



Universidade Federal
de Campina Grande

Centro de Engenharia Elétrica e Informática

Curso de Graduação em Engenharia Elétrica


JOÃO PEDRO BRUNET FREITAS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO: ACUMULADORES MOURA S.A.

Belo Jardim, Pernambuco.
Março de 2024

RELATÓRIO DE ESTÁGIO INTEGRADO:
ACUMULADORES MOURA S.A.

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


João Pedro Brunet Freitas
Orientando

Jalberth Fernandes de Araujo, D. Sc.
Orientador

Belo Jardim, Pernambuco.
Março de 2024

*Dedico este trabalho a minha família que
me ajudou e incentivou em todos os momentos.*

AGRADECIMENTOS

Gostaria de iniciar meus agradecimentos reconhecendo a presença de Deus em minha vida, que me concedeu a existência e a coragem para enfrentar os desafios que surgiram ao longo do caminho.

Não poderia deixar de expressar minha profunda gratidão aos meus pais, que estiveram sempre ao meu lado, incentivando-me e oferecendo apoio em cada etapa da minha trajetória. Sua dedicação e amor incondicional foram fundamentais para minha formação e para a concretização deste trabalho.

Aos meus amigos, agradeço pela amizade sincera e pelo apoio constante em cada momento. Sou grato pelos momentos compartilhados, pelas risadas, pelos conselhos e pelo aprendizado que me proporcionaram.

À equipe da Acumuladores Moura, agradeço pela oportunidade de estágio; ao meu gestor, Isaque Silva, pela confiança depositada; e a todos os colegas de trabalho, por tornarem essa experiência ainda mais prazerosa.

Também sou grato ao meu orientador, Jalberth Fernandes, pela sua orientação, paciência e dedicação em me ajudar a alcançar meus objetivos acadêmicos e profissionais. Agradeço igualmente a todos os professores que contribuíram positivamente em minha formação universitária, transmitindo conhecimento e inspiração.

Por fim, desejo expressar minha gratidão a todos que, de alguma forma, colaboraram em minha jornada de formação. Cada gesto, palavra de incentivo, crítica construtiva e colaboração foi importante e contribuiu significativamente para minha trajetória. A todos vocês, meu sincero obrigado.

“Todas as coisas que são, são nossas. Mas devemos cuidar. Pois se não nos importamos, nós não existimos. Se não existimos, então não há nada além de um vazio cego. E até o vazio deve chegar ao fim um dia. Senhor, me concederá um pouco mais de tempo? Pelo equilíbrio correto das coisas. Para retornar o que foi dado. Pelo bem dos prisioneiros e pelo voo dos pássaros.”

Terry Pratchett, *Reaper Man*

RESUMO

Neste relatório são descritas as atividades desenvolvidas pelo estudante João Pedro Brunet Freitas, graduando em Engenharia Elétrica na Universidade Federal de Campina Grande, durante o período que realizou estágio na empresa Acumuladores Moura S.A., em Belo Jardim, Pernambuco. O estágio teve uma duração de 1350 horas, no período de 12 de junho de 2023 a 12 de março de 2024. No local, o estudante foi supervisionado por Isaque Silva e realizou as seguintes atividades: acompanhar as atualizações do Prontuário das Instalações Elétricas da unidade 01, dar suporte em projetos e soluções de prevenção e combate a incêndios, apoiar na implantação de solução de novas tecnologias na área de engenharia de manutenção, suporte e melhorias em projetos de eletrônica e automação. Para a realização das atividades, as disciplinas circuitos elétricos 1 e 2, dispositivos eletrônicos e eletrônica do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Campina Grande foram de fundamental importância. Ao concluir o estágio, o estudante adquiriu habilidades em identificação e resolução de problemas, melhoria contínua na indústria utilizando ferramentas de classe mundial, gerenciamento de projetos e compreensão abrangente das normas regulamentadas pela NR-10 no contexto de instalações elétricas. Além disso, desenvolveu e aprimorou circuitos utilizando microcontroladores para resolver desafios específicos em ambientes industriais. Também participou na elaboração de projetos de iluminação e adquiriu compreensão geral dos processos envolvidos na engenharia de manutenção.

Palavras-chave: WCM, Kaizen, NR10, ESP8266, LM35, Hidrogênio.

ABSTRACT

In this report, the activities carried out by the student João Pedro Brunet Freitas, an undergraduate student in Electrical Engineering at the Universidade Federal de Campina Grande, during the internship at Acumuladores Moura S.A. in Belo Jardim, Pernambuco, are described. The internship lasted for 1350 hours, from June 12, 2023, to March 12, 2024. The student was supervised by Isaque Silva and performed the following activities: Monitoring updates of the PIE (Electrical Installations Record) of unit 01, providing support in fire prevention and firefighting projects and solutions, supporting the implementation of new technologies in the maintenance engineering area, and providing support and improvements in electronics and automation projects. The courses Electrical Circuits 1 and 2, Electronic Devices, and Electronics from the Electrical Engineering Program at the Federal University of Campina Grande were of fundamental importance for carrying out these activities. Upon completing the internship, the student acquired skills in problem identification and resolution, continuous improvement in the industry using world-class tools, project management, and a comprehensive understanding of the regulations outlined by NR10 in the context of electrical installations. Additionally, the student developed and improved circuits using microcontrollers to address specific challenges in industrial environments. Also participated in the elaboration of lighting projects and gained a general understanding of the processes involved in maintenance engineering.

Keywords: WCM, Kaizen, NR10, ESP8266, LM35, Hydrogen.

SUMÁRIO

1	Introdução	10
1.1	Objetivos	10
1.2	Organização do texto.....	11
2	Acumuladores Moura S.A.	12
2.1	histórico e fundação	12
2.2	Evolução cronológica.....	13
2.3	Estrutura organizacional.....	14
2.4	Crença, missão e valores	14
2.5	Manutenção	15
3	Fundamentação Teórica	16
3.1	WCM.....	16
3.1.1	Método 5w1h	16
3.1.2	Técnica 5 Por quês	17
3.1.3	<i>Kaizen</i>	17
3.1.4	Metodologia 5G	17
3.1.5	Diagrama de Ishikawa.....	18
3.1.6	Ordem de Trabalho Emergencial (EWO).....	19
3.2	NR10	21
3.3	Escopos de Serviço.....	22
3.4	Processo de produção de baterias	22
3.4.1	Placas	23
3.4.2	Montagem	23
3.4.3	Formação e Acabamento.....	24
3.5	Sonda LM35.....	26
3.6	PPTC	28
3.7	NodeMCU ESP8266	29
3.8	Arduino IDE.....	31
3.9	Módulo sensor MQ-8	32
3.10	Módulo TP4056.....	34
3.11	Módulo MT3608	35
3.12	<i>Display</i> OLED.....	36
4	Atividades Desenvolvidas.....	37
4.1	EWOs Avaliadas	37
4.2	Responsabilidades relacionadas a NR10	38
4.3	Escopos de serviço	39
4.3.1	Projetos Luminotécnicos.....	40
4.3.2	Variedade de Escopos	43
4.4	Redução das quebras das sondas LM35	44
4.4.1	<i>Gemba</i> e <i>Gembutsu</i>	44
4.4.2	<i>Genjitsu</i>	44

4.4.3	<i>Genri</i>	46
4.4.4	<i>Gensoku</i>	46
4.4.5	Ishikawa	47
4.4.6	Ações e contramedidas.....	47
4.4.7	Resultados parciais.....	49
4.5	Detecção de gás hidrogênio.....	51
4.5.1	Alimentação	51
4.5.2	Divisor de tensão.....	52
4.5.3	Montagem e código.....	54
4.5.4	Código.....	56
4.5.5	Comportamento em área	60
5	Considerações Finais	63
	Referências	64

1 INTRODUÇÃO

Com o propósito central de oferecer suporte e soluções para a engenharia de manutenção, por meio da implementação de projetos de melhoria contínua, aplicação de conhecimentos para resolver problemas e assistência geral na área elétrica, a Acumuladores Moura S.A. abriu uma vaga de estágio para o aluno João Pedro Brunet Freitas. Esse estágio compreende um componente curricular de estágio supervisionado, essencial para a conclusão do curso de graduação em engenharia elétrica na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). O estágio obrigatório tem como objetivo proporcionar ao estudante uma experiência profissional para consolidar os conhecimentos adquiridos ao longo do curso, bem como desenvolver e familiarizar o estudante com as práticas associadas ao campo da engenharia elétrica.

