

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA



Universidade Federal
de Campina Grande

CÍCERO RÔMULO CAMPOS DE AMORIM FILHO



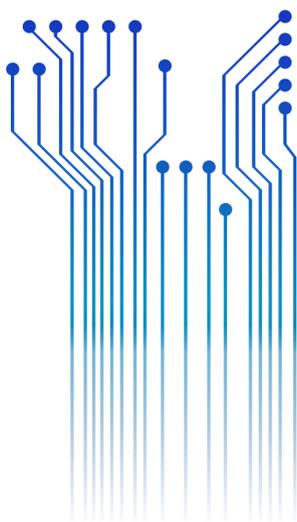
Centro de Engenharia
Elétrica e Informática

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO INTEGRADO NA
ACUMULADORES MOURA S.A.



Departamento de
Engenharia Elétrica



Campina Grande - PB
Fevereiro de 2020

CÍCERO RÔMULO CAMPOS DE AMORIM FILHO

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO INTEGRADO 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.*

Orientador:

Professor George Rossany Soares de Lira, D. Sc.

Campina Grande

2020

CÍCERO RÔMULO CAMPOS DE AMORIM FILHO

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO INTEGRADO NA
ACUMULADORES MOURA SA

*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.*

Aprovado em: / /

Universidade Federal de Campina Grande
Professor Avaliador, UFCG

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

AGRADECIMENTOS

Começo esses agradecimentos citando meus pais e minha irmã, Rômulo, Monice e Renata, sem vocês nada disso teria sido feito, sou grato de todo o coração pelo apoio em tantos momentos que terminam com a realização desse estágio e com a colação de grau, obrigado por tudo.

Agradeço à minha família e amigos pelo apoio durante a busca por uma vaga, pela ansiedade para começar as atividades em outra cidade e também pela força e palavras em momentos de dúvida e saudades.

Agradeço ao Professor George Lira, uma figura extremamente importante na minha jornada, agradeço pela orientação, pela paciência e pela disponibilidade ajudando a moldar o profissional no qual me tornei. Agradeço aos funcionários da UFCG pelo apoio, em especial a Tchai, Adail e Gutemberg Jr pelo esforço e ajuda que me prestaram enquanto eu brigava para conseguir entrar nesse estágio.

Agradeço a todo o pessoal da Acumuladores Moura S.A. (Produção, Segurança, UGS, GPM, Processo, CQ, Logística, Adla, Luana e a Manutenção), em especial àqueles que fazem a Unidade 10, desde Flávio Bruno, o gerente que escolheu me entrevistar durante a bateria de apresentações até Josair Ricarte, meu gestor, chefe e no decorrer do processo, meu amigo, Obrigado pela oportunidade de mostrar meu trabalho e aprender tanto com vocês, tenho certeza que cada dia que passei com vocês vai sempre fazer parte do profissional que me tornei (com as tintas de mormaço, vou pintar um bom futuro).

Agradeço em especial a todas as pessoas que compõem a Montagem da Unidade 10, os dois grupos autônomos (Unidos Somos Mais Fortes e Top 10), seus líderes de manufatura (Diego Veloso e Félix José, a quem tenho como um irmão que ganhei durante o estágio), a Mateus Rocha, com quem aprendi e convivi tanto.

Não posso deixar de agradecer a todos os estagiários com quem convivi durante o estágio, seja na Unidade 10 ou na República dos Miseráveis (Dona Ana para sempre no coração), agradeço a todos pela companhia, pelas histórias, risadas e momentos nesses 6 meses, destaco dois, Walter Barbosa, com quem estive batalhando desde a primeira viagem a Belo Jardim até o convívio na República onde moramos, obrigado meu amigo por tudo, e a Vanessa Alcantara, onde nos odiávamos no começo e agora até que amo. Obrigado por tudo pessoal, levarei todos sempre no coração!

“Sonhos podem ser reais, essa é a minha vitória.”

Kohei Horikoshi.

RESUMO

Este relatório é referente ao estágio integrado realizado pelo aluno Cícero Rômulo Campos de Amorim Filho, na empresa Acumuladores Moura S.A., na cidade de Belo Jardim – PE entre Julho/2019 e Janeiro/2020. O estágio foi realizado no setor de Produção da Unidade 10, com enfoque nas Linhas de Montagem de baterias automotivas de médio e grande porte. Sob a orientação do Chefe da Produção, Josair Ricarte, foram executadas atividades relacionadas ao aumento de produtividade e redução no desperdício da Linha 1 de Montagem da Unidade 10 por meio de projetos e apoio realizando a conexão entre a liderança da fábrica e os grupos autônomos que compõem a montagem, além disso foi de responsabilidade do aluno o acompanhamento e realização de todo o processo de comissionamento da Linha 2 de Montagem, a linha de produção com maior grau de automação e tecnologia de toda a Acumuladores Moura S.A. Além das atividades realizadas na Montagem, foi realizada a capacitação do aluno em métodos de análise e solução de problemas, ambientação com o modelo de gestão da produção WCM (*World Class Manufacturing*), Noções de Segurança do Trabalho, Engenharia de Processos, Gestão de Projetos e Planejamentos Estratégicos da Unidade e Linhas de Produção a curto, médio e longo prazo. Desse modo, foi possível obter experiência prática em Engenharia, item indispensável à formação do profissional em Engenharia Elétrica.

Palavras-chave: Acumuladores Moura; Setor de Produção; Linhas de Montagem; Baterias Automotivas; Aumento de Produtividade; Redução de Desperdícios.

ABSTRACT

This report refers to the integrated internship accomplished by the student Cícero Rômulo Campos de Amorim Filho, at Acumuladores Moura S.A., in the city of Belo Jardim – PE between July/2019 and January/2020. The internship was accomplished in the production sector of Unit 10, with a focus on Assembly Lines of medium and large automotive batteries. Under the guidance of the Head of Production, Josair Ricarte, the accomplished activities related to increasing productivity and reducing waste on Assembly Line 1 of Unit 10 were made through projects and support, making the connection between the leadership of the factory and the autonomous groups that make up the assembly and the student was responsible for monitoring and carrying out the entire commissioning process of Assembly Line 2, the production line with the highest degree of automation and technology in all of Acumuladores Moura SA. In addition to the activities carried out in the Assembly, the student was trained in methods of analysis and problem solving, setting with the production management model WCM (World Class Manufacturing), Notions of Work Safety, Process Engineering, Project Management and Strategic Planning of the Unit and Production Lines in the short, medium and long term. In this way, it was possible to obtain practical experience in Engineering, an indispensable item for the training of professionals in Electrical Engineering.

