



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

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

Yasmim Almeida Mota Parente

Campina Grande - PB

Abril de 2024

Yasmim Almeida Mota Parente

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO ACUMULADORES MOURA S/A**

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em En-  
genharia Elétrica da Universidade Federal de  
Campina Grande como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do grau de Ba-  
charel em Engenharia Elétrica.*

Área de Concentração: Controle e Automação

Prof. Rafael Bezerra Correia Lima, D.Sc.

Orientador

Campina Grande - PB

Abril de 2024

Yasmim Almeida Mota Parente

## RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO ACUMULADORES MOURA S/A

*Relatório de Estágio Integrado submetido à  
Coordenação do Curso de Graduação em En-  
genharia Elétrica da Universidade Federal de  
Campina Grande como parte dos requisitos  
necessários para a obtenção do grau de Ba-  
charel em Engenharia Elétrica.*

Aprovado em 16 / 04 / 2024

---

**Prof. George Acioli Júnior, D.Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Avaliador

---

**Prof. Rafael Bezerra Correia Lima,  
D.Sc.**  
Universidade Federal de Campina Grande  
Orientador

Campina Grande - PB  
Abril de 2024

*Dedico este trabalho àqueles que me deram asas para voar, Ana Maria e José Arlann, cujo amor e apoio incansáveis moldaram não só meu presente, mas também meu futuro. E aos meus amados amigos, cuja presença ao longo desta jornada tornou cada desafio mais leve e cada vitória mais significativa.*

# Agradecimentos

Primeiramente, expresso minha gratidão a Deus, cuja sabedoria e força me sustentaram ao longo desta jornada.

À minha família, especialmente aos meus pais, agradeço pelo amor incondicional e apoio constante que serviram como alicerce para a construção dos meus sonhos. Estendo meu agradecimento a todos os membros da família, desde os queridos avós e tios até meu irmão e demais parentes, pelo constante incentivo e compreensão ao longo dessa trajetória.

Aos meus amigos da faculdade - André, Júnior, Mayra, Matheus, Clarice, Ítalo, João Lula, Pedro Jacob, Larissa Texeira, Marina, Cícero, Josias e Leiry -, expresso minha gratidão pela companhia e apoio nos momentos desafiadores e de celebração. Suas presenças tornaram esta experiência ainda mais enriquecedora.

À equipe da Engenharia Industrial do Grupo Moura, agradeço pela oportunidade de aprendizado e crescimento profissional. Especialmente à equipe de automação e indústria 4.0 - Eli Dias, Samuel Melo, Charles Jardim, Pedro Crivellari, Jádson Benevides e Lucas Borba -, expresso minha sincera gratidão. Trabalhar ao lado de vocês me permitiu absorver conhecimentos valiosos e desenvolver habilidades essenciais para minha trajetória profissional. A troca de experiências e o apoio mútuo dentro da equipe foram fundamentais para o meu crescimento ao longo do estágio.

A todos os colegas e colaboradores da empresa, agradeço pela troca de conhecimentos e experiências que enriqueceram minha jornada. Expresso também minha sincera gratidão aos amigos que fiz, tanto dentro quanto fora da empresa. Samuel Melo, Ana Beatriz, Bruna Albuquerque, Maria Eugênia, Renata Gomes, Paulo Sérgio, Maria Eduarda e Michele Costa - cada um de vocês contribuiu para tornar cada momento mais especial e significativo, dentro e fora do ambiente de trabalho.

Este trabalho é o resultado de uma jornada marcada pelo apoio e contribuição de tantas pessoas especiais, às quais sou profundamente grata.

# Resumo

No presente relatório, descrevem-se as principais atividades desempenhadas por Yasmim Almeida Mota Parente, estudante do curso de graduação em Engenharia Elétrica, durante seu estágio na empresa Acumuladores Moura S.A - Unidade 01, localizada em Belo Jardim – PE, a aproximadamente 180 km da capital Recife. Atuando no setor de Engenharia Industrial, Yasmim pôde aplicar os conhecimentos adquiridos durante sua formação acadêmica na indústria. Durante o período de estágio, ela participou ativamente dos projetos de automação da empresa, contribuindo para a elaboração e implementação de soluções destinadas à otimização dos processos industriais. Suas responsabilidades envolveram a programação e integração de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs) e sistemas de automação, bem como a análise e otimização dos processos visando aumentar a eficiência e produtividade. Além disso, ela esteve envolvida na implementação de sistemas de monitoramento de chão de fábrica e na automação de equipamentos específicos, como a esteira Properzi e sistemas de transporte. Durante o estágio, Yasmim dedicou-se a garantir a qualidade e o funcionamento dos sistemas automatizados, seguindo os padrões de segurança estabelecidos, e também auxiliou na identificação e resolução de problemas relacionados à automação industrial, com o objetivo de promover melhorias contínuas nos processos produtivos.

**Palavras-chave:** Baterias chumbo-ácido; engenharia industrial; automação; indústria 4.0; Acumuladores Moura; Grupo Moura.

# Abstract

In the present report, the main activities carried out by Yasmim Almeida Mota Parente, a student of the Electrical Engineering undergraduate program, during her internship at Acumuladores Moura S.A - Unit 01, located in Belo Jardim – PE, approximately 180 km from the capital Recife, are described. Working in the Industrial Engineering sector, Yasmim was able to apply the knowledge acquired during her academic studies in the industry. During the internship period, she actively participated in the company's automation projects, contributing to the development and implementation of solutions aimed at optimizing industrial processes. Her responsibilities included programming and integrating Programmable Logic Controllers (PLCs) and automation systems, as well as analyzing and optimizing processes to increase efficiency and productivity. Additionally, she was involved in the implementation of floor monitoring systems and the automation of specific equipment, such as the Properzi conveyor and transportation systems. Throughout the internship, Yasmim focused on ensuring the quality and functionality of automated systems, adhering to established safety standards, and also assisted in identifying and resolving issues related to industrial automation, with the aim of promoting continuous improvements in production processes.

**Keywords:** Lead-acid batteries; industrial engineering; automation; Industry 4.0; Acumuladores Moura; Moura Group.

# Lista de Ilustrações

Figura 1 – Unidade Matriz Acumuladores Moura. . . . .	1
Figura 2 – Time da Engenharia Industrial. . . . .	6
Figura 3 – Equipe de Automação e Indústria 4.0. . . . .	7
Figura 4 – Fluxograma geral do processo de fabricação. . . . .	8
Figura 5 – Componentes da Bateria Automotiva Moura. . . . .	11
Figura 6 – Fluxograma do ciclo de vida de projetos. . . . .	15
Figura 7 – Ciclo de Vida dos Projetos de Célula Robótica. . . . .	17
Figura 8 – Ciclo de Vida dos Projetos de Automação. . . . .	18
Figura 9 – Ciclo de Vida dos Projetos de Escopo Aberto. . . . .	19
Figura 10 – Ciclo de Vida dos Projetos de PDCA. . . . .	20
Figura 11 – Ciclo de Vida dos Projetos Hora-Hora. . . . .	21
Figura 12 – Indicador de Gestão de Projetos. . . . .	22
Figura 13 – Plano de Ação com a metodologia 5W2H. . . . .	24
Figura 14 – Perdas Médias Mensais em 2023 (Horas). . . . .	26
Figura 15 – Arquitetura do Moura M3S. . . . .	27
Figura 16 – Quadro de Aquisição de Dados. . . . .	28
Figura 17 – Fluxos no Node-RED. . . . .	29
Figura 18 – Armazenamento de Dados utilizando a ferramenta DBeaver. . . . .	30
Figura 19 – Relatório de Perdas. . . . .	31
Figura 20 – Monitoramento na LIM14. . . . .	32
Figura 21 – Plataforma do Moura M3S. . . . .	33
Figura 22 – Mini Manual do Moura M3S. . . . .	34
Figura 23 – Grade. . . . .	35
Figura 24 – Estudo do Sistema. . . . .	36
Figura 25 – Esteira Properzi. . . . .	37
Figura 26 – Quantidade de lingotes na esteira. . . . .	37
Figura 27 – Proposta. . . . .	38
Figura 28 – Esteira Proposta. . . . .	39
Figura 29 – Boia para acionamento automático da esteira. . . . .	40
Figura 30 – Layout Esteira Properzi. . . . .	41
Figura 31 – Conexões. . . . .	42
Figura 32 – Equipamentos . . . . .	43

# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tempos de cada etapa do processo . . . . .	38
Tabela 2 – Dispostivos . . . . .	39
Tabela 3 – Mapeamento de Equipamentos . . . . .	40

# Lista de abreviaturas e siglas

ACMO	Acumuladores Moura
BI	Business Intelligence
CLP	Controlador Lógico Programável
COS	Casting On Strap
DIE	Teste de Dielétrico
ERP	Enterprise Resource Planning
IHM	Interface Homem-Máquina
LVB	Levantadora de Borne
MAN	Máquina Automática de Nivelar
MEN	Máquina de Encher e Nivelar
MES	Manufacturing Execution Systems
MLB	Máquina de Lixar Bornes
MLS	Máquina de Lavagem e Secagem da Bateria
MRT	Máquina de Rotular
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PLT	Plastificadora
SDM	Serviços Digitais Moura
SLR	Seladora
TAP	Termo de Abertura do Projeto
TCA	Tensão de Circuito Aberto
TCC	Teste de Curto-Circuito
TAD	Teste de Auto Descarga
TN	Teste de Nivelamento

TV	Teste de Visão
TVZ	Teste de Vazamento
UGB	Unidade de Gestão Básica
WCM	World Class Manufacturing

# Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos	2
1.2	Organização do Trabalho	2
<b>2</b>	<b>A EMPRESA</b>	<b>3</b>
2.1	Histórico	4
2.2	Estrutura Organizacional	4
2.3	Unidade 01 - Moura Baterias Industriais	6
2.4	Departamento de Engenharia Industrial	6
<b>3</b>	<b>PROCESSO PRODUTIVO</b>	<b>8</b>
3.1	Fundição e Empastamento	8
3.2	Montagem	10
3.3	Formação e Acabamento	11
<b>4</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	<b>14</b>
<b>4.1</b>	<b>Gestão de projetos de automação e indústria 4.0</b>	<b>14</b>
4.1.1	Ciclo de Vida dos Projetos de Célula Robótica	17
4.1.2	Ciclo de Vida dos Projetos de Automação	17
4.1.3	Ciclo de Vida de Projetos de Escopo Aberto	17
4.1.4	PDCA (Plan-Do-Check-Act)	18
4.1.5	Hora-Hora	19
4.1.6	Kanban	19
4.1.7	Plano de Ação	21
<b>4.2</b>	<b>Instalação do M3S e Análise de Perdas nas linhas 11 e 14 de Montagem</b>	<b>24</b>
4.2.1	Hidden Factory	24
4.2.2	Arquitetura do Moura M3S	26
4.2.3	Análise de Perdas	30
4.2.4	Plataforma de Monitoramento	31
4.2.5	Ganho	32
4.2.6	Manual do Usuário	33
<b>4.3</b>	<b>Automação da Laminadora Properzi para otimização de posto</b>	<b>34</b>
4.3.1	Processo de Produção das Grades para Baterias Automotivas	34
4.3.2	Estudo do Sistema	35
4.3.3	Proposta e Escopo do Projeto	37

<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES . . . . .</b>	<b>44</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .</b>	<b>45</b>

# 1 Introdução

O presente trabalho faz referência ao estágio curricular desenvolvido pela aluna do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Yasmim Almeida Mota Parente, realizado na Acumuladores Moura S/A, localizada no município de Belo Jardim, Pernambuco, Brasil, de outubro de 2022 a março de 2024, totalizando uma carga horária de 2130 horas. O estágio foi alocado no Departamento de Engenharia Industrial da UN01, na equipe de Automação e Indústria 4.0.

Durante o período de estágio, a estagiária participou de uma série de treinamentos relacionados à metodologia WCM. Estes incluíram a imersão em práticas como Metodologia Kaizen, 5W1H e 5 porquês, 7 ferramentas WCM, Tratamento de Anomalias e 5S. Além disso, a estagiária teve o privilégio de integrar a Academia de Estagiários Moura, onde teve acesso a uma ampla gama de treinamentos, abordando temas como Kaizen, O papel do estagiário e Postura profissional, Inteligência emocional e Planejamento de carreira. Além disso, participou do Seminário dos Estagiários de Engenharia de Manutenção, Produção e Apoio, no qual apresentou seu portfólio de projetos e recebeu *feedbacks* construtivos dos espectadores.

Figura 1 – Unidade Matriz Acumuladores Moura.



Fonte: Acumuladores Moura.

## 1.1 Objetivos

O estágio busca oferecer à aluna uma perspectiva distinta da experiência acadêmica, com o intuito de aprimorar suas competências profissionais. O objetivo principal é capacitá-la a empregar os conhecimentos teóricos adquiridos no ambiente acadêmico na resolução de desafios práticos enfrentados por engenheiros no cotidiano profissional.

Durante o estágio no departamento de Engenharia Industrial na Acumuladores Moura S.A, as seguintes atividades foram realizadas:

- Desenvolver projetos de automação e indústria 4.0;
- Acompanhar o desenvolvimento e execução de projetos;
- Supervisionar serviços de instalação em campo;
- Coletar dados das linhas produção através de IOTs (Internet das Coisas);
- Desenvolver habilidades na gestão, armazenamento e análise de Big Data, incluindo programação, visando contribuir para a tomada de decisões informadas e o desenvolvimento de soluções inovadoras;
- Aplicar metodologia Design Thinking;
- Participar das rotinas de gestão de projetos.

## 1.2 Organização do Trabalho

A estrutura deste relatório segue uma organização em quatro capítulos, incluindo esta introdução.

No Capítulo 2, será apresentada uma visão detalhada da empresa Acumuladores Moura S.A., abordando seus setores e estrutura organizacional.

No Capítulo 3, será apresentado o processo produtivo para fabricação de baterias automotivas.

O Capítulo 4 destacará o setor de trabalho da estagiária, juntamente com as atividades realizadas durante o período de estágio.

Por fim, no Capítulo 5, serão apresentadas as conclusões decorrentes deste trabalho.

## 2 A Empresa

A Acumuladores Moura S/A é uma empresa brasileira líder no mercado de baterias automotivas na América do Sul. Fundada em 1957, na cidade de Belo Jardim, no estado de Pernambuco, a empresa se destaca pela sua excelência em qualidade e inovação tecnológica. Com uma trajetória de mais de seis décadas, a Moura consolidou sua posição como referência no setor, atendendo tanto o mercado nacional quanto internacional (GRUPO...).

