mais diversas áreas e setores da empresa, sendo assim, agregado conhecimento sobre as diferentes etapas do processo produtivo Moura.

Palavras-chave: Baterias, Chumbo-Ácido, Dimensionamento, Sistemas Fotovoltaicos, Padronização.

ABSTRACT

This report deals with the integrated internship in accumulators Moura S / A. The internship was held at the Product Engineering department, being developed production management activities, as well as sizing and execution of engineering projects. The first project received on training was the project of stationary battery banks for photovoltaic systems and nobreaks using the line Moura Clean batteries. Subsequently, the management of a standardization project plates and plastic sets no additional cost to the company was started, running until the end of the probationary period. In addition, daily production management activities were developed. Steps like design of new products, experience with the production of new batteries and official production monitoring were fulfilled during the months in which the internship was conducted. Due to the dynamism imposed by Product Engineering, it was also able to interact with many different areas and sectors of the company, therefore, aggregate knowledge about the different stages of the production process Moura.

Keywords: Battery, lead-acid, project, photovoltaic system, padronization.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Evolução da Moura.	14
Figura 2. Organograma da Engenharia de Produto.....	15
Figura 3. Organograma do setor de Reposição e Exportação.	16
Figura 4. Processo de fabricação básico de baterias chumbo-ácido.	20
Figura 5. Diagrama esquemático de linha de Montagem de baterias de chumbo-ácido.....	23
Figura 6. Diagrama esquemático básico do ciclo PDCA.....	27
Figura 7. Slide da segunda apresentação sobre o processo produtivo.....	30
Figura 8. Pmp de um gerador fotovoltaico.....	31
Figura 9. Componentes de um sistema fotovoltaico.....	32
Figura 10a. Sistema fotovoltaicos grid-tie.....	33
Figura 10b. Sistema fotovoltaico off-grid.....	33
Figura 11a. Bateria Estacionária 12MF30.....	34
Figura 11b. Bateria Estacionária 12MF170.....	34
Figura 11c. Bateria Estacionária 12MF220.....	34
Figura 12. Influência da temperatura na vida útil de baterias estacionárias.....	36
Figura 13. Banco de Baterias Moura Clean.....	39
Figura 14. Diagrama PDCA com as sete etapas do projeto de padronização de placas.....	40
Figura 15. Placas em estudo de padronização.....	42
Figura 16. Comparação dos cenários de placas ativas na produção antes e após a padronização.....	43
Figura 17. Comparativo entre placa normal e placa com enrugamento do past paper.....	50
Figura 18. Planilha desenvolvida para coleta de dados.....	50
Figura 19. Percentual de perdas em reais com o enrugamento do past Paper.....	51
Figura 20. Desperdício acumulado devido ao enrugamento do past paper.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características desejáveis de um acumulador para aplicação automotiva.....	14
Tabela 2. Sentos do 5S.....	25
Tabela 3. Algumas vantagens da implementação da metodologia 5S	26
Tabela 4. Cuidados a serem tomados na utilização da metodologia PDCA	20
Tabela 5. Etapas do processo produtivo para apresentação de seminários.....	29
Tabela 6. Baterias que compõem a linha Moura Clean.....	33
Tabela 7. Cronograma de execução do projeto de padronização de placas.....	41
Tabela 8. Principais partes constituintes da bateria de Chumbo-ácido.....	42
Tabela 9. Modelos selecionados para estudo de padronização de massa.....	44
Tabela 10. Resultado do 1º C20 para amostras da bateria Z2D.....	45
Tabela 11. Resultado do 1º C20 para amostras da bateria M70KD.....	46
Tabela 12. Resultado do 1º C20 para amostras da bateria M70KD.....	47
Tabela 13. Resultados do 2º teste de C20 realizado nas amostras de M70KD.....	47
Tabela 14. Resultados do 2º teste de C20 realizado nas amostras de M70KD.....	48
Tabela 15. Resultados do teste de C20 realizado nas amostras de M75LD.....	48

SUMÁRIO

1	Introdução.....	122
2	A Empresa	13
2.1	História.....	13
2.2	Estrutura Organizacional.....	15
2.3	Fundamentos Sobre Baterias de Chumbo Ácido.....	16
2.3.1	Princípios Básicos.....	16
2.3.2	Características Desejáveis.....	19
2.4	Processo de Fabricação de Baterias de Chumbo-Ácido.....	20
2.4.1	Produção de Óxido de Chumbo.....	21
2.4.2	Produção de Grades.....	21
2.4.3	Produção de Massa e Empaste de Placas.....	22
2.4.4	Cura e Secagem das Placas.....	22
2.4.5	Montagem.....	23
2.4.6	Formação.....	24
2.4.7	Acabamento.....	24
3	Atividades Desenvolvidas	24
3.1	Treinamentos	25
3.1.1	5S.....	25
3.1.2	PDCA.....	27
3.2	Apresentações Sobre o Processo Produtivo Moura.....	29
3.3	Dimensionamento de Bancos de Baterias	30
3.3.1	Estudo de Caso.....	37
3.4	Padronização de Placas	39
3.4.1	Estudo de Caso.....	42
3.5	Projeto de Substituição da Massa PB40 pela Massa PB42	44
3.5.1	Z2D.....	44
3.5.2	M70KD.....	46
3.5.3	M75LD.....	48
3.5.4	M60GD.....	49
3.6	Estudo de Caso Sobre Desperdício de <i>Past Paper</i> em empastadeiras tipo Tambor.....	49
4	Conclusão	53
	Bibliografia.....	54

1 INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta, de forma sucinta, as principais atividades desenvolvidas no estágio integrado realizado na Acumuladores Moura S/A – Unidade 01, situada em Belo Jardim – PE. O estágio foi realizado no período de 11 de maio de 2015 à 04 de dezembro de 2015, no setor de Reposição e Exportação, que integram o departamento da Engenharia de Produto.

O setor da Engenharia de Produto tem a responsabilidade de gerar novos projetos de Engenharia para a empresa, diretamente relacionados ao produto bateria. Qualquer modificação que ocorra em algum dos produtos fornecidos pela Moura, sejam eles na linha de Montadoras, Reposição, CLEAN e exportação, passa inicialmente pelo crivo desse departamento, para a partir de então, seguir para implementação na produção.

Durante o estágio, foram desenvolvidas atividades diversas, dentre as quais destacam-se projetos envolvendo o desenvolvimento de novas baterias, aperfeiçoamento de modelos já existentes, além de projetos de bancos de baterias aplicados em sistemas fotovoltaicos e nobreak. Além disso, foram desenvolvidas diversas atividades de rotina que são parte integrante do setor, junto com treinamentos para aperfeiçoamento do estagiário.

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

2 A EMPRESA

2.1 HISTÓRIA

A Acumuladores Moura foi fundada em 1957, em Belo Jardim – PE, por Edson Mororó Moura. A empresa, que nasceu no quintal da casa do fundador, no agreste pernambucano, há 58 anos, atualmente possui uma capacidade anual de produção superior a 7 milhões de baterias de chumbo-ácido, e possui seis plantas industriais, dois centros técnicos e logísticos avançados e mais de setenta centros de distribuição comercial no Brasil, na Argentina e no Uruguai, além de distribuidores parceiros no Paraguai, atendendo, desta maneira, todo o Mercosul. O Grupo Moura é um dos maiores fornecedores para a frota de veículos da América do Sul e conquistou prêmios internacionais de qualidade das montadoras Fiat, Ford, GM, Mercedes-Benz, Volkswagen, dentre outras.

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

A evolução da Moura conta com os seguintes marcos:

- 1957 – Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim – PE;
- 1966 – Fundação da Metalúrgica Moura;
- 1983 – Início das exportações para os Estados Unidos;
- 1983 – Início do fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S.A.;
- 1984 – Lançamento da bateria para veículos movidos à álcool;
- 1986 – Inauguração da planta industrial de Itapetininga – SP;
- 1988 – Início do fornecimento de baterias à Volkswagen do Brasil;
- 1999 – Lançamento da bateria Moura com Prata;
- 2000 – Início do fornecimento de baterias à Iveco;

- 2000 – Lançamento da bateria estacionária Clean;
- 2001 – Lançamento da bateria tracionária LOG;
- 2002 – Início do fornecimento de baterias à Nissan;
- 2002 – Lançamento da bateria tracionária monobloco LOG;
- 2003 – Lançamento da bateria náutica BOAT;
- 2004 – Lançamento da bateria inteligente;
- 2005 – Início do fornecimento de baterias à Mercedes-Benz;
- 2006 – Lançamento da bateria LOG DIESEL;
- 2008 – Início do fornecimento de baterias à Cherry;
- 2009 – Início do fornecimento de baterias à GM;
- 2010 – Início do fornecimento de baterias à Kia Motors;
- 2011 – Inauguração da planta industrial na Argentina;
- 2011 – Lançamento da bateria Moura Clean Max;
- 2012 – Lançamento da nova bateria Moura Automotiva;
- 2013 – Lançamento da bateria Moura Moto;
- 2013 – Lançamento da bateria Moura VRLA.