Com uma carga horária total de 1350 horas, no período de 12 de junho de 2023 a 12 de março de 2024, o contratante teve como principal objetivo oferecer suporte geral à área de engenharia de manutenção, sendo responsável pela atualização do protocolo referente à NR10, implementação de projetos de melhoria contínua e aplicação de conhecimentos para solução de problemas gerais na área de manutenção, com diversas atividades em desenvolvimento. Além disso, o estagiário irá auxiliar em pesquisas sobre as características técnicas dos componentes utilizados nos diferentes projetos da empresa.

1.1 OBJETIVOS

O principal objetivo do estagiário foi adquirir uma experiência prática no campo da engenharia elétrica e familiarizar-se com as atividades de um engenheiro envolvido em projetos práticos de aplicação em eletricidade e eletrônica. Para alcançar esse propósito, focou-se na execução de projetos de melhoria contínua e na atualização adequada do Prontuário das Instalações Elétricas (PIE). Além disso, buscou-se realizar uma variedade de tarefas atribuídas durante o estágio, conforme exemplificado a seguir.

Para atingir o objetivo principal, o estagiário teve que cumprir os seguintes objetivos específicos:

- Familiarização com o Prontuário das Instalações Elétricas (PIE);

- Estudo do processo de fabricação de baterias, desde o início até a finalização;
- Análise de possíveis melhorias a serem implementadas no processo, visando segurança e redução de custos;
- Desenvolvimento de projetos para promover segurança e redução de custos;
- Apoio contínuo às diversas oficinas de manutenção elétrica da unidade.

1.2 ORGANIZAÇÃO DO TEXTO

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos, conforme descrito a seguir:

No Capítulo 2, será oferecida uma breve introdução à empresa onde o estágio foi conduzido.

O Capítulo 3 abordará o embasamento teórico necessário para compreender o funcionamento das ferramentas de análise utilizadas no ambiente industrial, bem como o processo de formação de baterias de chumbo-ácido.

No Capítulo 4, serão detalhadas as atividades desenvolvidas pelo estagiário ao longo do período de estágio.

No Capítulo 5, serão apresentadas as considerações finais relacionadas ao estágio e às atividades realizadas durante esse período.

Por último, serão fornecidas as referências utilizadas ao longo do trabalho.

2 ACUMULADORES MOURA S.A.

A Acumuladores Moura S.A. é uma empresa líder no mercado de acumuladores elétricos, com uma história de sucesso e inovação ao longo de mais de seis décadas. Seu compromisso com a qualidade, sustentabilidade e excelência operacional a torna uma referência no setor, atendendo às demandas de clientes em diversos segmentos e contribuindo para o desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais.

FIGURA 1 – ACUMULADORES MOURA MATRIZ, BELO JARDIM-PE.



Fonte: Grupo Moura (2023).

2.1 HISTÓRICO E FUNDAÇÃO

Fundada em 1957 pelo engenheiro químico Edson Mororó Moura, na cidade de Belo Jardim, em Pernambuco, a empresa começou como Indústria e Comércio de Acumuladores Moura Ltda. Em busca de crescimento, a empresa estabeleceu um programa de transferência de tecnologia em parceria com a renomada fabricante de baterias, a inglesa Chloride, na década de 60.

Atualmente, a Acumuladores Moura é a maior empresa de acumuladores da América Latina, com uma presença em mercados internacionais, como Argentina, Paraguai, Chile e Inglaterra.

2.2 EVOLUÇÃO CRONOLÓGICA

TABELA 1 - EVOLUÇÃO CRONOLÓGICA.

Ano	Evento
1957	Fundação da Acumuladores Moura em Belo Jardim - PE.
1966	Fundação da Metalúrgica Moura.
1983	Início das exportações para os Estados Unidos e fornecimento de baterias à Fiat Automóveis S/A.
1984	Lançamento da bateria para veículos movidos à álcool.
1986	Inauguração da planta industrial de Itapetininga - SP.
1988	Início do fornecimento de baterias à Volkswagen do Brasil.
1999	Lançamento da bateria Moura com Prata.
2000	Início do fornecimento de baterias à Iveco e lançamento da bateria estacionária Clean.
2001	Lançamento da bateria tracionária LOG.
2002	Início do fornecimento de baterias à Nissan.
2003	Lançamento da bateria náutica BOAT.
2004	Lançamento da bateria inteligente.
2005	Início do fornecimento de baterias à Mercedes-Benz.
2006	Lançamento da bateria LOG DIESEL.
2008	Início do fornecimento de baterias à Chery.
2009	Início do fornecimento de baterias à GM.
2010	Início do fornecimento de baterias à Kia Motors.
2011	Inauguração da planta industrial na Argentina e lançamento da bateria Moura Clean Max.
2012	Lançamento da nova bateria Moura Automotiva e bateria Moura Moto.
2013	Lançamento da bateria Moura VRLA.
2015	Inauguração da Rede de Serviços Moura - RSM e lançamento da bateria estacionária Moura Nobreak.
2016	Lançamento do óleo lubrificante Lubel e nova bateria Moura Moto.
2017	Lançamento da nova bateria Moura Automotiva, Linha Solar e Série 2V da Linha VRLA.
2018	Novo recorde mensal de baterias montadas. Implantação da UN10 em Belo Jardim.
2019	Inauguração da Unidade 10 em Belo Jardim – PE.
2020	Lançamento da nova linha de baterias de lítio.
2021	Lançamento do sistema de armazenamento de energia Moura BESS.

Fonte: Autor (2024).

A Tabela 1 demonstra o crescimento onde ela tornou-se um conglomerado de empresas conhecido como Grupo Moura. Entre as holdings, destacam-se o Instituto Tecnológico Edson Mororó Moura (ITEMM) como centro de pesquisa e a Transportadora Bitury que é o sistema logístico de distribuição das baterias.

2.3 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL

A Acumuladores Moura S.A. possui uma estrutura organizacional com várias unidades fabris e administrativas representadas na tabela 2. Atualmente, opera sete unidades fabris, seis no Brasil e uma na Argentina.

TABELA 2 - ESTRUTURA ORGANIZACIONAL GRUPO MOURA.

