



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

**Relatório de Estágio Supervisionado
Acumuladores Moura S.A.**

Yasmin de Amorim Eustáquio

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro de 2025

Yasmin de Amorim Eustáquio

Relatório de Estágio Supervisionado
Acumuladores Moura S.A.

Relatório de Estágio Supervisionado
submetido à Coordenação de Graduação em
Engenharia Elétrica da Universidade Federal
de Campina Grande, Campus Campina
Grande, como parte dos requisitos necessários
para a obtenção do grau de Bacharel em
Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Raimundo Carlos Silvério Freire, Dr.

Campina Grande, Paraíba

Fevereiro de 2025

Yasmin de Amorim Eustáquio

Relatório de Estágio Supervisionado Acumuladores Moura S.A.

Relatório de Estágio Supervisionado submetido à Coordenação de Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Ciências no Domínio da Engenharia Elétrica.

Aprovado em 18 / 02 / 25

Prof. Georgina Karla de Freitas Serres,
Dra.
Avaliador

Prof. Raimundo Carlos Silvério Freire,
Dr.
Orientador

Yasmin de Amorim Eustáquio
Orientando

Campina Grande, Paraíba
Fevereiro de 2025

Dedico este trabalho a Deus, fonte de sabedoria e força, que me acompanhou e sustentou em cada desafio desta caminhada.

Dedico também aos meus queridos pais, Rosélia e Osvaldo, que nunca mediram esforços para realizar meus sonhos e sonharam comigo em cada passo dessa jornada. Seu apoio incondicional, amor e dedicação foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Tudo o que conquistei é reflexo dos valores e ensinamentos que recebi de vocês.

Em memória da minha querida avó Maria, que sempre acreditou em mim. Sua lembrança segue viva em cada conquista minha.

Com gratidão eterna.

Agradecimentos

À minha família, um agradecimento especial aos meus pais, Osvaldo e Rosélia, pelo amor, paciência e apoio incondicional que sempre foram a base de tudo. Sou eternamente grata às minhas tias Girlane, Rita e Edjane, ao meu tio Roberval e aos meus primos Alex e Gláucio, pela constante presença, carinho e incentivo em cada etapa dessa caminhada. Ao meu namorado, Paulo Vinícius, agradeço profundamente pelo apoio constante, compreensão e amor, que sempre me motivam a seguir em frente.

Aos meus queridos amigos de longa data – Gabriel, Geovanna, Jessly e Larissa –, agradeço pelos 12 anos de amizade verdadeira, incentivo e apoio. Cada um de vocês contribuiu para tornar minha trajetória mais leve e significativa.

Ao meu orientador, professor Raimundo Carlos Silvério Freire, agradeço pela orientação, paciência e por todo o apoio que me proporcionou durante este processo. Sua experiência e dedicação foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento acadêmico.

Agradeço à equipe da Engenharia Industrial do Grupo Moura pela oportunidade de crescimento profissional. Em especial, quero reconhecer a equipe de automação e indústria 4.0 – Eli Dias, Charles Jardim, Samuel Melo, Jádson Benevides, Pedro Crivellari e Lucas Borba –, por todo o aprendizado e pela troca de experiências que enriquecem minha jornada. Trabalhar com todos vocês foi uma experiência fundamental para o meu crescimento.

A todos os colegas e colaboradores da empresa, agradeço pela convivência e pelo conhecimento compartilhado. Sou grata também aos amigos que fiz dentro e fora da empresa, como Ana Beatriz, Aline, João Vitor, Luiza, Maurílio, Rafaela, Samuel Melo e Vinícius – cada um de vocês contribuiu para tornar minha trajetória mais rica e significativa.

Este trabalho é o resultado do apoio e das contribuições de muitas pessoas especiais, às quais sou eternamente grata.

Resumo

O estágio supervisionado foi realizado na empresa Acumuladores Moura S.A., localizada em Belo Jardim, Pernambuco, no setor de Engenharia Industrial, na divisão de Automação e Indústria 4.0. Durante esse período, diversas atividades foram desenvolvidas, incluindo treinamentos na metodologia *World Class Manufacturing* (WCM), participação na Academia de Estagiários da Moura e envolvimento direto em projetos de automação industrial e monitoramento de processos. Os principais projetos abordaram o tratamento de dados da massa, a coleta de dados do TCA e a análise de anomalias no processo de solda Intercell, utilizando aprendizado de máquina para detecção de falhas. A experiência proporcionou um aprendizado significativo na aplicação de soluções tecnológicas voltadas à otimização de processos industriais e controle de qualidade.

Palavras-chave: Acumuladores Moura; Engenharia Industrial; Automação; Indústria 4.0; Machine Learning; Qualidade de Processos.

Abstract

The supervised internship was carried out at Acumuladores Moura S.A., located in Belo Jardim, Pernambuco, in the Industrial Engineering sector, within the Automation and Industry 4.0 division. During this period, various activities were developed, including training in the World Class Manufacturing (WCM) methodology, participation in the Moura Intern Academy, and direct involvement in industrial automation and process monitoring projects. The main projects focused on data processing for the paste mixer, data collection from the TCA, and anomaly analysis in the Intercell welding process, using machine learning for fault detection. The experience provided significant learning in the application of technological solutions aimed at optimizing industrial processes and quality control.

Keywords: Acumuladores Moura; Industrial Engineering; Automation; Industry 4.0; Machine Learning; Process Quality.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Unidade Matriz Acumuladores Moura	11
Figura 2 – Departamento de Engenharia Industrial	16
Figura 3 – organização	17
Figura 4 – Fluxograma do ciclo de vida de projetos	19
Figura 5 – Ciclo de vida dos projetos de PDCA	22
Figura 6 – Ciclo de vida dos projetos Hora-Hora	22
Figura 7 – Quadro do Kanban	23
Figura 8 – Preparação da massa negativa	25
Figura 9 – Preparação da massa positiva	25
Figura 10 – Arquitetura do sistema de aquisição e tratamento de dados da masseira	26
Figura 11 – PLC Rockwell	27
Figura 12 – IoT Siemens 2050	28
Figura 13 – Fluxo no Node-red	29
Figura 14 – Relatório da masseira	30
Figura 15 – Máquina de teste de curto circuito	31
Figura 16 – Arquitetura do sistema de coleta de dados do TCA	32
Figura 17 – Receita dos níveis de tensão para cada modelo de bateria	33
Figura 18 – Interface de interação para seleção de parâmetros	33
Figura 19 – Máquina de solda entre células	34
Figura 20 – Arquitetura do projeto da solda intercell	35
Figura 21 – Curva de resistência ao longo 1104 ciclos do cabeçote 2	36
Figura 22 – Resultado do classificador analítico	36
Figura 23 – Matrix de confusão	37
Figura 24 – Dashboard do supervisório	37

Lista de tabelas

Tabela 1 – Estrutura Organizacional Grupo Moura	14
---	----

Lista de abreviaturas e siglas

PLC	Controlador Lógico Programável
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
WCM	<i>World Class Manufacturing</i>
ITEMM	Instituto de Tecnologia Edson Mororó Moura
TCA	Teste de Circuito Aberto
IoT	<i>Internt of Things</i>
UGB	Unidade de Gestão Básica
AWS	<i>Amazon Web Services</i>
IHM	Interface Homem-Máquina
UN	Unidade

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos	12
1.2	Estrutura do Relatório	12
2	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	13
2.1	Acumuladores Moura S.A	13
2.2	Unidade 01 - Moura Baterias Industriais	15
2.3	Departamento de Engenharia Industrial	15
3	ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	18
3.1	Gestão de projetos	18
3.1.1	PDCA (Plan-Do-Check-Act)	21
3.1.2	Hora-Hora	21
3.1.3	Kanban	21
3.2	Projeto de tratamento de dados da masseira	24
3.2.1	Processo da masseira	24
3.2.2	Arquitetura do sistema	25
3.2.2.1	Coleta de dados	26
3.2.2.2	Tratamento de dados	29
3.2.2.3	Benefícios	30
3.3	Coleta de dados do TCA	30
3.3.1	Arquitetura do sistema	32
3.4	P&D Solda Intercell	34
3.4.1	Execução do projeto	35
3.4.2	Benefícios Esperados	37
4	CONCLUSÕES	39
	REFERÊNCIAS	40

1 Introdução

Este relatório tem como objetivo descrever as atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado da aluna Yasmin de Amorim Eustáquio, discente do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio foi realizado na empresa Acumuladores Moura S.A. (ACMO), especificamente no setor de Engenharia Industrial, na divisão de Automação e Indústria 4.0, sob a supervisão do engenheiro Eli Dias e a orientação acadêmica do Prof. Dr. Raimundo Carlos Silvério Freire.

Ao longo do período de estágio, a aluna esteve envolvida em diversas atividades, com destaque para os treinamentos voltados à metodologia *World Class Manufacturing* (WCM), incluindo práticas como Kaizen, 5W1H, Tratamento de Anomalias e 5S. Além disso, participou da Academia de Estagiários da Moura, onde teve acesso a capacitações em Inteligência Emocional, O Papel do Estagiário, Postura Profissional e Planejamento de Carreira, promovendo o desenvolvimento de competências essenciais para sua atuação no ambiente industrial.