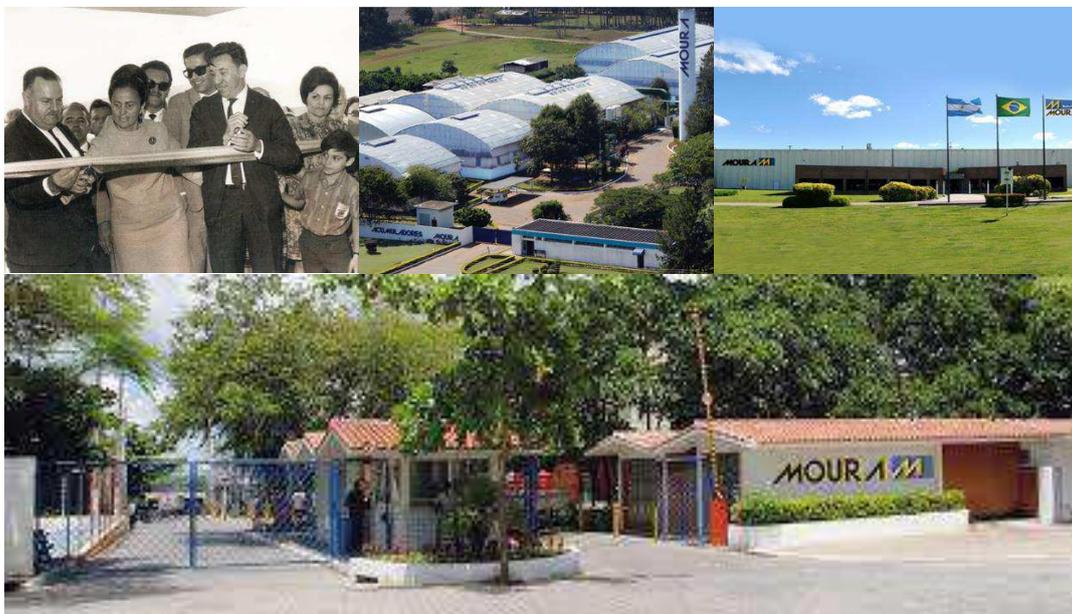


Figura 1. Evolução da Moura.

Em Cima: Inauguração da Moura (Esq.), Planta Industrial de Itapetininga (SP) (centro), Planta Industrial da Argentina (Dir.). Em baixo: Planta Industrial de Belo Jardim (PE).

Fonte: (Acumuladores Moura, 2014)

2.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A Moura é dividida em unidades, localizadas no Brasil e em alguns países da América do Sul (Argentina, Uruguai, Paraguai e Porto Rico).

O estágio foi realizado na Unidade 01 (Matriz), no setor de Reposição e Exportação, que compõe a Engenharia de Produto. A estrutura da Engenharia de Produto pode ser vista na Figura 2, e a estrutura do setor de Reposição e Exportação é apresentado na Figura 3.

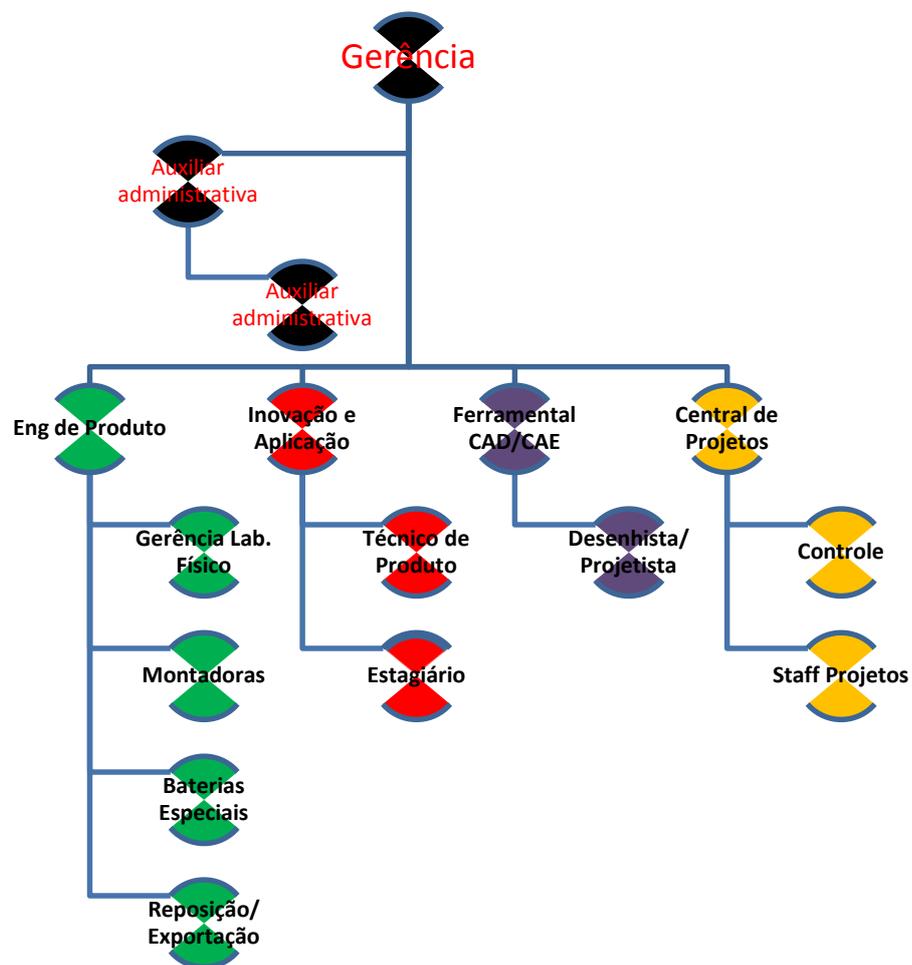


Figura 2. Organograma da Engenharia de Produto.



Figura 3. Organograma do setor de Reposição e Exportação.

2.3 FUNDAMENTOS SOBRE BATERIAS DE CHUMBO ÁCIDO

2.3.1 Princípios Básicos

A conversão de energia química em energia elétrica (conversão eletroquímica), como a que ocorre em acumuladores, por exemplo, é um dos processos mais eficientes de conversão de energia, sendo muito mais eficiente que a conversão de energia química em energia mecânica (conversão termoquímica), por exemplo, pela combustão de gasolina ou álcool em um motor. Do ponto de vista termodinâmico, essa eficiência se deve ao fato de que a conversão eletroquímica não está limitada pelo teorema de Carnot que diz que a eficiência da conversão é relacionada com a diferença de temperatura entre fontes frias e quentes.

A armazenagem de energia em um acumulador é possível por causa da diferente tendência que variadas substâncias têm de doar ou receber elétrons.

O bióxido de chumbo (PbO_2), é uma substância que possui uma grande tendência de receber elétrons, enquanto que o chumbo metálico (Pb), tem uma grande tendência de doar elétrons. Assim, se colocarmos em contato chumbo metálico com bióxido de chumbo, e estabelecermos condições para que os elétrons possam fluir 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.

As substâncias nas quais irão se transformar o chumbo e o bióxido de chumbo irão depender do meio ao qual eles estão inseridos. No acumulador de chumbo ácido, esse meio é uma solução de ácido sulfúrico. Nesse caso, o chumbo metálico ao perder seus elétrons livres 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).

Para que um acumulador seja útil, é importante fazer com que os elétrons transferidos entre as placas, passem por um circuito elétrico externo e realizem trabalho, por exemplo, acendendo uma lâmpada.

É importante ressaltar que o dispositivo só é considerado acumulador se possibilitar que os elétrons transferidos do chumbo ao bióxido de chumbo possam ser transferidos no sentido contrário, através da aplicação de uma corrente elétrica externa, regenerando o chumbo e o bióxido de chumbo consumidos.

A configuração mais simples para um acumulador seria a de uma placa negativa e uma placa positiva separadas por um separador poroso e imersa em uma solução de ácido sulfúrico.

Esta unidade constitui o que se chama de célula. Quando o acumulador está carregado, as placas positivas e negativas são constituídas essencialmente de bióxido de chumbo e chumbo, respectivamente. Durante a descarga, as placas sofrem reações e ambas são convertidas a sulfato de chumbo. Paralelamente, a solução de ácido sulfúrico diminui em concentração (a densidade da solução é reduzida). Um sistema como este, apresenta uma diferença de potencial entre as placas de cerca de 2 volts. Essa tensão é função principalmente da densidade da solução de ácido sulfúrico absorvida nas placas.

A quantidade de carga elétrica que essas placas podem fornecer é uma função da quantidade de material ativo presente. Se for dobrado o tamanho das placas, teoricamente dobrasse a quantidade de carga disponível. Todavia, ao invés de aumentar esse tamanho, é possível associar uma quantidade desejada de placas positivas em paralelo, assim como de placas negativas. Desse modo, obtém-se o que denominamos de elemento.

Caso se deseje aumentar a tensão nominal do acumulador, basta ligar diferentes elementos em série, com a ressalva que estes elementos precisam estar em compartimentos separados. Isto é, a solução ácida de um elemento não deve entrar em

contato com a solução de outro elemento. Se isto ocorresse, os elementos se descarregariam, tendo em vista que existiria um circuito elétrico fechado por meio da solução.

Para que a bateria possua uma capacidade adequada à quantidade de material ativo nas placas, é importante que haja quantidade suficiente de ácido para a reação de descarga. Essa quantidade é uma função do espaço ocupado pelas placas e separadores.

Durante o processo de recarga, além das reações de conversão do sulfato de chumbo em chumbo metálico na placa negativa e bióxido de chumbo na placa positiva, ocorrem sempre outras reações paralelas indesejáveis. Na placa positiva pode ocorrer uma oxidação da grade metálica. Este processo é acelerado em condições de alta temperatura e de tensão excessiva utilizada na recarga. As ligas utilizadas nas grades e o contato entre massa e grade são fatores importantes na proteção contra corrosão. Ainda na placa positiva, pode ocorrer um consumo de oxigênio proveniente da água presente na solução. Na placa negativa pode ocorrer um consumo de íons de hidrogênio. O consumo de hidrogênio e de oxigênio corresponde exatamente ao consumo de moléculas de água. O consumo de água depende em grande parte da presença de contaminantes e composição das ligas de chumbo utilizadas nas grades.

Do ponto de vista prático, um acumulador de chumbo-ácido é essencialmente constituído por placas de material ativo (bióxido de chumbo e chumbo) suportadas em grades de chumbo. A função principal das grades de chumbo é de suporte mecânico e contato elétrico. Na descarga, os elétrons saem da placa de chumbo (placa negativa) pela grade e chegam à placa de bióxido de chumbo (placa positiva), também pela grade. As grades são ligadas, de um modo específico, entre si, por meio de peças de chumbo que devem também dar sustentação mecânica ao conjunto e permitir a boa condução de eletricidade. As placas são imersas em uma solução de ácido sulfúrico. Entre as placas positivas e negativas existe um separador para impedir o contato direto entre elas. No entanto, o separador deve ser poroso para permitir a condução de cargas elétricas de uma placa para outra, por meio da solução.