Unidade	Produtos	Localização
UN 01 – Acumuladores Moura Matriz	Baterias para mercado de reposição, montadoras, especiais e exportação	Belo Jardim, PE
UN 02 – Unidade Administrativa	Centro administrativo	Jaboatão dos Guararapes, PE
UN 03 – Depósito Fiat e Iveco	Baterias para 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	Itapetininga, SP
UN 08 – Moura Baterias Industriais	Baterias tracionárias e de moto	Belo Jardim, PE
UN 10 – Moura Baterias Automotivas e Novos Negócios	Baterias automotivas, estacionárias e novos negócios BESS e Lítio	Belo Jardim, PE
UN 12 - Centro de distribuição	CD Serra do Gavião	Belo Jardim, PE
UN 13 - Centro de distribuição	Baterias de lítio	Rio de Janeiro, RJ
UN 14 – Nova Metalúrgica (Em Construção)	Reciclagem de baterias e ligas de chumbo	Belo Jardim, PE
Escritório Rio de Janeiro	Centro administrativo	Niterói, RJ
Escritório São Paulo	Centro administrativo	São Paulo, SP
BASA – Depósito Argentina	Baterias para montadoras e reposição na Argentina	Pilar
RADESCA	Depósito Uruguaí Baterias para montadoras e reposição na Uruguaí	Montevideú
RIOS RESPUESTOS	Depósito Paraguai Baterias para montadoras e reposição na Paraguai	Assunção
WAYOTEK	Depósito Porto Rico Baterias para montadoras e reposição no Porto Rico	Carolina

Fonte: Autor (2024).

2.4 CRENÇA, MISSÃO E VALORES

O Grupo Moura prioriza o fortalecimento de relacionamentos baseados na confiança, sua visão é centrada na crença “Fortalecer vínculos garante um futuro melhor”.

Sua missão é “Produzir e entregar as melhores soluções em baterias com um time coeso, gerando riqueza e fazendo o novo, bem-feito e com paixão”. Essa orienta suas ações e escolhas por meio de um conjunto de valores essenciais:

- Pessoas: Valorização do potencial humano;
- Qualidade: Compromisso com a eficiência, buscando sempre a excelência;
- Inovação: Busca por soluções e práticas para a perpetuação do negócio;
- Sustentabilidade: Comprometimento com o crescimento sustentável;
- Cliente: Reconhecimento de que o sucesso está ligado ao sucesso de seus clientes;
- Integridade: Atuação em conformidade com os valores e princípios éticos;
- Persistência: Determinação e compromisso em enfrentar e superar os desafios.

2.5 MANUTENÇÃO

A supervisão dos processos de manutenção é uma responsabilidade da Engenharia de Manutenção, que opera com uma equipe composta por Supervisores, Programadores e Estagiários de Manutenção. A estrutura operacional dessas atividades engloba equipes especializadas distribuídas nas áreas: oficinas mecânicas e elétricas dos setores de Formação e Acabamento, Montagem e Placas, Energia e Automação, Utilidades e PCM (Planejamento e Controle da Manutenção).

A condução das atividades de manutenção é uma atribuição exclusiva da Engenharia de Manutenção, que também é responsável pelo planejamento, registro e controle das manutenções e informações, incluindo manutenções preditivas e inspeções. Para assegurar a eficácia dessas atividades, são estabelecidos procedimentos específicos, tais como:

- Manutenção preventiva: Este é um método controlado que visa prevenir paradas não programadas devido a falhas nos equipamentos.
- Manutenção preditiva: Este método utiliza dados para avaliar o estado real das máquinas, prevendo seu tempo de vida útil e as condições ideais para prolongar sua utilização.
- Manutenção corretiva: Embora comum, é a menos desejável, pois ocorre após a ocorrência de danos nos equipamentos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo oferece uma base teórica essencial para compreender as atividades de estágio, abordando conceitos fundamentais de ferramentas organizacionais no ambiente industrial, centradas na detecção e resolução de problemas, elementos-chave da engenharia de manutenção. Além disso, são apresentadas informações sobre os componentes utilizados para resolver problemas identificados, juntamente com uma visão geral das ferramentas que auxiliaram no desenvolvimento das atividades do estágio.

3.1 WCM

O *World Class Manufacturing* (WCM) é uma abordagem que se baseia nos princípios do *Lean Manufacturing* (manufatura enxuta) abordagem de gestão que visa maximizar a eficiência e minimizar o desperdício em processos de produção. Visando melhorar continuamente as operações das empresas, eliminando desperdícios e reduzindo custos para alcançar o *status* de "classe mundial". Composto por princípios, métodos e ferramentas, o WCM é uma evolução do *Lean Manufacturing*, permitindo sua aplicação de acordo com os objetivos específicos de cada empresa, visando sempre otimizar processos e resultados (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2021). Nas próximas seções, serão abordadas algumas das ferramentas de destaque.

3.1.1 MÉTODO 5W1H

A método 5W1H é uma abordagem eficaz para compreender e resolver problemas complexos, fornecendo uma estrutura clara e sistemática (MOURA *et al.*, 2019). Este método, baseado em seis perguntas fundamentais, oferece uma visão abrangente de uma situação, projeto ou desafio. As seis perguntas são:

1. *What* (**O que**): O que é o problema ou objetivo em questão?
2. *Why* (**Por que**): Por que essa atividade é importante ou necessária?
3. *Who* (**Quem**): Quem é responsável por executar essa atividade?
4. *When* (**Quando**): Quando a atividade será realizada?
5. *Where* (**Onde**): Onde a operação ocorrerá?

6. *How (Como)*: Como a atividade será conduzida?

3.1.2 TÉCNICA 5 PORQUÊS

A técnica dos "5 Porquês", foi concebida por Taiichi Ohno, arquiteto do sistema Toyota de produção, em 1950 (RABELLO, 2024), e é eficaz para resolver problemas ao identificar sua causa raiz através da repetição da pergunta "Por quê?" permitindo compreender a origem dos problemas e implementar ações eficazes para sua resolução (MOURA *et al.*, 2019).

3.1.3 KAIZEN

O termo japonês "*Kaizen*" é escrito como 改善, que combina os caracteres 改 (*Kai*) para "mudança" ou "melhoria" e 善 (*Zen*) para "bom". A origem remonta ao período pós-guerra no Japão, quando as empresas enfrentavam escassez de recursos.

Seu valor reside na metodologia que delineia como alcançar melhorias, destacando a importância das mudanças pequenas, positivas e contínuas buscando aprimorar os processos de forma contínua, abraçando práticas como *Just-In-Time*, padronização de processos, uso eficiente de recursos e redução de desperdício (MAURICIO *et al.*, 2013).

3.1.4 METODOLOGIA 5G

Segundo Santos *et al.* (2021), a metodologia 5G é uma abordagem de gestão inspirada em princípios japoneses e oferece uma ferramenta simples e eficaz para investigar e resolver problemas. Consiste em cinco passos para analisar e validar processos, garantindo que estejam padronizados e otimizados para alcançar os melhores resultados:

1. *Gemba* (現場): Se traduz como "**Local de trabalho**", enfoca onde a ação ocorre, permitindo a identificação clara de problemas e oportunidades de melhoria.
2. *Gembutsu* (現物): ou "**Coisa real**", destaca a importância de observar diretamente os objetos ou materiais envolvidos em um processo.

3. *Genjitsu* (現実): significando "**Realidade**", enfatiza a tomada de decisões com base na realidade atual, em vez de suposições.
4. *Genri* (原理): ou "**Princípio atual**", refere-se à compreensão dos princípios fundamentais por trás de um processo.
5. *Gensoku* (原則): "**Política**" ou "**diretriz**", destaca a importância de estabelecer regras claras para orientar o comportamento e as decisões organizacionais.

3.1.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa, é uma ferramenta desenvolvida por Kaoru Ishikawa em 1943 que ajuda a identificar e analisar as possíveis causas de um problema (RABELLO, 2024). Esses potenciais de causas são representadas por linhas diagonais que se assemelham às espinhas de um peixe, partindo de uma linha central horizontal que representa o problema em questão como demonstrado na Figura 2.



Segundo Holanda e Pinto (2009), cada linha diagonal representa uma categoria de causas potenciais para o problema, geralmente organizadas em seis categorias principais, também conhecidas como os "6Ms":

- **Mão de obra** (ou pessoas): Aspectos relacionados aos envolvidos no processo.
- **Método**: Refere-se aos procedimentos, processos e métodos utilizados.
- **Máquina**: Envolve todos os equipamentos, ferramentas e tecnologia utilizados.
- **Material**: Inclui os materiais utilizados para produzir o produto ou realizar a tarefa.
- **Meio ambiente**: Considera as condições físicas e ambientais.