Keywords: Acumuladores Moura; Production Sector; Assembly Lines; Automotive Batteries; Productivity Increase; Waste Reduction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fotografia da Unidade 10 da Acumuladores Moura S.A.....	12
Figura 2 – Organograma da Unidade 10.....	15
Figura 3 – Processo de produção de uma bateria.	16
Figura 4 – Grade (a) e Placa Positiva (b).	17
Figura 5 – Principais elementos de uma bateria.....	18
Figura 6 – Diagrama esquemático do funcionamento da montagem	19
Figura 7 – Diagrama esquemático da linha 2 de montagem.....	25
Figura 8 – Esboço de alinhador de <i>straps</i> para bateria GR27 e L5.....	29
Figura 9 – Esboço do teste de integridade dos envelopes	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Unidades Moura	13
---------------------------------	----

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	iv
Resumo.....	6
Abstract.....	7
Lista de Ilustrações.....	8
Lista de Tabelas.....	9
Sumário.....	10
1 Introdução.....	11
2 Acumuladores Moura S.A.	12
2.1 Unidade 10.....	14
2.1.1 Processo de Produção das Baterias.....	16
3 Treinamentos Recebidos.....	20
3.1 WCM.....	20
3.1.1 Grupos Autônomos.....	21
3.1.2 Pilar de Manutenção Autônoma (AM).....	22
3.2 Método para análise e Resolução de Problemas.....	23
3.2.1 Kaizens e Ciclo PDCA.....	23
3.2.2 5G.....	24
3.2.3 Análise 4M e 5 Porquês.....	24
3.3 Máquinas da LIM1 e Engenharia de Processo.....	24
4 Atividades Realizadas.....	25
4.1 Comissionamento da LIM2.....	25
4.2 Kaizen.....	28
4.3 Apoio à LIM1.....	30
5 Conclusão.....	31
Referências.....	32

1 INTRODUÇÃO

O estágio integrado é uma etapa indispensável à formação em engenharia. Por meio da realização desse é possível desenvolver atividades que permitam aplicar o conhecimento teórico adquirido na universidade, além de possibilitar o engrandecimento profissional do aluno por meio do desenvolvimento de novas habilidades e aptidões durante o período de realização do estágio. Este relatório destina-se a apresentar as atividades realizadas pelo aluno conluente Cícero Rômulo Campos de Amorim Filho na empresa Acumuladores Moura S.A., situada em Belo Jardim-PE, no período compreendido entre 23/07/2019 e 17/01/2020 com carga horária de 30 horas semanais, totalizando 774 horas trabalhadas ao fim do estágio. O aluno estava lotado na Unidade 10, no setor de produção, especificamente nas linhas de montagem de baterias automotivas de médio e grande porte.

Durante o estágio foram desenvolvidas atividades relacionadas ao aumento de produtividade e diminuição do desperdício nas linhas de montagem da Unidade 10 por meio de projetos e apoio às linhas de montagem realizando a conexão entre a liderança da fábrica e os grupos autônomos que compõem a montagem, além disso, foi de responsabilidade do aluno o acompanhamento da instalação e realização de todo o processo de comissionamento da Linha 2 de Montagem, a linha de produção com maior grau de automação e tecnologia de toda a Acumuladores Moura S.A. Além das atividades realizadas na Montagem, foi realizada a capacitação do aluno em métodos de análise e solução de problemas, ambientação com o modelo de gestão da produção WCM (*World Class Manufacturing*), Noções de Segurança do Trabalho, Engenharia de Processos, Gestão de Projetos e Planejamentos Estratégicos da Unidade e Linhas de Produção a curto, médio e longo prazo. As atividades realizadas, treinamentos e rotina são descritos neste relatório bem como são feitas considerações sobre a empresa.

2 ACUMULADORES MOURA S.A.

A Acumuladores Moura S.A., popularmente conhecida como Baterias Moura, é uma empresa de capital nacional brasileira, fundada em 1957 pelo Químico Industrial Dr. Edson Mororó Moura em conjunto com sua esposa Dona Conceição Viana Moura, atua na fabricação de acumuladores elétricos, comumente conhecidos como baterias para diversas finalidades, como para os mercados automotivo, de motos, telecomunicações, náutico, logístico, de energia alternativa e de sistemas nobreak. A Moura é a maior empresa do seu segmento em toda a América Latina, possuindo uma capacidade de produção anual de mais de 7 milhões de baterias e um quadro com mais de 5 mil colaboradores, de acordo com a Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores – Fenabrave, em 2018, a cada 10 veículos produzidos no Brasil, 7 saem com baterias produzidas na Moura e observando o Mercosul, metade dos veículos possuem baterias Moura. (FEBRANA VE, 2018).

Figura 1: Fotografia da Unidade 10 da Acumuladores Moura S.A.



Fonte: Grupo Moura Baterias Automotivas.

Com o passar do tempo, a Moura se tornou um conglomerado de empresas atuando em torno desde processo de desenvolvimento de novas baterias até o segmento de transporte. O Grupo Moura atualmente possui mais de 80 distribuidoras espalhadas em quatro países (Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai) e parceiros comerciais no Reino Unido e Portugal (possibilitando atender além do Mercosul, parte do continente europeu),

6 plantas fabris, 1 centro de distribuição e 18 holdings, dentre as quais se destaca o centro de pesquisas da Moura, o Instituto Tecnológico Edson Mororó Moura (ITEMM) e o sistema logístico de distribuição, a Transportadora Bitury.

A Moura também se destaca no quesito sustentabilidade e também no âmbito social. Em 2019 a empresa foi considerada pelo Guia Exame de Sustentabilidade como a empresa mais sustentável do país no ramo automotivo graças ao Programa de Resíduo Zero, que visa zerar o envio de resíduos aos aterros sanitários até 2023 (EXAME, 2019). A Moura utiliza as próprias baterias antigas, recuperadas por meio de campanhas de reciclagem em todo o país para a produção de chumbo e plástico a serem utilizados em novas baterias, além disso, a Moura possui certificações que evidenciam a sua preocupação com o Meio Ambiente, são elas a ISO9001, ISO14001 e ISOTS16949. No âmbito social, existem diversas ações que promovem o enriquecimento cultural da população de Belo Jardim e também o foco na educação, principalmente com o Instituto Conceição Moura e o CineMoura, ambos localizados em Belo Jardim.

As unidades da Moura são subdivisões realizadas com o intuito de melhorar o sistema de gestão, visando obter melhores resultados. A Tabela 1 apresenta um descritivo das unidades Moura.

Tabela 1: Unidades Moura.

Unidade	Finalidade	Localização
Un01 – Acumuladores Moura Unidade Matriz	Baterias sem carga para Itapetininga e Un10 e baterias para o mercado de reposição, montadoras, especiais e exportação	Belo Jardim - PE
Un02 – Unidade Administrativa	Centro Administrativo	Jaboatão dos Guararapes - PE
Escritório São Paulo	Centro Administrativo	São Paulo - SP
Escritório Rio de Janeiro	Centro Administrativo	Niterói - RJ
Un03 – Depósito FIAT e IVECO	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais	Betim – MG
Un04 - Metalúrgica	Reciclagem de Baterias e Produção das ligas de chumbo	Belo Jardim – PE
Un05 – Indústria Plástica	Caixa, tampa e pequenas peças para baterias	Belo Jardim – PE

Un06 – Unidade de Formação e Acabamento	Baterias para montadora, reposição e especiais	Itapetininga - SP
Un08 – Moura Baterias Industriais	Baterias tracionárias e de motocicletas	Belo Jardim – PE
Un10 – Baterias Automotivas	Baterias de exportação e reposição de médio e grande porte	Belo Jardim – PE
BASA – Depósito Argentina	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Pilar – ARG
RADESCA – Depósito Uruguai	Baterias para montadoras e reposição no Uruguai	Montevideú – URU
RIOS RESPUESTOS – Depósito Paraguai	Baterias para montadoras e reposição no Paraguai	Assunção - PAR