A caixa deve possuir terminais para contato elétrico com os circuitos externos. Em geral, a caixa possui uma tampa que é selada na parte superior.

De forma sucinta, podemos listar os componentes de um acumulador de chumbo-ácido:

- Placas: material ativo (chumbo e bióxido de chumbo) e grades;
- Separadores;

- Pequenas peças de chumbo (*straps*);
- Caixa, tampa e sobretampa;
- Solução de ácido sulfúrico.

2.3.2 Características Desejáveis

As características desejáveis para um acumulador dependem da aplicação a qual ele se destina. A bateria automotiva, por exemplo, tem por função principal fornecer alta corrente elétrica por um curto período de tempo, para que o motor de partida possa impulsionar o motor de combustão do veículo e dar início ao funcionamento do mesmo. Além dessa função, o acumulador fornece eletricidade para diversos dispositivos elétricos funcionarem, como aparelho de som, alarmes, vidros elétricos, microprocessadores, lâmpadas, etc.

Tabela 1. Características desejáveis de um acumulador para aplicação automotiva.

Fornecer corrente elétrica elevada por vários segundos, repetidas vezes.
Possuir carga armazenada suficiente para manter em funcionamento aparelhos elétricos de baixo consumo por vários dias e manter o veículo operando por várias horas, em caso de pane no gerador (alternador).
Poder sofrer diversos ciclos de carga e descarga.
Sofrer baixa taxa de descarga durante armazenagem.
Poder ser recarregado rapidamente após descarga exagerada.
Requerer baixa ou nenhuma manutenção.
Poder operar em diversas temperaturas.
Não deve constituir fonte potencial de risco
Poder resistir a fortes vibrações mecânicas.

O acumulador de um automóvel deve ser capaz de operar em condições diversas de temperatura (baixas temperaturas para a partida em dias frios e altas temperaturas durante um congestionamento em dias ensolarados). Também deve possuir a característica de operar sem a necessidade de manutenção contínua, e idealmente deve dispensar qualquer tipo de manutenção. O acumulador também deve estar preparado para operar sobre vibrações das mais diversas. Na Tabela 1 são listadas as características desejáveis de um acumulador para aplicações automotivas.

2.4 PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE BATERIAS

CHUMBO ÁCIDO

Na Figura 4 é mostrado o processo básico de fabricação de baterias chumbo-ácido utilizado pela Moura.

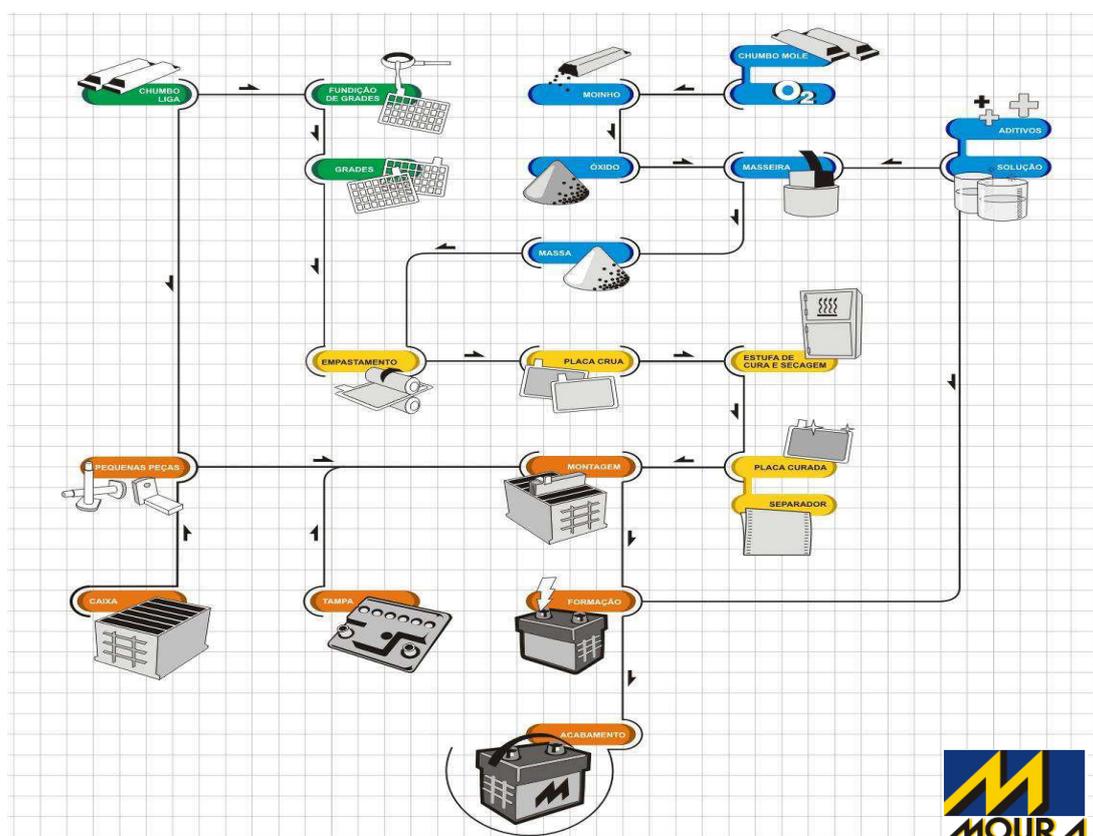


Figura 4. Processo de fabricação básica de baterias chumbo-ácido.

A partir da análise da Figura 4, pode-se constatar a existência de dois pontos iniciais na produção do acumulador: um com o chumbo mole e o outro com o chumbo liga. A partir do chumbo mole é feito o óxido de chumbo no moinho. O óxido é utilizado na masseira para se produzir a massa. Paralelamente, a partir do chumbo liga são produzidas as grades. A massa é empastada na grade para se produzir as placas. As placas então são levadas para estufas onde ocorrem os processos de cura e de secagem. Posteriormente, as placas são agrupadas na montagem com a ajuda das pequenas peças, que foram produzidas a partir de um chumbo liga de composição diferente do chumbo liga utilizado na confecção das grades. Os grupos de placas (agora formando os elementos), são inseridos nas caixas que por sua vez são seladas e levadas à formação. Por fim, é feita uma inspeção final e colocadas as etiquetas nas caixas, já no acabamento. Assim, a bateria está pronta para envio até o consumidor final.

2.4.1 PRODUÇÃO DE ÓXIDO DE CHUMBO

- PbO (Óxido de chumbo) é a matéria prima da massa;
- Processo Barton: o Pb fundido entra em contato com uma corrente de ar formando PbO que é encaminhado para os silos, entrando em processo de maturação;
- Processo por atrito: O chumbo em forma de pequenos pedaços é inserido em um moinho e sofre rotação em elevada velocidade, a partir do atrito mecânico entre os pedaços de chumbo é produzido o PbO;
- O óxido de chumbo produzido nos dois processos descritos acima tem entre 20% e 35% de chumbo livre.

2.4.2 PRODUÇÃO DE GRADES

As grades podem ser de dois diferentes tipos:

- Grades fundidas;
- Grades expandidas.

A grade expandida é uma tendência que ganha cada vez mais espaço e tende a substituir em definitivo a grade fundida.

2.4.3 PRODUÇÃO DE MASSA E EMPASTE DAS PLACAS

- O óxido armazenado nos silos é misturado com água, ácido sulfúrico e alguns aditivos, em quantidades predeterminadas, para dar origem a massa;
- A massa é então misturada em grandes “batedeiras”, chamadas de masseira;
- Após ficar pronta, a massa é depositada em um cabeçote e comprimida contra as grades, com o objetivo de se obter uma adesão massa/grade perfeita;
- As placas já empastadas passam por um túnel de pré-secagem, com o objetivo de diminuir a umidade das placas e impedir que colem umas nas outras.

2.4.4 CURA E SECAGEM DAS PLACAS

- A cura tem o objetivo de converter a maior parte do Pb livre ainda presente nas placas em PbO;
- Outra meta da cura é possibilitar um ancoramento entre massa e grade;
- A Moura realiza uma cura tribásica;
- É um processo realizado em estufas com temperatura e umidade controladas;
- Pode durar até 36 horas.

2.4.5 MONTAGEM

- Placas positivas e negativas são intercaladas com separadores de polietileno entre elas;
- As orelhas das placas são unidas para formar o *strap*;
- As paredes das caixas são perfuradas para possibilitar a união entre células (furação);
- Os elementos são depositados nas respectivas células;
- É realizada a solda *intercell* por meio da fusão homogênea;
- A tampa é fixada na caixa por meio da termofusão;
- Os bornes são feitos por meio da fusão do poste com a bucha da tampa;
- Na Figura 5 é possível visualizar um diagrama esquemático de uma linha de montagem de baterias de chumbo-ácido.