A empresa possui uma ampla gama de produtos que abrange desde baterias para veículos leves até soluções para veículos pesados, além de baterias estacionárias e sistemas de energia renovável. Essa diversidade de produtos é resultado de um constante investimento em pesquisa e desenvolvimento, visando oferecer soluções cada vez mais eficientes e sustentáveis para seus clientes.

Além da sua preocupação com a qualidade dos produtos, a Acumuladores Moura também se destaca pelo seu compromisso com a responsabilidade social e ambiental. A empresa implementa práticas sustentáveis em todas as etapas do processo produtivo, desde a seleção de matérias-primas até a reciclagem de baterias no final da sua vida útil.

Com uma equipe altamente qualificada e uma infraestrutura moderna e eficiente, a Acumuladores Moura continua a inovar e a se adaptar às mudanças do mercado, mantendo-se sempre na vanguarda da indústria de baterias automotivas. Sua história de sucesso é um testemunho do compromisso da empresa com a qualidade, a excelência e a sustentabilidade.

A Acumuladores Moura S/A atualmente fabrica uma ampla gama de produtos, incluindo:

- Baterias automotivas para veículos leves e pesados;
- Baterias estacionárias para uso em sistemas de energia renovável, como solar e eólica;
- Baterias para motocicletas;
- Baterias para equipamentos agrícolas e de construção;
- Baterias para embarcações marítimas;
- Baterias para veículos elétricos e híbridos.

## 2.1 Histórico

A Acumuladores Moura S/A teve sua origem em 1957, na cidade de Belo Jardim, Pernambuco, graças ao empreendedorismo do químico industrial Edson Mororó Moura e sua esposa, Maria da Conceição Viana Moura. No início, a empresa enfrentou desafios significativos, com suas baterias apresentando baixa qualidade e vendas limitadas ao interior de Pernambuco, Paraíba e Alagoas, produzindo apenas cerca de 50 baterias por mês. No entanto, após quase uma década de existência, a empresa obteve um financiamento do Banco do Nordeste e da Sudene, o que permitiu a construção de uma planta industrial mais moderna e a aquisição de equipamentos de qualidade para a fabricação de baterias de alto desempenho.

Em 1968, a Moura estabeleceu uma parceria estratégica com a Chloride, a maior montadora de baterias da época, o que impulsionou significativamente seus avanços tecnológicos e expandiu sua atuação para todo o território brasileiro. A partir desse marco, a empresa começou a estabelecer unidades de distribuição em todo o país, ampliando sua presença e consolidando sua posição como líder no mercado de baterias automotivas.

Ao longo dos anos, a Acumuladores Moura S/A continuou a buscar melhorias em suas operações e produtos, investindo em tecnologia, estabelecendo parcerias estratégicas e expandindo sua rede de distribuição não apenas em todo o Brasil, mas também em outros países, como Inglaterra, Argentina, Porto Rico, Paraguai, Uruguai e Chile. O compromisso da empresa com a qualidade e a inovação a transformou de uma modesta fábrica de baterias automotivas em 1957, localizada no quintal de uma casa em Belo Jardim, em um dos principais grupos econômicos e industriais do Brasil.

A sequência cronológica dos principais marcos da empresa, desde sua fundação até os dias atuais, demonstra sua constante evolução e conquistas significativas ao longo do tempo. Esses marcos incluem desde o lançamento de novos produtos e o início do fornecimento para grandes montadoras automotivas até a inauguração de novas plantas industriais e o reconhecimento do seu desempenho exemplar no setor.

## 2.2 Estrutura Organizacional

Atualmente a Acumuladores Moura S/A possui diversas unidades localizadas no Brasil e em outros países. A subdivisão de unidades permite uma gestão mais efetiva da empresa, pois assim, estas unidades independentes participam de uma parte específica do processo, desde a obtenção da matéria prima até a entrega ao cliente. Abaixo, pode ser encontrado um resumo das atividades de cada unidade.

- **Belo Jardim-PE:**

- **UN 01 (Matriz)**: possui quase toda a cadeia produtiva para a fabricação de baterias. Esses processos são: Produção de placas, Montagem, Formação e Acabamento. Seu produto acabado são baterias automotivas.
  - **UN 04**: responsável por produzir os lingotes de chumbo, além de realizar a reciclagem das baterias inservíveis.
  - **UN 05**: produz as partes de plástico que compõem a bateria (caixa, tampa e sobre tampa), além de fabricar os polos.
  - **UN 08**: produz óxido de chumbo, baterias industriais e baterias de moto.
  - **UN 10**: produz baterias automotivas.
  - **UN 12**: centro de distribuição.
  - **UN 14**: unidade em construção, que substituirá a UN 04, sendo responsável futuramente por produzir os lingotes de chumbo e reciclar as baterias inservíveis.
- **Itapetininga-SP**:
    - **UN 06 (MBAI)**: recebe baterias montadas e realiza os processos de Formação e Acabamento.
- **Pilar-ARG**:
    - **BASA**: fornece baterias para montadoras e para o mercado de reposição na Argentina.

## 2.3 Unidade 01 - Moura Baterias Industriais

O estágio realizado foi desenvolvido na Unidade 01 da ACMO. Nela são montadas, formadas e acabadas baterias automotivas, náuticas e estacionárias, estas vão para parte do mercado de reposição nacional e internacional e para Fiat e Ford Argentina.

Esta unidade é dividida basicamente em duas partes: área fabril e áreas de apoio administrativo. A área fabril é subdividida nas seguintes Unidades Gerenciais Básicas (UGB's):

- UGB-01 – Moinho, fundição, empastamento e cura/secagem;
- UGB's 2 e 3 – Montagem das baterias;
- UGB-04 – Formação e acabamento de baterias.

A área de apoio engloba setores como Engenharia, Logística e toda a parte Administrativa e Financeira da unidade.

## 2.4 Departamento de Engenharia Industrial

O departamento de Engenharia Industrial desempenha um papel crucial na execução e planejamento de projetos relacionados à manufatura e à melhoria da infraestrutura, bem como na promoção da produtividade da empresa. A equipe é encarregada de gerenciar a instalação de novos equipamentos nas plantas industriais, garantindo seu correto funcionamento.

Figura 2 – Time da Engenharia Industrial.



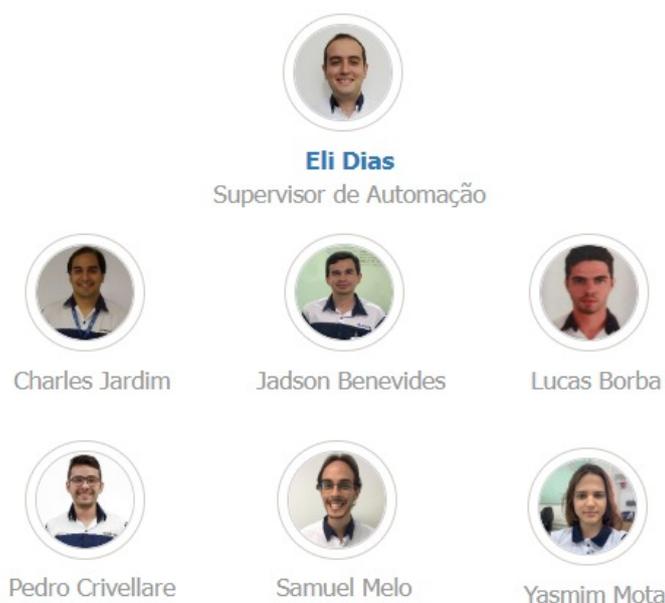
Fonte: Autoria Própria.

O principal objetivo é assegurar a satisfação dos clientes internos, alinhando as necessidades de cada projeto com as estratégias globais delineadas pela direção da empresa, em consonância com o planejamento estratégico e o plano diretor.

Os princípios da metodologia WCM são seguidos rigorosamente para garantir a excelência nos processos. Além disso, investe-se na capacitação da equipe, visando aprimorar suas habilidades na concepção e implementação de projetos de desenvolvimento e melhorias. Busca-se constantemente otimizar a cadeia de fornecedores, visando uma melhor relação custo-benefício, e está-se sempre atento a oportunidades de inovação nos produtos.

Na área de automação, concentra-se esforços no desenvolvimento de projetos que atendam às demandas específicas da produção, utilizando tecnologias como controladores lógicos programáveis e sistemas de supervisão de dados.

Figura 3 – Equipe de Automação e Indústria 4.0.



Fonte: Acumuladores Moura.

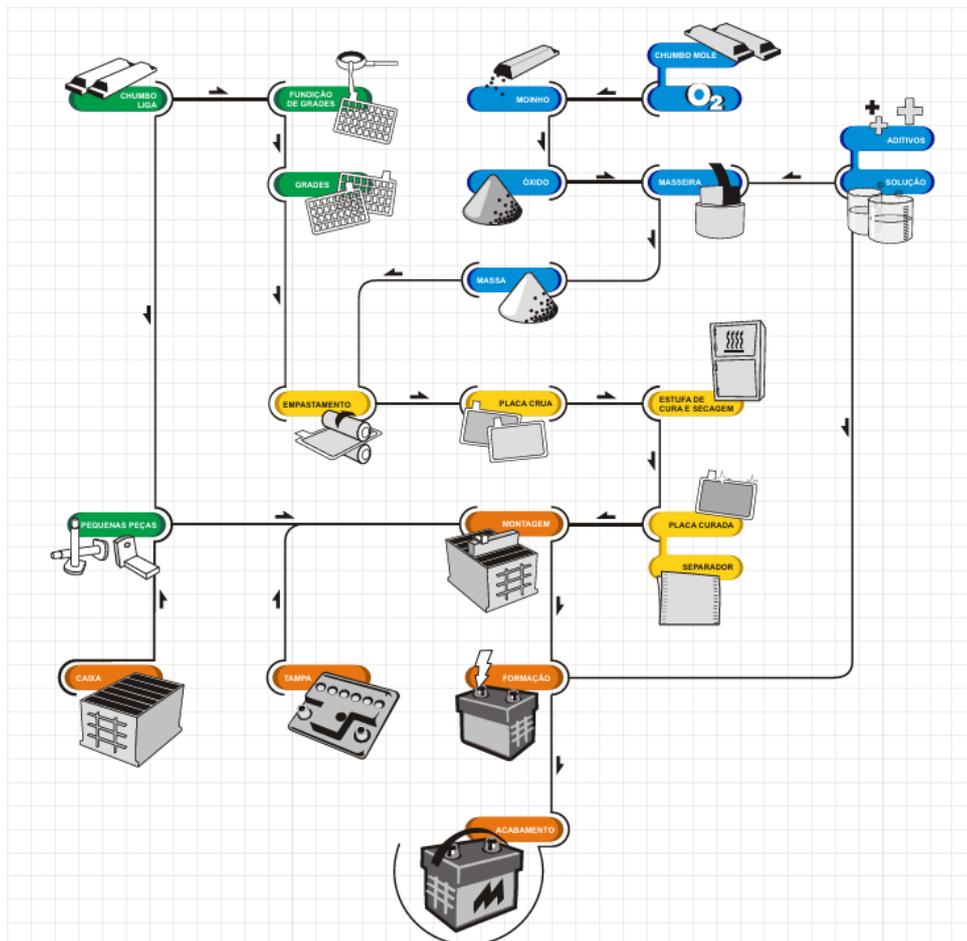
Quanto ao desenho industrial, trabalha-se para manter uma documentação completa de todos os equipamentos, instalações e peças, em conformidade com as normas técnicas aplicáveis. Além disso, está-se constantemente envolvido no desenvolvimento de projetos para aprimorar a planta fabril, garantindo sua eficiência e segurança.

A estrutura organizacional reflete uma abordagem integrada e focada em resultados, comprometida em garantir o sucesso de cada projeto empreendido.

## 3 Processo Produtivo

O processo de produção de uma bateria passa por diversas etapas. Inicialmente, ocorre a produção das grades e do óxido de chumbo, que são iniciadas simultaneamente. Em seguida, a segunda etapa abrange o processo de empastamento, cura e secagem. Posteriormente, os diversos elementos são conectados à caixa, culminando com a selagem da tampa. Por fim, ocorre o processo de formação da bateria.

Figura 4 – Fluxograma geral do processo de fabricação.



Fonte: Acumuladores Moura.

### 3.1 Fundição e Empastamento

A Unidade Gerencial Básica 01 representa o ponto de partida na fabricação das baterias Moura. Esta unidade é subdividida em dois processos distintos: a fabricação da massa e a produção das grades.

Na fabricação da massa, o óxido de chumbo desempenha um papel crucial, sendo o componente principal utilizado para empastar as grades da bateria. Esse óxido é obtido através da fusão de chumbo altamente puro. Atualmente, a Moura emprega dois equipamentos distintos para essa produção: o moinho de atrito e o reator Barton, contando com sete reatores Barton e dois moinhos de atrito em operação.

O processo tem início nos cadinhos, onde o chumbo é derretido e então transferido para o reator em estado líquido, mantido a uma temperatura entre 350 e 360°C. As partículas de óxido resultantes são aspiradas e passam por um sistema de sucção, atravessando o classificador, ciclones, filtros e sendo transportadas por roscas e elevadores até os silos, onde maturam por 24 horas.

Após a produção do óxido de chumbo, a massa utilizada para o empastamento das placas positivas e negativas é preparada. Os componentes são adicionados em uma masseira e misturados por um período específico, variando conforme o tipo de massa. Em seguida, a massa é descarregada nas empastadeiras para iniciar o processo de empastamento das placas. Os ingredientes das massas positivas e negativas apresentam ligeiras variações:

#### **Massa positiva:**

- Óxido de chumbo;
- Solução diluída de ácido sulfúrico;
- Água desmineralizada;
- Fibra de vidro.

#### **Massa negativa:**

- Óxido de chumbo;
- Solução diluída de ácido sulfúrico;
- Água desmineralizada;
- Fibra de vidro;
- Negro de fumo;
- Sulfato de Bário;
- Vanisperse.

No que se refere à fabricação das grades, estas não são feitas de chumbo puro, mas sim de ligas de selênio, prata ou cálcio, com o objetivo de aprimorar propriedades como rigidez, resistência à corrosão e dureza. As ligas de prata e selênio são utilizadas nas grades positivas, sendo identificadas pelas cores verde e azul, respectivamente, enquanto a liga de cálcio é empregada nas grades negativas, sendo identificada pela cor marrom.