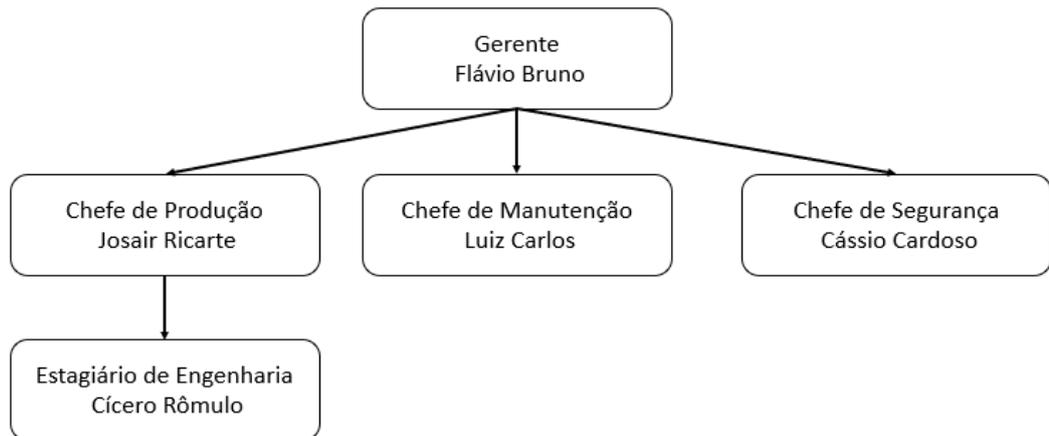
Fonte: Próprio Autor.

2.1 UNIDADE 10

O estágio foi realizado na Unidade 10, inaugurada em agosto de 2018, que se constitui como o empreendimento mais recente do Grupo Moura. A Unidade 10 representa um investimento de 230 milhões de reais em uma planta industrial com 37 mil m² objetivando dobrar a produção anual de baterias automotivas da Moura, ultrapassando a marca de 10 milhões de baterias por ano. A Unidade 10 destina-se à montagem, formação e acabamento de baterias de grande e médio porte, para automóveis dos segmentos de utilitários (SUVs), picapes e caminhões, além do processo completo de produção das baterias. Além da produção de baterias, a Unidade 10 conta com uma laminadora, destinada à produção de bobinas de chumbo utilizadas para a produção de placas positivas e negativas pela Unidade 01.

A Unidade 10 possui uma estrutura de liderança simples se comparada às outras unidades do Grupo Moura, é constituída pelo setor de Gestão Industrial que conta com um gerente responsável por três chefes (de produção, de manutenção e de segurança) aos quais os restantes se reportam. O aluno estava inserido no setor de produção, onde estão alocadas duas linhas de acabamento, formação, laminação e duas linhas de montagem, onde o aluno desempenhou a maioria de suas atividades. A Figura 2 apresenta um organograma simplificado da estrutura de liderança no setor de Gestão Industrial da Unidade 10 na qual o estagiário estava inserido.

Figura 2: Organograma Unidade 10.



Fonte: Próprio Autor

A Moura utiliza o modelo de gestão WCM (*World Class Manufacturing*), no qual a produção se estabelece por meio de grupos autônomos (GA), células básicas de organização da gestão em que cada integrante tem uma função no gerenciamento da produção. Todo o setor de produção da Unidade 10 se divide em 11 GAs diferentes, um para cada turma, distribuídos como apresentado abaixo.

- Linha 1 de Acabamento (LIA1) – 3 Grupos Autônomos
- Linha 2 de Acabamento (LIA2) – 1 Grupo Autônomo
- Linha 1 de Montagem (LIM1) – 1 Grupo Autônomo
- Linha 2 de Montagem (LIM2) – 1 Grupo Autônomo
- Formação – 3 Grupos Autônomos
- Movimentação – 1 Grupo Autônomo
- Apoio – 1 Grupo Autônomo

No WCM, a gestão da fábrica é realizada de modo a otimizar a qualidade, produtividade, manutenção e logística para níveis de classe mundial, propiciando à empresa atingir um patamar de competitividade elevado. Esse modelo de gestão se baseia em dez pilares técnicos que guiam as atividades de cada setor da fábrica, que são Manutenção Profissional, Segurança, Desdobramento de Custos, Melhoria Focada, Manutenção Autônoma, Controle de Qualidade, Desenvolvimento de Pessoas, Ambiente e Energia (Cartilha Moura WCM, 2019).

Como integrante do setor de produção, o aluno fazia parte do pilar de manutenção autônoma, que visa promover a independência do GA quanto à realização de manutenções

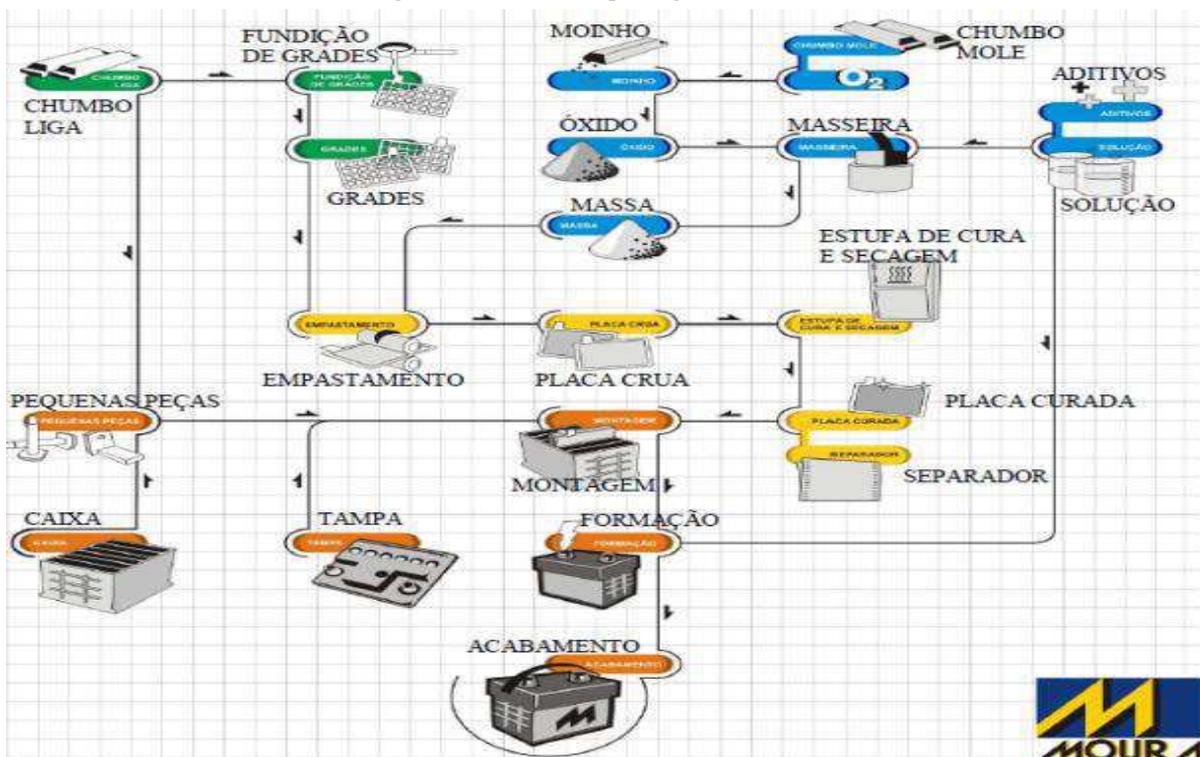
e utilizações das máquinas, promovendo assim um amadurecimento por parte dos operadores quanto à linha da qual fazem parte. Além do pilar de manutenção autônoma, o aluno participou de atividades relacionadas ao pilar de Energia e Ambiente com ideias e consultas aos temas atrelados aos custos com energia e máquinas da unidade.