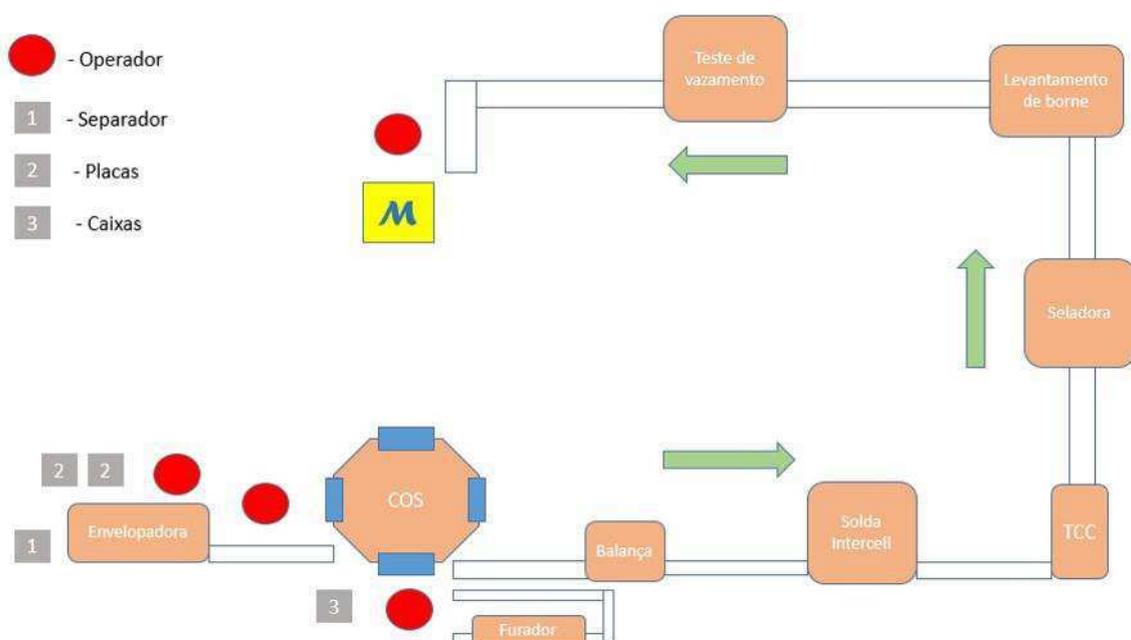


Figura 5. Diagrama esquemático de linha de Montagem de baterias de chumbo-ácido.

2.4.6 FORMAÇÃO

- Objetiva formar eletroquimicamente a bateria (carga inicial);
- As baterias são enchidas com uma solução de ácido sulfúrico com densidade específica e carregadas sob correntes e temperaturas controladas;
- Ao fim, é possível corrigir a densidade da solução ácida, com o objetivo de que o acumulador atinja a tensão desejada;

2.4.7 ACABAMENTO

- São inseridos componentes como sobretampa, rolhas, etiquetas, densímetros etc;
- A bateria é testada;
- Por fim, o produto recebe a embalagem final.

3 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Para o desenvolvimento das atividades do estágio, foi necessário um estudo inicial de alguns temas, tais como fundamentos das baterias de chumbo-ácido e dimensionamentos de bancos de baterias. Este estudo consistiu na primeira atividade do estágio.

Após esse estudo inicial, foram definidos projetos a serem assumidos e metas a serem cumpridas. Foram realizados projetos de dimensionamento de banco de baterias tanto para sistemas fotovoltaicos como para Nobreak, além do desenvolvimento e implementação de alguns projetos de redução de custo diretamente relacionados com a produção da empresa. A seguir, serão descritos primeiramente dois treinamentos que foram realizados e que serviram de base para a gestão dos projetos realizados durante o

estágio. Posteriormente, são descritas as principais atividades desenvolvidas durante os seis meses de estágio.

3.1 TREINAMENTOS

3.1.1 5S

Após a Segunda Guerra mundial, o Japão estava destruído. A sua reestruturação começou e décadas depois o país já se mostrava como uma grande potência econômica mundial. Tal desenvolvimento só foi atingido graças a técnicas de gestão desenvolvidas por empresas japonesas em conjunto com orientação de especialistas americanos. Uma dessas táticas foi o 5S.

O conceito de 5S possui como base cinco palavras japonesas cujas iniciais formam o nome da técnica. As palavras *Seiri*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, que migradas para o português foram traduzidas como os cinco sentidos, visando não descaracterizar a nomenclatura da técnica de gestão. Os sentidos estão listados na Tabela 2.

Tabela 2. Sentidos do 5S.

Japão	Brasil
<i>Seiri</i>	Senso de Utilização
<i>Seiton</i>	Senso de Ordenação
<i>Seiso</i>	Senso de Limpeza
<i>Seiketsu</i>	Senso de Saúde
<i>Shitsuke</i>	Senso de Autodisciplina

Nas semanas iniciais de estágio foi realizado um treinamento sobre essa ferramenta de gestão fundamental para o processo produtivo Moura. O 5S atualmente, é bastante difundido nos diversos segmentos da empresa, favorecendo a gestão da produção e a implantação de novos projetos.

Mensalmente, a Engenharia de Produto passa por auditoria de 5S, sendo cada membro avaliado a partir de sua postura com relação a cada um dos cinco sentidos nas suas áreas de trabalho.

O conhecimento e a implementação do 5S na rotina do engenheiro gera uma mudança de hábitos que implica em melhoras significativas nos projetos por ele gerenciados. Algumas das vantagens da adoção do 5S estão listadas na Tabela 3.

Tabela 3. Algumas vantagens da implementação da metodologia 5S.

Ganho de espaço
Facilidade de limpeza e manutenção
Melhor controle de estoque
Redução de custos
Economia de tempo
Facilidade de localização de ferramentas
Redução de pontos inseguros
Ambiente saudável e agradável
Melhoria do relacionamento interpessoal
Melhor conservação de equipamentos e ferramentas
Equilíbrio físico e mental
Melhoria de áreas comuns (banheiros, refeitórios, etc)
Melhoria na qualidade e produtividade nas atividades desenvolvidas
Valorização do ser humano

Após alguns anos de utilização dessa metodologia, a Moura já constata sua importância fundamental na manutenção do processo produtivo e na obtenção dos resultados desejados.

3.1.2 PDCA

O maior compromisso da Moura é garantir um produto de extrema qualidade aliado a processos precisos e eficientes e um ótimo atendimento aos cliente e parceiros. Essa meta é fundamental para elevar a competitividade da empresa perante o mercado. Para ajudar na obtenção dessas metas, existem ferramentas e metodologias que viabilizam um trabalho de qualidade com elevada eficiência.

O ciclo PDCA se insere como uma das principais metodologias de gestão de projetos e está presente em boa parte dos projetos desenvolvidos nas Baterias Moura. É por meio dessa ferramenta que a empresa promove melhorias contínuas em seu processo produtivo.

O PDCA tem por característica primordial, ser um processo de melhoria contínua com quatro fases, o PDCA – *Plan, Do, Check, Act* – que atuam sempre em sequência. Em tradução livre para o português: planejamento, execução, análise e ação. Na Figura 6 é possível visualizar o diagrama esquemático básico do ciclo PDCA. Quando a última fase chega ao fim, o ciclo tem a possibilidade de ser reiniciado para detectar novas oportunidades de melhoria no processo e assim, garantir uma qualidade crescente, levando a empresa a elevados patamares de inovação, agilidade e competência em fazer bem feito.



Figura 6. Diagrama esquemático básico do ciclo PDCA

Algumas dentre as principais vantagens do PDCA são:

- Otimização do tempo;
- Redução de Custos;
- Comprometimento das pessoas envolvidas;
- Eficiência dos processos.

Um importante ponto a ser lembrado sobre o PDCA é que as mudanças implementadas por essa metodologia podem ter caráter reversível ou irreversível. Assim, necessita-se de perícia ao lidar com o PDCA, para que mudanças irreversíveis não sejam tomadas de forma equivocada. Na Tabela 4, estão listados alguns cuidados a serem tomados na utilização desse método de gestão.

Tabela 4. Cuidados a serem tomados na utilização do método PDCA.

Cuidados ao se utilizar o ciclo PDCA
Executar etapas sem planejamentos
Parar o processo após uma única volta no ciclo
Executar sem checar
Não agir corretivamente
Não possuir mão de obra qualificada para lidar com o ciclo
Não possuir domínio sobre os métodos

Assim como com o 5S, foi realizado um treinamento sobre a metodologia PDCA com o objetivo de aplicá-la nos projetos desenvolvidos juntos à Engenharia de Produto. No desenvolvimento desse relatório, será constatada a aplicação desse método como ferramenta de controle e desenvolvimento.

3.2 APRESENTAÇÕES SOBRE O PROCESSO PRODUTIVO

MOURA

Com o objetivo de integrar o estagiário ao processo produtivo da empresa, me foi delegada a meta de realizar uma série de apresentações sobre todo o processo produtivo da fabricação de baterias de chumbo-ácido, como primeira atividade a ser desenvolvida pelo estagiário. Dessa forma, tornou-se possível se adaptar ao processo produtivo do chão de fábrica de forma dinâmica.

Para organizar a rotina de apresentações, o processo produtivo foi dividido em quatro grandes etapas, conforme pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5. Etapas do processo produtivo para apresentação de seminários.

Etapas
Óxido
Empastamento
Cura, secagem e Montagem
Formação e acabamento

A rotina de preparação das apresentações consistia em conhecer o processo em chão de fábrica sobre o acompanhamento do profissional encarregado pela área. As etapas de confecção da bateria eram descritas de forma minuciosa, seguidas pelas respostas de quaisquer dúvidas que viessem a surgir. Após essa etapa, uma apresentação em Power Point era feita para se apresentar aos gestores e demais engenheiros quem compõem a Engenharia de Produto. Na Figura 7 é possível visualizar um dos slides que fez parte de uma das apresentações sobre o processo produtivo Moura.

Além de permitir que o estagiário construísse uma base teórica sobre todo o processo Moura, as apresentações também permitiam que assuntos técnicos relacionados a produção fossem discutidos e reavaliados, buscando sempre uma melhor eficiência na produção de baterias de chumbo-ácido. As ideias de alguns novos projetos, como o da redução do desperdício de papel NG, surgiram durante as baterias de apresentações, reforçando a validade dessa atividade.

Empastamento - Propezi



Figura 8. Empastamento de placas positivas.

MOURA

Figura 7. Slide da segunda apresentação sobre o processo produtivo.

3.3 DIMENSIONAMENTO DE BANCOS DE BATERIAS

Atualmente, a geração centralizada não supre completamente a demanda de energia elétrica brasileira. Além de falhas que vêm a ocorrer devido a deficiências de planejamento ou sobrecargas nas linhas de transmissão, existe a crescente demanda de energia elétrica e também casos de comunidades isoladas para as quais torna-se muito oneroso trazer linhas de transmissão da geração centralizada. Para todos estes casos, torna-se necessário o uso de sistemas de geração de pequeno porte (Hartmann, 2013 p. 1).