O chumbo-liga é fornecido pela UN-05 (Metalúrgica) na forma de lingotes, os quais são derretidos em cadinhos a uma temperatura entre 480°C e 510°C. Após o processo de fundição, a liga é depositada em moldes e passa por um processo de resfriamento, atingindo aproximadamente 190°C. Ao sair dos moldes, as rebarbas são removidas e reaproveitadas, retornando ao processo.

A etapa final na formação das grades é o processo de cura, onde as propriedades finais da liga são adquiridas. Para as grades negativas, a cura é realizada ao ar, enquanto para as grades positivas de liga de prata, a cura ocorre em estufas a aproximadamente 93°C, com circulação de vapor por 3 horas.

O empastamento tem início com a adição da massa ao cabeçote da empastadeira, onde é pressionada contra as placas, aderindo a elas. Após essa etapa, as placas passam por um túnel de pré-secagem para remover a umidade externa, evitando a adesão entre elas. Em seguida, são levadas a uma estufa de cura, onde permanecem por no mínimo 24 horas, para reduzir o teor de chumbo livre, evitando a perda de massa durante o uso da bateria. Por fim, as placas são conduzidas a uma etapa de secagem após deixarem a estufa de cura.

## 3.2 Montagem

A montagem das baterias consiste na organização das placas positivas e negativas de modelos específicos para cada bateria, juntamente com um separador microporoso, em elementos. Esses elementos são dispostos em cubas dentro de uma caixa de polipropileno, fabricadas na unidade 05. Realizam-se conexões, conhecidas como soldas intercel, entre os elementos. Por fim, a tampa é selada e as baterias montadas são dispostas em paletes para transporte. Os principais elementos da bateria montada são apresentados na Figura 5.

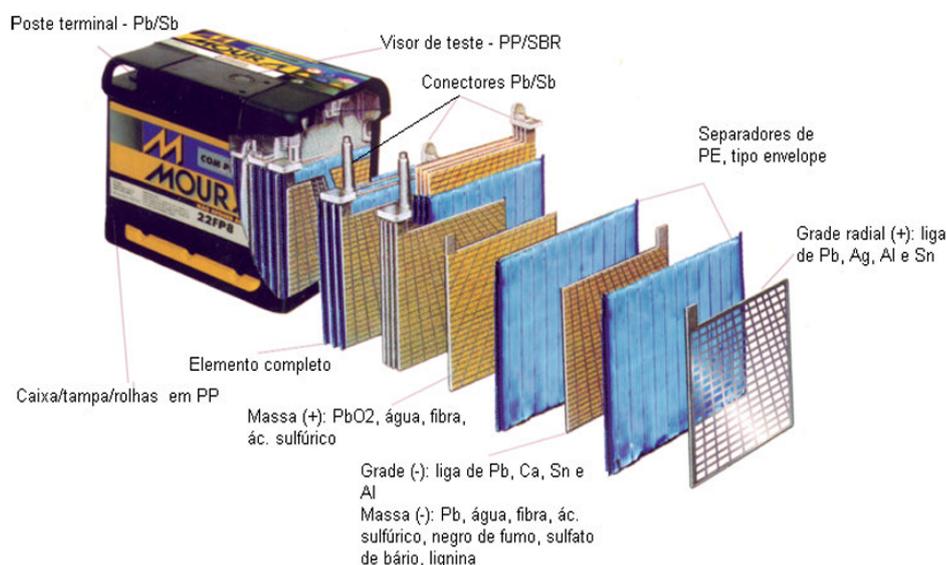
As etapas da montagem são:

- Envelopamento: Com as placas positivas e negativas já finalizadas, é realizado o envelopamento das placas negativas com o objetivo de isolar as placas positivas das negativas.
- Solda COS: Após o envelopamento, as placas positivas e negativas são distribuídas de acordo com uma ordem para cada tipo de bateria e passam pela Solda COS, onde ocorre a limpeza das “orelhas” e a lubrificação por meio de escovas, a fusão das

“orelhas” forma os straps por meio de moldes e em seguida são colocadas na caixa da bateria. Testes da fusão das orelhas com os straps são realizados em determinados intervalos de tempo.

- Solda Intercel: Em seguida, é realizada a fusão dos straps de cada célula da bateria. Em determinados intervalos de tempo são feitos testes da fusão dos straps.
- TCC: Realiza-se então o teste de curto-circuito, para verificar se as células estão em curto.
- SLR: Em seguida, as baterias passam pela Seladora (SLR), que faz a selagem da tampa com a caixa da bateria. Testes são feitos para verificar a qualidade dessa selagem.
- LVB: Faz-se então o levantamento e o acabamento dos pólos pela LVB ou de forma manual em algumas linhas.
- TVZ: Em seguida, é feito o teste de vazamento TVZ, que verifica vazamentos na caixa da bateria.
- Identificação: Por fim, faz-se a identificação das baterias na caixa.

Figura 5 – Componentes da Bateria Automotiva Moura.



Fonte: Acumuladores Moura.

### 3.3 Formação e Acabamento

O processo de formação consiste na conversão do material ativo presente nas placas,  $PbSO_4$ , em dióxido de chumbo ( $PbO_2$ ) nas placas positivas e chumbo metálico

esponjoso (Pb) nas placas negativas. Para isso, as baterias montadas são preenchidas com uma solução de ácido sulfúrico,  $H_2SO_4(aq)$ , e dispostas em bancos para o processo de injeção de carga (formação). Dentro dos bancos, as baterias são circundadas de água para auxiliar na dispersão do calor gerado durante as reações de formação. As baterias são dispostas em circuitos, sendo a quantidade destes determinada pelo tamanho do banco de formação. Em seguida, uma fonte externa transfere energia elétrica para as baterias de forma monitorada e controlada, dando início às reações de carga, onde o material ativo das placas é eletroquimicamente transformado.

A Formação é o processo que tem como objetivo formar eletroquimicamente a bateria, fornecendo a carga inicial. As baterias são enchidas com uma solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) e, em seguida, são carregadas sob correntes e temperaturas controladas. Neste processo, ocorre a conversão do monóxido de chumbo (PbO), precursor, em dióxido de chumbo (PbO<sub>2</sub>) nas placas positivas e em chumbo esponjoso (Pb) nas placas negativas.

Os elementos necessários para a realização da formação são a bateria crua (montada), a solução ácida, energia e programação/demanda. O processo começa com a desmineralização da água para utilização no preparo da solução. São utilizados desmineralizadores para remover os sais da água, que passa por filtros como o Filtro de Areia (para partículas maiores), o Filtro de Carvão (para odor), o Filtro de Resina Catiônica (para íons positivos) e o Filtro Aniônico (para íons negativos). Periodicamente, são realizados testes de condutividade da água para verificar sua qualidade. Uma condutividade acima de 20  $\mu S$  indica um excesso de sais, e a água continua no processo de desmineralização para evitar a formação de pilhas de íons nas placas.

Em seguida, a solução ácida utilizada nas baterias é produzida em tanques, onde ocorre a mistura da água com o ácido sulfúrico, adicionando-se também sulfato de sódio para evitar microcurtos. Essa reação é exotérmica e a temperatura dos tanques é mantida em torno de 90°C. Utiliza-se uma tubulação de ar comprimido para homogeneizar e resfriar a solução, além de uma tubulação para armazenamento em outros tanques. Após fabricada e estocada, a solução é bombeada para uma plataforma superior, que distribui de acordo com a demanda.

As etapas que ocorrem no processo de formação das baterias são:

- MEN: Máquina de Encher e Nivelar, responsável pelo enchimento e nivelamento da solução da bateria.
- Bancos para Formação: Após o enchimento, as baterias são colocadas nos bancos, onde ocorre o carregamento. Elas são ligadas em série em quantidades que variam de acordo com o tipo de bateria e passam pelo processo de carregamento sob correntes e temperaturas controladas. A temperatura é controlada pela troca de calor das

baterias com água resfriada, e o resfriamento da água ocorre em torres de resfriamento através da aspiração do ar.

- Após o processo de formação, o nível de eletrólito é reduzido e torna-se mais concentrado do que no momento do enchimento. As baterias passam por um processo de acabamento, onde o nível e a densidade da solução são controlados, as baterias são lavadas, testadas, seladas com uma sobretampa e recebem um acabamento final.
- Após receberem rótulo, garantia e serem paletizadas, são direcionadas para o centro de distribuição.

As etapas do processo de acabamento de baterias são:

- MAN: Máquina Automática de Nivelar, responsável pelo nivelamento da solução da bateria.
- TN: Teste de Nivelamento.
- MLS: Máquina de Lavagem e Secagem da bateria.
- SLR: Colocação da sobretampa e selagem na Seladora.
- TVZ: Teste de Vazamento na bateria.
- MLB: Máquina de Lixar Bornes, que faz a fixação e o polimento dos bornes ou polos da bateria.
- TAD: Teste de Auto Descarga, onde medem-se a tensão de circuito aberto (TCA) e a tensão de circuito fechado.
- DIE: Teste de Dielétrico, com aplicação de 6 kV no borne da bateria para verificar a fuga de corrente. Pesagem da Bateria.
- MRT: Máquina de Rotular.
- TV: Teste de Visão, que verifica a conformidade da rotulagem.
- PLT: Plastificação da Bateria.
- Identificação: Aplicação de um código de identificação.
- Aplicação da alça e paletização.

## 4 Atividades Desenvolvidas

Durante seu tempo de estágio, a estagiária se concentrou nas seguintes atividades:

- Gestão de projetos de automação e indústria 4.0;
- Instalação do M3S e análise de perdas nas linhas 11 e 14 de montagem;
- Automação da Laminadora Properzi para otimização de posto;
- Comissionamento de máquinas da linha de 7AH da UN08;
- Automação para pesagem de aditivos;
- Kaizens de redução de tempo de ciclo.

### 4.1 Gestão de projetos de automação e indústria 4.0

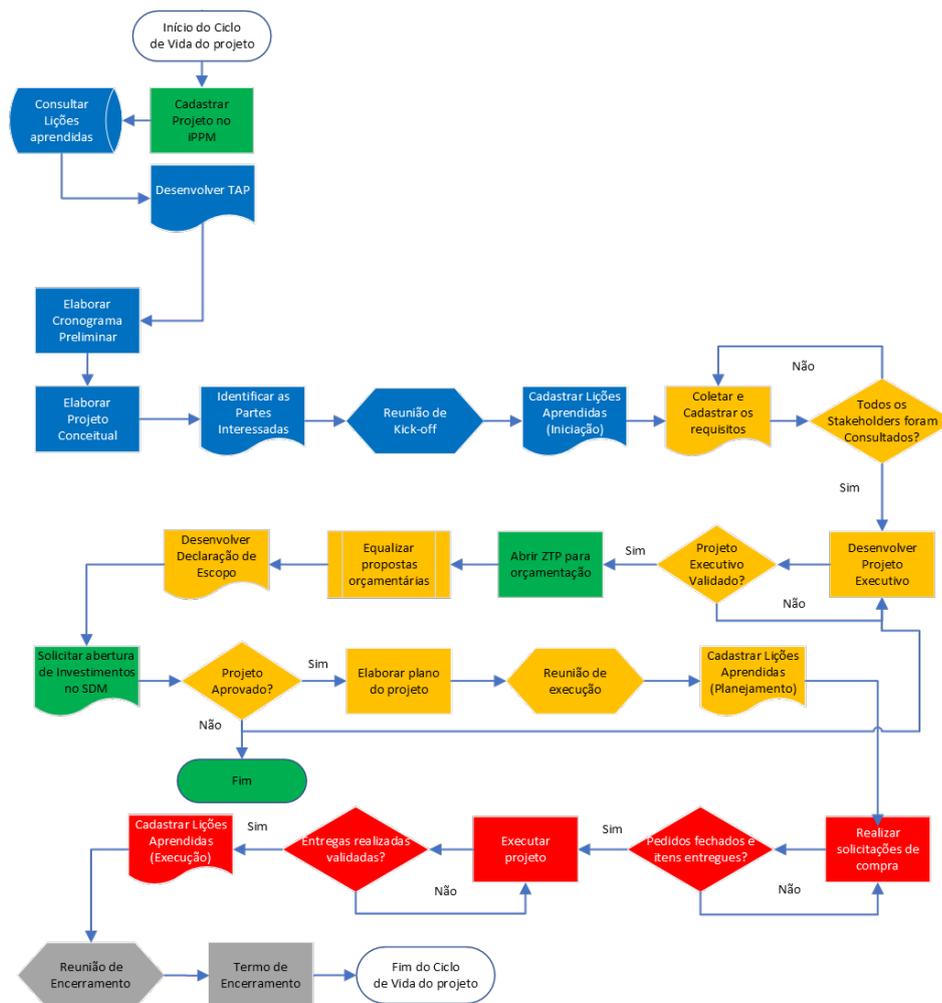
A gestão de projetos é uma abordagem sistemática para planejar, executar e controlar projetos para atingir metas específicas dentro de prazos e orçamentos definidos. Ela envolve a aplicação de habilidades, conhecimentos, ferramentas e técnicas para definir e alcançar objetivos, enquanto considera os recursos disponíveis e as restrições do projeto (DUARTE, 2016).

A gestão de projetos segue um ciclo de vida que inclui as seguintes etapas principais:

- Inicialização: Nesta fase, o projeto é concebido, e seus objetivos e requisitos são definidos. Os recursos iniciais são identificados, e o escopo do projeto é delineado.
- Planejamento: Durante esta etapa, são desenvolvidos planos detalhados que descrevem como o projeto será executado, monitorado e controlado. Isso inclui a definição de metas, cronogramas, orçamentos, recursos necessários, e a identificação de riscos potenciais.
- Execução: Aqui, as atividades do projeto são realizadas de acordo com o plano estabelecido. Os recursos são alocados, equipes são coordenadas, e os processos são implementados para atingir os objetivos do projeto.
- Monitoramento e Controle: Durante toda a execução do projeto, o progresso é monitorado em relação ao plano estabelecido. Medidas corretivas são tomadas quando necessário para garantir que o projeto permaneça no caminho certo em termos de prazo, custo e qualidade.

- Encerramento: Nesta fase final, o projeto é concluído e entregue aos stakeholders. Isso inclui a finalização de todas as atividades, revisão do desempenho do projeto, documentação dos resultados e lições aprendidas, e formalização do encerramento do projeto.

Figura 6 – Fluxograma do ciclo de vida de projetos.



Fonte: Acumuladores Moura.