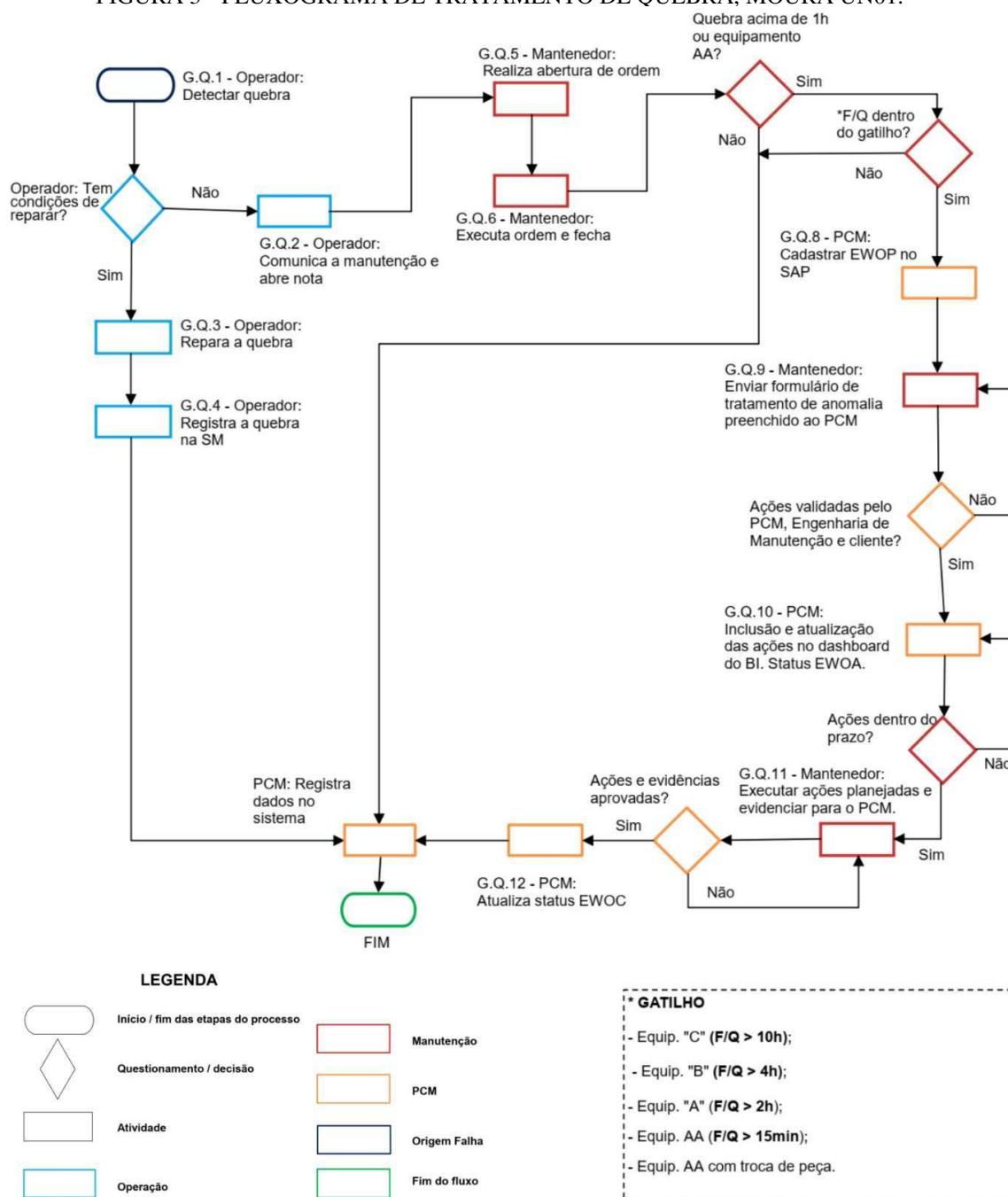
- **Medição:** Refere-se aos sistemas de medição, métodos de coleta de dados e análise de dados.

3.1.6 ORDEM DE TRABALHO EMERGENCIAL (EWO)

Os *Emergency Work Orders* (EWOs) são utilizados para resolver falhas imediatas que afetam ativos produtivos, empregando métodos como 5W1H e análise dos 5 Porquês para identificar a causa raiz. No contexto da engenharia, EWOs são emitidas para promover mudanças em projetos, equipamentos ou sistemas, incluindo correções de falhas e aprimoramentos de design, desempenhando um papel crucial no controle de mudanças e na gestão de questões urgentes relacionadas à manutenção e operação de equipamentos (BASTOS et al., 2019).

Na Figura 3, encontra-se o fluxograma de gerenciamento de quebras adotado pela engenharia de manutenção da UN01. O ponto marcado pelo braço G.Q.8, representa o início da inserção das EWOs. O propósito da engenharia é assegurar o preenchimento adequado e a eficácia desses documentos, os quais contêm informações detalhadas sobre a linha, processo e equipamento afetados.

FIGURA 3 - FLUXOGRAMA DE TRATAMENTO DE QUEBRA, MOURA UN01.



Fonte: Grupo Moura (2023).

Na Figura 4, é delineado o fluxo que categoriza o tipo de quebra e descreve o processo de manutenção corretiva. Este processo se inicia com a análise utilizando métodos como 5W1H e, em seguida, os 5 Porquês são empregados para identificar a causa raiz da quebra.

FIGURA 4 - PARTE DE UMA EWO MOURA.

Descrição da quebra (Como está Descrita na SM pelo Operador)		Descrição intervenção (se provisória indicar o que fazer para completá-la)			
Especialidade:	DESCREVER O PROBLEMA CONFORME FOI ABERTO PELO OPERADOR. CASO A DESCRIÇÃO ESTEJA MUITO VAGA, OU INCORRETA, INCLUIR AS OBSERVAÇÕES DO MANTENEDOR.	ESCREVER A DESCRIÇÃO DA SOLUÇÃO, COMO FOI FECHADA A SM NO SMAN. CASO TENHA SIDO REALIZADO UMA INTERVENÇÃO PROVISÓRIA, MARCAR O QUADRO AO LADO.	Se provisória a intervenção marcar "X" (neste campo)		
		Material utilizado (Peça de reposição)			
Análise 5 W + 1 H		Lista das prováveis causas			
Definição do problema e análise das causas raízes	1. O que está ocorrendo? (Qual falha, defeito, quebra ocorreu?)	1	AVALIAR QUAIS AS PROVÁVEIS CAUSAS DO PROBLEMA E CONFIRMAR CADA UMA DELAS	Confirma?	
	2. Onde está ocorrendo? (Em qual etapa do processo, conjunto ou componente?)	2		S	N
	3. Quando ocorre? (Início ou fim do processo? Antes ou depois do setup? Hora, dia ou período específico?)	3		S	N
	4. Quem influencia na ocorrência? (Acontece com operadores específicos? O problema é reconhecido por todos ou por alguns?)	4		S	N
	5. Qual a tendência da ocorrência? (Aleatoriamente ou com frequência definida?)	5		S	N
	6. Como ocorre? (Qual a consequência física do problema?)	6		S	N
Clarificação do Problema (6-1-2-3-5-4) / Análise 5 Porquês					
RESUMO CLARIFICADO DO PROBLEMA ANALISADO NO					
1ª Causa Confirmada	1º Por quê?	2º Por quê?	3º Por quê?	4º Por quê?	5º Por quê?
	O 1º PORQUE É A CAUSA CONFIRMADA ANTERIORMENTE				
	SENTIDO DO PREENCHIMENTO DOS 5 PORQUES				
	→				

Fonte: Grupo Moura (2023).