Sistemas de geração de pequeno porte compreendem na maioria dos casos, pequenas centrais hidrelétricas ou termelétricas, geração eólica e geração à energia solar. Usinas termelétricas não são uma opção ecologicamente viável devido à queima de combustíveis fósseis. Já usinas hidrelétricas impactam o meio ambiente, pois necessitam da criação de reservatórios de água. Por fim, sistemas fotovoltaicos possuem vantagem

sobre as demais formas de geração pois não emitem poluentes ou ruído e não ocupam grande áreas (Hartmann, 2013 p. 2).

Painéis fotovoltaicos são compostos por células semicondutoras em série, nas quais uma junção P-N é exposta à radiação solar, provocando uma elevação no número de portadores de carga na junção e consequentemente, gerando uma diferença de potencial de 0,6 V sobre a mesma. A eficiência de uma célula é dada pela relação entre a energia elétrica gerada e a radiação solar incidente, e depende do semicondutor utilizado. O semicondutor mais utilizado em painéis fotovoltaicos é o silício (Hartmann, 2013 p. 3).

Os painéis possuem tensões na faixa de 15 a 50 V e potência entre 5 e 200 W. A potência fornecida é função na radiação solar e da temperatura do painel, assim como da carga instalada. A potência nominal de um painel solar é o máximo valor de potência fornecido quando receber uma irradiação solar de 1000 W/m^2 à 25°C . Os módulos podem então ser associados em série ou paralelo de acordo com a carga instalada.

A máxima eficiência de um painel solar é obtida quando este opera no ponto de máxima potência (Maximum Power Point- MPP). Este ponto pode ser visto na Figura 8. Atualmente, os geradores fotovoltaicos mais avançados rastreiam o P_{mp} para que o painel trabalhe sempre fornecendo a máxima potência.

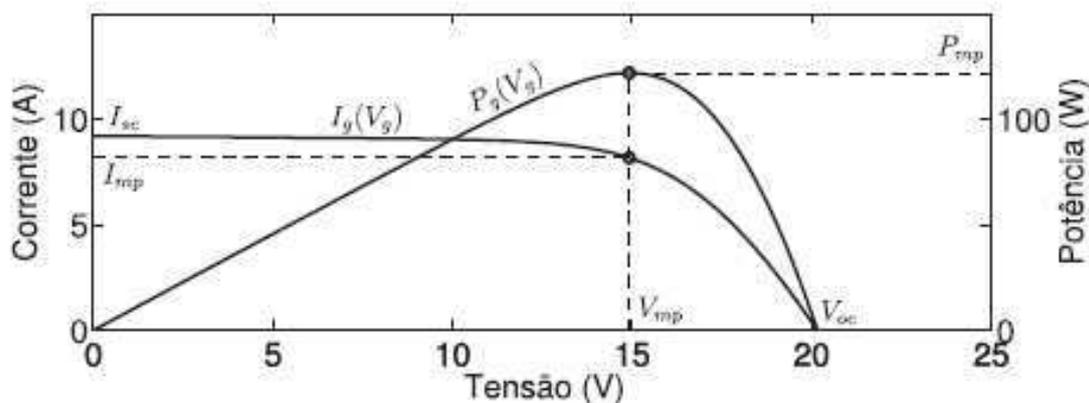


Figura 8. P_{mp} de um gerador fotovoltaico (Hartmann, 2013 p. 4).

Na Figura 9 tem-se os componentes de um sistema fotovoltaico. Quando a carga for alimentada com corrente alternada, é necessário o uso de um inversor de frequência.

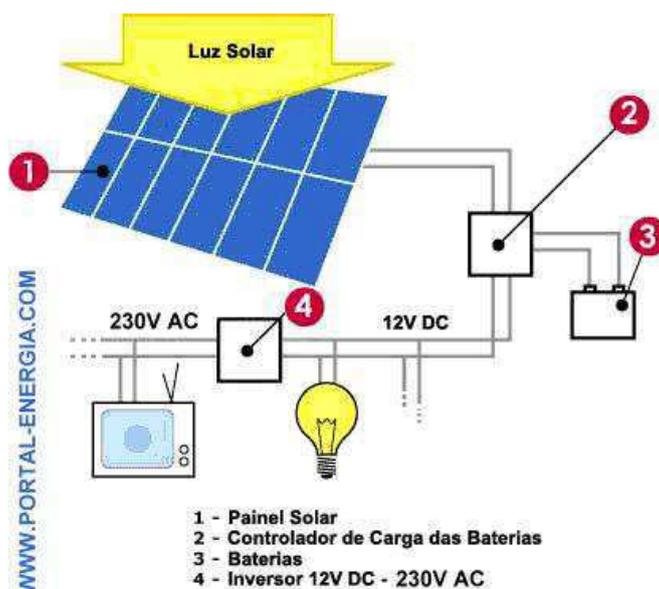


Figura 9. Componentes de um sistema fotovoltaico (Portal Energia, 2014).

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

Em um sistema de energia solar fotovoltaico, a radiação solar é convertida em energia elétrica. Estes sistemas podem ser conectados à rede elétrica (sistema grid-tie) ou isolados (sistema off-grid).

Sistemas isolados são utilizados em locais remotos ou onde o custo para a conexão com a rede é inviável.

Existem quatro componentes principais em um sistema fotovoltaico:

- Painéis solares:
 - Transformam a energia solar em energia elétrica;
- Controladores de carga:
 - Controlam a corrente e a tensão para evitar sobrecargas (fornecimento de corrente à bateria após atingir a carga plena) ou sobredescargas nas baterias (descargas profundas decorrentes de longos períodos sem geração) (CEPEL - CRESESB, 2014)
- Inversores:
 - Convertem uma tensão contínua (c.c.) para uma tensão alternada (c.a.), com amplitude e frequência determinadas.

- Baterias:
 - Armazenam a energia elétrica para distribuição no momento oportuno e na quantidade desejada.

As baterias e controladores são necessários apenas em sistemas isolados, pois sistemas *Grid-Tie* têm a produção de energia entregue diretamente à rede, portanto, não são obrigatoriamente armazenadas.

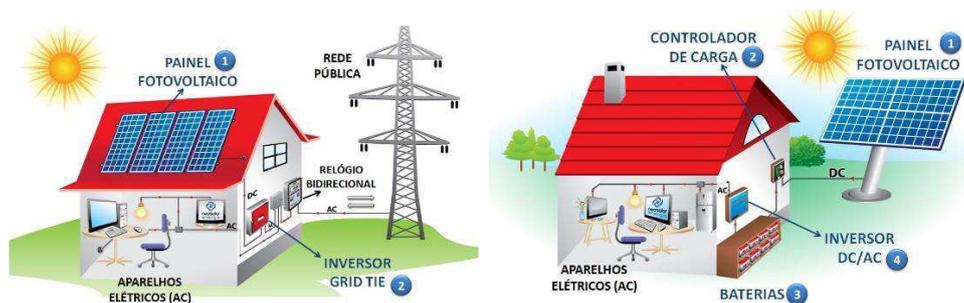


Figura 10. Sistemas fotovoltaicos *grid-tie* (a) e *off-grid* (b). (Neosolar energia, 2013)

Visualizando o crescimento do setor, os Acumuladores Moura resolveram investir em uma linha de baterias estacionárias próprias para o uso em sistemas fotovoltaicos. Assim, surgiu a linha Moura Clean Fotovoltaica.

Na tabela 6, podemos observar a listagem das baterias que compõem a linha Clean e nas Figuras 11a, 11b e 11c são apresentados alguns modelos de baterias da linha estacionária Moura Clean.

Tabela 6. Baterias que compõem a linha Moura Clean.

Bateria
12MF23
12MF30
12MF36
12MF45
12MF55
12MF63
12MF80
12MF100
12MF105
12MF150
12MF170
12MF175
12MF220



Figura 11a. Bateria Estacionária 12MF30.



Figura 11b. Bateria Estacionária 12MF170.



Figura 11c. Bateria Estacionária 12MF220.

Ao iniciar o estágio, me foi dada a meta de assumir gradativamente toda a parte de dimensionamento de bancos de baterias Clean e Nobreak da empresa. Devido ao crescimento acentuado da demanda desse tipo de produto por parte do mercado, as solicitações de novos projetos de dimensionamento chegam à Engenharia de Produto com um fluxo considerável.

Durante os meses de estágio, foram realizados mais de quarenta projetos de dimensionamentos, abrangendo além de sistemas fotovoltaicos, outros tipos de clientes, como Nobreak's para UPS.

Para o dimensionamento de um banco de baterias, é fundamental o conhecimento de algumas variáveis do sistema, tais como:

- Tensão nominal de alimentação;
- Potência ativa da instalação/corrente de descarga;
- Período de autonomia;
- Tensão final de corte;
- Espaço disponível para instalação do banco de baterias.

Além disso, o projetista precisa ter em mente algumas informações fundamentais para o projeto de bancos de baterias para sistemas fotovoltaicos. A NBR 14928 fornece o passo a passo necessário para um projeto adequado. A seguir, são listadas algumas observações fundamentais para a realização do projeto:

- i. O espaço disponível para alocação do banco de baterias é uma variável importante para o processo e deve ser fornecida ao projetista;
- ii. Nas aplicações em regime de ciclagem diária, como energias de origem fotovoltaica e eólica, é recomendável que, durante o tempo máximo de autonomia, as baterias não sejam descarregadas em níveis de profundidade de carga superiores a 25% de sua capacidade;
- iii. É importante que o projetista tome conhecimento das condições de temperatura as quais o banco de bateria será exposto, tendo em vista que

quanto maior a temperatura de trabalho, menor a vida útil da bateria. Caso os acumuladores precisem operar em temperaturas elevadas, é ideal que se reduza a tensão de operação do banco de baterias, com o intuito de evitar corrosão acelerada das placas das baterias. Na Figura 12, podemos visualizar a relação Vida útil x Temperatura da Moura Clean (em azul) versus as suas principais concorrentes: VRLA (Valve regulated lead-acid) padrão (vermelho) e VRLA *premium* (laranja);

- iv. Outro ponto importante a ser considerado no dimensionamento de um banco de baterias é a profundidade de descarga, tendo em vista que esta estabelece o limite de energia que se pode retirar da bateria. O projetista precisa ter em mente que quanto mais profundos forem os ciclos da bateria, menor será sua vida útil;
- v. Para a determinação da autonomia do banco de acumuladores em sistemas off-grid, deve-se levar em conta o máximo de dias seguidos que a localidade na qual o sistema fotovoltaico está instalado passa sem receber radiação solar, ou seja, uma previsão da quantidade máxima de dias nublados seguidos.