Algumas etapas do fluxograma do ciclo de vida de projetos são:

1. **Cadastro do Projeto no IPPM:** Esta é a fase inicial onde o projeto é registrado no sistema de gerenciamento de projetos da organização.
2. **Desenvolvimento do TAP (Termo de Abertura do Projeto):** O TAP é um documento que define os objetivos, escopo, entregas, recursos, cronograma preliminar e outras informações essenciais do projeto. Seu objetivo é fornecer uma visão geral clara do projeto e estabelecer a autoridade do gerente do projeto.

3. **Elaboração do Cronograma:** Durante esta fase, é desenvolvido um cronograma detalhado que define as atividades, suas durações e as dependências entre elas.
4. **Identificação de Partes Interessadas:** São identificadas todas as partes interessadas no projeto, ou seja, as pessoas ou grupos que serão afetados pelo projeto ou que podem influenciar seu resultado.
5. **Reunião Kick-off:** Uma reunião realizada no início do projeto para apresentar a equipe, o escopo, os objetivos e outras informações importantes do projeto, visando alinhar todas as partes interessadas.
6. **Requisitos:** Os requisitos do projeto são levantados e documentados, garantindo que todas as expectativas das partes interessadas sejam compreendidas e atendidas.
7. **Abertura da Tomada de Preço para Orçamentação:** A tomada de preço é uma área específica designada para o projeto dentro da organização. Nesta etapa, são alocados recursos e orçamentos para o projeto.
8. **Declaração de Escopo:** Este documento define o escopo do projeto, ou seja, o que será entregue e o que não será entregue durante o projeto.
9. **Solicitar Abertura no SDM ( Serviços Digitais Moura):** O SDM é utilizado para solicitar abertura de um centro de investimento para o projeto.
10. **Elaborar Plano do Projeto:** O plano do projeto detalha como o projeto será executado, monitorado, controlado e encerrado. Ele inclui informações sobre as atividades, recursos, cronograma, orçamento e riscos.
11. **Realizar Solicitação de Compras:** Durante esta fase, são solicitadas as compras de materiais, equipamentos ou serviços necessários para o projeto.
12. **Cadastrar Lições Aprendidas e Termo de Encerramento:** Após a conclusão do projeto, são registradas as lições aprendidas durante o processo, bem como é elaborado o termo de encerramento, que formaliza o término do projeto e a entrega dos resultados.

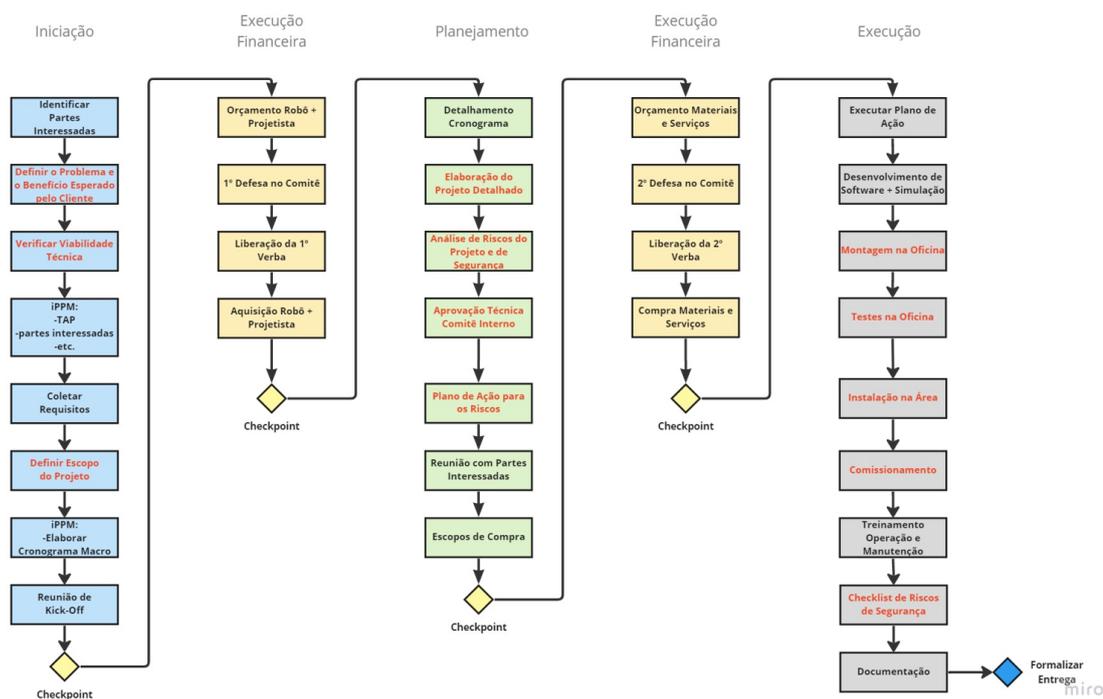
Essas etapas, quando seguidas adequadamente, ajudam a garantir o sucesso do projeto e a alcançar seus objetivos dentro do prazo e do orçamento estabelecidos.

Para gerenciar uma variedade de projetos de automação e indústria 4.0 de forma eficaz, adaptável e especializada, existem diferentes fluxogramas que atendem às necessidades específicas de cada projeto.

### 4.1.1 Ciclo de Vida dos Projetos de Célula Robótica

Este fluxograma descreve o ciclo de vida específico para projetos que envolvem a implementação de células robóticas em um ambiente industrial. Ele pode incluir etapas como: projeto e orçamento do robô, defesa no comitê, aquisição do robô, desenvolvimento de software e simulação, montagem e testes em oficina, comissionamento, treinamento da operação e manutenção, entre outras.

Figura 7 – Ciclo de Vida dos Projetos de Célula Robótica.



Fonte: Acumuladores Moura.

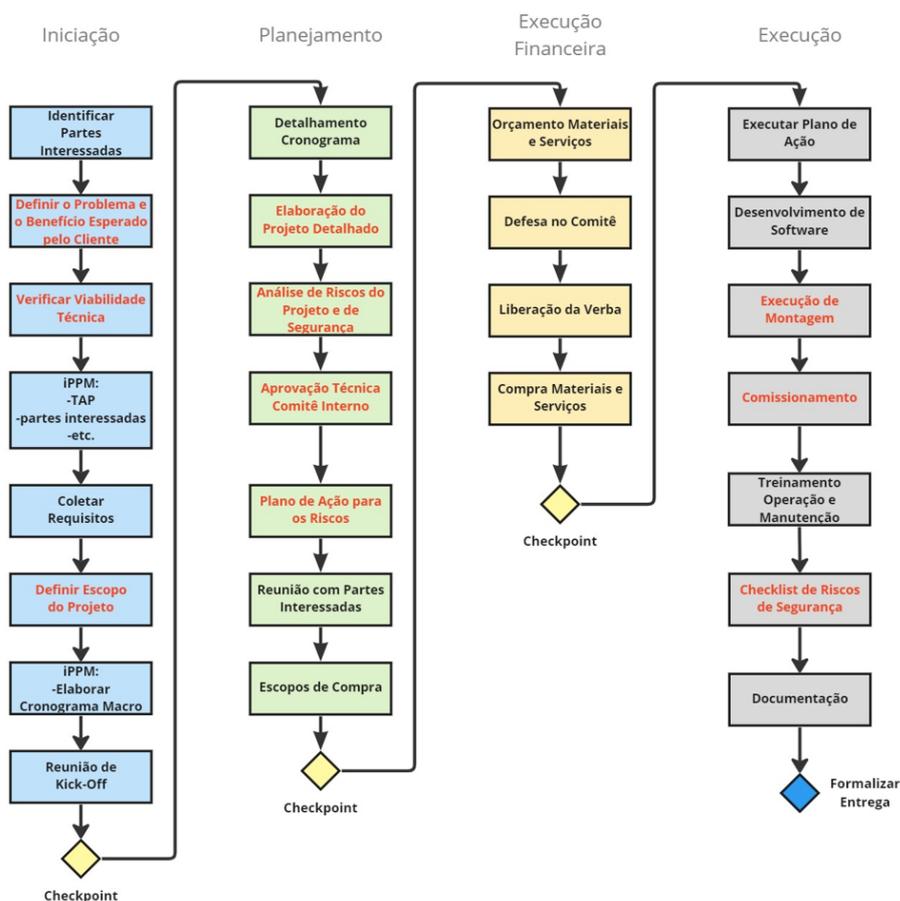
### 4.1.2 Ciclo de Vida dos Projetos de Automação

Este fluxograma descreve o ciclo de vida geral para projetos de automação industrial, que podem envolver a implementação de sistemas de controle, sensores, atuadores e outros dispositivos automatizados. Ele pode incluir etapas semelhantes ao ciclo de vida de projetos de célula robótica, mas adaptadas para refletir as necessidades específicas de automação.

### 4.1.3 Ciclo de Vida de Projetos de Escopo Aberto

Este fluxograma descreve o ciclo de vida genérico para projetos de escopo aberto, nos quais os requisitos não são completamente definidos no início do projeto. Ele pode incluir etapas como: definição do problema, investigação e pesquisa, análise de requisitos,

Figura 8 – Ciclo de Vida dos Projetos de Automação.



miro

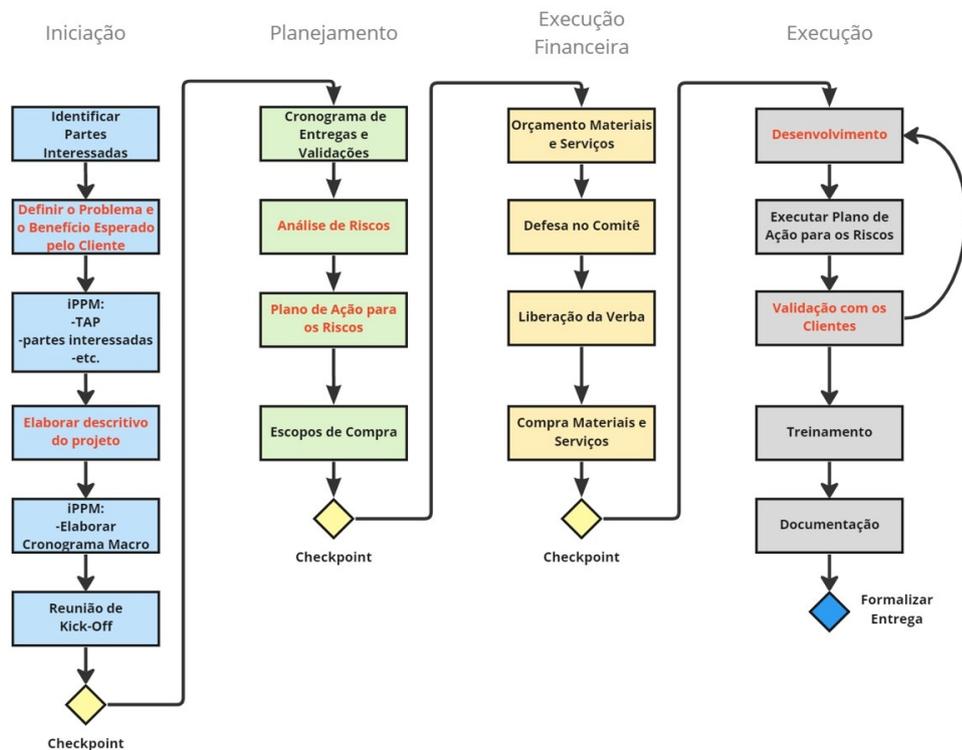
Fonte: Acumuladores Moura.

concepção de soluções, prototipagem e testes, implementação e entrega. Este tipo de ciclo de vida é comumente usado em projetos que envolvem inovação, pesquisa e desenvolvimento.

#### 4.1.4 PDCA (Plan-Do-Check-Act)

O PDCA é um ciclo de melhoria contínua composto por quatro etapas: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). O fluxograma da Figura 10 descreve como aplicar o PDCA em projetos de automação e indústria 4.0. Na fase de Planejamento, os objetivos são definidos e os planos são estabelecidos. Na fase de Execução, os planos são implementados. Na fase de Verificação, os resultados são monitorados e comparados com os objetivos estabelecidos. Na fase de Ação, são identificadas oportunidades de melhoria e implementadas ações corretivas.

Figura 9 – Ciclo de Vida dos Projetos de Escopo Aberto.



miro

Fonte: Acumuladores Moura.

#### 4.1.5 Hora-Hora

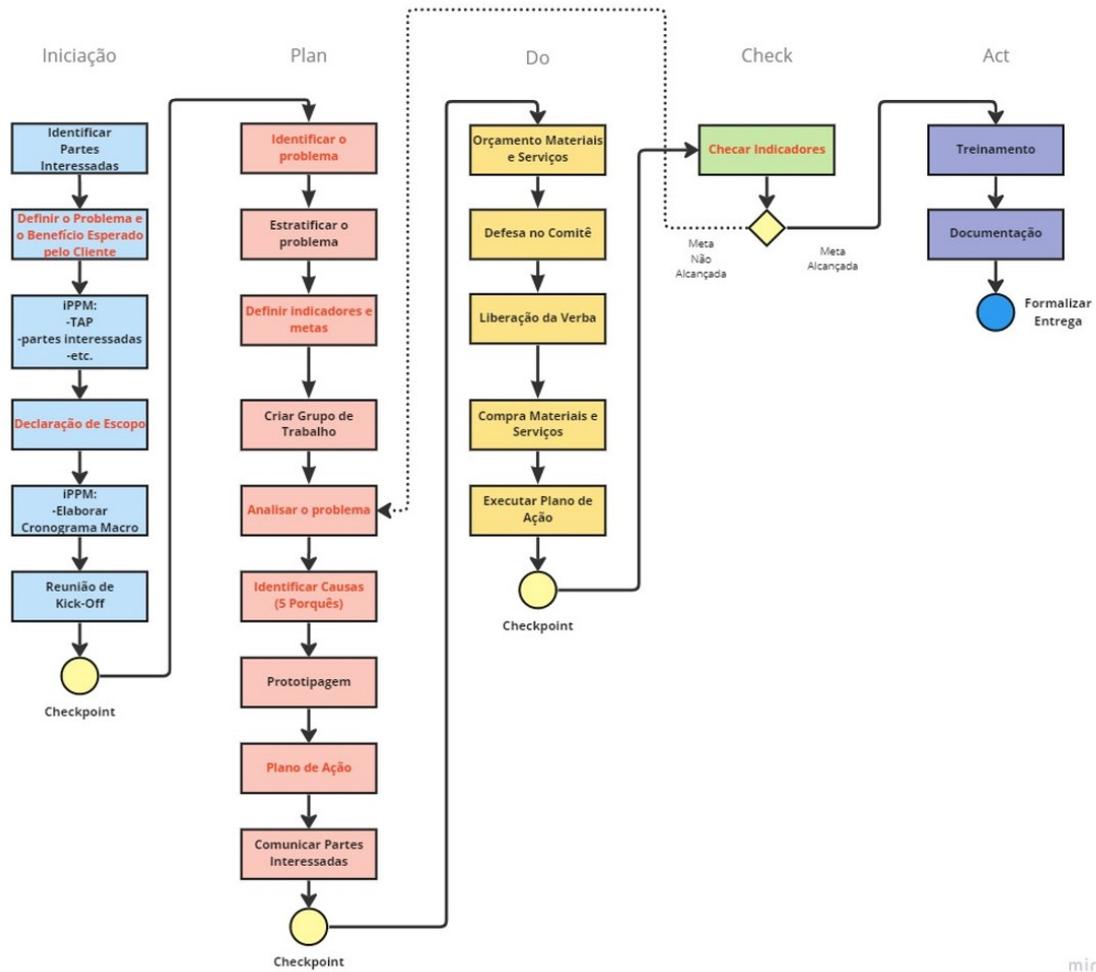
O fluxograma Hora-Hora da Figura 11 é útil em projetos nos quais os requisitos e a carga de trabalho variam ao longo do tempo, permitindo uma maior flexibilidade na gestão da equipe.