O presente relatório visa apresentar de forma estruturada as atividades realizadas, os conhecimentos adquiridos e as contribuições do estágio para a formação acadêmica e profissional da aluna. Convém ressaltar que todas as atividades foram conduzidas presencialmente nas instalações da empresa, proporcionando uma experiência prática imersiva no ambiente industrial.

Figura 1 – Unidade Matriz Acumuladores Moura



Fonte: Grupo Moura.

1.1 Objetivos

O estágio teve como objetivo proporcionar à aluna uma vivência complementar à experiência acadêmica, visando ao aprimoramento de suas competências profissionais. Seu principal objetivo é capacitá-la a aplicar os conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação universitária na resolução de desafios práticos típicos da atuação profissional na engenharia.

No decorrer do estágio no departamento de Engenharia Industrial da Acumuladores Moura S.A., foram desenvolvidas as seguintes atividades:

- Gerenciamento de projetos;
- Desenvolvimento de algoritmos;
- Desenvolvimento de firmware embarcado;
- Desenvolvimento de sistemas IoT.

1.2 Estrutura do Relatório

Este relatório está estruturado em três capítulos, além desta introdução.

O Capítulo 2, realiza uma apresentação detalhada da empresa Acumuladores Moura S.A., abordando sua estrutura organizacional e os principais setores de atuação.

No Capítulo 3, são exploradas as atividades desenvolvidas pela estagiária, bem como as características do setor em que esteve inserida.

Por fim, o Capítulo 4 traz as considerações finais, refletindo sobre os aprendizados adquiridos ao longo do estágio.

2 Apresentação da Empresa

Neste capítulo é apresentada a empresa Acumuladores Moura S.A., além da divisão da empresa na qual o estagiário desenvolveu suas atividades.

2.1 Acumuladores Moura S.A

A Acumuladores Moura S.A. (ACMO) foi fundada em 1957 na cidade de Belo Jardim, situada no agreste pernambucano, a aproximadamente 180 km da capital do estado. O empreendimento teve início sob a liderança do químico industrial Edson Mororó Moura, que, ao lado de sua esposa e colega de profissão, Maria da Conceição Viana Moura, vislumbrou uma oportunidade inovadora no setor de baterias automotivas.

Na época de sua fundação, o mercado de baterias na região era pouco desenvolvido, refletindo o estágio inicial da própria indústria automobilística de baterias de chumbo-ácido no Brasil. Diante desse cenário, a empresa surgiu com uma proposta inovadora para suprir essa demanda emergente. Inicialmente denominada Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda., suas instalações contavam com um maquinário rudimentar, predominantemente fabricado em madeira e ferro. Além disso, os conhecimentos técnicos para a produção das baterias eram obtidos a partir de livros e artigos científicos disponíveis na época, nem sempre proporcionando a eficiência necessária para a fabricação de produtos de qualidade.

Nos primeiros anos, a produção era limitada, com uma média mensal de 50 unidades, atendendo exclusivamente ao comércio local e ao interior dos estados de Pernambuco, Paraíba e Alagoas. No entanto, os custos elevados de produção e a baixa confiabilidade dos produtos resultavam em um número significativo de devoluções.

Apesar dos desafios iniciais, os fundadores mantiveram sua visão estratégica, e, pouco tempo após o lançamento dos primeiros produtos, a empresa implementou um amplo programa de transferência de tecnologia em parceria com a Chloride, então o maior fabricante mundial de baterias. Essa colaboração não apenas permitiu a incorporação de técnicas produtivas mais avançadas, mas também abriu oportunidades comerciais, uma vez que a Chloride possuía contratos de fornecimento com diversas montadoras no Brasil, expandindo significativamente a base de clientes da Moura.

Ao longo dos anos, por meio de investimentos contínuos e sucessivos aprimoramentos tecnológicos, a empresa consolidou sua posição no mercado e se tornou a maior fabricante de baterias do Brasil. Atualmente, sua atuação se estende a diversos países, incluindo Argentina, Paraguai, Chile e Inglaterra, reforçando sua relevância internacional.

Além de seu crescimento industrial, a Acumuladores Moura passou a integrar o Grupo Moura, um conglomerado que engloba mais de 80 distribuidoras comerciais, 18 holdings, 8 plantas fabris e um centro de distribuição. Dentre as empresas que compõem o grupo, destacam-se o Instituto Tecnológico Edson Mororó Moura (ITEMM), dedicado à pesquisa e inovação em baterias de chumbo-ácido e lítio, bem como a Transportadora Bitury e a Log M, voltadas à logística de distribuição.

Atualmente, o Grupo Moura conta com um quadro de funcionários superior a seis mil colaboradores, distribuídos entre suas diversas unidades, que seguem em constante expansão. A estrutura organizacional do grupo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Estrutura Organizacional Grupo Moura

Unidade	Produtos	Localização
UN 01 - ACUMULADORES MOURA MATRIZ	Baterias para o mercado de reposição, montadoras, especiais e exportação	Belo Jardim - PE
UN 02 - UNIDADE ADMINISTRATIVA	Centro administrativo	Jaboatão dos Guararapes - PE
ESCRITÓRIO SÃO PAULO	Centro administrativo	São Paulo - SP
ESCRITÓRIO RIO DE JANEIRO	Centro administrativo	Niterói - RJ
UN 03 - DEPÓSITO FIAT E IVECO	Baterias para a Fiat e Iveco em Minas Gerais	Betim - MG
UN 04 - METALÚRGICA	Reciclagem de baterias e ligas de chumbo	Belo Jardim - PE
UN 05 - INDÚSTRIA DE PLÁSTICO	Caixa, tampa e pequenas peças para baterias	Belo Jardim - PE
UN 06 - UNIDADE DE FORMAÇÃO E ACABAMENTO	Baterias para montadoras, reposição e especiais	Itapetinga - SP
UN 08 - MOURA BATERIAS INDUSTRIAIS	Baterias tracionárias e de moto	Belo Jardim - PE
UN10 - MOURA BATERIAS AUTOMOTIVAS E NOVOS NEGÓCIOS	Baterias automotivas, estacionárias e novos negócios BESS e Lítio.	Belo Jardim - PE
BASA - DEPÓSITO ARGENTINA	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Pilar
WAYOTEK - DEPÓSITO PORTO RICO	Baterias para montadoras e reposição no Porto Rico	Carolina
RADESCA - DEPÓSITO URUGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Uruguai	Montevideu
RIOS RESPUESTOS - DEPÓSITO PARAGUAI	Baterias para montadoras e reposição na Paraguai	Assunção
UN 14 - NOVA METALÚRGICA - EM CONSTRUÇÃO	Reciclagem de baterias e ligas de chumbo	Belo Jardim - PE

Fonte: Grupo Moura

2.2 Unidade 01 - Moura Baterias Industriais

A Unidade 01 (Matriz - UN-01), onde foi realizado o estágio descrito neste relatório, conta com um quadro de mais de 1.200 colaboradores. A estrutura fabril opera em três turnos, garantindo a continuidade da produção de baterias, enquanto os setores administrativos e de suporte funcionam em horário comercial.

A unidade produtiva é organizada em Unidades Gerenciais Básicas (UGBs), cada uma responsável por etapas específicas do processo de fabricação:

- UGB-01: Moinho, fundição, empastamento e cura/secagem;
- UGB-02 e UGB-03: Montagem das baterias;
- UGB-04: Formação e acabamento das baterias.

Além do setor produtivo, a unidade conta com áreas de suporte essenciais para a operação, como Engenharia, Logística, Administração e Finanças.

Os produtos fabricados nesta unidade atendem tanto ao mercado de reposição nacional e internacional quanto às demandas de montadoras de veículos leves, pesados e máquinas agrícolas, consolidando a empresa como um dos principais fornecedores do setor.

2.3 Departamento de Engenharia Industrial

O departamento de Engenharia Industrial desempenha um papel fundamental no planejamento e execução de projetos voltados para a manufatura, aprimoramento da infraestrutura e aumento da produtividade da empresa. Suas responsabilidades incluem a gestão da instalação de novos equipamentos nas plantas industriais, assegurando sua correta operação e integração aos processos produtivos.

Figura 2 – Departamento de Engenharia Industrial



Fonte: Autoria Própria.

O principal objetivo do setor é atender às necessidades dos clientes internos, alinhando cada projeto às diretrizes estratégicas estabelecidas pela alta administração. Para isso, são seguidos rigorosamente os princípios da metodologia *World Class Manufacturing* (WCM), garantindo a excelência operacional. Além disso, investe-se continuamente na capacitação da equipe, aprimorando suas competências na concepção e implementação de projetos de desenvolvimento e melhorias.