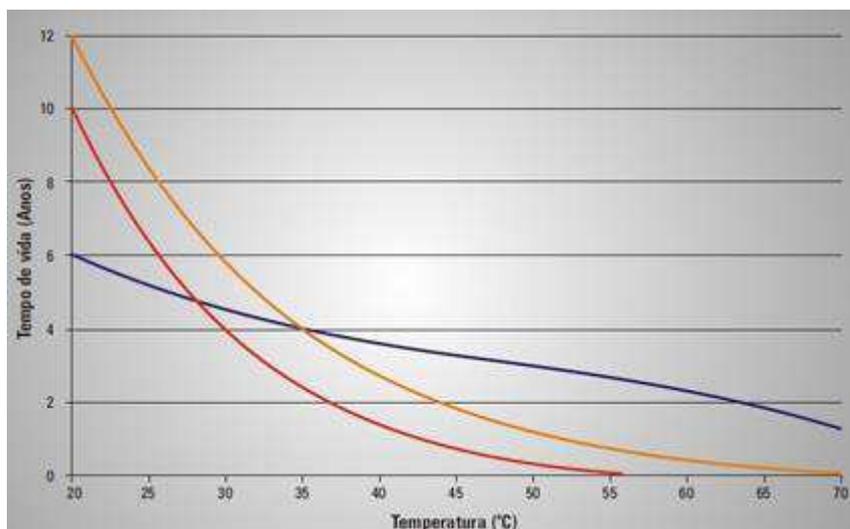


Figura 12. Influência da temperatura na vida útil de baterias estacionárias.

Outro fator importante e que precisa ser levado em conta durante a realização do projeto é o fator de envelhecimento. Esse parâmetro acrescenta um percentual de conforto

no projeto, de forma que o banco de baterias possa ter uma capacidade que suporte as possíveis variações que possam ocorrer na etapa de fabricação do acumulador, bem como o processo natural de desgaste da bateria com o decorrer do tempo. Assim, o acumulador terá uma maior longevidade, tendo em vista que a ciclagem em aplicações fotovoltaicas é diária.

3.3.1 ESTUDO DE CASO

Em outubro de 2015, tivemos a solicitação de dimensionamento de um banco de baterias para um sistema fotovoltaico do tipo *off-grid*. O controlador estará conectado com o banco em uma tensão de 24 Volts. A potência nominal da carga é de 300 W e desejasse uma autonomia de 10 horas.

Primeiramente, são levantadas as informações pertinentes para o dimensionamento:

- Tensão nominal do banco de baterias: 24 Volts
- Potência nominal do sistema: 300 W
- Autonomia desejada: 12 horas

Com o conhecimento da autonomia do sistema, concluímos que a profundidade de descarga correta a ser utilizada é igual 20%. Essa profundidade será expressa como um fator igual à 0,2 na dividendo da equação que define a quantidade de baterias por bloco.

- Profundidade de descarga: 20%
- Fator de envelhecimento: 1,25

Posteriormente, entra em cena a experiência do projetista para escolher a bateria que ele considera melhor se encaixar ao projeto e realizar o dimensionamento. Caso essa bateria não corresponda as necessidades do cliente após a realização dos cálculos, cabe ao engenheiro realizar ajustes para o modelo Moura Clean que melhor se encaixe.

Nesse caso, começamos com a Moura Clean 12MF220, que possui capacidade nominal de 220 Ah. Buscasse na tabela de descarga com potência constante para a Moura Clean o valor de potência de descarga para a autonomia especificada. Nesse caso, temos o valor de 194 W. A tensão de corte especificada para as baterias é de 11.4 V por se tratar de aplicação fotovoltaica.

O banco de baterias será composto por dois blocos em série, tendo em vista que a solicitação do cliente é operar o banco com nível de tensão igual à 24 Volts e cada bateria possui tensão de 12 Volts em seus terminais. Com esses dados em mãos, é possível chegar ao número de baterias 12MF220 que irão compor o banco.

$$\text{Potência requerida por bloco} = \frac{300 \text{ W}}{2} = 150 \text{ W.}$$

$$\text{Quantidade de baterias por bloco} = \frac{150 \text{ W} \times 1,25}{194 \times 0,2} = 4,83 \text{ baterias por bloco.}$$

Por questões de segurança e priorização da máxima vida útil possível para o banco de baterias, o valor da quantidade de baterias por bloco é arredondado para cima. Assim, chegou-se ao número de cinco baterias conectadas em paralelo em cada bloco. Como são dois blocos em série, o banco de baterias terá um total de 10 baterias do tipo 12MF220.

Na Figura 13, podemos visualizar um exemplo típico de banco de baterias para sistemas fotovoltaicos formado pela linha de baterias Moura Clean. As baterias são adquiridas em conjunto com estante de suporte devidamente projetada para suportar a configuração do banco de baterias.



Figura 13. Banco de Baterias Moura Clean.

3.4 PADRONIZAÇÃO DE PLACAS

Com o crescimento da produção e o aumento da variedade de baterias que a empresa visa fornecer ao mercado, o número de placas e conjuntos plásticos acabou por crescer de forma desordenada. Assim, atingiu-se um ponto em que a grande diversidade desses produtos gerou empecilhos para o processo produtivo, sobrecarregando estoques, gerando aumento do tempo de pausa das linhas de produção (setup's), além da possibilidade de engano por parte dos operadores no momento de enviar o material para as etapas subsequentes do processo produtivo.

Assim, a Engenharia de Produto recebeu a missão de minimizar esse problema, promovendo a padronização de placas sem aumento de custo de produção para a empresa,

de tal modo, que o processo produtivo possa vir a ser otimizado, gerando lucros para a Moura.

Após receber da gerência da Engenharia a responsabilidade de gerir esse projeto, o primeiro passo que realizei foi, a partir da metodologia PDCA, projetar um plano de ação que permitisse realizar o projeto de forma organizada e eficiente. Na Figura 13 é apresentado o diagrama com as etapas do projeto segundo o PDCA.

A implementação do projeto de padronização foi acompanhado pelo departamento Central de Projetos, onde ajustes eram feitos com o objetivo de alinhar o projeto com as necessidades da empresa e posteriormente realizar sua validação para que a implementação pudesse ser concretizada.

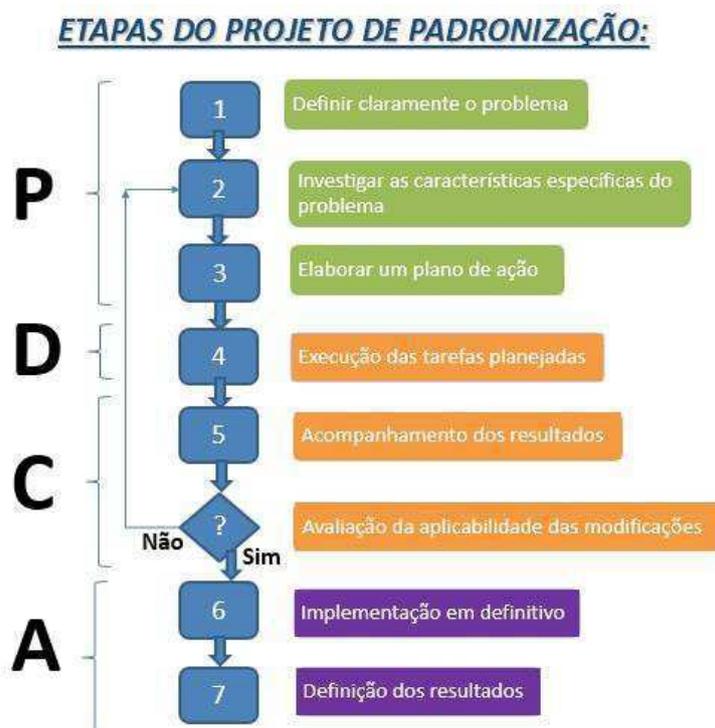


Figura 14. Diagrama PDCA com as sete etapas do projeto de padronização de placas.

Além de se adotar uma metodologia, optei pela utilização de sinalizações, que permitissem verificar de forma simples o andamento do projeto. Desse modo, as etapas do PDCA que eram concluídas eram pintadas com a cor verde, os passos que estavam em fase de execução eram sinalizados com a cor laranja, e por fim, as etapas que ainda seriam executadas eram sinalizadas com a cor roxa. Todas essas ferramentas de gestão de

projetos eram aplicadas com o intuito de se acompanhar a execução do projeto de forma sistemática, permitindo assim, corrigir erros e repor atrasos.

Após a definição da metodologia a ser usada no processo, a primeira ação foi particionar o projeto em dois grandes grupos: placas e conjuntos plásticos.

Posteriormente, pude desenvolver um plano de ação com cronograma de desenvolvimento do projeto de padronização. O cronograma pode ser visualizado na Tabela 7.

Tabela 7. Cronograma de execução do projeto de padronização de placas.

	Placas	Andamento	Previsão de conclusão
1	Levantamento dos tipos de placas produzidas de janeiro a maio de 2015 na Un01	Concluído	10/07/2015
2	Levantamento da quantidade de placas produzidas de janeiro a maio de 2015 na Un01	Concluído	10/07/2015
3	Listagem das baterias de reposição ativas na produção	Concluído	22/07/2015
4	Listagem das baterias da linha clean ativas na produção	Concluído	22/07/2015
5	Listagem das baterias de exportação ativas na produção	Concluído	24/07/2015
6	Listagem das baterias de montadoras ativas na produção	Concluído	24/07/2015
7	Enumeração das placas passíveis de serem padronizadas	Concluído	15/09/2015
8	Estudo sobre o tempo médio gasto com Setup's no empastamento e a quantidade de Setup's mensal por empastadeira.	Concluído	16/11/2015

A partir da criação do plano de ação, torna-se possível acompanhar de forma eficiente o desenvolvimento do projeto de padronização.