#### 4.1.6 Kanban

A estagiária teve a oportunidade de mergulhar na metodologia do Kanban, adotada pela equipe de automação com o objetivo de otimizar o fluxo de trabalho e aumentar a eficiência na entrega de projetos. O Kanban, derivado do japonês que significa "cartão visual", tem se mostrado uma abordagem eficaz para gerenciar tarefas e processos de forma transparente e colaborativa.

Uma das características distintivas do Kanban é a utilização de quadros visuais, nos quais as tarefas são representadas por cartões que se movem através de diferentes etapas do processo. Esses quadros fornecem uma visão clara do progresso do trabalho e facilitam a identificação de gargalos e áreas de melhoria.

Figura 10 – Ciclo de Vida dos Projetos de PDCA.



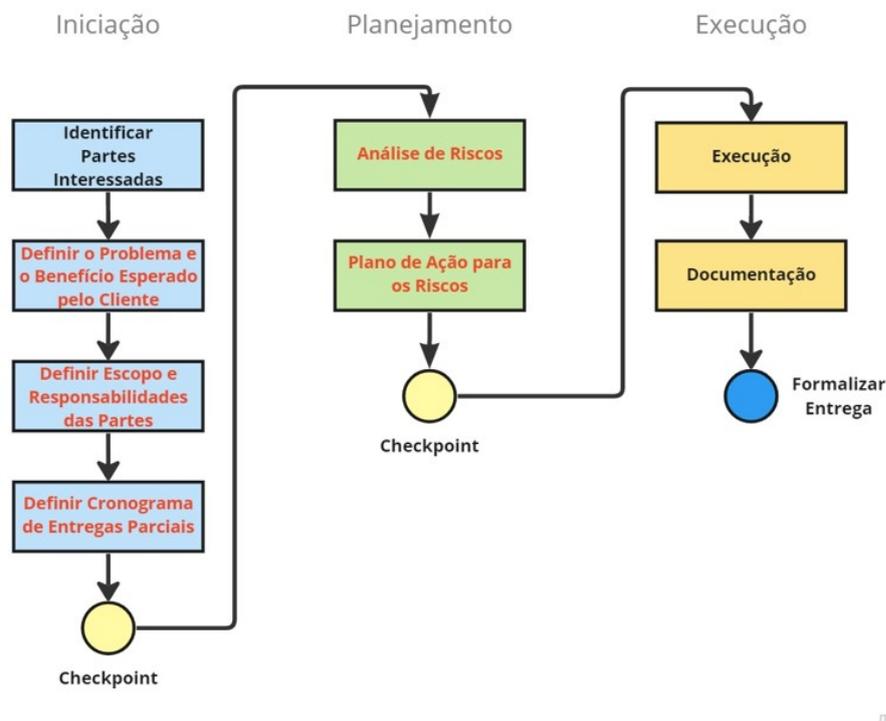
Fonte: Acumuladores Moura.

Além disso, a equipe realiza reuniões semanais para acompanhar de perto a realização das metas mensais estabelecidas. Essas reuniões são momentos cruciais para avaliar o desempenho, identificar possíveis obstáculos e ajustar as prioridades conforme necessário. Através desses encontros regulares, garante-se que todos os membros da equipe estejam alinhados e focados em alcançar os objetivos comuns.

O Kanban é uma ferramenta valiosa para a equipe de automação, permitindo responder de forma ágil às mudanças no ambiente de trabalho e manter um fluxo contínuo de entrega. A transparência proporcionada pelo Kanban e o acompanhamento regular das metas são fundamentais para o sucesso na gestão de projetos e na obtenção de resultados consistentes.

Em suma, a adoção do Kanban na equipe de automação proporciona insights valiosos sobre práticas eficazes de gerenciamento de projetos e promove uma cultura de

Figura 11 – Ciclo de Vida dos Projetos Hora-Hora.



Fonte: Acumuladores Moura.

colaboração e melhoria contínua.

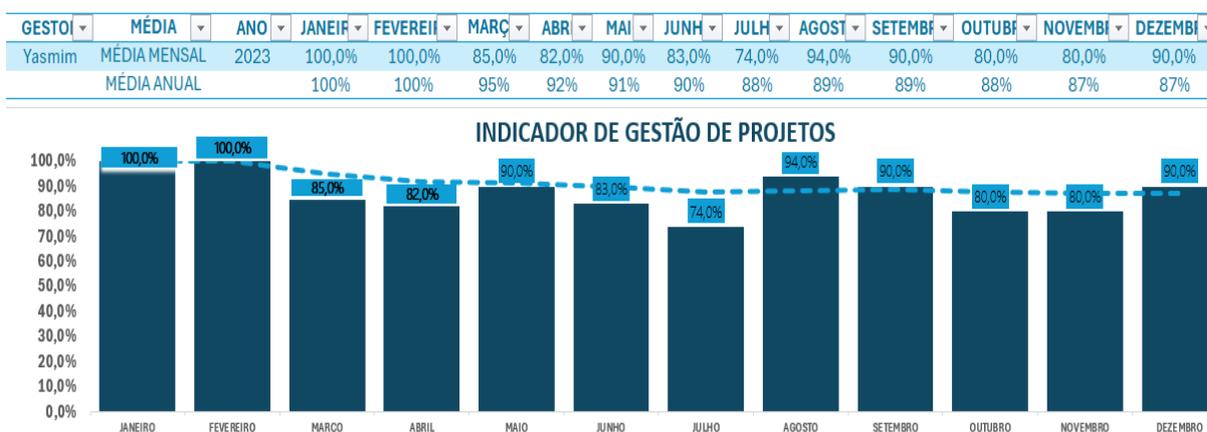
Durante o estágio, foi desenvolvida uma planilha de indicadores de projetos, a qual oferece uma visão detalhada do desempenho individual da equipe ao longo do ano. Nessa planilha, cada membro da equipe é atribuído com metas mensais, representadas por uma porcentagem de realização. A meta ideal é de 100%, indicando que o colaborador atingiu todos os objetivos definidos para aquele período.

Através dessa ferramenta, é possível monitorar de forma precisa o alcance das metas de cada membro da equipe em relação aos projetos em andamento. Isso não apenas fornece uma visão abrangente do desempenho individual, mas também permite identificar padrões de produtividade e áreas que podem necessitar de apoio adicional.

#### 4.1.7 Plano de Ação

O plano de ação é uma ferramenta crucial no gerenciamento de projetos, pois fornece uma estrutura clara e organizada para traduzir objetivos em ações concretas. Nele, as etapas específicas que devem ser realizadas são detalhadas, bem como quem será responsável por cada uma delas, quando serão executadas e quais recursos serão necessários.

Figura 12 – Indicador de Gestão de Projetos.



Fonte: Acumuladores Moura.

Para criar um plano de ação eficaz, algumas etapas-chave devem ser seguidas:

- **Definição de Objetivos:** Inicia-se identificando claramente os objetivos do projeto ou da iniciativa. Eles devem ser específicos, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e limitados no tempo (SMART).
- **Identificação de Tarefas:** Todas as tarefas necessárias para alcançar os objetivos são listadas. O trabalho é dividido em etapas gerenciáveis, e as ações específicas que precisam ser realizadas em cada uma delas são identificadas.
- **Atribuição de Responsabilidades:** Determina-se quem será responsável por cada tarefa ou atividade. As responsabilidades são claramente definidas e atribuídas a membros da equipe com as habilidades necessárias.
- **Estabelecimento de Prazos:** Prazos realistas são definidos para cada atividade. Isso ajuda a manter o projeto no caminho certo e permite que a equipe acompanhe o progresso ao longo do tempo.
- **Identificação de Recursos:** São listados os recursos necessários para realizar cada tarefa, incluindo pessoal, equipamentos, materiais e orçamento. Certifica-se de que os recursos estejam disponíveis quando necessários.
- **Desenvolvimento de Estratégias:** Determinam-se as melhores abordagens ou estratégias para realizar cada atividade. Isso pode envolver a definição de processos, a alocação eficiente de recursos e a identificação de possíveis obstáculos.

- **Monitoramento e Avaliação:** São estabelecidos mecanismos para monitorar e avaliar o progresso do plano de ação. Isso pode incluir reuniões regulares de acompanhamento, relatórios de status e ajustes conforme necessário.
- **Flexibilidade e Adaptação:** Reconhece-se que os planos de ação podem precisar ser ajustados ao longo do tempo. Está-se preparado para lidar com mudanças inesperadas e fazer ajustes conforme necessário para garantir o sucesso do projeto.

Nesse contexto, a ferramenta 5W2H é uma abordagem eficaz e amplamente utilizada na elaboração de planos de ação, pois fornece uma estrutura simples e abrangente para planejar e executar projetos. As sete perguntas fundamentais que compõem o 5W2H são:

- **What (O que?):** Refere-se às atividades específicas que precisam ser realizadas. Isso envolve definir claramente os objetivos e as tarefas necessárias para alcançá-los.
- **Why (Por que?):** Determina a justificativa ou o propósito por trás de cada atividade. Compreender o porquê de uma ação é fundamental para manter a motivação e o alinhamento com os objetivos gerais do projeto.
- **Who (Quem?):** Identifica as pessoas ou as equipes responsáveis por executar cada atividade. A atribuição clara de responsabilidades ajuda a garantir que as tarefas sejam realizadas de forma eficaz e dentro do prazo.
- **When (Quando?):** Estabelece os prazos e os cronogramas para cada atividade. Definir datas de início e conclusão ajuda a manter o projeto no caminho certo e a evitar atrasos desnecessários.
- **Where (Onde?):** Especifica os locais ou os recursos necessários para realizar as atividades. Isso pode incluir o acesso a ferramentas, equipamentos ou informações específicas para concluir as tarefas.
- **How (Como?):** Descreve os métodos ou as estratégias a serem utilizados para realizar as atividades. Isso envolve identificar os processos e os procedimentos que serão seguidos para alcançar os objetivos do projeto.
- **How much (Quanto?):** Define os recursos financeiros, materiais ou humanos necessários para executar as atividades. Isso inclui estimativas de custo, alocação de recursos e orçamentos disponíveis para o projeto.

Figura 13 – Plano de Ação com a metodologia 5W2H.

Plano de Ação	What	Why	Who	When			Where	How	How much	Status
Descrição	O que será feito	Justificativa	Por que	Início	Prazo (dia)	Fim	Onde	Como	Quanto	
Redução de erro de inventário no empastamento	Aquisição de materiais (sensor, IHM, IoT)	Necessário para contagem de placas	Yasmim	26/06/2023	30	26/07/2023	Compras	Fazer tomada de preço e realizar a requisição de compra no SAP	R\$ 15.000,00	Concluído
Redução de erro de inventário no empastamento	Fazer lógica no node-red	Necessário para fazer cálculo da qtd. de placas	Yasmim	26/07/2023	10	05/08/2023	Sala de Automação	Utilizando sensores, node-red e IoT	-	Concluído
Redução de erro de inventário no empastamento	Fazer e integrar informações na IHM	Necessário para visualizar o output	Yasmim	05/08/2023	10	15/08/2023	Sala de Automação	Manual da IHM	-	Em andamento
Redução de erro de inventário no empastamento	Instalar sensores juntamente com IHM na LIE-12	Necessário para validar solução	Manutenção	15/08/2023	15	30/08/2023	Empastamento LIE-12	Ajuda da Manutenção/CTM	-	A fazer

Fonte: Autoria Própria.

## 4.2 Instalação do M3S e Análise de Perdas nas linhas 11 e 14 de Montagem

### 4.2.1 Hidden Factory

A busca pela eficiência operacional e qualidade na manufatura é uma prioridade constante para o Grupo Moura. No entanto, muitas vezes, mesmo com sistemas de controle e monitoramento em vigor, ocorrem atividades não planejadas e desperdícios que prejudicam o desempenho geral da produção. Essas atividades, conhecidas como "hidden factory" ou fábrica oculta, representam uma fonte significativa de perdas de recursos e redução da eficiência. Neste contexto, o Moura M3S, uma solução inteligente para a manufatura, pode desempenhar um papel crucial na identificação e redução da "hidden factory", promovendo melhorias substanciais na eficiência e qualidade da produção (HAYES; WHEELWRIGHT, 1985).

- Visibilidade e Controle em Tempo Real

Uma das características essenciais do Moura M3S é sua capacidade de fornecer visibilidade e controle em tempo real sobre o processo de produção. Através de uma interface intuitiva e painéis de controle personalizados, os usuários podem monitorar o desempenho da produção, identificar tendências e detectar anomalias rapidamente. Isso permite uma resposta rápida a problemas emergentes e a implementação de medidas corretivas antes que eles impactem significativamente a operação.

- Análise Avançada de Dados

O Moura M3S oferece recursos avançados de análise de dados que permitem uma compreensão mais profunda do processo de produção. Utilizando algoritmos de aprendizado de máquina e técnicas de análise estatística, o sistema pode identificar padrões, correlações e causas raiz de problemas que podem estar contribuindo para a "hidden factory". Ao compreender melhor esses aspectos do processo, as equipes podem tomar medidas proativas para mitigar ou eliminar esses problemas.