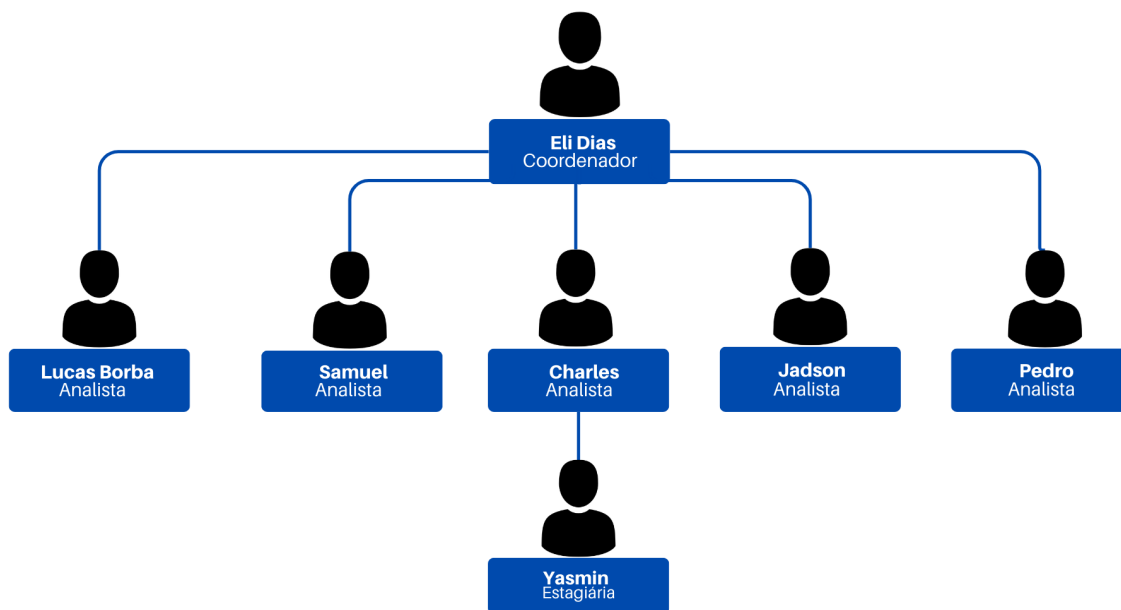
A otimização da cadeia de fornecedores é outro foco estratégico, buscando-se constantemente um melhor equilíbrio entre custo e benefício, além da identificação de oportunidades de inovação nos produtos e processos.

Na área de automação, os esforços estão direcionados para o desenvolvimento de soluções tecnológicas que atendam às necessidades específicas da produção. São utilizados, por exemplo, controladores lógicos programáveis (PLCs) e sistemas de supervisão de dados para aprimorar a eficiência operacional e o monitoramento dos processos.

No âmbito do desenho industrial, há um compromisso com a manutenção de uma documentação técnica completa e atualizada de equipamentos, instalações e componentes, em conformidade com as normas vigentes. Paralelamente, o setor está constantemente envolvido no desenvolvimento de projetos que visam aprimorar a infraestrutura fabril, garantindo maior eficiência e segurança nos processos produtivos.

A estrutura organizacional do departamento reflete uma abordagem integrada e orientada para resultados, assegurando a execução eficaz dos projetos e a contribuição direta para o crescimento e inovação da empresa.

Figura 3 – organização



Fonte: Autoria Própria.

3 Atividades Desenvolvidas

Neste capítulo são relatadas as atividades desenvolvidas ao longo do período de estágio integrado na Acumuladores Moura S.A.

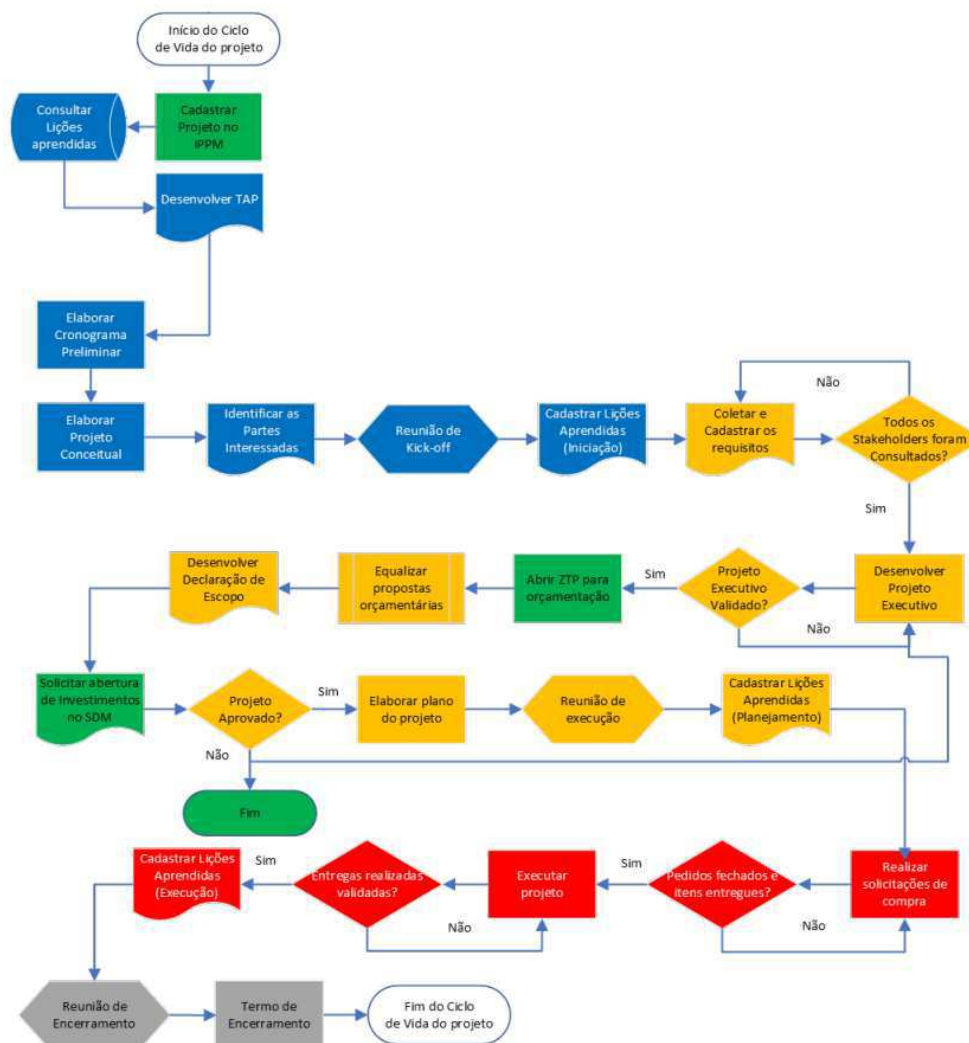
3.1 Gestão de projetos

A gestão de projetos é uma abordagem estruturada e sistemática destinada ao planejamento, execução e controle de projetos, com o propósito de atingir metas específicas dentro dos prazos e orçamentos estabelecidos. Essa metodologia envolve a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para definir e alcançar os objetivos do projeto, levando em consideração os recursos disponíveis e as restrições impostas (DUARTE, 2016).

O ciclo de vida da gestão de projetos é composto por etapas sequenciais e interrelacionadas, que são descritas a seguir:

- **Inicialização:** Nesta fase, o projeto é formalmente iniciado, com a definição dos objetivos e requisitos necessários. A alocação de recursos iniciais é realizada e o escopo do projeto é delineado, servindo de base para as etapas subsequentes.
- **Planejamento:** Durante esta fase, são elaborados planos detalhados que guiarão a execução, monitoramento e controle do projeto. Esses planos abrangem a definição de metas, cronogramas, orçamentos, recursos necessários e a análise de riscos, buscando garantir que todas as variáveis do projeto sejam adequadamente geridas.
- **Execução:** Esta etapa envolve a implementação das atividades previstas no plano de projeto. A alocação de recursos é feita, as equipes são coordenadas e os processos estabelecidos são colocados em prática, com o objetivo de alcançar as metas definidas.
- **Monitoramento e Controle:** Durante toda a execução do projeto, o progresso é monitorado de forma contínua em relação ao plano. Caso sejam identificadas variações, são implementadas ações corretivas para assegurar que o projeto esteja alinhado com os objetivos de prazo, custo e qualidade, garantindo seu sucesso.
- **Encerramento:** Na fase final, o projeto é concluído e formalmente entregue aos stakeholders. Isso abrange a conclusão de todas as atividades pendentes, a avaliação do desempenho do projeto, a documentação dos resultados obtidos e das lições aprendidas, além da formalização do encerramento do projeto.

Figura 4 – Fluxograma do ciclo de vida de projetos



Fonte: Grupo Moura.

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

1. **Cadastro do Projeto no IPPM:** Esta fase inicial consiste no registro do projeto no sistema de gerenciamento de projetos da organização, garantindo que o projeto seja formalmente reconhecido e documentado.
2. **Desenvolvimento do TAP (Termo de Abertura do Projeto):** O TAP é um documento crucial que define os objetivos, o escopo, as entregas, os recursos, o cronograma preliminar e outras informações essenciais sobre o projeto. Sua principal finalidade é fornecer uma visão geral clara e concisa do projeto, além de estabelecer a autoridade do gerente do projeto.
3. **Elaboração do Cronograma:** Nesta fase, é desenvolvido um cronograma detalhado que define as atividades do projeto, suas respectivas durações e as dependências

entre elas. Este cronograma serve como base para a execução e monitoramento do progresso do projeto.