O primeiro ponto a ser trabalhado no estudo de padronização de placas foi o levantamento junto a UGB 1, de todos os dados de produção registrados no ano de 2015. Assim, realizou-se um levantamento de cada tipo de placa produzida até então e as respectivas quantidades produzidas. Posteriormente, as placas foram divididas em quatro segmentos: reposição, montadoras, exportação e linha clean.

Para cada um desses segmentos foi criada uma planilha na plataforma Excel, onde era detalhada toda a configuração construtiva das respectivas baterias que pertenciam ao grupo, como pode ser visualizado na Tabela 8.

Com o levantamento das características construtivas de todas as baterias ativas na produção, foi possível iniciar a próxima etapa do projeto, na qual foi realizado estudos de casos individuais. Nesses estudos, placas com características semelhantes, diferentes apenas pela sua massa, eram analisadas com o intuito de se obter uma padronização.

Tabela 8. Principais partes constituintes da bateria de Chumbo-ácido.

Placa Positiva
Quantidade de placas positivas por elemento
Placa Negativa
Quantidade de placas negativas por elemento
Separador
Conjunto plástico

3.4.1 ESTUDO DE CASO

Placa	Total Produzido (Janeiro à Maio)
FPP-08/85	44.057.005
FPP-08/88	2.655.623

Figura 15. Placas em estudo de padronização.

- Tenta-se eliminar a placa que é produzida em menor quantidade;
- Apenas uma bateria utiliza a placa de 88 gramas;
- A padronização acarretará em uma economia de 3 gramas de massa por placa produzida;
- 1 kg da massa custa R\$ 6,21;
- Estima-se uma economia de custos de produção superior a R\$ 100.000 ao ano.

Após o estudo sobre as placas atualmente ativas na produção e as placas que podem ser eliminadas, criei um cenário no qual é representada a quantidade de placas que permaneceriam ativas na produção após a padronização. Na Figura 16 pode-se observar as projeções para o cenário otimizado.

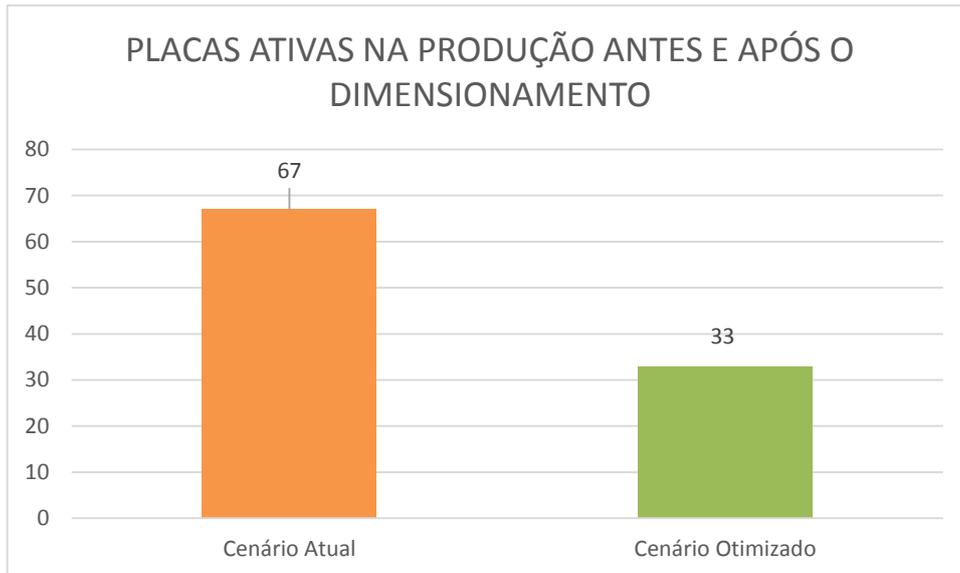


Figura 16. Comparação dos cenários de placas ativas na produção antes e após a padronização.

- Estimasse uma redução por volta de 50% na quantidade de placas ativas.

Posteriormente a realização da estimativa do cenário pós padronização, foi necessário realizar um levantamento dos custos estimados para se implementar a padronização, tendo em vista o aumento de custo que seria gerado na produção de algumas baterias e redução em outras. Todavia, o objetivo maior é que no conjunto total dos modelos de baterias envolvidos no projeto, ocorra uma redução de custos ou ao menos um custo zero para sua implementação.

Com a implementação em definitivo do projeto de padronização, a Moura espera que os seguintes objetivos sejam alcançados:

- Diminuição do tempo gasto com setup's;
- Aumento da capacidade de produção sem necessidade de implantação de novas linhas de produção;
- Redução dos custos com ferramental;
- Redução das trocas de placas por engano feitas pelos operadores.

3.5 PROJETO DE SUBSTITUIÇÃO DA MASSA PB40 PELA MASSA PB42

As placas que possuem massa PB40 necessitam utilizar papel NG em seu empastamento, tendo em vista que esse tipo de massa possui uma maior dificuldade de adesão a grade, devido sua densidade reduzida. Assim, utiliza-se o papel NG, pois este tipo de papel tem uma maior resistência e conseqüentemente maior eficácia para impedir que ocorra desprendimento de massa.

O ponto negativo da utilização do papel NG é o elevado custo associado a esse produto, por se tratar de um item importado. Assim, surgiu a necessidade da realização de um estudo sobre a possibilidade de substituição do papel NG pelo papel Celulose, que tem um custo menor.

O primeiro passo do projeto foi a escolha de alguns modelos de baterias que seriam alvo do estudo. Foram escolhidos modelos estratégicos para a empresa. Na Tabela 10 podemos observar os modelos que foram selecionados.

Tabela 9. Modelos selecionados para estudo de substituição da massa.

Modelo
Z2D
M70KD
M75LD
M60GD

3.5.1 Z2D

A primeira bateria a ser estudada foi a Z2D, bateria da marca Zetta, segunda linha de baterias dos Acumuladores Moura. A Z2D apresenta capacidade nominal de 50 Ah.

O enfoque principal do experimento foi preparar amostras que apresentassem massa do tipo PB42. Como a configuração padrão da Z2D apresentava placas positivas do tipo PB40 com papel NG, foi necessário empastar placas positivas com mesmo peso, todavia, utilizando massa PB42 com papel celulose. A configuração da Z2D para o experimento foi a seguinte:

- 6 placas positivas do tipo FPP-08/85 Sn PB42 VW por elemento
- 5 placas negativas do tipo FNC-07/92 Ca SD por elemento

Após o empastamento, as placas foram pesadas para assegurar que estivessem com massa dentro dos valores especificados, que são (125 ± 2) g para a placa positiva e (114 ± 2) g para a placa negativa. Após a seleção das placas com massa dentro dos valores especificados, foram montadas 8 amostras que posteriormente passaram pelo processo de formação e acabamento. Terminadas essas etapas, as baterias foram encaminhadas para o Laboratório Físico, que faz parte da Engenharia de Produto, para que pudessem passar por testes de capacidade nominal (C20). Os resultados apresentados pelas amostras estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Resultado de 1° C20 para amostras da bateria Z2D.

Teste	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Amostra 04	Amostra 05	Amostra 06
Massa (kg)	13,283	13,233	13,189	13,311	13,191	13,171
CCA (A)	444	414	431	422	419	441
Tensão	12,76	12,59	12,63	12,72	12,66	12,63
C20	53,55	52,42	49,01	54,25	53,46	50,30

As amostras 7 e 8 foram reprovadas nos ensaios, por isso não constam nas tabelas. Essas amostras foram submetidas a Tear Down para verificação das causas da reprovação nos ensaios de capacidade nominal e foi verificado que o eletrólito das amostras apresentava em média 10 mm a menos de nível em relação aos valores especificados em ficha técnica.

Quanto as seis amostras restantes, todas foram aprovadas no ensaio de capacidade nominal. O requisito mínimo para que a bateria seja aprovada no ensaio é que apresente capacidade nominal de no mínimo 95% do valor apresentado em ficha técnica, conforme determinação do IMETRO.

O valor médio de capacidade nominal das amostras foi de 52,165 Ah, contra 53,623 Ah de média das baterias de produção. Entretanto, conclui-se que a utilização de massa PB42 nas placas positivas da Z2D é uma boa opção, pois as baterias ensaiadas apresentaram média de capacidade nominal acima do valor especificado em ficha técnica.

3.5.2 M70KD

Após a realização dos testes com a Z2D, foi dado prosseguimento ao projeto com o estudo da aceitação da bateria M70KD à massa PB42. A seguinte configuração foi sugerida para a bateria:

- 7 placas positivas do tipo FPP-08/85 Sn PB42 VW por elemento
- 6 placas negativas do tipo FNC-07/92 Ca SD por elemento

Após as placas passarem pelos processos de empastamento, cura e secagem, elas foram pesadas para garantir que estivessem com massa dentro dos mesmos valores especificados para o caso da Z2D.

Tabela 11. Resultados do 1º C20 para as amostras de M70KD.

Teste	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Amostra 04	Amostra 05
Massa (kg)	16,846	16,774	16,775	16,813	16,742
CCA (A)	665	650	669	659	660
Tensão (V)	12,63	12,66	12,66	12,63	12,66
C20	64,42	65,33	65,76	64,99	65,91

Após a pesagem, ocorreu a montagem de dez amostras e consequentemente formação e acabamento. As amostras foram submetidas a testes de capacidade no Laboratório Físico. Os resultados do 1º C20 estão apresentados nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 12. Resultados do 1º C20 para as amostras de M70KD.