2.1.1 PROCESSO DE PRODUÇÃO DAS BATERIAS

A primeira atividade realizada pelo aluno na Unidade 10 foi uma ambientação quanto à montagem. Foi necessário percorrer a Linha de Montagem 1 (LIM1) até que todo o processo fosse plenamente compreendido e a partir disso, fosse possível desenvolver projetos de aumento na produtividade, segurança e redução de desperdício de insumos. A seguir é descrito o processo de produção de uma bateria, com uma explicação detalhada do funcionamento da montagem.

Os insumos utilizados para a produção de baterias de chumbo-ácido são o chumbo (com quantidades e configurações determinadas por receitas de cada tipo de bateria), solução ácida, água, plástico e também aditivos separadores. O diagrama apresentado abaixo na Figura 3 ilustra o processo completo da produção das baterias.

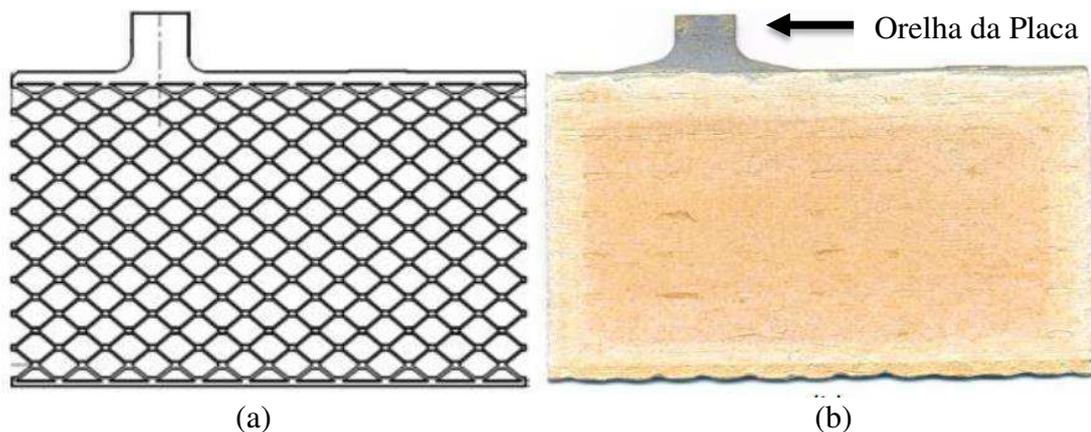
Figura 3: Processo de produção de uma bateria.



O chumbo utilizado é proveniente da Unidade 4 e os lingotes de chumbo chegam aos moinhos nos quais se obtém o monóxido de chumbo, comumente chamado de pó. Nos moinhos o chumbo é colocado no reator, uma grande estrutura que se assemelha a uma panela, onde o chumbo é derretido e agitado por meio de pás. Conforme o chumbo é derretido e agitado, pequenas quantidades de ar comprimido vão sendo adicionados ao processo, de modo que se obtenha o material particulado que caracteriza o óxido de chumbo. Por meio de peneiras, os grãos são classificados e aqueles de maior diâmetro retornam ao reator e o processo é repetido até que se tornem adequados ao uso.

Para a produção de placas, é utilizada uma massa composta de óxido de chumbo saturado com água e sulfatado. A água é adicionada ao óxido e é absorvida na superfície do óxido com formação de $Pb(OH)_2$. com isso origina-se uma pasta homogênea, que ganha consistência com a adição de H_2SO_4 . Com a utilização de diferentes aditivos são obtidas as massas para placas positivas e negativas, originadas da união entre essas massas e as grades de chumbo pelo prensamento das bobinas de chumbo obtidas nas laminadoras. A Figura 4 abaixo apresenta a grade (a) e a placa positiva (b) obtidas no processo descrito.

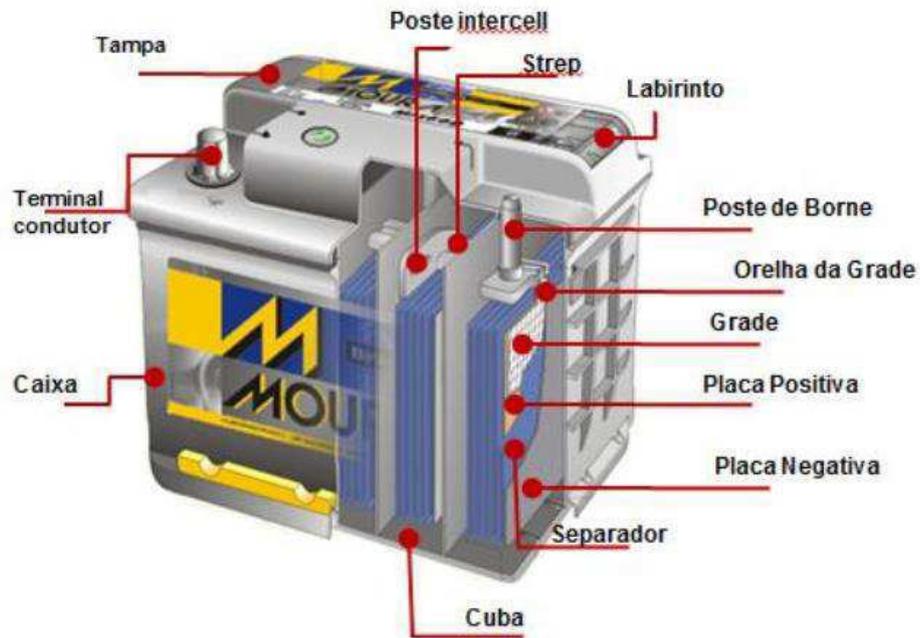
Figura 4: Grade (a) e Placa Positiva (b).



Fonte: Grupo Moura Baterias Automotivas.

A partir da produção das placas é possível iniciar o processo de produção da bateria de fato. A Figura 5 apresenta os principais componentes de uma bateria.

Figura 5: Principais elementos de uma bateria.



Fonte: Grupo Moura Baterias Automotivas.

A montagem é o primeiro processo da produção na qual a união de insumos gera um produto, que consiste na bateria seca. As linhas da Unidade 10 são automáticas. O processo se inicia na Envelopadeira (EVP), onde um separador composto de material polimérico é utilizado para formar envelopes nas placas positivas ou negativas. É por meio dos envelopes que os curto-circuitos entre as placas de polaridades distintas são evitados.