4. **Identificação de Partes Interessadas:** Esta etapa envolve a identificação das partes interessadas, ou seja, as pessoas ou grupos que serão impactados pelo projeto ou que poderão influenciar seu sucesso. O entendimento das necessidades e expectativas dessas partes é fundamental para o gerenciamento do projeto.
5. **Reunião Kick-off:** A reunião de Kick-off é realizada no início do projeto para apresentar a equipe, o escopo, os objetivos e outras informações essenciais. O objetivo dessa reunião é alinhar todas as partes interessadas em relação às expectativas e metas do projeto.
6. **Levantamento de Requisitos:** Os requisitos do projeto são levantados e documentados, assegurando que todas as expectativas das partes interessadas sejam compreendidas e atendidas, de modo a garantir a entrega de um produto ou serviço que atenda aos padrões estabelecidos.
7. **Abertura da Tomada de Preço para Orçamentação:** A tomada de preço é uma etapa importante no processo orçamentário do projeto. Nessa fase, os recursos e orçamentos necessários para a execução do projeto são alocados e as propostas financeiras são analisadas.
8. **Declaração de Escopo:** A declaração de escopo define claramente o que será entregue ao longo do projeto, estabelecendo as fronteiras do projeto e delimitando o que está fora do escopo. Este documento é essencial para evitar mudanças não planejadas durante a execução.
9. **Solicitação de Abertura no SDM (Serviços Digitais Moura):** O SDM é utilizado para solicitar a abertura de um centro de investimento para o projeto, permitindo o acompanhamento e controle dos recursos financeiros alocados.
10. **Elaboração do Plano do Projeto:** O plano do projeto é um documento abrangente que detalha como o projeto será executado, monitorado, controlado e encerrado. Ele inclui informações sobre as atividades, recursos, cronograma, orçamento, riscos e as estratégias para garantir o sucesso do projeto.
11. **Realização da Solicitação de Compras:** Durante esta fase, são solicitadas as compras de materiais, equipamentos ou serviços necessários para a execução do projeto, com base nos requisitos previamente definidos.
12. **Cadastro de Lições Aprendidas e Termo de Encerramento:** Após a conclusão do projeto, as lições aprendidas ao longo do processo são registradas e o termo de

encerramento é elaborado. Este termo formaliza o término do projeto e a entrega dos resultados, além de consolidar as experiências adquiridas para futuras iniciativas.

Essas etapas, quando seguidas de forma adequada, contribuem para o sucesso do projeto, possibilitando a concretização dos objetivos dentro dos prazos e orçamentos 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.

3.1.1 PDCA (Plan-Do-Check-Act)

O PDCA (Plan-Do-Check-Act) é um ciclo de melhoria contínua que consiste em quatro etapas interdependentes: Planejar (Plan), Executar (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). O fluxograma apresentado na Figura 5 ilustra a aplicação do ciclo PDCA em projetos de automação e Indústria 4.0. Na fase de Planejamento, os objetivos do projeto são claramente definidos e os planos necessários para alcançá-los são elaborados. Na fase de Execução, esses planos são colocados em prática, com a implementação das ações previstas. A fase de Verificação envolve o monitoramento dos resultados obtidos, os quais são comparados com os objetivos inicialmente estabelecidos. Finalmente, na fase de Ação, são identificadas oportunidades de melhoria com base na análise dos resultados, e ações corretivas são implementadas para otimizar o processo e alcançar um desempenho superior.

3.1.2 Hora-Hora

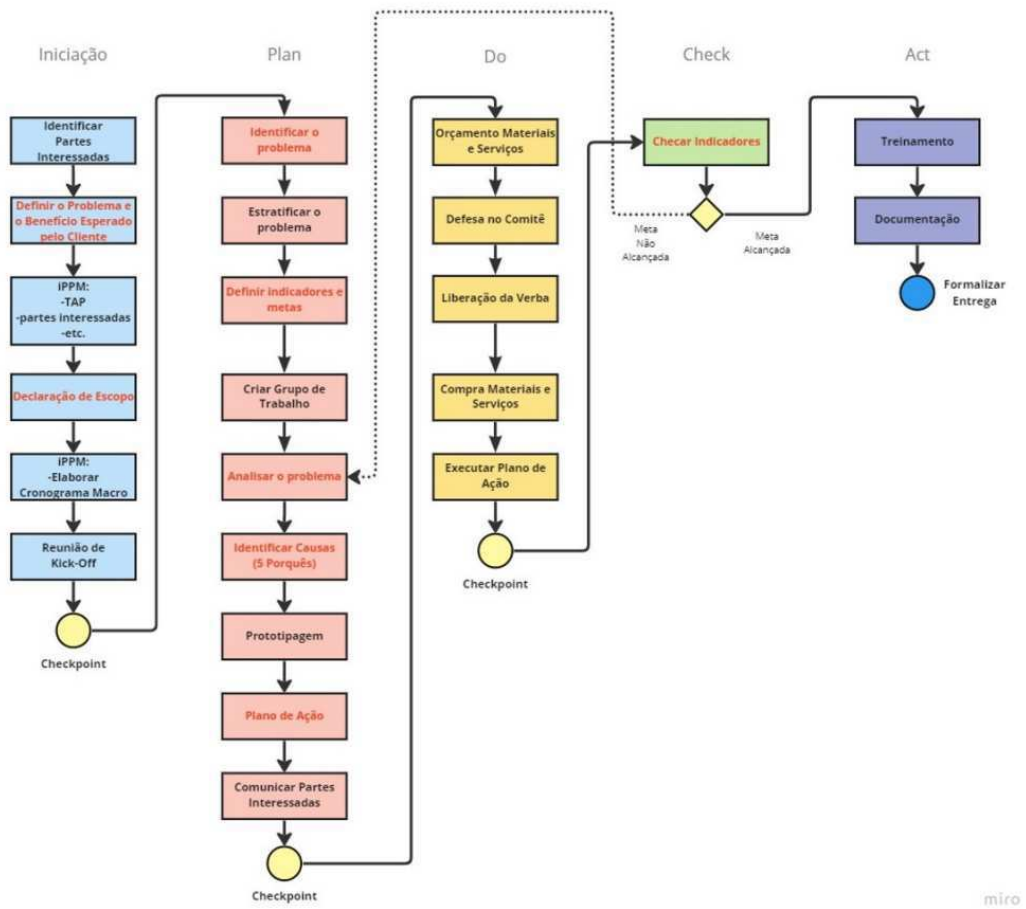
O fluxograma Hora-Hora, apresentado na Figura 6, é uma ferramenta eficaz para projetos em que os requisitos e a carga de trabalho apresentam variações ao longo do tempo, possibilitando uma gestão mais flexível e adaptável da equipe.

3.1.3 Kanban

A estagiária teve a oportunidade de se aprofundar na metodologia 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, termo derivado do japonês que significa "cartão visual", tem se consolidado como uma abordagem eficaz para gerenciar tarefas e processos de maneira transparente e colaborativa.

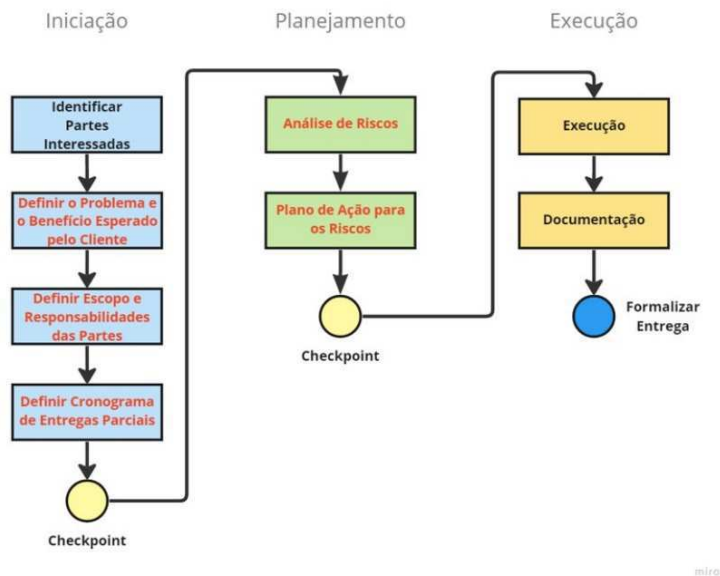
Uma das características fundamentais do Kanban é o uso de quadros visuais, nos quais as tarefas são representadas por cartões que se deslocam por diferentes etapas do processo. Esses quadros fornecem uma visão clara do progresso das atividades e facilitam a identificação de gargalos e áreas que necessitam de melhorias.