- Melhorias Contínuas e Otimização de Processos

Com base nos insights fornecidos pelo Moura M3S, as equipes podem implementar melhorias contínuas no processo de produção. Isso pode incluir a otimização de fluxos de trabalho, a redução de tempos de ciclo, o ajuste de parâmetros de produção e a eliminação de atividades desnecessárias. Ao adotar uma abordagem orientada por dados para a melhoria contínua, as empresas podem reduzir significativamente a "hidden factory" e melhorar a eficiência operacional.

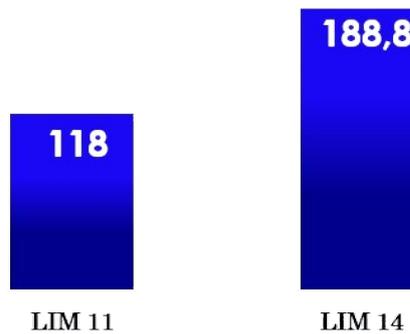
- Promoção da Transparência e Colaboração

Além de fornecer visibilidade e controle, o Moura M3S promove a transparência e a colaboração entre diferentes áreas e equipes dentro da organização. Ao compartilhar dados e insights sobre o desempenho da produção, o sistema ajuda a alinhar todos os envolvidos na identificação e resolução de problemas relacionados à "hidden factory". Isso cria um ambiente de trabalho colaborativo e centrado em dados, onde todos estão comprometidos com a busca pela excelência operacional.

Dessa forma, o Moura M3S é uma ferramenta poderosa para identificar e reduzir a "hidden factory" no chão de fábrica. Ao fornecer visibilidade, análise avançada de dados e suporte à melhoria contínua, o sistema capacita a empresa a alcançar níveis mais altos de eficiência operacional e qualidade na produção.

Um dos principais objetivos deste projeto foi direcionado pela necessidade de reduzir as perdas de produção nas linhas de montagem 11 e 14 da Acumuladores Moura. Essas linhas desempenham um papel crítico na produção, e a quantidade de perdas em horas identificadas nessas áreas foi o ponto de partida crucial para a melhoria do desempenho operacional.

Figura 14 – Perdas Médias Mensais em 2023 (Horas).



Fonte: Autoria Própria.

A coleta de dados por meio do sistema M3S permitiu uma avaliação precisa e detalhada das perdas de produção nessas linhas ao longo do tempo. Essas perdas foram analisadas em termos de tempo perdido, identificando padrões, causas raiz e áreas de oportunidade para intervenção.

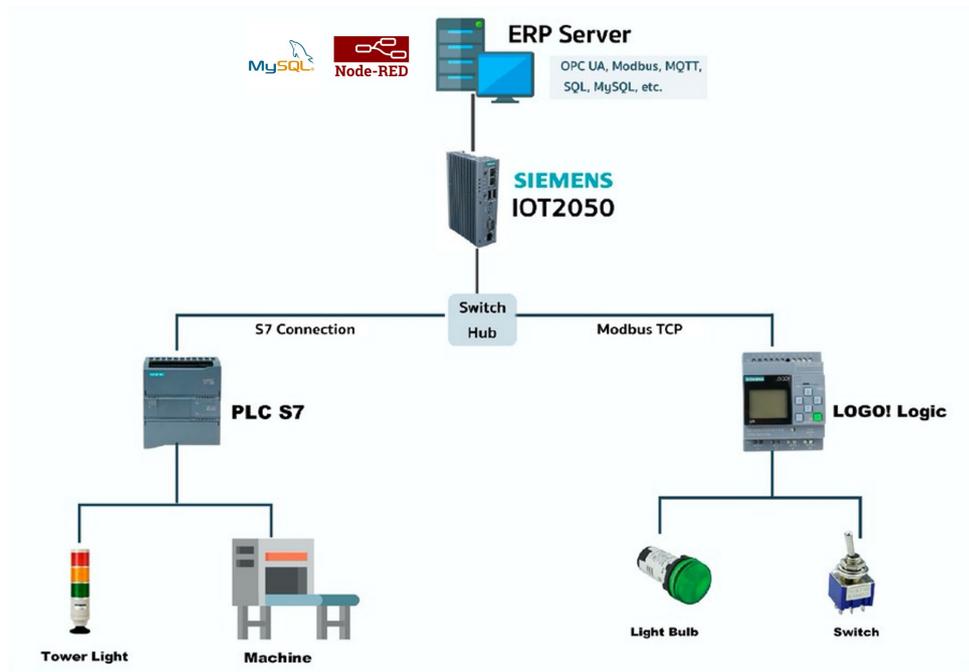
#### 4.2.2 Arquitetura do Moura M3S

Na arquitetura de coleta de dados foi utilizado o IoT2050 da Siemens. Os dados são coletados no chão de fábrica por interface de controladores lógicos programáveis, tanto da Siemens quanto da Rockwell. Esses dispositivos enviam os dados para o IoT2050, que atua como um gateway. O IoT2050 é conectado a um switch hub para comunicação de rede local.

Os dados coletados são processados e encaminhados para destinos específicos, como sistemas de gerenciamento de dados ou serviços na nuvem, utilizando o Node-RED para criar fluxos de dados automatizados. Além disso, é possível acessar os dados e dispositivos remotamente, garantindo monitoramento e controle remotos.

Para armazenamento de dados, o MySQL é frequentemente utilizado, permitindo o armazenamento e gerenciamento eficiente de grandes volumes de dados. Essa arquitetura integrada possibilita a monitorização em tempo real, análise de desempenho e tomada de decisões informadas para otimizar os processos industriais.

Figura 15 – Arquitetura do Moura M3S.



Fonte: Adaptado de Hassalesk.

IoT2050 da Siemens:

O IoT2050 é um dispositivo robusto projetado para a coleta e processamento de dados em ambientes industriais. Ele atua como uma interface entre as máquinas e os sistemas de controle, permitindo a comunicação bidirecional entre eles. O IoT2050 é capaz de se conectar a uma variedade de dispositivos industriais, incluindo PLCs (Controladores Lógicos Programáveis), sensores e atuadores (SIEMENS, ).

Figura 16 – Quadro de Aquisição de Dados.



Fonte: Autoria Própria.

Node-RED:

O Node-RED é uma plataforma de desenvolvimento visual baseada em Node.js que facilita a criação de fluxos de dados interativos. Com uma interface intuitiva, os usuários podem criar facilmente fluxos de trabalho para coletar, processar e enviar dados de uma variedade de fontes. No contexto da automação industrial, o Node-RED é frequentemente utilizado para integração de dispositivos e sistemas, bem como para análise e visualização de dados (NODERED, ).

Protocolo Ethernet/IP:

O protocolo Ethernet/IP é um protocolo de comunicação amplamente utilizado na indústria para troca de dados em tempo real entre dispositivos industriais. Ele opera sobre a infraestrutura de rede Ethernet padrão e é suportado por uma ampla variedade de dispositivos, incluindo CLPs, IHMs (Interfaces Homem-Máquina) e dispositivos de E/S (Entrada/Saída). O Ethernet/IP oferece uma comunicação rápida e confiável, permitindo a transmissão de grandes volumes de dados em tempo real.

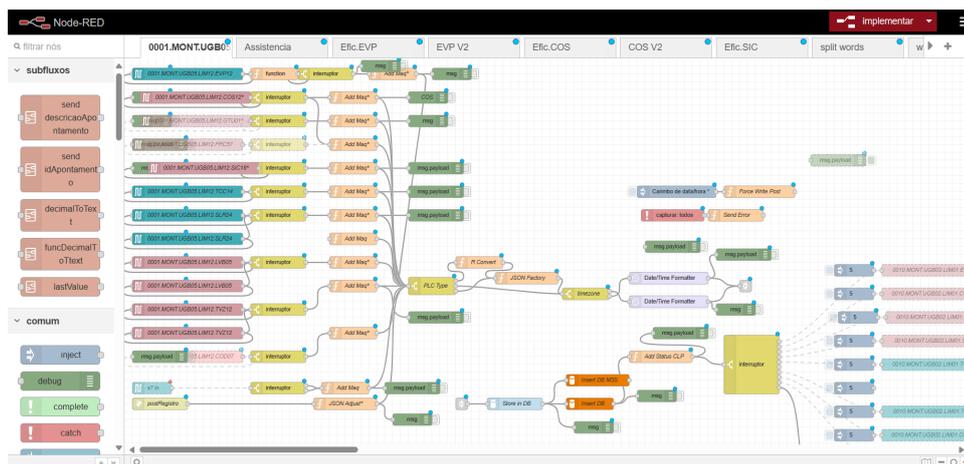
Configuração do IoT2050:

O IoT2050 é configurado para se comunicar com as máquinas e dispositivos industriais utilizando o protocolo Ethernet/IP. Ele estabelece conexões diretas com os dispositivos e coleta os dados conforme necessário. Em seguida, os dados são preparados para serem enviados para o Node-RED.

Desenvolvimento de Fluxos no Node-RED:

No Node-RED, os desenvolvedores criam fluxos de trabalho para receber os dados coletados pelo IoT2050. Esses fluxos incluem nodes (nós) que realizam ações como a transformação e filtragem dos dados conforme necessário. Em seguida, os dados são encaminhados para o node responsável por enviar as informações para o banco de dados MySQL.

Figura 17 – Fluxos no Node-RED.



Fonte: Autoria Própria.

#### Coleta e Processamento de Dados:

Os fluxos de trabalho desenvolvidos no Node-RED são executados para coletar e processar os dados provenientes do IoT2050. Durante esse processo, os dados são formatados e preparados para serem armazenados no banco de dados MySQL. Isso pode incluir a normalização dos dados, a validação de valores e a criação de estruturas adequadas para a inserção no banco de dados.

#### Envio de Dados para o Banco de Dados MySQL:

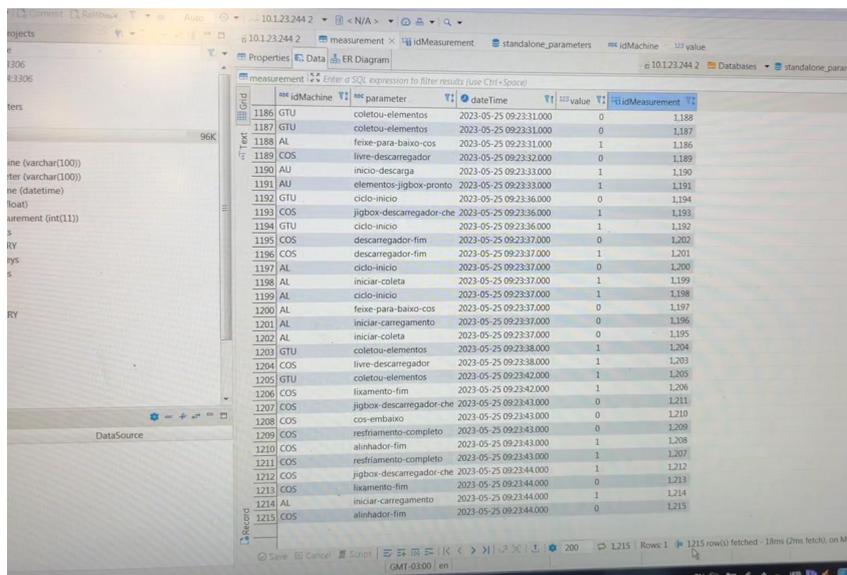
Após o processamento, os dados são enviados para o banco de dados MySQL utilizando nodes específicos no Node-RED, que utilizam o protocolo MySQL para estabelecer a conexão e realizar operações de inserção ou atualização dos dados. Os dados são armazenados no banco de dados de acordo com a estrutura definida, garantindo a integridade e a segurança das informações.

#### Benefícios:

**Armazenamento Seguro e Estruturado:** O envio dos dados para um banco de dados MySQL permite o armazenamento seguro e estruturado das informações coletadas, facilitando o acesso e a recuperação dos dados quando necessário.

**Análise e Relatórios:** Com os dados armazenados no banco de dados MySQL, os usuários podem realizar análises avançadas e gerar relatórios para obter insights sobre o

Figura 18 – Armazenamento de Dados utilizando a ferramenta DBeaver.



idMachine	parameter	dateTime	value	idMeasurement	
1186	GTU	coletou-elementos	2023-05-25 09:23:31.000	0	1.188
1187	GTU	coletou-elementos	2023-05-25 09:23:31.000	0	1.187
1188	AL	feixe-para-baixo-cos	2023-05-25 09:23:31.000	1	1.186
1189	COS	livre-descarregador	2023-05-25 09:23:32.000	0	1.189
1190	AU	inicio-descarga	2023-05-25 09:23:33.000	1	1.190
1191	AU	elementos-jigbox-pronto	2023-05-25 09:23:33.000	1	1.191
1192	GTU	ciclo-inicio	2023-05-25 09:23:36.000	0	1.194
1193	COS	jigbox-descarregador-che	2023-05-25 09:23:36.000	1	1.193
1194	GTU	ciclo-inicio	2023-05-25 09:23:36.000	1	1.192
1195	COS	descarregador-fim	2023-05-25 09:23:37.000	0	1.202
1196	COS	descarregador-fim	2023-05-25 09:23:37.000	1	1.201
1197	AL	ciclo-inicio	2023-05-25 09:23:37.000	0	1.200
1198	AL	iniciar-coleta	2023-05-25 09:23:37.000	1	1.199
1199	AL	ciclo-inicio	2023-05-25 09:23:37.000	1	1.198
1200	AL	feixe-para-baixo-cos	2023-05-25 09:23:37.000	0	1.197
1201	AL	iniciar-carregamento	2023-05-25 09:23:37.000	0	1.196
1202	AL	iniciar-coleta	2023-05-25 09:23:37.000	0	1.195
1203	GTU	coletou-elementos	2023-05-25 09:23:38.000	1	1.204
1204	COS	livre-descarregador	2023-05-25 09:23:38.000	1	1.203
1205	GTU	coletou-elementos	2023-05-25 09:23:42.000	1	1.205
1206	COS	lixamento-fim	2023-05-25 09:23:42.000	1	1.206
1207	COS	jigbox-descarregador-che	2023-05-25 09:23:43.000	0	1.211
1208	COS	cos-embaixo	2023-05-25 09:23:43.000	0	1.210
1209	COS	restriamento-completo	2023-05-25 09:23:43.000	0	1.209
1210	COS	alinador-fim	2023-05-25 09:23:43.000	1	1.208
1211	COS	restriamento-completo	2023-05-25 09:23:43.000	1	1.207
1212	COS	jigbox-descarregador-che	2023-05-25 09:23:44.000	1	1.212
1213	COS	lixamento-fim	2023-05-25 09:23:44.000	0	1.213
1214	AL	iniciar-carregamento	2023-05-25 09:23:44.000	1	1.214
1215	AL	alinador-fim	2023-05-25 09:23:44.000	0	1.215

Fonte: Autoria Própria.

desempenho da produção e identificar oportunidades de melhoria.