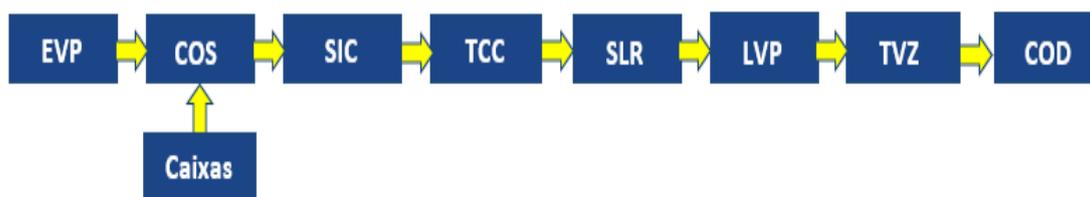
Após o envelopamento, são formados os elementos, células básicas de uma bateria de chumbo ácido, os elementos são aglomerados de placas, a proporção entre placas positivas e negativas é determinado por receita para cada modelo de bateria. Com os elementos, é possível confeccionar os *straps* ou *strels*, peças de chumbo responsáveis por interligar todas as placas positivas e as placas negativas. Para isso os elementos seguem para a *Cast-on Strap* (COS), onde os elementos são alinhados, as orelhas das placas são lixadas e lubrificadas. Os *straps* são formados em um molde conectado a um cadinho por meio de uma bomba e variam de acordo com o modelo de bateria. Cada elemento contribui com 2 V para a bateria.

Por fim, os elementos com placas conectadas por meio dos *straps* são colocados seis a seis em caixas de polipropileno provenientes da Unidade 05 e são furadas e têm rebarbas queimadas na linha de montagem. A depender do modelo de bateria, é necessária a adição de adesivos ou não por meio das máquinas *Hot Melt*.

As caixas com elementos seguem para a Solda *Intercell* (SIC), máquina responsável por soldar os elementos em série de modo a obter 12 V entre os terminais da bateria. A solda é realizada por correntes de alta intensidade aplicadas através de eletrodos de bronze, as correntes variam entre 8 kA e 10kA. A máquina de Teste de Curto-Circuito (TCC) avalia a integridade da solda realizada na SIC por meio da aplicação de corrente na bateria seca, as baterias reprovadas com curto-circuito ou descontinuidade são denominadas de *scrap*, denominação utilizada na Moura para sucata e/ou desperdício.

As baterias aprovadas pela TCC seguem para a aplicação manual de tampas e vão para a seladora (SLR), onde ocorre a selagem das tampas às caixas por meio de altas temperaturas. Com as baterias seladas, é realizada a única tarefa completamente manual da LIM1, que é o levantamento de polo (LVP), no qual são confeccionados os terminais de conexão da bateria. Com a bateria selada e os polos confeccionados, a bateria é novamente testada por uma máquina para atestar a qualidade da selagem. A máquina Teste de Vazamento (TVZ) injeta ar comprimido entre as células que compõem a caixa de polipropileno e verifica se existem vazamentos. Com as baterias devidamente aprovadas, há a aplicação da codificação das mesmas na máquina codificadora (COD) por meio de códigos que permitam a rastreabilidade completa da bateria (dia na qual foi produzida e turma responsável pela montagem). Por fim, as baterias são colocadas em *pallets* e seguem para a formação.

Figura 6: Diagrama esquemático do funcionamento da montagem.



Fonte: Próprio Autor.

As baterias secas seguem para a Formação, processo que consiste na conversão do material ativo das placas, o PbSO_4 , em dióxido de chumbo (PbO_2) e chumbo metálico

e esponjoso (Pb) nas placas positiva e negativa, respectivamente. Para isso as baterias são preenchidas com solução de ácido sulfúrico $H_2SO_4(aq)$ e colocadas em bancos onde há a injeção de carga por meio da aplicação de corrente elétrica. O tempo e a magnitude da corrente varia de acordo com o modelo de bateria e conjuntos de baterias dispostas em cada circuito passam até 36 horas em processo de formação. Após o período de formação as baterias são descarregadas e seguem para o acabamento.

No acabamento, as baterias são lavadas, recebem a colocação de sobretampas, passam por testes de vazamento, pesagem, adequação do nível de solução em seu interior e recebem rótulos de identificação e são embaladas seguindo para pallets, daí seguem para o centro de distribuição e aguardam encaminhamento para estabelecimentos de venda.

3 TREINAMENTOS RECEBIDOS

O estagiário passou por diversos treinamentos ao longo do estágio que se destinavam a lhe auxiliar o estagiário na compreensão do funcionamento da fábrica e a partir disto, poder contribuir com projetos de melhoria. Os mais expressivos foram em relação ao modelo de gestão da produção, o WCM (grupos autônomos, pilar de manutenção autônoma), sobre o Método de Análise e Solução de Problemas e as Máquinas da LIM1 e a Engenharia de Processos. Todos são brevemente descritos abaixo.

3.1 WCM

O WCM é um sistema de gestão integrado de redução de custos e visa otimizar Logística, Qualidade, Manutenção e Produtividade para níveis de classe mundial, por meio de um conjunto estruturado de métodos e ferramentas. Baseia-se em 3 elementos essenciais: no combate sistemático a cada desperdício e perda existente em toda a cadeia (cliente-fornecedor-fornecedores); no envolvimento das pessoas e respectivos desenvolvimentos de suas competências e por fim na utilização rigorosa de métodos e ferramentas apropriados para as ineficiências do processo (MIRANDA, 2016).

Com o WCM, existem 10 pilares técnicos com características distintas que, caso sigam as orientações do modelo gestão, são capazes de entregar os melhores resultados possíveis, cada um em sua esfera de atuação. Com o WCM é esperado que se institua um senso de organização e produtividade elevados na fábrica atingindo a excelência tanto em produtividade quanto em qualidade, segurança e reduzidas agressões ao meio ambiente se comparadas a métodos não ordenados de produção.

3.1.1 GRUPOS AUTÔNOMOS

O setor de produção da Unidade 10 pode ser estratificado em grupos autônomos ou GAs, células básicas de produção compostas pelos líderes de manufatura (LM) e os operadores liderados por este. Cada integrante do GA possui uma função de gestão. Para cada GA existem os seguintes gestores e suas funções:

- Gestor de 5S – Responsável pela organização e limpeza da linha, preza por manter as ferramentas e máquinas de acordo com a condição básica, limpas e organizadas.
- Gestor de OEE – O OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) é um indicador de tempo de produção e mede o quão eficiente foi a produção em relação à disponibilidade das máquinas e o tempo de produção, o gestor de OEE é responsável por acompanhar a produção do grupo e promover atualizações e projeções da produção semanal e mensal
- Gestor de Scrap – O Scrap se relaciona com a quantidade e mede quantas baterias foram sucateadas durante o processo de produção, o gestor de scrap é responsável por acompanhar o número de scraps, rastreando as causas e assim promover melhorias que possam diminuir o número de scraps.
- Gestor de Etiquetas – Etiquetas destinam-se a possibilitar à manutenção da fábrica promover a adequação das máquinas à condição básica de operação, o gestor de etiquetas é responsável por buscar a geração de etiquetas e cobrar à manutenção a adequação das máquinas à condição básica.
- Gestor de LPP – As lições ponto-a-ponto (LPP) tem como objetivo transmitir conhecimentos entre os membros do GA e devem ser produzidas mensalmente contando com descrições detalhadas de como fazer, por que fazer e como verificar atividades na linha de produção.

- Gestor de Segurança – O gestor de segurança tem como principal função cuidar da segurança dos membros do GA por meio do repasse de informações e da fiscalização da utilização adequada de equipamentos de proteção individual (EPI).
- Gestor de Perdas – O gestor de perdas realiza um apontamento de todos os instantes em que as máquinas apresentaram problemas e fizeram a linha parar de produzir, gerando gráficos de Pareto apontando os principais problemas na linha.
- Gestor de Melhorias – De posse dos apontamentos realizados pelo gestor de perdas, o gestor de melhorias consegue cobrar dos membros a realização de projetos de melhoria focada, os chamados *kaizens*, que tenham como objetivo atacar as causas responsáveis pelas maiores paradas na linha, aumentando assim sua produtividade.