Figura 5 – Ciclo de vida dos projetos de PDCA



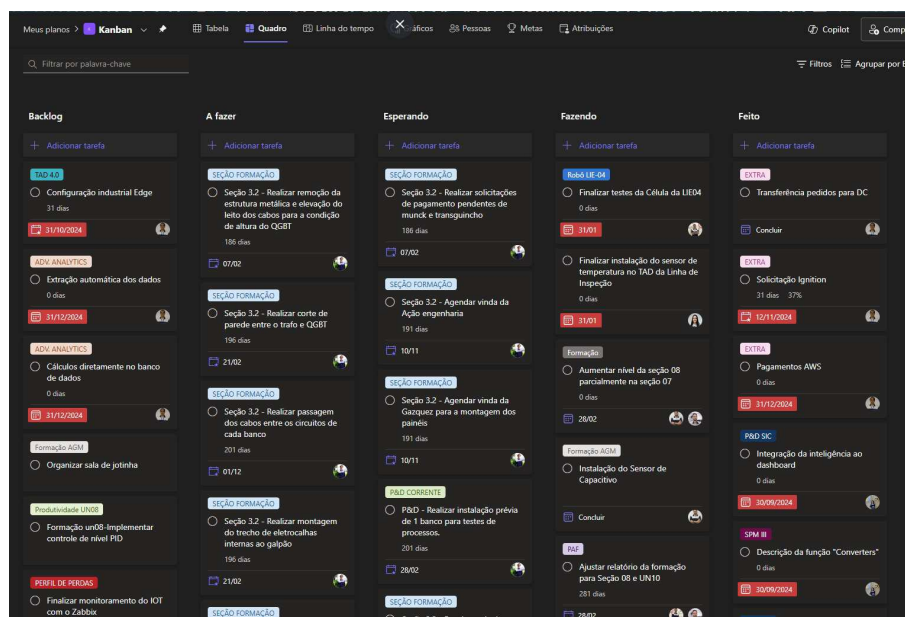
Fonte: Grupo Moura.

Figura 6 – Ciclo de vida dos projetos Hora-Hora



Fonte: Grupo Moura.

Figura 7 – Quadro do Kanban



Fonte: Grupo Moura.

Adicionalmente, a equipe realiza reuniões semanais para monitorar de forma contínua o avanço das metas mensais estabelecidas. Essas reuniões desempenham um papel crucial na avaliação do desempenho, na identificação de obstáculos potenciais e no ajuste das prioridades conforme necessário. Por meio desses encontros regulares, assegura-se que todos os membros da equipe estejam alinhados e comprometidos com os objetivos comuns.

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

Em síntese, a implementação do Kanban na equipe de automação oferece importantes insights sobre práticas eficazes de gerenciamento de projetos e fomenta uma cultura de colaboração e melhoria contínua.

Durante o estágio, foi desenvolvida uma planilha de indicadores de projetos, que oferece uma visão detalhada do desempenho individual da equipe ao longo do ano. Nesta planilha, cada membro da equipe é atribuído a metas mensais, expressas como uma porcentagem de realização. A meta ideal é de 100%, o que indica que o colaborador cumpriu todos os objetivos estabelecidos para aquele período.

Essa ferramenta possibilita o monitoramento preciso do alcance das metas de cada membro da equipe em relação aos projetos em andamento. Ela não apenas fornece uma visão abrangente do desempenho individual, mas também permite identificar padrões de

produtividade e áreas que podem demandar apoio adicional.

3.2 Projeto de tratamento de dados da masseira

Na busca de otimizar o processo de fabricação da massa para placas de baterias chumbo-ácido este projeto visa desenvolver um método de tratamento e análise dos dados coletados da masseira. A partir desses dados, o projeto será capaz de estimar o tempo de perdas nas etapas manuais do processo de fabricação, identificando gargalos operacionais e propondo melhorias para a otimização da produção.

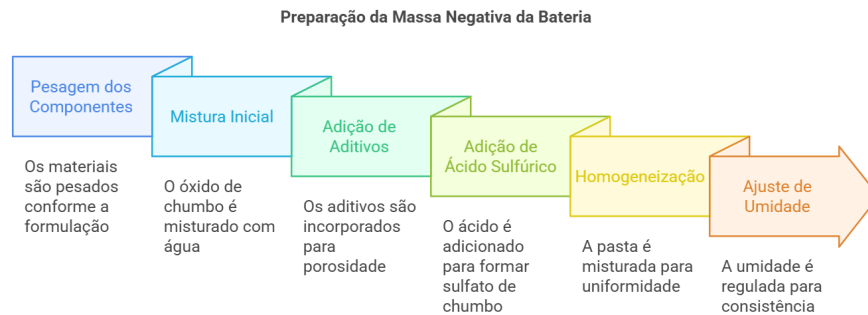
3.2.1 Processo da masseira

O processo de preparação da massa para baterias de chumbo-ácido é conduzido em uma masseira e segue uma sequência rigorosa para garantir a qualidade e a uniformidade do material. Inicialmente, ocorre a mistura dos aditivos específicos conforme o tipo de placa a ser produzida (positiva ou negativa) juntamente com o óxido de chumbo, sendo que cada ciclo de produção utiliza aproximadamente 1000 kg desse composto.

Na etapa subsequente, a massa de óxido de chumbo é submetida a um processo de saturação com água e posterior sulfatação. A água é adicionada previamente ao óxido, promovendo a formação de hidróxido de chumbo ($Pb(OH)_2$), essencial para manter a alcalinidade da mistura em um pH entre 8 e 10. Esse controle de pH é necessário para garantir uma reação adequada quando o ácido sulfúrico (H_2SO_4), com densidade aproximada de 1.400 g/L, for introduzido. A adição sequencial da água antes do ácido é um procedimento crítico, pois evita a formação de compostos indesejados e assegura a reatividade adequada do sistema.

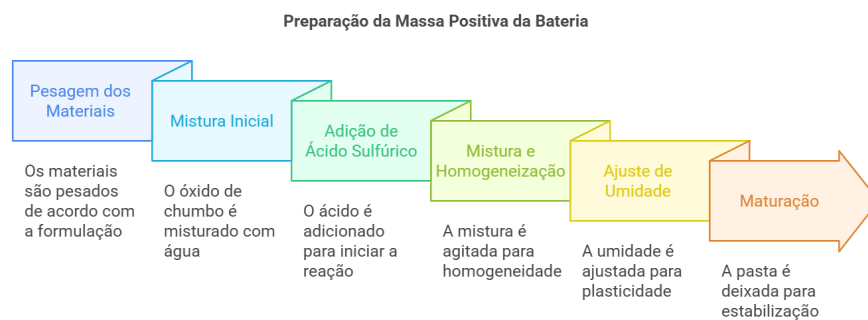
Inicialmente, a mistura de óxido de chumbo e água apresenta uma consistência fluida. Entretanto, à medida que o ácido sulfúrico é incorporado, há uma liberação significativa de energia térmica, resultando no enrijecimento progressivo da pasta. Para mitigar variações bruscas de temperatura e garantir a homogeneidade do material, a adição do ácido é realizada de forma gradual e controlada. Esse procedimento é fundamental para assegurar a estabilidade da massa e a qualidade do produto final.

Figura 8 – Preparação da massa negativa



Fonte: Autoria Própria.

Figura 9 – Preparação da massa positiva



Fonte: Autoria Própria.

3.2.2 Arquitetura do sistema

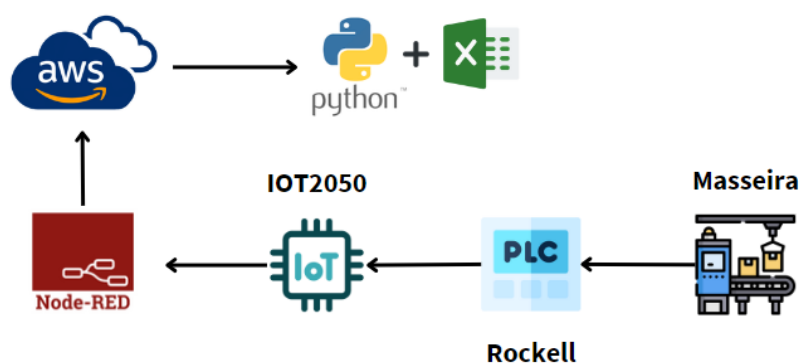
O sistema de monitoramento e análise de dados foi desenvolvido com o objetivo de capturar informações em tempo real durante o processo de fabricação da massa na masseira, permitindo um controle mais preciso das variáveis operacionais. Para isso, a arquitetura implementada é composta por diferentes componentes que trabalham de forma integrada. O Controlador Lógico Programável (PLC) Rockwell é responsável pelo controle das operações da masseira, registrando parâmetros essenciais do processo, como tempo de mistura, adição de componentes e temperatura da massa. Esses dados são então transmitidos para o Gateway IoT Siemens IOT2050, que atua como um dispositivo intermediário, comunicando as informações do PLC para a camada superior de processamento.

Para o gerenciamento e envio dos dados para a nuvem, foi utilizada a plataforma Node-RED, que possibilita a coleta, o processamento e a transmissão das informações para a *Amazon Web Services* (AWS). Essa infraestrutura em nuvem permite o armazenamento

seguro e a análise dos dados coletados, viabilizando o monitoramento remoto do processo produtivo. Além disso, as bibliotecas do Python como Numpy e Pandas, juntamente com o Excel, foram empregadas para organizar, tratar e analisar os dados, possibilitando a geração de relatórios estruturados que facilitam a interpretação dos resultados e auxiliam na tomada de decisões.