3.2 NR10

A Norma Regulamentadora No. 10 (NR10, 2020) estabelece diretrizes para prevenir acidentes elétricos, exigindo qualificação profissional adequada e promovendo uma cultura de segurança nas empresas. Essa contribui para a preservação da segurança das empresas, evitando acidentes que possam estar plausíveis de ocorrer a colaboradores. Seu cumprimento é obrigatório por lei, e as empresas que não a seguem estão sujeitas a penalidades legais (MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO, 2020).

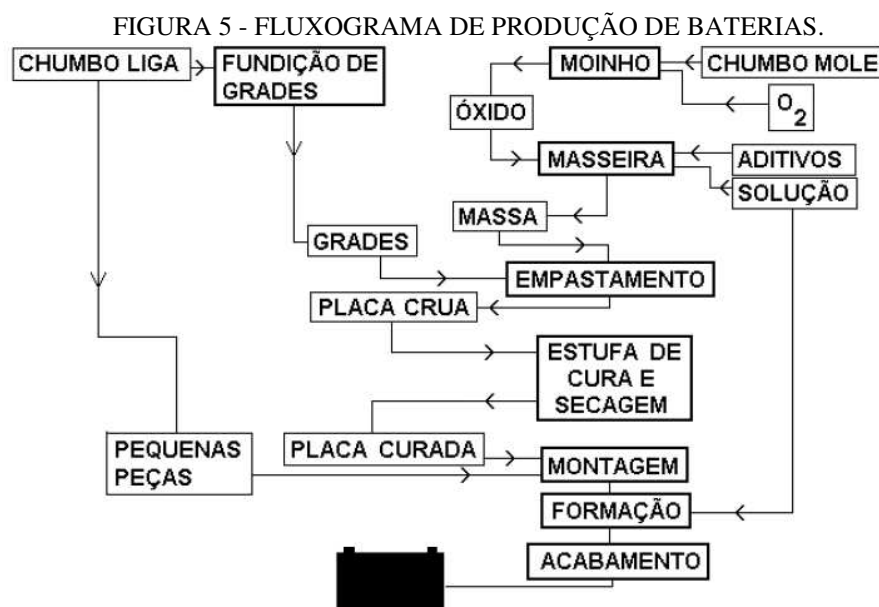
Na Acumuladores Moura a pasta da NR10 fica sobre guarda da engenharia de manutenção, isto é, a responsabilidade por sua manutenção, aplicação e monitoramento do cumprimento dela.

3.3 ESCOPOS DE SERVIÇO

Um escopo de serviço é um documento que delinea os serviços a serem prestados por um provedor a um cliente, garantindo uma compreensão mútua das expectativas e responsabilidades do projeto. Ele abrange atividades, responsabilidades e requisitos específicos, definindo o que será realizado proporcionando uma base para o planejamento e execução do projeto, facilitando o controle de custos e prazos, e permitindo avaliar o desempenho em relação aos objetivos estabelecidos.

3.4 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BATERIAS

As matérias-primas essenciais para a fabricação de baterias de chumbo-ácido incluem ligas de chumbo em várias composições, ácido, água, aditivos, separadores e polímeros. O processo de fabricação é delineado de forma simplificada no fluxograma apresentado na Figura 5 é dividido principalmente em três etapas: fabricação das placas, montagem e formação/acabamento, além de outras etapas complementares, como a fabricação de caixas, tampas e sobre tampas (PEREIRA JÚNIOR, 2012).

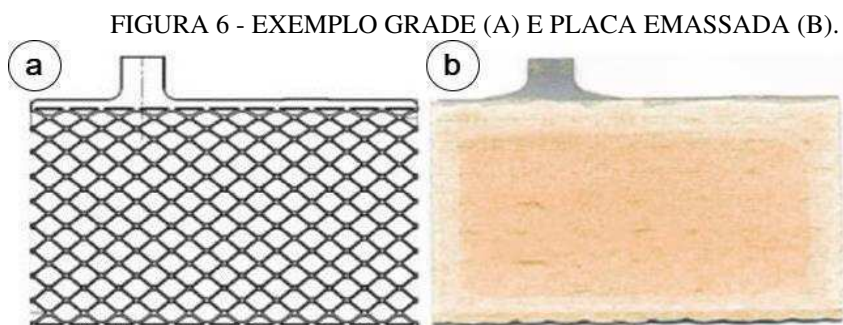


Fonte: Grupo Moura (2012).

3.4.1 PLACAS

Lingotes de chumbo proveniente da Unidade 4, que são processados nos moinhos para produzir o monóxido de chumbo, também conhecido como "pó de chumbo". Neste processo, o chumbo é derretido e agitado em um reator com a adição de pequenas quantidades de ar comprimido para produzir o óxido de chumbo. As grades são fabricadas a partir da laminação do chumbo, formando fitas que são bobinadas e passam pelo processo de expansão. Nas expansoras, as fitas são estampadas para adquirir a geometria e dimensões finais necessárias para as placas, Figura 6a.

Uma massa composta de óxido de chumbo sulfatado saturado com água é preparada. A adição de água resulta na formação de $Pb(OH)_2$, criando uma pasta homogênea que é ajustada em consistência com a adição de H_2SO_4 . Diferentes aditivos são utilizados para obter as massas específicas para as placas positivas (Figura 6b) e negativas. Essas massas são aplicadas às grades para formar as placas através do processo de empastamento, então, as placas são enviadas para estufas para o processo de cura (PEREIRA JÚNIOR, 2012).



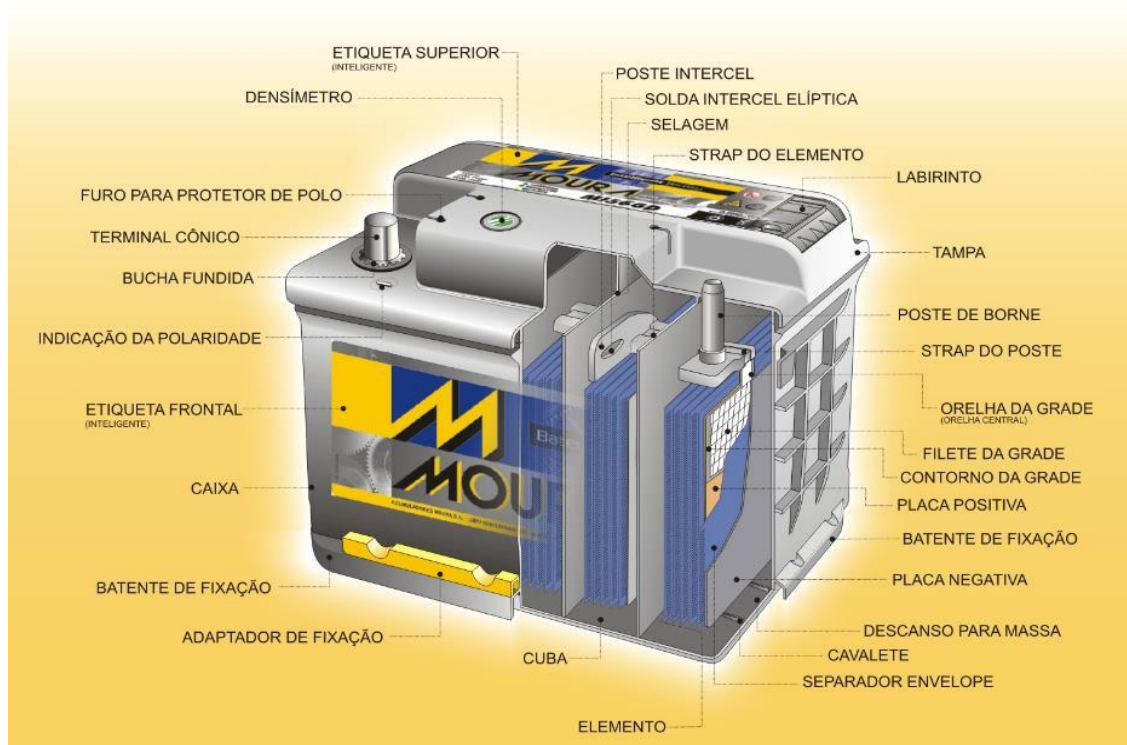
Fonte: VARELA (2023).