3.1.2 PILAR DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA (AM)

O WCM possui dez pilares técnicos e como integrante do setor de produção, o aluno fez parte do pilar de manutenção autônoma (AM, do inglês *Autonomous Maintenance*), esse é responsável pelas atividades com objetivo de prevenir problemas nas máquinas e equipamentos além de gerenciar pequenas paradas propiciadas pela falta de condição básica nas máquinas.

O pilar de AM promove as atividades não especializadas, aprendidas e executadas por todos os membros dos GAs com base em matrizes de habilidade desenvolvidas para cada um dos operadores. A função dos integrantes da liderança do pilar de AM é fiscalizar, atualizar e garantir a correta realização das atividades de limpeza, lubrificação, regulação de máquinas, controle de temperaturas e demais parâmetros dentre outros.

Desse modo, tem-se a manutenção autônoma como atitude sistêmica em relação ao melhoramento do sistema implantado em um estabelecimento, a fim de que seja gerido de maneira autônoma, por parte dos operadores da produção (Cartilha WCM Pilar AM, 2018).

3.2 MÉTODO PARA ANÁLISE E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

A realização dos projetos de melhoria focada, os *kaizens*, ocorre em conformidade com técnicas estabelecidas de análise dos problemas e elaboração de ações capazes de solucionar os problemas por meio da atuação nas causas raiz de cada fator que contribui para o problema que se deseja resolver. Os tópicos a seguir descrevem os métodos utilizados e aprendidos durante o estágio para a resolução desses problemas.

3.2.1 KAIZENS E CICLO PDCA

Os projetos de melhoria focada são chamados de *kaizen* e constituem de uma análise de situação problemática, levantamento de ações capazes de solucionar esse problema, checagem dos resultados obtidos com a aplicação das ações formuladas e padronização das ações realizadas. Os *kaizen* podem ser de quatro tipos, determinados com base na complexidade de análise realizada para cada um deles, desde o *quick kaizen* que conta com análise da situação atual, proposta de melhoria, checagem e padronização dos resultados e ações respectivamente. Os mais comuns são os *standard kaizens*, projetos que exigem a realização de análises mais complexas e estruturadas a fim de encontrar a causa raiz de um problema e tratar a mesma. Os métodos de análise são descritos abaixo, existem ainda os *kaizen* dos tipos *major* e *advanced*, mais raros e difíceis de se executar, contam com métodos avançados de análise e prazos maiores para a realização de ações capazes de solucionar o problema em questão.

Seja lá qual for a complexidade do projeto desenvolvido, todos os projetos desenvolvidos na Moura devem completar o ciclo PDCA, composto por 4 etapas, *Plan (P)*, na qual situação é observada, objetivos, datas, análises e ações corretivas são determinados, *Do (D)*, na qual as ações planejadas anteriormente são postas em prática em conformidade com as datas determinadas, *Check (C)*, na qual a problemática é analisada e se é verificado se as ações corretivas realmente foram eficientes ou precisam ser alteradas ou incrementadas e o *Act (A)*, na qual ocorre padronização das ações tomadas para problemas de natureza semelhante com o objetivo de aproveitar as análises efetuadas.

3.2.2 5G

O 5G é uma técnica japonesa que consiste em 5 passos e busca, por meio do entendimento completo de uma situação, facilitar a análise de uma problemática a fim de estabelecer medidas corretivas adequadas, o processo de execução do 5G também é conhecido como clarificação.

As 5 partes do 5G são:

- **Gemba** – Visitar o local, observar onde as coisas acontecem
- **Gembutsu** – Realizar observações do problema, da peça com defeito e do processo sendo executado
- **Genjitsu** – Observar o processo, por meio da verificação do fenômeno sem ideias pré-concebidas
- **Genri** – Atestar a teoria por meio da explicação de como o defeito ocorre
- **Gensoku** – Verificar os padrões operacionais estabelecidos e como o seu cumprimento está influenciando no processo operacional.

Por meio da realização de um bom 5G, é possível ter uma visão completa acerca de um processo, facilitando assim a realização de uma boa análise, capaz de levar à resolução do problema em questão.

3.2.3 ANÁLISE 4M E 5 PORQUÊS

Após a realização da clarificação, é necessário entender as causas dos problemas em questão, por meio da análise 4M, causas relacionadas a Material, Máquinas, Métodos e Mão-de-Obra são obtidas e por meio da aplicação do método dos 5 porquês, é esperado que se obtenham as causas raízes de cada um dos âmbitos levantados pelo 4M, o método dos 5 porquês consiste na análise exaustiva das causas em busca do real causador do problema, estima-se que com a realização de 5 porquês para cada causa raiz, a probabilidade de se encontrar a causa raiz é de 97% (JUNIOR, 2015).

3.3 MÁQUINAS DA LIM1 E ENGENHARIA DE PROCESSO

O estagiário foi treinado para operar as máquinas da LIM1 com objetivo de obter um maior entendimento do funcionamento das mesmas, os treinamentos foram realizados

junto aos operadores e à engenharia de processos (setor responsável por garantir a correta utilização de parâmetros e receitas para os diferentes modelos de baterias montadas), esta também foi responsável pela capacitação na e confecção de documentos e no tratamento de anomalias relacionadas a problemas de qualidade e produtividade na LIM1.

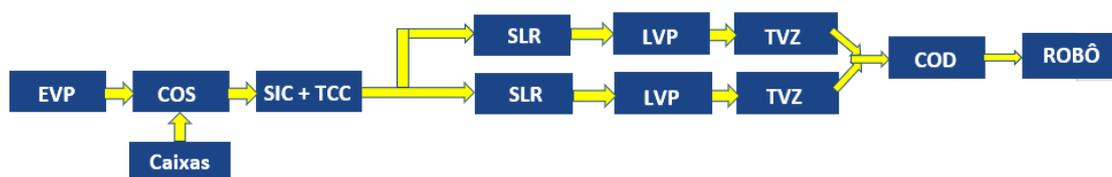
4 ATIVIDADES REALIZADAS

As atividades do estagiário se concentraram na LIM1 e também no comissionamento da LIM2, que iniciou dois meses após o início do estágio, na metade de setembro e durou até meados de dezembro. As atividades estão separadas em algumas categorias e descritas abaixo. São elas: Comissionamento da LIM2; Kaizens da LIM1; Atividades de apoio aos GAs da montagem.

4.1 COMISSIONAMENTO DA LIM2

No início do estágio, no fim de julho de 2019, a Unidade 10 contava com apenas uma linha de montagem. Em meados de setembro, iniciou-se a instalação da linha 2 de montagem (LIM2), um investimento de 32 milhões de reais com o intuito de estabelecer a linha de produção mais tecnológica da Moura. Uma das metas atribuídas ao estagiário foi a de comissionar a linha 2 de montagem, ou seja, desde a chegada das máquinas como passivos até o estabelecimento dessas como ativos, produzindo bens, ou seja, desde a compra das máquinas até a produção de baterias. A Figura 7 apresenta o esquemático da LIM2, ligeiramente diferente da LIM1, contando com duas seladoras, dois postos de levantamento de polo, dois testes de vazamento e um robô para colocação de baterias nos *pallets*. Além da diferença na disposição da linha, o começo de linha conta com máquinas mais robustas em relação à LIM1, sendo essas capazes de alimentar com baterias os dois lados da LIM2.