**Integração com Sistemas Existentes:** O uso de um banco de dados MySQL permite a integração dos dados coletados com sistemas existentes na empresa, como sistemas MES, ERP ou sistemas de Business Intelligence (BI), facilitando a troca de informações e a colaboração entre diferentes áreas.

**Histórico de Dados:** O banco de dados MySQL permite armazenar um histórico completo dos dados coletados ao longo do tempo, proporcionando uma visão abrangente do desempenho da produção e auxiliando na identificação de tendências e padrões ao longo do tempo.

Em resumo, o envio dos dados coletados pelo IoT2050 para um banco de dados MySQL por meio do Node-RED oferece uma solução robusta e escalável para a coleta e armazenamento de dados em ambientes industriais. Essa arquitetura permite que as empresas aproveitem ao máximo os dados gerados pela produção e utilizem essas informações para otimizar seus processos e impulsionar a eficiência operacional.

### 4.2.3 Análise de Perdas

Uma das aplicações significativas do sistema M3S foi a análise das perdas ao longo do tempo na máquina COS (Casting On Strap). Utilizando algoritmos de árvore de decisão, foi possível identificar padrões e tendências nos dados coletados, fornecendo insights valiosos para otimização do processo e redução de perdas.

A máquina COS desempenha um papel crucial no fluxo de produção, e compreender

Figura 19 – Relatório de Perdas.



Fonte: Autoria Própria.

as fontes e magnitude das perdas associadas a ela é essencial para a eficiência operacional. A aplicação de algoritmos de árvore de decisão permitiu uma análise granular dos dados coletados, identificando variáveis e fatores que contribuem para as perdas ao longo do tempo.

Os resultados dessa análise não apenas ofereceram uma compreensão mais profunda das áreas de oportunidade para melhorias no processo, mas também forneceram uma base sólida para a implementação de medidas corretivas e preventivas. Essa abordagem data-driven demonstrou ser fundamental para a tomada de decisões informadas e para o aprimoramento contínuo da eficiência operacional na Acumuladores Moura.

#### 4.2.4 Plataforma de Monitoramento

Como parte dos esforços para melhorar a eficiência operacional e o controle sobre o processo de produção, foi desenvolvido e implementado um site de monitoramento das linhas de produção na Acumuladores Moura. Este site foi projetado para fornecer uma plataforma centralizada para monitorar em tempo real o desempenho das linhas de produção, permitindo uma gestão mais eficaz e ágil das operações.

O site de monitoramento das linhas de produção oferece uma interface intuitiva e de fácil acesso, que apresenta informações detalhadas sobre o status operacional, o

Figura 20 – Monitoramento na LIM14.



Fonte: Autoria Própria.

desempenho do equipamento e a produtividade das linhas em tempo real. Os dados são coletados e integrados através do sistema M3S de coleta de dados do chão de fábrica, garantindo precisão e confiabilidade nas informações apresentadas.

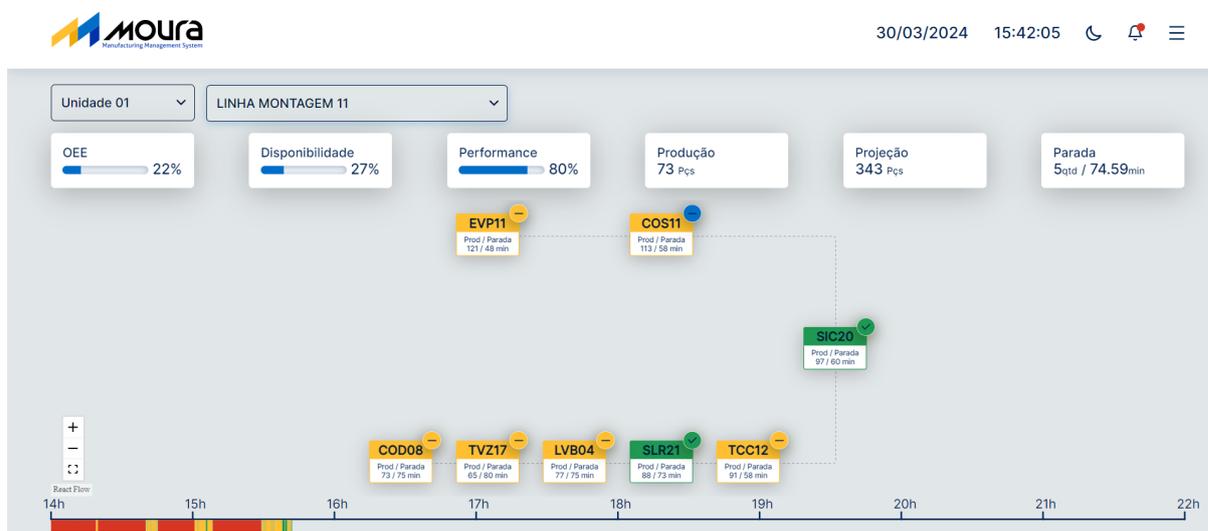
Além de fornecer informações em tempo real, a plataforma também oferece recursos de análise e relatórios, permitindo a identificação de tendências, padrões e áreas de melhoria. Isso possibilita uma abordagem proativa para o gerenciamento de problemas e a implementação de medidas corretivas e preventivas.

#### 4.2.5 Ganho

O projeto em questão apresentou um ganho significativo de 272 mil reais em um período de apenas seis meses. Essa conquista reflete não apenas a eficácia da estratégia implementada, mas também o comprometimento e a colaboração de toda a equipe envolvida. Através de um esforço conjunto e de uma análise cuidadosa dos processos, foi possível identificar oportunidades de melhoria e implementar soluções eficientes que resultaram em

um impacto positivo nos resultados financeiros do projeto.

Figura 21 – Plataforma do Moura M3S.



Fonte: Autoria Própria.

#### 4.2.6 Manual do Usuário

Como parte do processo de implementação do site de monitoramento das linhas de produção na Acumuladores Moura, foi desenvolvido um manual do usuário abrangente para fornecer orientações detalhadas sobre o uso e a operação eficaz da plataforma.

O manual do usuário foi projetado para ser uma ferramenta prática e acessível, fornecendo instruções passo a passo sobre como acessar o site, navegar pelas diferentes seções, interpretar os dados apresentados e utilizar os recursos de análise e relatórios disponíveis.

Ele aborda uma variedade de tópicos, incluindo:

- Acesso ao site: Instruções detalhadas sobre como acessar o site de monitoramento das linhas de produção, incluindo credenciais de login e requisitos de segurança.
- Navegação e interface: Uma visão geral da interface do usuário, destacando as diferentes seções e funcionalidades disponíveis.
- Interpretação de dados: Orientações sobre como interpretar os dados apresentados no site, incluindo métricas de desempenho, gráficos e tabelas.
- Recursos de análise e relatórios: Instruções sobre como acessar e utilizar os recursos de análise e relatórios para identificar tendências, padrões e áreas de melhoria.

Figura 22 – Mini Manual do Moura M3S.



Fonte: Autoria Própria.

## 4.3 Automação da Laminadora Properzi para otimização de posto

### 4.3.1 Processo de Produção das Grades para Baterias Automotivas

As grades são feitas de liga de chumbo e possuem a função de condução elétrica na bateria e suporte da massa ativa. As grades das baterias são fabricadas com liga de chumbo de alta pureza resultando numa grade mais homogênea, diferencial que permite excelente condutividade elétrica a uma bateria. Na sua fabricação a grade recebe adição de cálcio e prata em quantidades que realmente melhoram o rendimento elétrico, a resistência às altas temperaturas do veículo e à corrosão, promovendo menor taxa de auto-descarga e perda d'água favorecendo a durabilidade do produto. Dois processos distintos são utilizados para a fabricação das grades: grades enfitadas e grades laminadas.

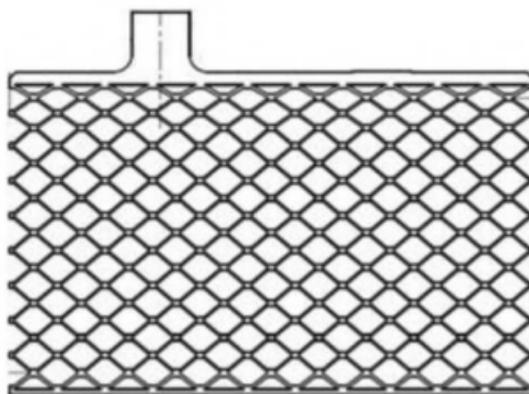
O processo de fabricação das grades enfitadas envolve diversas etapas essenciais para garantir a qualidade e o desempenho adequados. Inicialmente, a fusão da liga de chumbo é realizada no Cadinho, onde altas temperaturas em torno de 450 °C são aplicadas para derreter a liga. Em seguida, na fundidora Cominco, as fitas são formadas a partir do chumbo fundido, permitindo que ele esfrie e solidifique no formato desejado. Posteriormente, as fitas são submetidas ao processo de corte e bobinamento, onde são enroladas após a fundição.

Após a produção, as fitas fundidas passam por um período de estocagem de cinco

dias para maturação, durante o qual ocorre a migração dos elementos de liga para o contorno de grão, aumentando sua resistência mecânica. Após esse período, as fitas são desbobinadas e expandidas na expansora Cominco, onde serras penetram a fita, expandindo-a e formando losangos, transformando-a em malha. Por fim, a malha é bobinada para armazenamento e posterior utilização.

Para as grades laminadas, o processo é semelhante, com a fusão da liga no cadinho e a fundição e laminação realizadas na Fundidora Properzi. Após a produção, as fitas laminadas passam por um período de estocagem de um dia para maturação. Em seguida, o controle da largura e da espessura é realizado pela laminadora, seguido pelo corte e bobinamento das fitas no formato de lâmina. Após a maturação, as fitas laminadas são desbobinadas e furadas para garantir um alinhamento preciso. Em seguida, passam pela expansora Roche, onde são expandidas e transformadas em malha. Por fim, a malha é planificada, a "orelha" é cortada e ela é bobinada para armazenamento.

Figura 23 – Grade.

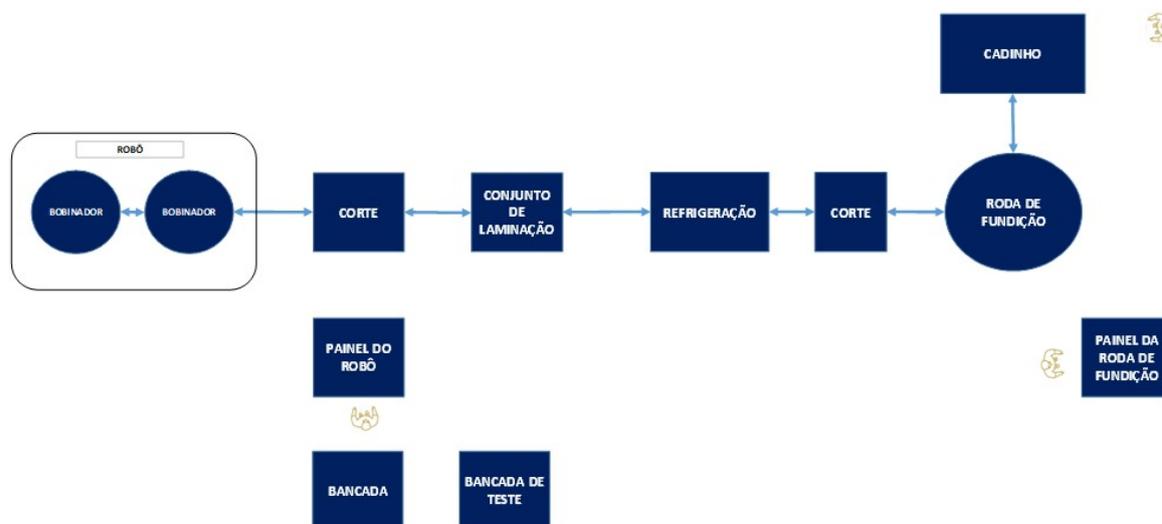


Fonte: Acumuladores Moura.

### 4.3.2 Estudo do Sistema

O processo de fabricação das placas de chumbo para baterias automotivas demanda a atuação de três operadores distintos: um responsável pelo monitoramento e supervisão do robô, outro encarregado do abastecimento e controle do cadinho de fusão, e um terceiro operador dedicado à roda de fundição, responsável pelo despejo controlado do chumbo fundido nos moldes.

Figura 24 – Estudo do Sistema.



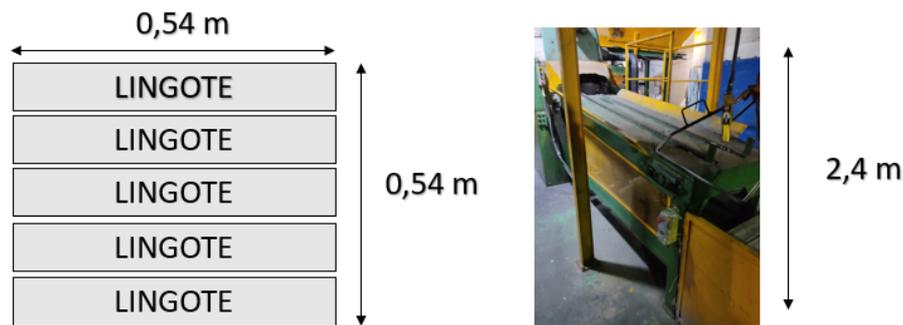
Fonte: Grupo Moura.

Sob a gestão de Daniel Guimarães, a equipe de Placas empreendeu um estudo detalhado do sistema visando otimizar o posto de abastecimento do cadinho de fusão por meio da automatização da esteira de alimentação. Dada a complexidade dessa tarefa, a equipe de Automação e Indústria 4.0 foi integrada ao projeto para garantir a eficácia da implementação.