3.4.2 MONTAGEM

A etapa de montagem é onde os componentes são unidos para formar a bateria seca ou crua. Começa com a envelopagem, na qual separadores poliméricos envolvem as placas positivas e negativas para evitar curtos-circuitos. Os elementos são então formados, constituindo as unidades básicas da bateria, e são alinhados, lixados, lubrificados e unidos por *straps*. Em seguida, os elementos são agrupados e colocados em caixas de polipropileno para soldagem em série, resultando em baterias de 12V.

As baterias aprovadas passam por um processo de selagem de alta temperatura, seguido pelo levantamento de polo para fabricação dos terminais de conexão e testes adicionais de qualidade. As baterias montadas (Figura 7) são então codificadas para rastreabilidade e colocadas em paletes para transporte (VARELA, 2023).

FIGURA 7 - DESCRIÇÃO PARTES INTERNAS DA BATERIA.

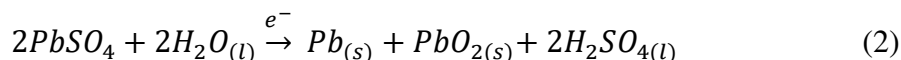
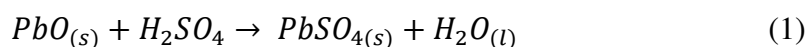


Fonte: Grupo Moura (2018)

3.4.3 FORMAÇÃO E ACABAMENTO

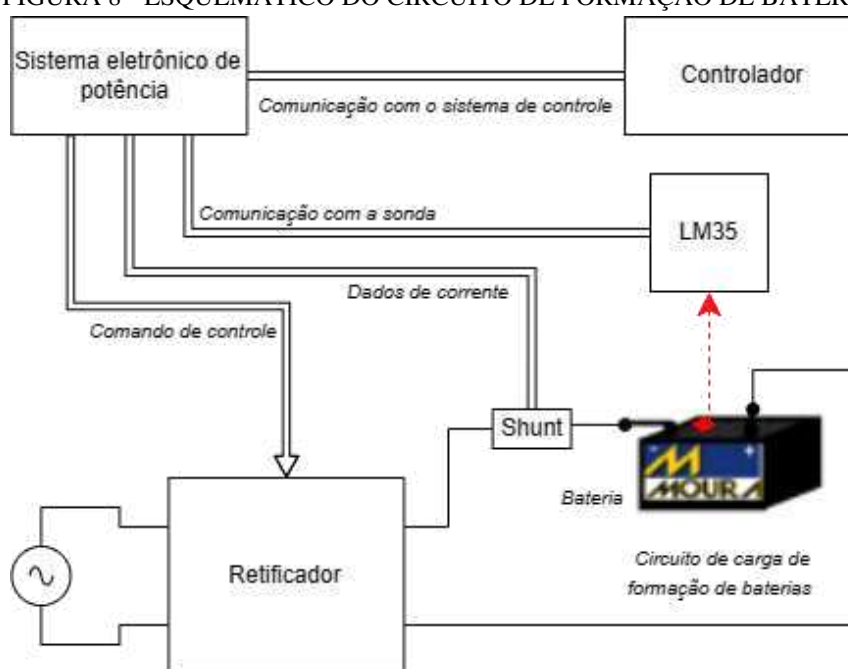
Este setor está centrado na condução da formação e nos ajustes finais das baterias. Durante o processo de formação, os elementos da bateria são submetidos a uma carga elétrica prolongada, permitindo as transformações eletroquímicas necessárias para a formação do material ativo. No interior da bateria, ocorre a introdução de uma solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4). O processo de formação da bateria pode ser descrito por duas reações químicas distintas: a Equação 1, que ocorre durante o preenchimento inicial dos elementos e é espontânea, e a Equação 2, que é não-espontânea e requer a aplicação de corrente elétrica. Durante esse processo, chumbo livre é formado na placa negativa, enquanto óxido de chumbo é formado na placa positiva (MENDES, 2014).

As reações químicas que resumem o processo de formação da bateria são as seguintes:



O diagrama esquemático apresentado na Figura 8 foi elaborado para fornecer uma visão concisa do funcionamento em blocos do sistema de potência responsável pela formação das baterias. Neste sistema, o Sistema Eletrônico de Potência desempenha um papel central, sendo controlado por um computador denominado Controlador. Este atribui dados essenciais, como o plano de carga, que varia de acordo com o tipo de bateria em questão. Por sua vez, o Sistema eletrônico de potência coordena o retificador conforme este plano, utilizando informações de corrente fornecidas por um *shunt* e monitorando a temperatura por meio de uma sonda.

FIGURA 8 - ESQUEMÁTICO DO CIRCUITO DE FORMAÇÃO DE BATERIAS.



Fonte: Autor (2023).

O plano de formação é necessário, pois determina a quantidade de Ah (Ampère-hora) a ser fornecida à bateria e o método para fazê-lo, visando maximizar a eficiência do processo. Contudo, é importante considerar que uma corrente excessivamente alta pode gerar calor em excesso, acelerando as reações e, ao mesmo tempo, degradando os componentes internos da bateria. Nesse contexto, a temperatura interna da bateria

desempenha um papel fundamental durante o processo de formação e é monitorada por sondas LM35, um componente que será abordado detalhadamente posteriormente.

Na etapa de acabamento, as baterias têm seu nível de solução complementado devido às perdas provenientes do processo de formação. Em seguida, elas são lavadas e secadas antes de passarem pelo polimento dos polos. Após esses procedimentos, as baterias são submetidas a testes, à selagem, à adição dos rótulos e garantia. São então embaladas e encaminhadas ao centro de distribuição (PEREIRA JÚNIOR, 2012).

- **Hidrogênio**

Durante o processo de formação e recarga das baterias, ocorrem reações que liberam oxigênio e hidrogênio em forma gasosa para o ambiente. Essas reações são resultado da eletrólise da água, que ocorre durante o processo de carga das baterias (Equação 3). Nesse processo, os íons presentes no eletrólito migram para os eletrodos, onde reações químicas ocorrem, resultando na geração de hidrogênio gasoso na placa negativa (Equação 4) e oxigênio gasoso na placa positiva (CARNEIRO, R. L. et al., 2017).

As equações químicas que representam essas reações são as seguintes:



De maneira geral, o hidrogênio é produzido quando moléculas de água aderem à superfície do eletrodo negativo, formando hidrogênio atômico, que posteriormente se combina para formar moléculas de H_2 (DUARTE, 2018).