Figura 7: Diagrama esquemático da linha 2 de montagem.



Fonte: Próprio Autor.

Parte do maquinário (EVP, COS, SIC e TCC) foi adquirido junto à empresa inglesa TBS, outra parte (SLR, TVZ, COD) junto à empresa brasileira Trimetal e o robô foi adquirido junto à também brasileira Kuka.

Durante o comissionamento foi possível acompanhar todo o processo de instalação das máquinas, desde a acomodação das mesmas de acordo com o layout planejado aos testes de cronoanálise, ferramenta utilizada para determinar os tempos de ciclo de uma máquina e determinar a produção nominal de uma linha de produção.

Durante a etapa de comissionamento das máquinas inglesas foi possível conviver com 6 técnicos e engenheiros ingleses, sul-africanos e italianos por cerca de dois meses. Foi possível estabelecer vínculos de aprendizado com esses profissionais e ainda funcionar como elo entre os operadores da fábrica com os visitantes estrangeiros. Outra atividade de responsabilidade do estagiário era o mapeamento de pendências e problemas. Deste modo, as reuniões realizadas eram presididas pelo estagiário com apresentação dos problemas, pendências e marcos alcançados pela LIM2 no período entre uma reunião e outra. Entre os principais projetos/atividades desenvolvidos durante a etapa de comissionamento da LIM2, podem ser citados:

- Participação na formulação e teste das lógicas de funcionamento do 4, trecho da linha após a SIC em que a linha é bifurcada e alimenta duas seladoras. A lógica devia atender a necessidade de enviar alternadamente baterias para os dois lados da linha. Os sinais para o controle desse envio de baterias são obtidos por meio de sensores ópticos reflexivos que identificavam a presença de baterias na esteira, a lógica desenvolvida foi implementada por um outro estagiário por meio da linguagem *ladder* em CLPs do tipo Logo Siemens.
- Determinação da causa raiz de um acidente ocorrido durante a queima da rebarba após o furador de caixas, o posicionamento dos sensores de presença e a altura da vela de queima estavam inadequados, o que propiciou o enroscamento de uma caixa e mediante a queima excessiva, derretimento da caixa sobre as esteiras. Feitas as alterações propostas de posicionamento dos sensores e da vela, o problema foi resolvido e o acidente não se repetiu.
- Coordenação da movimentação das baterias na esteira por meio da alteração das velocidades nas esteiras a partir dos inversores de frequências acessados por meio dos painéis de controle de cada esteira. Alinhados com cálculos e determinação dos tempos de ciclo de cada uma das máquinas, as velocidades das

esteiras foram determinadas e aplicadas de modo que a produção fluísse e fosse possível que os operadores executassem adequadamente suas atividades.

- Alteração no método de montagem manual de elementos dentro das baterias. Por meio de uma alteração no procedimento realizado pelos operadores durante a montagem manual, foi possível dobrar a produtividade desse setor da linha, com um tempo de ciclo de 43 segundos sendo reduzido para 20,2 segundos.
- Inclusão de sensores óptico reflexivos no *buffer* de elementos para montagem manual de elementos foi possível evitar lesões por parte dos operadores e geração de *scraps* a partir da queda de elementos no chão.
- Inclusão de um sensor de chama interligado a uma lâmpada de indicação do estado do cadinho. Por meio disso foi possível verificar a certa distância qual a condição do cadinho, esse projeto surgiu após uma parada de 3 horas e meia em decorrência do cadinho desligado. Como seu aquecimento é demorado, a verificação do seu funcionamento é essencial à produção na montagem.
- Foram confeccionados documentos para a linha, além do processo de escrita e formatação, testes na linha e adequação de documentos antigos a novos procedimentos também foram realizados.
- Treinamentos nas máquinas (COS, EVP, SIC, TVZ e Robô) foram recebidos e repassados para outros operadores nas máquinas da linha, conforme era realizado o comissionamento. Profissionais de cada uma das empresas estiveram presentes na Moura e forneceram treinamentos para funcionários, esses treinamentos eram repassados para outros operadores e colaboradores a fim de desenvolver a matriz de habilidade de todos os integrantes do GA.
- Análise de viabilidade da replicação de projetos provenientes da LIM1 para a LIM2
- O aquecimento excessivo das interfaces homem-máquina (IHM) foi solucionado por meio do estabelecimento do aterramento das máquinas a despeito do que foi sugerido pelos técnicos de que havia algum problema nos circuitos internos dos computadores presentes na IHM.

4.2 KAIZEN

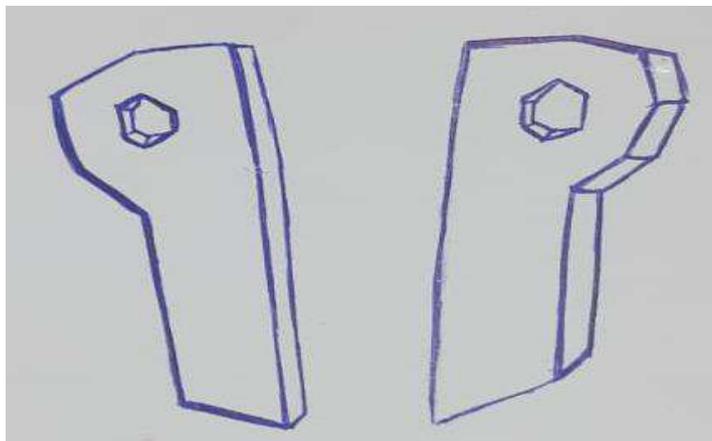
Foram executados *quick kaizen* e *standard kaizen* na LIM1 em relação ao aumento de produtividade, diminuição de custos de produção, aumento de segurança e diminuição na geração de resíduos, esses projetos foram analisados e testados, a partir da verificação de sua eficácia, partiram para a confecção a fim de serem instalados de maneira definitiva na linha, eles são descritos abaixo.

- *Standard Kaizen* das Placas: mediante uma grande quantidade de desperdício de placas na linha de montagem, foi delegado ao estagiário a realização de um *standard kaizen* destinado a reduzir significativamente o valor do *scrap* de placas na linha de montagem. A partir da aplicação do método de análise e solução de problemas, ações foram elaboradas e aplicadas com o objetivo de reduzir em 30% o *scrap* de placas na Unidade 10. Dentre as ações elaboradas está uma mudança no procedimento de tratamento do *scrap* de placas que reduz em 50% o trabalho efetuado pelo operador, isso implica em um menor contato do operador com o chumbo propriamente dito, contribuindo com a melhoria nas condições de segurança do operador em relação à quantidade de chumbo no sangue propiciada pelo contato direto do operador com o chumbo das placas e *straps*. Além do ganho em segurança, a mudança no procedimento de descarte das placas de *scrap* possibilitou um ganho mensal de 12 mil reais em decorrência da necessidade de descarte dos separadores poliméricos que compõem os envelopes das placas em cada elemento. Com a aplicação das ações restantes do projeto, o descarte de placas foi reduzido em 14% até o fim do estágio mas é esperado que conforme os novos hábitos se tornem mais naturais aos operadores, esse descarte continue diminuindo.
- *Standard das Garras*: no fim do estágio, uma série de projetos foi estabelecida para redução dos gastos da Unidade 10 em 2020, dentre eles um projeto com ganho de 576 mil reais foi delegado ao estagiário. O projeto buscava reduzir o número de quebras nas garras da COS, estruturas responsáveis pelo manejo dos elementos. As análises foram feitas e as ações foram elaboradas porém não foram implementadas. É esperado que, conforme as ações sejam postas em prática, os custos sejam reduzidos por

meio da diminuição de paradas. Dentre as ações formuladas estão a verificação periódica do estado dessas garras e um procedimento de verificação e adequação à condição básica da máquina.