Teste	Amostra 06	Amostra 07	Amostra 08	Amostra 09	Amostra 10
Massa (kg)	16,820	16,812	16,792	16,791	16,827
CCA (A)	658	658	649	658	661
Tensão (V)	12,63	12,63	12,66	12,63	12,63
C20	64,79	65,13	66,09	64,99	64,62

Pode-se verificar a partir da análise dos resultados dos experimentos que todas as 10 amostras de M70KD foram reprovadas (resultados em vermelho). Após a constatação dos resultados, foi solicitado que as amostras fossem submetidas a novos testes. Os resultados estão nas Tabelas 13 e 14.

Os novos testes solicitados não prejudicam a validade dos experimentos, tendo em vista que o processo de testes submete as amostras a situações análogas ao que as baterias são expostas na prática. Assim, espera-se que o segundo experimento de capacidade forneça valores mais precisos sobre o potencial das amostras.

Tabela 13. Resultados do 2º teste de C20 realizado nas amostras de M70KD.

Teste	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Amostra 04	Amostra 05
Massa (kg)	16,846	16,774	16,775	16,813	16,742
CCA (A)	665	650	669	659	660
Tensão (V)	12,63	12,66	12,66	12,63	12,66
C20	66,16	66,89	67,16	67,03	67,39

Tabela 14. Resultados do 2º teste de C20 realizado nas amostras de M70KD.

Teste	Amostra 06	Amostra 07	Amostra 08	Amostra 09	Amostra 10
Massa (kg)	16,820	16,812	16,792	16,791	16,827
CCA (A)	658	658	649	658	661
Tensão (V)	12,63	12,63	12,66	12,63	12,63
C20	66,27	66,38	67,33	66,86	-

A média dos resultados do segundo teste de C20 foi 66,83 Ah, contra média de 73,112 Ah das baterias de produção. Assim, podemos constatar que a M70KD já trabalha no seu limite de operação, não tendo margem para a implantação de placas com massa PB42.

3.5.3 M75LD

O terceiro tipo de bateria a ser estudada foi a M75LD. Uma nova configuração foi sugerida* e as amostras foram montadas e submetidas a testes. Os resultados estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 15. Resultados dos testes de C20 nas amostras de M75LD.

Teste	Amostra 01	Amostra 02	Amostra 03	Amostra 04	Amostra 05	Amostra 06
Massa (kg)	17,559	17,541	17,552	17,549	17,630	17,608
CCA (A)	642	643	649	650	644	640

Tensão (V)	12,86	12,82	12,86	12,82	12,82	12,82
C20	77,57	76,25	77,22	75,94	76,74	75,96

Pode-se observar que os resultados apresentados pelas amostras foram satisfatórios. Apresentando como média C20 = 76,61 Ah. Levando-se em conta os bons resultados obtidos nos experimentos, foi realizado um estudo de viabilidade econômica sobre a substituição da configuração das baterias e concluiu-se que a alteração gera uma redução de custos de produção na ordem de R\$ 600.000,00/ano para a empresa.

Com valores tão satisfatórios, foi solicitada a confecção de um lote piloto de baterias M75LD com a nova configuração para posterior implementação em definitivo.

* A nova configuração apresentada para a M75LD não está presente neste relatório por se tratar de um assunto de elevada importância para a empresa, devido à redução de custos que irá gerar para o processo produtivo.

3.5.4 M60GD

O quarto tipo de bateria submetida a análise de viabilidade da substituição de massa foi a bateria que apresenta maior destaque, no que diz respeito a vendas, dentre os produtos da Moura. Algumas configurações da M60GD foram montadas e submetidas a testes. Os resultados estão sendo estudados para alterações futuras.

3.6 ESTUDO DE CASO SOBRE O DESPERDÍCIO DE *PAST PAPER* EM EMPASTADEIRAS TIPO TAMBOR

Nas semanas iniciais de estágio, foram realizados passeios pela fábrica com o objetivo de aprender sobre o processo produtivo de baterias de chumbo-ácido. Em um desses passeios, foi constatado um enrugamento do *past paper* no lado inferior das placas positivas. O problema foi relatado ao gerente da Engenharia de Produto e foi direcionado para mim, e para o outro estagiário de engenharia da Engenharia de Produto, José Otávio, a missão de realizar um estudo de caso sobre esse desperdício de papel. Na Figura 17 é

possível visualizar o comparativo entre uma placa normal e uma placa com enrugamento de papel.



Figura 17. Comparativo entre placa normal e placa com enrugamento do *past paper*.

A primeira etapa do projeto foi a elaboração de uma metodologia de trabalho para mensurar o problema nas placas positivas. O primeiro passo do projeto foi a coleta de amostras de placas, o *past paper* dessas placas eram retirados e então era feita a medição do seu comprimento para posterior comparação com o tamanho correto determinado em ficha técnica. A planilha apresentada na Figura 18 foi desenvolvida com o objetivo de facilitar e oficializar a coleta dos dados.

Coleta de placas para análise do papel NG

Data: / /

Linha: _____

Tipo de placa: _____

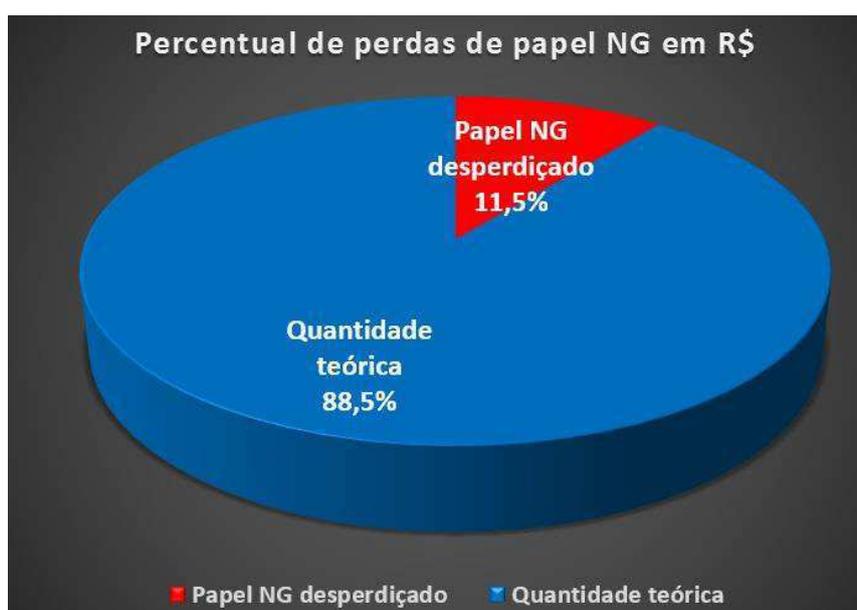
Amostra	Comprimento sem enrugamento	Comprimento com enrugamento
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

José Otávio P. N. Santos

Rayan L. B. França

Figura 18. Planilha desenvolvida para coleta de dados.

Com o estudo, foi possível constatar que ocorre um desperdício de cerca de 11% do papel utilizado nas placas positivas. O percentual de perdas pode ser visualizado na Figura 19.

Figura 19. Percentual de perdas em reais com o enrugamento do *Past Paper*.

Foi realizada uma análise financeira acumulado do problema, mensurando todo o desperdício que o enrugamento gerou desde o começo de sua utilização no processo produtivo de baterias. Na Figura 20 é possível analisar esse custo. Em azul temos o valor gasto anualmente com o modelo de *past paper* que sofre o enrugamento, em vermelho temos a parte desse valor que corresponde ao desperdício. Os valores são apresentados para os anos de 2013, 2014 e 2015. Em verde é apresentado o valor acumulado deste desperdício durante os três anos, correspondendo a um valor na ordem de 950 mil reais desperdiçados.



Figura 20. Desperdício acumulado devido ao enrugamento do *past paper*.

Após a constatação do problema, o projeto de eliminação do desperdício foi encaminhado para o setor de Manutenção, para que os engenheiros responsáveis pudessem estudar o problema e buscar uma solução.

4 CONCLUSÃO

Neste documento foram transmitidos os principais pontos abordados durante os meses de realização de Estágio Integrado nos Acumuladores Moura S/A. Buscou-se listar de forma sucinta todos os projetos desenvolvidos na empresa.

Contata-se a importância do estágio integrado para a formação técnica e pessoal do profissional de Engenharia. O estágio permitiu notar que os projetos desenvolvidos juntos à Engenharia de Produto agregaram valores não só técnicos, mas sobretudo, valores humanos.

No mundo contemporâneo, o mercado exige do profissional de Engenharia um dinamismo constante, sempre focado em resolver problemas que transcendem a sua área de formação. Nesse contexto, o estágio nas Baterias Moura se mostrou de grande valia, tendo em vista o ótimo tratamento que a empresa direciona para seus estagiários de Engenharia.

A realização do estágio permitiu também agregar valores técnicos ao estudante. Foram desenvolvidas técnicas de projeto relacionados com sistemas fotovoltaicos, que vieram a complementar os conteúdos abordados em sala de aula durante os semestres de graduação. Além disso, uma das principais contribuições trazidas pelo estágio foi o conhecimento e desenvolvimento de técnicas de Gestão de Projetos, ponto fundamental

para um engenheiro que busca atingir cargos de referência no mercado de trabalho e liderar equipes em grandes projetos.

Assim, pode-se concluir que os meses de estágio realizados nas Baterias Moura vieram reforçar de forma prática os conhecimentos abordados no curso de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande.

BIBLIOGRAFIA

Acumuladores Moura. 2014. Baterias Moura. *Evolução da Moura*. [Online] 2014. <http://www.moura.com.br/pt/evolucao>.

CEPEL - CRESESB. 2014. Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos. Rio de Janeiro : s.n., 2014.

Inmetro. 2010. Unidades Legais de Medida. *Inmetro*. [Online] 2010. [Citado em: 12 de 08 de 2010.] <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp?iacao=imprimir>.

NBR 14298 - Informação e documentação - Citações em documentos - Apresentação. ABNT. 2002. s.l. : ABNT, 2002. Associação Brasileira de Normas Técnicas. p. 7.

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

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

Campos, Vicente Falconi. Gerência de Qualidade Total. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1990.