3.5 SONDA LM35

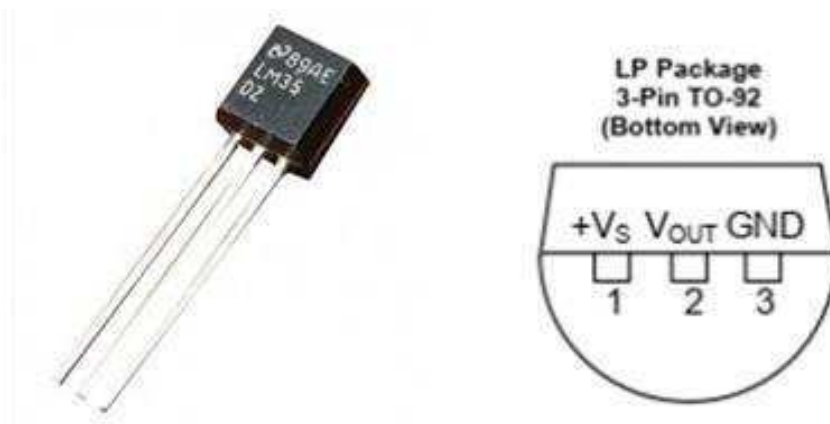
O LM35 desempenha um papel crucial no processo de formação das baterias. Conforme descrito no *datasheet* da Texas Instruments (2017), o LM35 é um dispositivo de temperatura de circuito integrado que gera uma saída de tensão linearmente proporcional à temperatura em graus Celsius. Sua baixa impedância de saída, linearidade e calibração precisa facilitam a sua integração com circuitos de leitura ou controle. O LM35 realiza a medição da temperatura por meio da variação de tensão, seguindo uma relação de 10mV por grau Celsius, conforme expresso pela Equação 5:

$$V_{out} = 10 \text{ mV}/^\circ\text{C} \times T \quad (5)$$

Onde, V_{out} é a tensão de saída do LM35 e T é a temperatura em graus celsius, °C.

No contexto do setor de formação, o modelo específico LM35DZ, ilustrado na Figura 9, é capaz de detectar temperaturas na faixa de 0 a 100 graus Celsius.

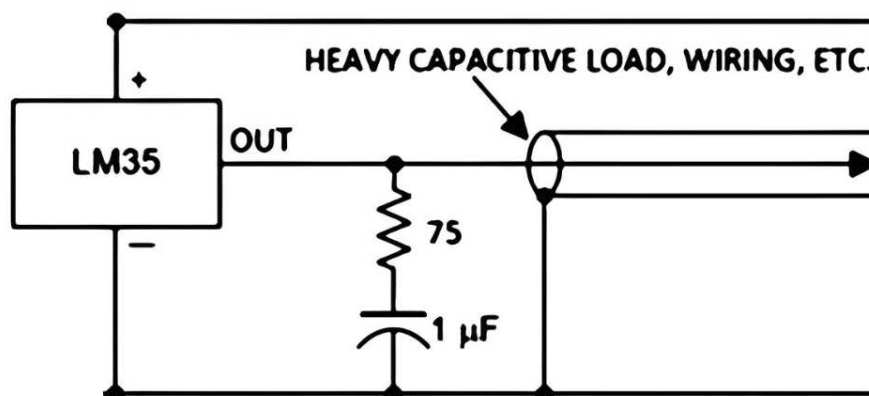
FIGURA 9 – LM35DZ E PINAGEM.



Fonte: Smartkits e Texas Instruments (2017).

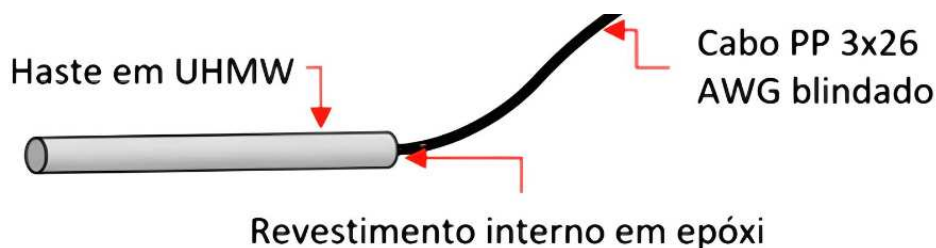
Para proteger o LM35DZ contra a exposição direta à solução ácida, a empresa opta por adquirir sondas LM35 da fabricante Liohm Sensores. Estas sondas consistem em um circuito recomendado no *datasheet*, representado na Figura 10, que inclui um resistor de 75 ohms em série com um capacitor de 1 μ F entre a saída do componente (pino 2, V_{out} , de acordo com a Figura 9) e o negativo (pino 3, GND, de acordo com a Figura 9). Este circuito é montado em uma haste de UHMW (Polietileno de Peso Molecular Ultra Alto), revestida internamente com epóxi. Além disso, um cabo PP (polipropileno) 3x26 AWG blindado se estende até a ponta da haste, onde o sensor está localizado, conforme ilustrado na Figura 11.

FIGURA 10 - CIRCUITO DA SONDA.



Fonte: Texas Instruments (2017).

FIGURA 11 - SONDA LM35.



Fonte: Autor (2023).

O material UHMW, em contato direto com o ácido, demonstra possuir uma condutividade térmica adequada para a aplicação. Além disso, apresenta excelente resistência química ao ácido sulfúrico em qualquer concentração, conforme indicado pela Gates Brasil (2012) em sua documentação registrada na Figura 12.

O cabo de PP (polipropileno) também oferece características de resistência suficientes para a tarefa, teoricamente protegendo a sonda de maneira eficaz.

FIGURA 12 - RESISTÊNCIA QUÍMICA DO UHMW.

QUÍMICO	UHMWPE
Ácido sulfúrico 10%	1
Ácido sulfúrico 100%	X
Ácido sulfúrico 30%	1
Ácido sulfúrico 50%	1
Ácido sulfúrico 60% (48,5°Bé)	1
Ácido sulfúrico 75%	1
Ácido sulfúrico 88% (64,7°Bé)	1
Ácido sulfúrico 93%	1
Ácido sulfúrico 96%	1
Ácido sulfúrico 98%	1
Ácido sulfúrico fumegante (oleum)	X

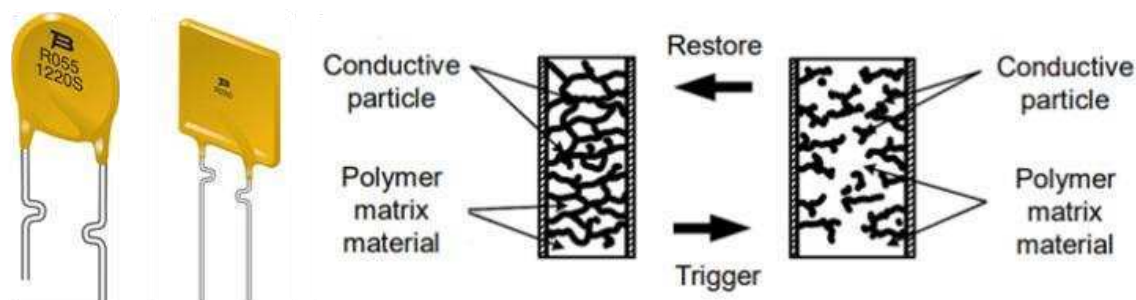
Escala de avaliação
 1- Preferido: Contato constante
 2- Aceitável: Contato intermitente
 X- Não recomendado
 - Ensaio recomendado

Fonte: Gates Brasil (2012).

3.6 PPTC

O *Polymeric Positive Temperature Coefficient* (PPTC), exemplificado na Figura 13, é um dispositivo eletrônico projetado para atuar como um fusível rearmável, com o objetivo de proteger circuitos contra correntes excessivas, como sobrecargas ou curtos.

FIGURA 13 - MODELO E FUNCIONAMENTO DE UM PPTC.



Fonte: Bourns e Yageo group (2023).