- Alinhador de *straps* para o modelo de bateria GR27 e L5: antes da solda, é necessário que haja um alinhamento entre os *straps* dos elementos. Em decorrência do formato do *strap* de alguns modelos de bateria, não havia uma estrutura capaz de promover esse alinhamento. Logo, o estagiário desenvolveu um protótipo que funcionasse de maneira análoga ao alinhador existente, mas com alterações no formato de modo que fosse possível alinhar os *straps* para qualquer modelo de bateria sem alterar lógica da máquina, por meio da adição de um componente mecânico. Foram realizados testes manuais e mediante a comprovação do funcionamento, o alinhador seguiu para confecção em aço inox. A figura abaixo apresenta o esboço do alinhador proposto.

Figura 8: Esboço de alinhador de *straps* para bateria GR 27 e L5.

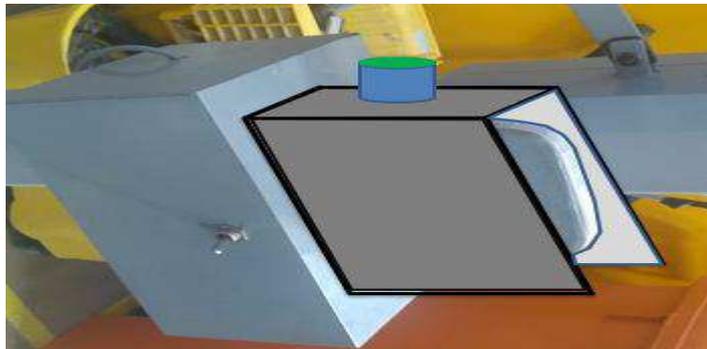


Fonte: Próprio Autor.

- Estrutura de teste da integridade dos envelopes formados: para garantir a integridade do envelope feito na EVP, é realizado um teste de força nos envelopes, contudo, a existência de microfuros sucateou 351 baterias produzidas, o que equivale a aproximadamente metade da produção de um turno, como forma de evitar a ocorrência de novos *scraps* atrelados à mesma causa, foi projetado um teste utilizando uma estrutura horizontal dotada de *leds* em sua extremidade e posicionada dentro de uma câmara escura revestida por espelhos. A câmara conta com sensores de luz interligados a uma lâmpada, a estrutura deve ser vestida com o envelope o qual se deseja testar, os *leds* são acesos e em caso de detecção de luz, os

sensores são sensibilizados e a lâmpada acende, indicando rasgos ou imperfeições na costura do envelope testado, o que leva à atuação da manutenção no cabeçote de envelopamento da máquina. A estrutura foi testada de maneira improvisada e mediante a comprovação do bom funcionamento, seguiu para confecção. Abaixo é apresentado um esboço da proposta de projeto.

Figura 9: Esboço do teste de integridade dos envelopes.



Fonte: Próprio Autor.

- Desenvolvimento de estruturas de proteção nas esteiras com o objetivo de proteger os operadores evitando o enroscamento das roupas dos operadores na esteira rolante.
- Colocação de sensores ópticos reflexivos na entrada das seladoras com o objetivo de impedir a entrada de baterias sem a sobretampa nas seladoras do acabamento evitando o scrap de baterias entrando sem sobretampa para serem seladas.
- Confecção de Relatórios enviados à Inglaterra, com o objetivo de obter o apoio da TBS para a solução de problemas nas máquinas da LIM1
- Utilização de um pequeno tanque de sílica-gel semelhante ao utilizado em transformadores para evitar o aumento da umidade em silos contendo óxido de chumbo

4.3 APOIO À LIM1

Além dos projetos cadastrados como *kaizen*, foram realizadas diversas atividades de apoio aos GAs da montagem, descritas abaixo.

- Confecção de planilhas para acompanhamento de *scrap*, produção, gestão de etiquetas

- Apoio na confecção de *kaizens* com os operadores.
- Desenvolvimento de formulários de acompanhamento nos procedimentos semanais de limpeza profunda que possibilitaram a redução do tempo de limpeza por meio de uma execução mais eficiente.
- Desenvolvimento de formulários de preparação das linhas de montagem, os “*warm-ups*”, que evitaram a ocorrência de problemas associados à linha não estar preparada quando os turnos de cada GA fossem ser iniciados.

Além dessas atividades, fazia parte da rotina do estagiário comparecer à reunião diária do Bom Dia (onde são repassados os principais acontecimentos do dia anterior) levantando e apresentando os problemas que haviam ocorrido na montagem, as soluções encontradas e as pendências existentes.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este relatório se propôs a apresentar as atividades realizadas durante o estágio integrado do aluno Cícero Rômulo, na Acumuladores Moura S.A. Foi possível participar de diversas atividades, tanto no âmbito da engenharia elétrica (disciplinas de Eletrônica, Instrumentação Eletrônica, Instalações Elétricas e Automação Industrial) quanto de outras engenharias, fortalecendo as noções da importância da interdisciplinaridade.

Além do aprendizado na engenharia mecânica e das noções de administração obtidas pelo convívio com outros profissionais, execução de atividades e projetos e a gestão das linhas (trabalho em equipe, liderança de equipes e planejamento das linhas e da unidade a curto, médio e longo prazo) foi possível contribuir para com a empresa, possibilitando o aumento de produtividade da linha de montagem, de 700 baterias por mês para 798 baterias por mês ao fim do estágio, redução de 14% no *scrap* da linha, comissionamento da LIM 2 e diminuição nos tempos de ajustes operacionais. A realização de um estágio em uma empresa com o porte da Moura possibilitou uma vivência inédita ao aluno, com a obtenção de experiência no mercado de trabalho, aplicação dos conhecimentos adquiridos no curso de graduação e também o estabelecimento de uma rede de contatos (*networking*), sendo assim uma ótima experiência, de grande importância para a formação do profissional em Engenharia Elétrica.

REFERÊNCIAS

ACUMULADORES MOURA. **Grupo Moura Baterias Automotivas**,
Belo Jardim, 2012.

ACUMULADORES MOURA. **Cartilha Moura WCM**, Belo Jardim, 2019.

ACUMULADORES MOURA. **Cartilha WCM Pilar AM**, Belo Jardim, 2018.

REVISTA EXAME. **Arquivos Novembro de 2019**. São Paulo, SP, Disponível em:
<https://exame.abril.com.br/revista-exame/em-busca-de--residuo-zero-na-producao-de-baterias/>
Acesso em 6 jan. 2020.

FENABRAVE - Federação Nacional de Distribuição de Veículos Automotores.
Informativo - Emplacamentos. Disponível em: <http://www.fenabrave.org.br>,
Acesso em 6 jan. 2020.

JUNIOR, G. **Cartilha 5G**, Belo Jardim, 2015.

MIRANDA, E. **WCM – World Class Manufacturing (Produção de Classe Mundial)**.
Linkedin, 2016