Essa arquitetura integrada não apenas permite a aquisição de dados em tempo real, mas também possibilita a análise contínua do desempenho operacional, contribuindo para a otimização do processo produtivo. Ao fornecer uma visão detalhada das variáveis do sistema, a solução desenvolvida permite a identificação de possíveis ineficiências e a implementação de melhorias para aumentar a produtividade e reduzir desperdícios, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0.

Figura 10 – Arquitetura do sistema de aquisição e tratamento de dados da masseira



Fonte: Autoria Própria.

3.2.2.1 Coleta de dados

A coleta de dados no processo de fabricação da massa é uma etapa fundamental para garantir a rastreabilidade e a otimização das operações industriais. Por meio da integração de sensores, controladores lógicos programáveis e plataformas de análise, é possível capturar informações operacionais em tempo real, permitindo a identificação de padrões, a detecção de anomalias e a implementação de melhorias no processo produtivo.

A seguir, são descritas as principais etapas envolvidas na captura, processamento e armazenamento dos dados.

- Controlador lógico programável (PLC)

O Controlador Lógico Programável (PLC - Programmable Logic Controller) é um dispositivo eletrônico projetado para automatizar processos industriais, substituindo circuitos de controle convencionais baseados em relés. Ele é um sistema digital que

recebe entradas de sensores e dispositivos, processa essas informações de acordo com um programa armazenado em sua memória e aciona saídas para controlar máquinas e processos em tempo real (BOLTON, 2015).

Inicialmente, a captura das variáveis operacionais é realizada pelo Controlador Lógico Programável (PLC) Rockwell, que monitora parâmetros essenciais, como o tempo de mistura, a adição de componentes e a temperatura da massa. O PLC coleta esses dados em tempo real, assegurando que todas as informações relevantes do processo sejam registradas com precisão. Em seguida, os dados coletados pelo PLC são então transferidos para o Gateway IoT Siemens IOT2050, que desempenha o papel de intermediário na arquitetura do sistema.

Figura 11 – PLC Rockwell



Fonte: Google Imagens.

- Gateway IoT2050

O IoT2050 é um dispositivo industrial robusto, projetado para coleta, processamento e transmissão de dados em ambientes de automação. Ele atua como interface entre máquinas e sistemas de controle, viabilizando comunicação bidirecional e integração eficiente de equipamentos. Além disso, o IoT2050 suporta conexão com uma ampla gama de dispositivos industriais, como Controladores Lógicos Programáveis (PLCs), sensores e atuadores, permitindo a otimização e o monitoramento contínuo de processos produtivos (SIEMENS, 2023).

Figura 12 – IoT Siemens 2050



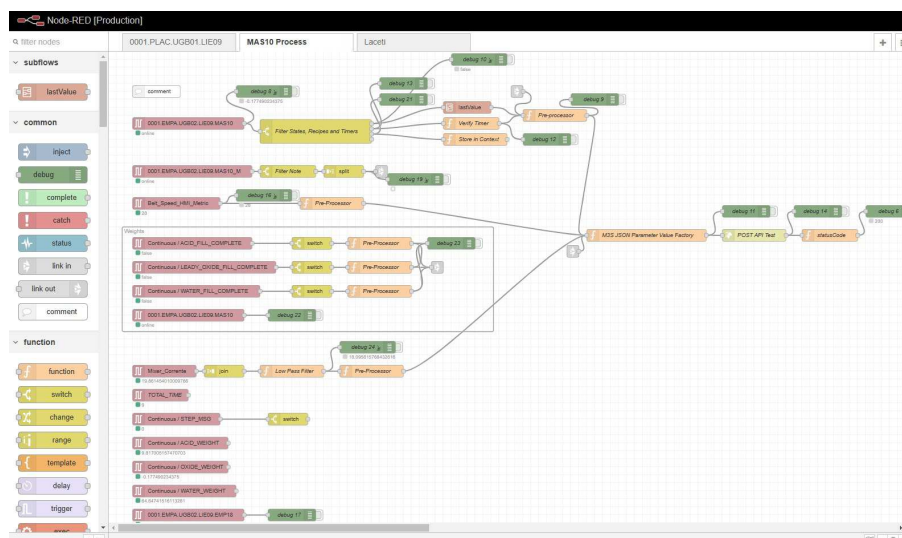
Fonte: Google Imagens.

Os dados enviados ao IoT2050 são convertidos em um formato compatível com a camada superior de processamento, assegurando comunicação eficiente e segura. Após a aquisição, as informações são processadas e preparadas pelo dispositivo para transmissão ao Node-RED por meio do protocolo Ethernet/IP. Esse protocolo, amplamente utilizado na indústria para troca de dados em tempo real, opera sobre redes Ethernet padrão e é compatível com dispositivos como PLCs, IHMs e módulos de E/S, além de permitir a transmissão rápida e confiável de grandes volumes de dados.

- Node-red

O Node-RED é uma plataforma de desenvolvimento visual baseada em Node.js, projetada para facilitar a criação de fluxos de dados interativos. Na automação industrial, é amplamente utilizado para integrar dispositivos e sistemas, além de permitir a análise e visualização de dados ([NODE-RED, ano](#)). Os desenvolvedores utilizam o Node-RED para criar fluxos de trabalho que recebem os dados coletados por dispositivos, como o IoT2050. Esses fluxos consistem em nodes (nós) que executam ações de transformação e filtragem dos dados conforme necessário. Após esse processamento, os dados são organizados e enviados para a nuvem, utilizando a plataforma Node-RED, que oferece uma interface gráfica intuitiva para a construção de fluxos personalizados. Dessa forma, a ferramenta facilita a integração e o gerenciamento das informações coletadas, além de preparar os dados para armazenamento e análise na *Amazon Web Services* (AWS).

Figura 13 – Fluxo no Node-red



Fonte: Autoria Própria.

- *Amazon Web Services (AWS)*

A AWS atua como o ambiente central de armazenamento e processamento dos dados, oferecendo uma infraestrutura escalável e eficiente para lidar com grandes volumes de informações. Os dados são estruturados de maneira a permitir análises detalhadas, possibilitando a identificação de padrões operacionais, otimização do desempenho da massa e redução de perdas no processo produtivo.

Essa arquitetura integrada proporciona um monitoramento contínuo e automatizado do processo de fabricação da massa, possibilitando a tomada de decisões estratégicas baseadas em dados concretos, alinhando-se aos princípios da Indústria 4.0.

3.2.2.2 Tratamento de dados

No ambiente de processamento, são utilizadas as bibliotecas NumPy e Pandas em Python para estruturar e organizar os dados. As principais etapas envolvem a leitura e limpeza dos dados para remover inconsistências, a pivotagem e organização para associar cada conjunto de dados a um ID de massa específico, além do cálculo dos tempos de processo e das perdas manuais, utilizando as informações coletadas do PLC. Após o processamento, os dados são exportados para um arquivo Excel, gerando um relatório detalhado que contém a identificação de cada massa processada e suas principais características, como densidade, temperatura e plasticidade, além do registro dos tempos de cada etapa do processo, permitindo a análise de eficiência. Também é realizada uma estimativa das perdas de tempo nas etapas manuais, com base na diferença entre as etapas da máquina de estado.

Figura 14 – Relatório da masseira

MASSEIRA INDUSTRIAL - UNIDADE 1											
Data/hora	Massa	Amperagem motor				Corrente Média		Peso ácido		Peso água	
Data/hora	kg	e	Despejo	água	coliflora	seçtura	molho	ácido	colPerborato	e	Despejo
2024-08-15 17:15:39	1										
2024-08-15 17:53:15	2										
2024-08-15 18:22:58	3										
2024-08-15 18:49:29	4										
2024-08-15 19:28:14	5										
2024-08-15 20:01:10	6										
2024-08-15 20:30:32	7										
2024-08-15 21:25:51	8										
2024-08-15 22:18:51	9										
2024-08-15 22:59:50	10										
2024-08-16 00:43:22	11										
2024-08-16 01:15:09	12										
2024-08-16 02:14:47	13										
2024-08-16 03:15:42	14										
2024-08-16 03:39:19	15										
2024-08-16 04:27:35	16										

Fonte: Autoria Própria.

3.2.2.3 Benefícios

O uso dessa arquitetura integrada permitiu um monitoramento mais preciso e automatizado do processo de fabricação da massa, resultando em maior controle sobre as variáveis de produção por meio da captura de dados em tempo real. Além disso, possibilitou a identificação de gargalos nas etapas manuais, contribuindo para a otimização do processo, e a redução de desperdícios, aumentando a eficiência e garantindo uma produção mais estável e previsível. A geração automatizada de relatórios facilitou a análise e a tomada de decisão.

3.3 Coleta de dados do TCA

No processo de fabricação de baterias de chumbo-ácido, o teste de circuito aberto, também denominado *Open Circuit Voltage* (OCV), é uma das primeiras avaliações realizadas para garantir a qualidade do produto antes de sua liberação para testes mais rigorosos. Esse procedimento consiste na medição da tensão da bateria em repouso, ou seja, sem a aplicação de carga externa, e tem como principal objetivo verificar se a bateria foi corretamente carregada durante a fase de formação, além de identificar possíveis falhas internas decorrentes do processo produtivo.