Durante o estudo, identificou-se que, em média, são processadas 36 bobinas de chumbo por turno, cada uma com peso médio de 500 Kg, totalizando um consumo de 18 toneladas por turno. Observou-se que o tamanho da esteira que transporta os lingotes para o cadinho de fusão era de 2,4 metros, com a camada de chumbo medindo 0,54 x 0,54 metros. Cada ciclo da esteira comportava duas camadas de 5 lingotes, totalizando 40 lingotes, cada um com 25 Kg, resultando em um peso total de 1.000 Kg e demandando um abastecimento de 18 vezes por turno. Importa destacar que a operação da esteira era realizada manualmente.

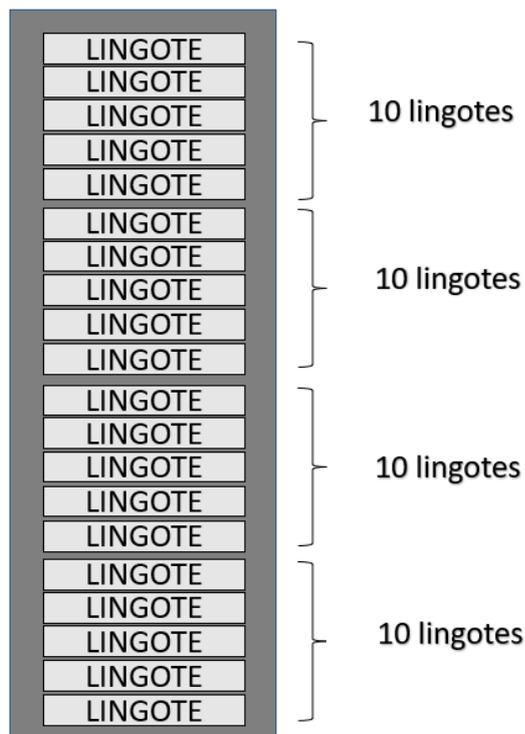
Por meio de um mapeamento detalhado dos tempos envolvidos em cada etapa do processo, conforme apresentado na Tabela 1, foi possível identificar oportunidades de melhoria. Utilizando uma amostragem baseada na movimentação de 41 lingotes, determinou-se um tempo de ciclo médio de 6,25 segundos por lingote.

Figura 25 – Esteira Properzi.



Fonte: Acumuladores Moura.

Figura 26 – Quantidade de lingotes na esteira.



Fonte: Acumuladores Moura.

### 4.3.3 Proposta e Escopo do Projeto

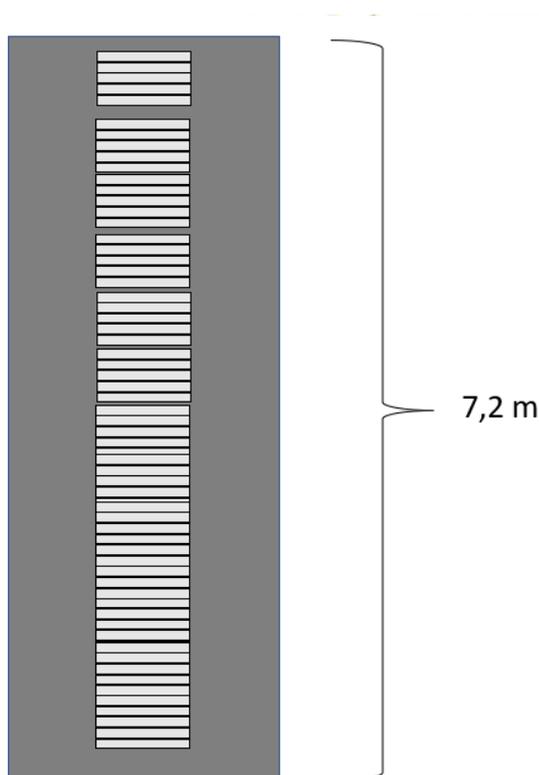
A proposta do projeto foi aumentar a capacidade do buffer por meio da utilização de uma esteira de maior tamanho, acomodando um total de 130 lingotes, o que equivale a 3.250 Kg de chumbo. O abastecimento da esteira seria realizado 5 vezes durante o turno de trabalho. Além disso, foi planejado que a esteira operasse de forma autônoma, ajustando-se conforme o nível de chumbo nos cadinhos, garantindo assim um fluxo contínuo no processo. O tempo estimado para o reabastecimento da esteira seria de 15 minutos,

Tabela 1 – Tempos de cada etapa do processo

Etapa do Processo	Tempo Requerido (s)
Elevar lingotes	63,51
Encaixar garras nos lingotes	46,99
Transportar lingotes até a esteira do cadinho	43,27
Levar garras até os lingotes	35,97
Acionar esteira do cadinho	35,38
Transportar lingotes até a esteira do cadinho	17,17
Retirar garras	9,4
Ajustar garras	2,91
Colocar garras no ponto para reuso	2

proporcionando um atendimento eficiente e ágil. Com essas melhorias implementadas, o objetivo era garantir uma operação ininterrupta ao longo do turno, com uma média de 1,6 horas de atendimento para cada ciclo de trabalho.

Figura 27 – Proposta.



Fonte: Acumuladores Moura.

Para a automação dos processos, foram adquiridos os equipamentos listados na Tabela 2. Além disso, o escopo do projeto foi definido, onde a Tabela 3 indica as conexões a serem realizadas com o CLP.

Para garantir que a esteira operasse de forma autônoma, ajustando-se conforme o nível de chumbo nos cadinhos, foi necessário instalar uma boia de nível equipada

Figura 28 – Esteira Proposta.



Fonte: Autoria Própria.

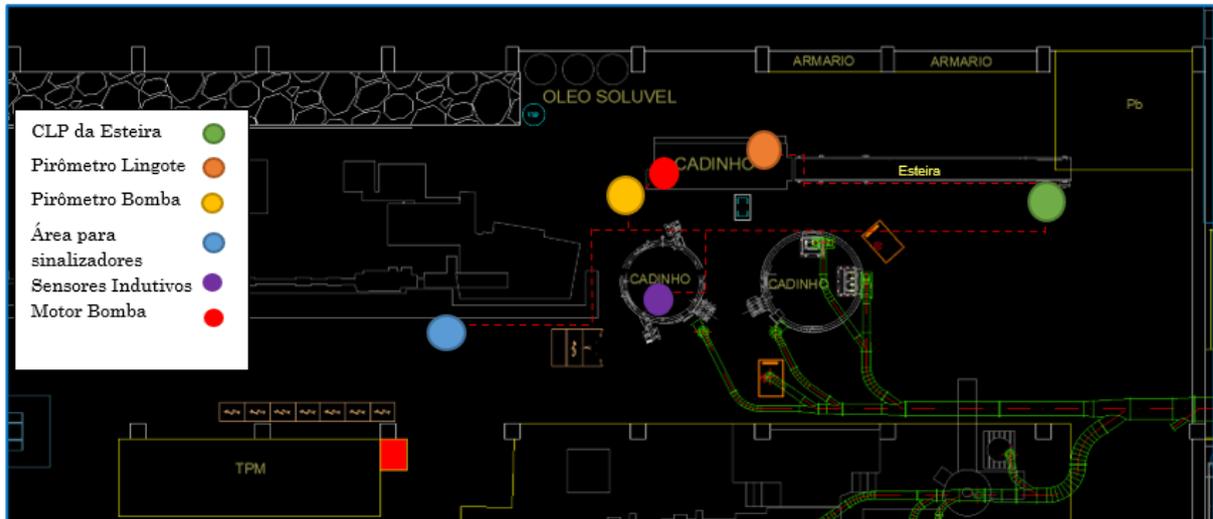
Tabela 2 – Dispositivos

Item	Qtd.
CONTROLADOR CLP SIEMENS S7-1200	1
CARTÃO ENTRADA ANALÓGICA	1
FONTE DE ALIMENTAÇÃO 24V	1
SENSOR INDUTIVO	3
SENSOR FOTOELÉTRICO	3
SWITCH 8 PORTAS	1

com 3 sensores indutivos indicando níveis: baixo, médio e alto. Esses sensores foram estrategicamente posicionados para detectar o nível de chumbo no cadinho e acionar o funcionamento da esteira de acordo com as necessidades do processo. Com essa configuração, a esteira foi capaz de operar de forma autônoma, garantindo um fluxo contínuo de lingotes de chumbo e otimizando o desempenho geral do sistema de fabricação das placas.



Figura 30 – Layout Esteira Properzi.

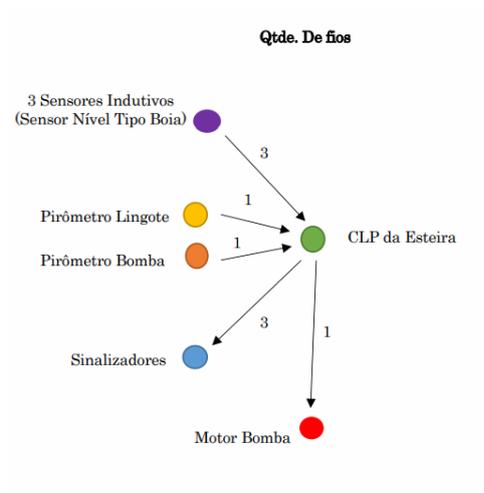


Fonte: Autoria Própria.

Além disso, o acionamento da esteira responsável por transportar os lingotes para o cadinho de fusão também foi automatizado, levando em consideração múltiplos parâmetros como temperatura, nível e quantidade de lingotes na esteira. Esse sistema inteligente permite que a esteira seja ativada ou desativada de forma automatizada, garantindo um fluxo contínuo e eficiente no processo de alimentação do cadinho de fusão. Dessa forma, o sistema ajusta dinamicamente o funcionamento da esteira de acordo com as condições operacionais, otimizando o processo de fabricação e garantindo a segurança e a qualidade do produto final.

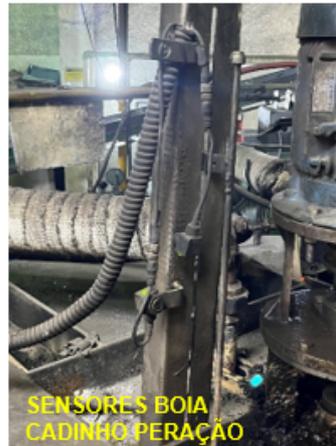
Outra função importante foi a implementação de alarmes na IHM (Interface Homem-Máquina) do painel da roda de fundição para lidar com situações como falha de sensores, armamento/desarmamento da bomba ou esteira. Essas ações garantem uma operação eficiente e segura do sistema de fabricação, reduzindo a probabilidade de falhas e melhorando a qualidade do produto final.

Figura 31 – Conexões.

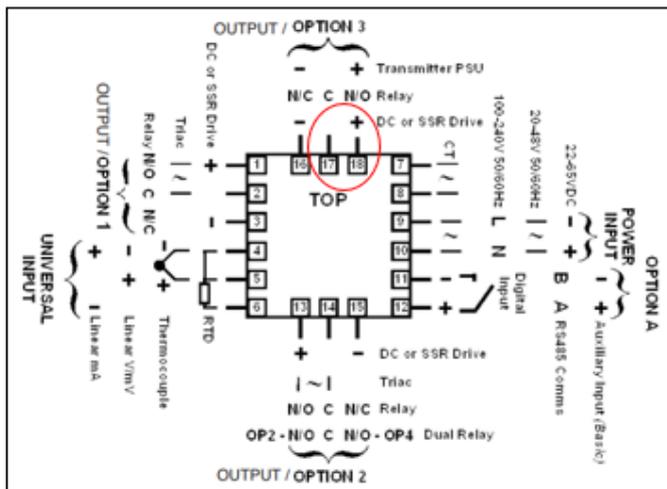


Fonte: Autoria Própria.

Figura 32 – Equipamentos



PIRÔMETRO CHROMALOX 6040



Fonte: Autoria Própria.

## 5 Conclusões

Primeiramente, o estágio ofereceu uma imersão profunda no ambiente industrial, permitindo uma compreensão dos desafios enfrentados pelas empresas em suas operações cotidianas. Essa experiência prática foi essencial para consolidar e aprimorar os conhecimentos técnicos, especialmente na programação de CLPs e na integração de sistemas de automação.

Ao longo deste relatório, destaca-se a importância da gestão de projetos e da instalação do sistema de monitoramento de chão de fábrica, Moura M3S. A gestão de projetos desempenhou um papel fundamental na coordenação de todas as etapas do processo, desde a concepção até a implementação das soluções de automação. Por meio de uma abordagem estruturada, foi possível definir claramente os objetivos do projeto, identificar os recursos necessários, estabelecer um cronograma e acompanhar o progresso em direção às metas estabelecidas.

Além disso, a instalação do sistema de monitoramento de chão de fábrica, Moura M3S, proporcionou uma visão abrangente e em tempo real de todas as atividades na planta de produção. Isso permitiu monitorar o desempenho das máquinas, identificar áreas de melhoria e tomar decisões mais informadas para otimizar a eficiência operacional. Com dados precisos e atualizados, foi possível maximizar a utilização dos recursos, reduzir os custos de produção e aumentar a produtividade geral da fábrica.

Adicionalmente, destaca-se a automação da esteira Properzi, que desempenhou um papel crucial na modernização do processo de fabricação. Ao automatizar o acionamento e o controle dessa esteira, foi possível garantir um fluxo contínuo e eficiente na alimentação dos lingotes de chumbo, contribuindo para a eficiência global do sistema de produção.

Portanto, ao integrar a gestão de projetos eficaz com a implementação do sistema de monitoramento de chão de fábrica e a automação da esteira Properzi, alcançou-se não apenas melhorias significativas no processo de fabricação, mas também uma maior eficiência e controle sobre as operações da fábrica como um todo. Essas iniciativas demonstram o compromisso contínuo com a inovação e a excelência operacional, garantindo que a empresa esteja bem posicionada para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades no mercado em constante evolução.

## Referências Bibliográficas

DUARTE, L. *Scrum e Métodos Ágeis: Um Guia Prático*. [S.l.]: LuizTools, 2016. Citado na página 14.

GRUPO Moura. Disponível em: <<https://www.grupomoura.com/>>. Citado na página 3.

HAYES, R. H.; WHEELWRIGHT, S. C. The hidden factory. *Harvard Business Review*, v. 63, n. 5, p. 142–150, 1985. Disponível em: <<https://hbr.org/1985/09/the-hidden-factory>>. Citado na página 24.

NODERED. Disponível em: <<https://nodered.org/>>. Citado na página 28.

SIEMENS. Disponível em: <<https://www.siemens.com/global/en.html>>. Citado na página 27.