Durante a fabricação, após a montagem das células e o enchimento com eletrólito, a bateria passa pelo processo de formação, no qual é submetida a uma primeira carga elétrica com o intuito de ativar os materiais ativos das placas e estabilizar a reação eletroquímica. Após esse estágio, a bateria é deixada em repouso por um período específico para que sua tensão se estabilize. Em seguida, a medição da tensão entre os terminais positivo e negativo é realizada por meio de equipamentos automatizados ou multímetros de alta precisão. Os valores obtidos são comparados com parâmetros pré-estabelecidos, sendo que, para baterias de 12 V, a faixa considerada adequada geralmente varia entre 12,8 V e 13,0 V. Tensões inferiores a 12,5 V podem indicar insuficiência na carga de formação,

autodescarga acelerada ou mesmo defeitos estruturais, como curtos internos ou falhas nas conexões entre as células.

Figura 15 – Máquina de teste de curto circuito



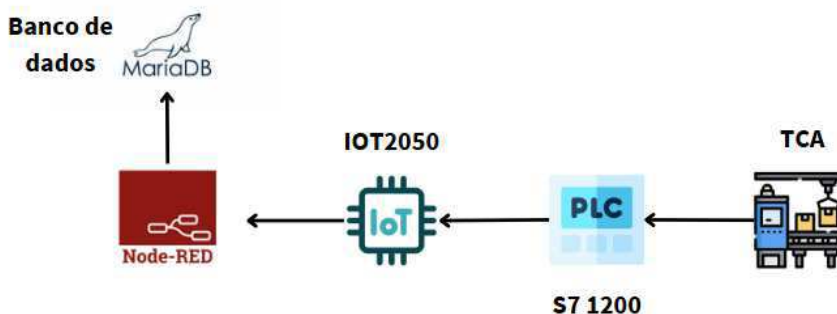
Fonte: Autoria Própria.

A realização do teste de circuito aberto no ambiente industrial é altamente integrada aos sistemas de automação, permitindo a rápida identificação de unidades fora da especificação. Caso uma bateria apresente valores inadequados, ela pode ser direcionada para reprocessamento, submetida a novas cargas ou descartada, caso o defeito seja irreversível. Esse procedimento é essencial para assegurar que apenas baterias em conformidade avancem para as próximas etapas de inspeção e validação, contribuindo para a redução de falhas no campo e para o aumento da confiabilidade do produto final.

Deste modo, este projeto visa implementar um sistema de monitoramento para garantir a qualidade do produto, por meio da avaliação contínua da tensão das baterias, assegurando que estas estejam dentro dos limites máximos e mínimos estabelecidos. O sistema será integrado à automação da linha de produção, utilizando como base a criação de novas receitas no programa da máquina, ajustando os valores de tensão máxima e mínima de acordo com cada modelo específico e o tempo de formação.

3.3.1 Arquitetura do sistema

Figura 16 – Arquitetura do sistema de coleta de dados do TCA



Fonte: Autoria Própria.

A arquitetura do sistema é composta pelos seguintes elementos:

- TCA (Teste de Circuito Aberto): Máquina responsável pela realização do teste de circuito aberto das baterias, garantindo que estejam dentro dos limites de tensão estabelecidos.
- PLC Siemens S7-1200: Realiza o controle dos atuadores e leitura dos sensores, enviando os dados em tempo real ao IoT2050.
- Dispositivo IoT2050: Atua como um gateway de comunicação, recebendo os dados do PLC e transmitindo-os ao banco de dados via Node-RED.
- Node-RED: Plataforma utilizada para coletar, processar e armazenar as informações no banco de dados MariaDB, além de possibilitar a criação de dashboards para visualização e análise dos dados.
- Banco de dados MariaDB: Responsável pelo armazenamento das informações históricas do processo, permitindo análises e ajustes nos parâmetros das receitas.

Para o desenvolvimento e aprimoramento do sistema, utilizou-se o ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act). O processo seguiu as seguintes etapas:

Planejamento (Plan): Definição dos requisitos do sistema, incluindo os limites de tensão das baterias, tempo de formação e protocolos de comunicação entre os dispositivos.

Execução (Do): Implementação do sistema, incluindo a configuração do PLC Siemens S7-1200 no TIA Portal, plataforma de programação da Siemens, desenvolvimento da comunicação entre o IoT2050 e o banco de dados via Node-RED.

Figura 17 – Receita dos níveis de tensão para cada modelo de bateria

The screenshot shows two tables from a software application. The top table, titled 'Recipes', lists various battery models and their associated parameters. The bottom table, titled 'Elements', lists specific data points and their characteristics.

Name	Display name	Number	Version	Type	Maximum number of d.	Communication type	Tooltip
GM60ED	GM60ED	1	5/30/2021 5:36...	Limited	100	Tags	TCAD SEÇÃO 08
GM60AD	GM60AD	2	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
GM60FB	GM60FB	3	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
GM70LD	GM70LD	4	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
FCAS0ED	FCAS0ED	5	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
FI60AD	FI60AD	6	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
FI60FB	FI60FB	7	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
FI72FB	FI72FB	8	22-Aug-24 14:...	Limited	100	Tags	
<Add new>							

Name	Display name	Tag	Data type	Data length	Default value	Minimum value	Maximum value	Decimal places	Toc
TENSÃO MÁXIMA EM...	TENSÃO MÁXIMA (V)	VCA_max_SP	Real	4				2	
TENSÃO MÍNIMA EM...	TENSÃO MÍNIMA (V)	VCA_min_SP	Real	4				2	
TEMPO DE PARADA D...	TEMPO DE PARADA D...	TMR_EST_PRG	Time	4				0	
TEMPO DE DESCIDA ...	TEMPO DE DESCIDA ...	TMR_DESCE_CAB...	Time	4				0	
TEMPO PARA INÍCIO ...	TEMPO PARA INÍCIO ...	TMR_CA_SP	Time	4				0	
TEMPO DE FALHA DO...	TEMPO DE FALHA DO...	TMR_FAL_TESTE...	Time	4				0	
TEMPO DE SUBIDA D...	TEMPO DE SUBIDA D...	TMR_SOBE_CAB...	Time	4				0	
TEMPO DE FALHA DA...	TEMPO DE FALHA DA...	TMR_FAL_REI_PRG	Time	4				0	
<Add new>									

Fonte: Autoria Própria.

Verificação: Foram realizados testes controlados para avaliar a precisão da coleta de dados e a eficácia do controle de tensão, comparando os valores medidos pela máquina com aqueles obtidos manualmente por meio de multímetros de alta precisão. Essa análise permitiu identificar possíveis desvios no sistema e assegurar a confiabilidade das medições.

Ação (Act): Com base nos resultados dos testes, ajustes finos foram realizados para otimizar o controle de tensão e garantir a confiabilidade do sistema. Além disso, melhorias foram implementadas na interface de monitoramento para facilitar a análise dos dados.

Figura 18 – Interface de interação para seleção de parâmetros

The screenshot shows a mobile application interface for parameter selection. At the top, there is a header with the 'Moura' logo, a user field, a yellow 'RECEITAS' button, and a status bar showing the date '07-02-2025' and time '10:20:19'. Below the header, there are two dropdown menus: 'MODELO DE BATERIA' (set to 'GM60AD') and 'DIAS DE QUARENTENA' (set to '5_DIAS'). The main area contains a table with two columns: 'PARÂMETRO' and 'VALOR'. The table lists several parameters related to voltage and time. At the bottom, there is a red button labeled 'EMERGÊNCIA ACIONADA' with a '2' next to it, and a navigation bar with icons for home, search, and notifications.

PARÂMETRO	VALOR
TENSÃO MÁXIMA (V)	
TENSÃO MÍNIMA (V)	
TEMPO DE PARADA DA ESTEIRA (ms)	
TEMPO DE DESCIDA DO CABEÇOTE (ms)	
TEMPO PARA INÍCIO DO TESTE DE CA (ms)	
TEMPO DE FALHA DO TESTE (ms)	
TEMPO DE SUBIDA DO CABEÇOTE (ms)	
TEMPO DE FALHA DA REJEIÇÃO (ms)	

Fonte: Autoria Própria.

3.4 P&D Solda Intercell

O setor de baterias de chumbo-ácido desempenha um papel essencial na indústria automotiva e em aplicações estacionárias, sendo amplamente utilizado devido ao seu custo-benefício e confiabilidade. A qualidade do processo produtivo dessas baterias é fundamental para garantir seu desempenho e durabilidade. Dentro desse contexto, a etapa da solda intercell é um processo crítico na fabricação dessas baterias, pois permite a conexão elétrica entre as células, assegurando a integridade do circuito interno.

A solda entre células é um processo fundamental no setor de montagem industrial, desempenhando um papel crucial na qualidade e confiabilidade dos produtos finais. No entanto, defeitos nesse processo representam um dos principais problemas de garantia, impactando diretamente os custos e a eficiência da produção. Nesse contexto, este projeto tem como objetivo a análise de anomalias na solda intercell por meio da aplicação de algoritmos inteligentes, visando aprimorar a identificação de falhas, reduzir desperdícios e melhorar a tomada de decisão no processo produtivo.

Figura 19 – Máquina de solda entre células



Fonte: Autoria Própria.

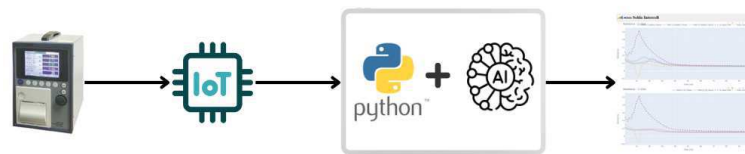
A máquina de solda intercell é usada no processo de fabricação de baterias chumbo-ácido para conectar as placas negativas de cada célula com as placas positivas da célula adjacente através de uma conexão de chumbo que passa pelas paredes, permitindo o fluxo

de corrente. Cada bateria automotiva possui cinco soldas intercell, e se uma delas falhar, toda a bateria é descartada. O processo de solda intercell faz parte do conceito de solda por resistência, que pressiona as peças umas contra as outras, circulando corrente elétrica que causa aquecimento e permite a soldagem.

3.4.1 Execução do projeto

A abordagem adotada neste projeto combina análise estatística, aprendizado de máquina e desenvolvimento de ferramentas de monitoramento, estruturada nas seguintes etapas, conforme ilustrado na arquitetura mostrada na Figura 20:

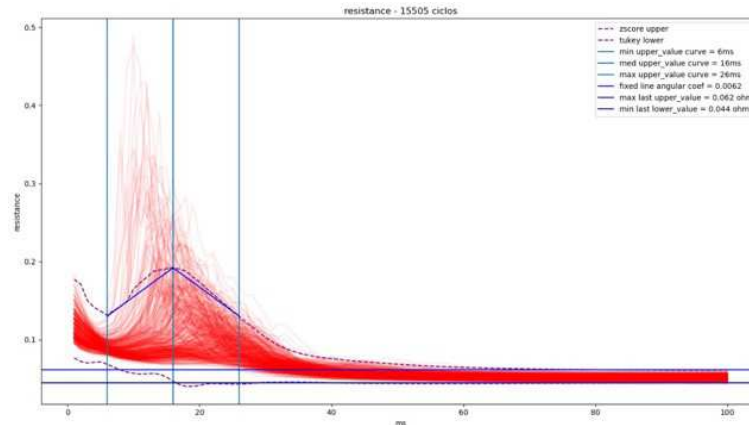
Figura 20 – Arquitetura do projeto da solda intercell



Fonte: A autoria Própria.

- **Coleta de Dados:** Foram coletados dados de um monitor de solda Miyachi instalado na máquina de solda Intercell, incluindo medições de corrente, tensão e tempo de soldagem. O monitoramento dos ciclos de solda ocorreu ao longo de um período definido, gerando um banco de dados representativo das condições operacionais. Esses dados foram armazenados e processados em uma infraestrutura computacional capaz de suportar análises em larga escala.
- **Definição de Limites:** A análise estatística dos dados coletados permitiu definir intervalos de resistência e características das curvas ideais para soldas saudáveis. Foram estabelecidos limiares para identificar desvios, diferenciando comportamentos normais de anômalos no processo.

Figura 21 – Curva de resistência ao longo 1104 ciclos do cabeçote 2



Fonte: Autoria Própria.

- **Classificação de Anomalias:** A classificação das anomalias em quatro tipos principais (A: Espirro, B: Atraso, C: Problema na cauda ascendente e D: Problema na cauda descendente) só foi possível devido aos métodos analíticos empregados na etapa anterior. A análise estatística permitiu identificar padrões significativos nas curvas de resistência ao longo do tempo, facilitando a categorização das anomalias com base nesses padrões.

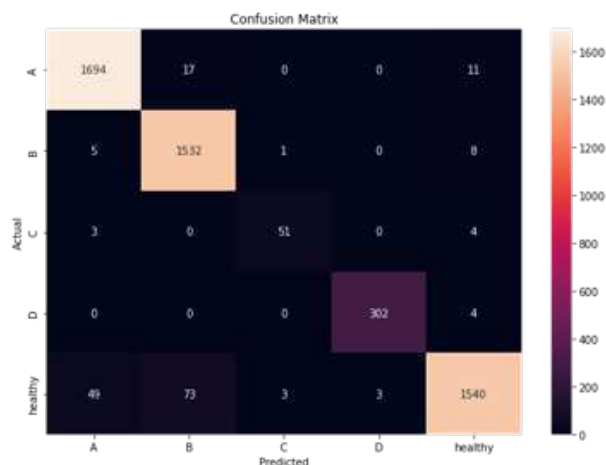
Figura 22 – Resultado do classificador analítico

Total number of cycles: 15505	label_1
Number of cycles labeled as A: 731	A 731
Number of cycles labeled as B: 752	B 435
Number of cycles labeled as C: 46	C 1
Number of cycles labeled as D: 56	D 56
	healthy 14282
	label_1 label_2
	A C 38
	B C 7

Fonte: Autoria Própria.

- **Implementação de Algoritmos de Machine Learning:** Utilizou-se algoritmos de aprendizado de máquina supervisionado com a linguagem Python, destacando-se o método XGBoost, para treinar um modelo de classificação de anomalias. O treinamento foi realizado com um conjunto de dados rotulado, permitindo que o modelo aprendesse a diferenciar os tipos de defeitos. Diversas técnicas de validação, como validação cruzada e análise de matriz de confusão, foram aplicadas para garantir a precisão do modelo.

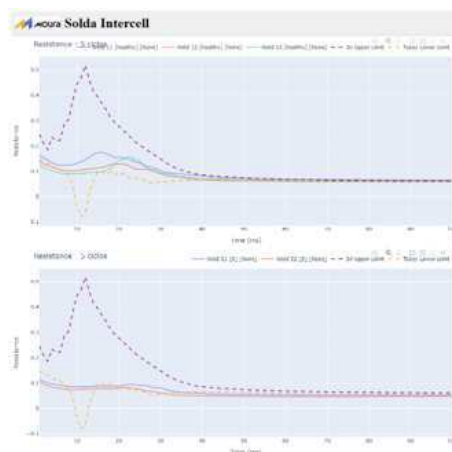
Figura 23 – Matrix de confusão



Fonte: Autoria Própria.

- **Desenvolvimento de Interface para Interação:** Foi desenvolvido um dashboard para permitir a visualização em tempo real das informações coletadas. A interface facilita a análise de padrões por ponto de solda, auxiliando na tomada de decisões rápidas e precisas pelos operadores. O dashboard exibe a curva característica da solda, proporcionando uma análise detalhada da qualidade de cada solda realizada.

Figura 24 – Dashboard do supervisor



Fonte: Autoria Própria.

3.4.2 Benefícios Esperados

Espera-se que o projeto proporcione análise contínua e em tempo real dos pontos de solda, melhorando a tomada de decisões no processo de soldagem Intercell. A aplicação da inteligência artificial visa garantir uma avaliação mais precisa e reduzir falhas humanas, aumentando a confiabilidade do processo.

Este projeto, em razão de sua relevância e dos resultados obtidos, foi ampliado e consolidado como o tema de um Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), com o objetivo de aprofundar as investigações sobre o uso de aprendizado de máquina e ferramentas de monitoramento em processos industriais, contribuindo para o avanço na automação e na análise preditiva no contexto da soldagem.

4 Conclusões

O estágio supervisionado na Acumuladores Moura S.A. permitiu um aprofundamento em conceitos teóricos e práticos na área de automação industrial e controle de qualidade, reforçando a importância da integração entre engenharia e inovação tecnológica. O envolvimento com metodologias como WCM, Kanban e PDCA contribuiu para o aprimoramento das habilidades de gestão de projetos e soluções de monitoramento de processos.

A experiência prática adquirida em projetos como o tratamento de dados da massreira, a coleta de dados do TCA e a análise da solda Intercell consolidou o conhecimento sobre sistemas de aquisição e processamento de dados, aprendizado de máquina e IoT aplicados à indústria. O desenvolvimento e implementação dessas soluções tecnológicas permitiram a otimização da produção e uma maior confiabilidade dos processos industriais.

Dessa forma, o estágio proporcionou não apenas crescimento técnico, mas também habilidades interpessoais essenciais para o ambiente corporativo, como trabalho em equipe, comunicação eficaz e gestão do tempo. O conhecimento adquirido durante esse período servirá de base para futuras atuações na área de engenharia elétrica e automação industrial, reforçando a contribuição da tecnologia na melhoria de processos produtivos.

Referências

BOLTON, W. *Programmable logic controllers*. [S.l.]: Newnes, 2015. Citado na página 27.

DUARTE, L. *Scrum e Métodos Ágeis: Um Guia Prático*. [S.l.]: LuizTools, 2016. Citado na página 18.

NODE-RED. *Node-RED: A Visual Programming Tool for Wiring the Internet of Things*. ano. Disponível em: <<https://nodered.org/>>. Citado na página 28.

SIEMENS. *SIMATIC IoT2050 - Industrial IoT Gateway*. [S.l.], 2023. Acessado em: 06 fev. 2025. Disponível em: <<https://www.siemens.com>>. Citado na página 27.