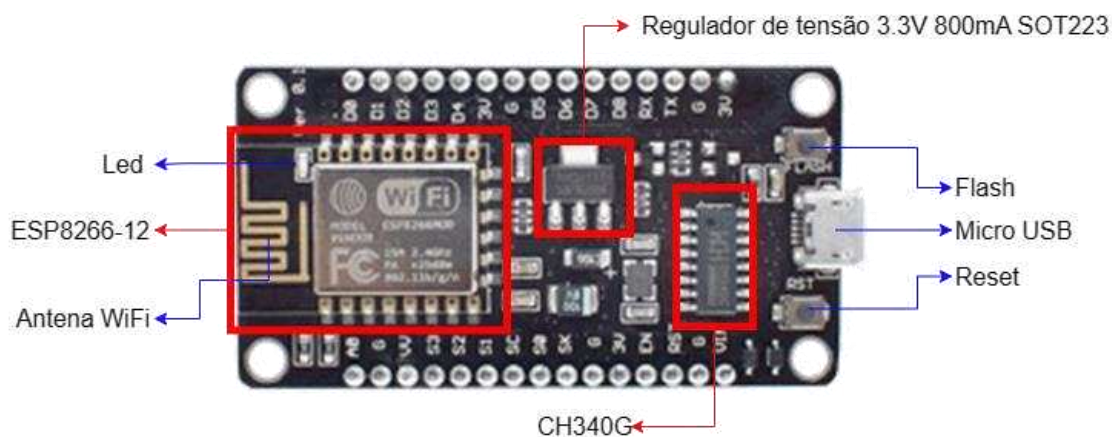
O PPTC é um tipo de termistor com coeficiente de temperatura positivo, composto por uma matriz polimérica e partículas condutoras de carbono negro. Normalmente, possui baixa impedância estática, não interferindo na operação normal do circuito. No entanto, em situações de sobrecorrente, o PPTC gera calor, o que resulta na expansão da matriz polimérica e no gradual aumento da sua resistência, conforme ilustrado na Figura 13. Quando a temperatura atinge um ponto crítico, sua resistência aumenta drasticamente, reduzindo significativamente a corrente que flui pelo circuito. Após a eliminação da sobrecorrente, o PPTC retorna gradualmente ao seu estado inicial de baixa resistência (Yageo group, 2023).

3.7 NODEMCU ESP8266

O *Node MicroController Unit* (NodeMCU), é uma plataforma de desenvolvimento de código aberto baseada no SoC ESP8266, projetado pela Espressif Systems. Equipado com CPU, RAM e Wi-Fi, este dispositivo é versátil e útil para projetos de Internet das Coisas, IoT (ESPRESSIF SYSTEMS, 2023). Sua capacidade de programação em C/C++ via conector micro USB o torna acessível e adequado para uma ampla gama de aplicações (LITAYEM, 2023).

A placa disponível em diversos estilos de pacote onde todos compartilham o núcleo básico ESP8266 e um layout de 30 pinos. Os modelos mais conhecidos são o Amica e o LoLin (Make-it.ca, 2019). Cada NodeMCU possui incorporado um Conversor USB para Serial. O design oficial utiliza o *chipset* CP2102 e outro conversor comum é o CH340G, como representado no esquemático da Figura 14.

FIGURA 14 - ESQUEMÁTICO NODEMCU ESP8266.

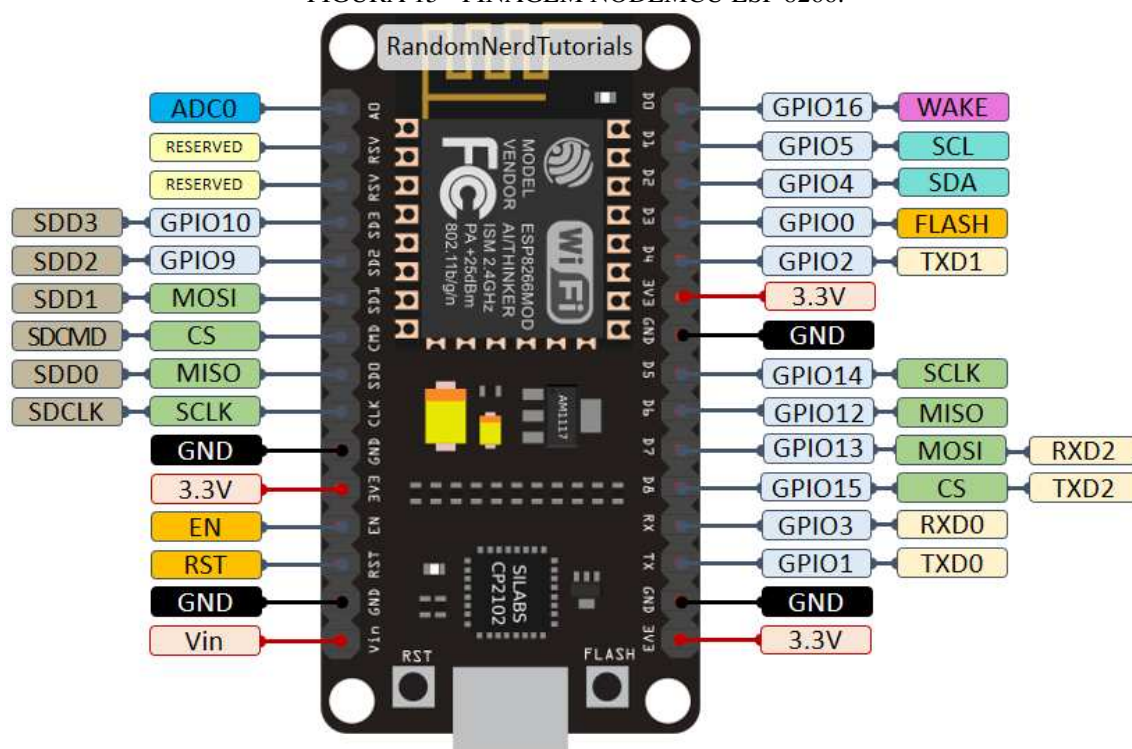


Fonte: Autor (2024).

A pinagem do NodeMCU ESP8266, conforme demonstrado na Figura 15 elaborada pelo site *Random Nerd Tutorials* (2019) com base no datasheet da fabricante Espressif Systems (2023), apresenta diferentes funcionalidades para cada pino:

- Pinos de DO a D8 usados como GPIO, para entrada ou saída digital;
- Os pinos UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) são usados para comunicação serial assíncrona;
- Os pinos D1 e D2 podem ser configurados para comunicação I2C (SCL e SDA);
- Comunicação SPI: Os pinos D5 a D8 podem ser utilizados para comunicação SPI;
- Os pinos de GPIO6 a GPIO11 não são mostrados no diagrama de pinagem porque estão conectados ao chip de memória flash do ESP8266 e não podem ser utilizados para interface com dispositivos externos;
- A entrada analógica A0 permite a leitura de sinais analógicos;
- O LED on-board conectado ao GPIO2, permitindo controle programático.
- Pode ser redefinido pressionando o botão físico de reset ou puxando o pino de reset para LOW.

FIGURA 15 - PINAGEM NODEMCU ESP 8266.



Fonte: Random Nerd Tutorials (2019).

3.8 ARDUINO IDE

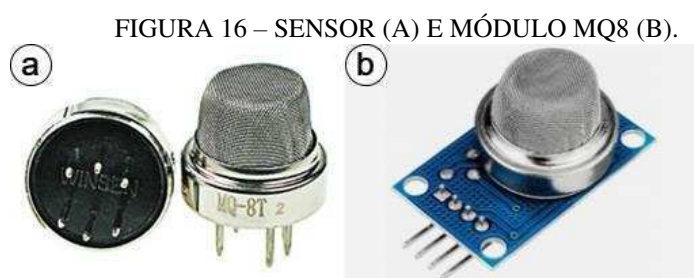
O *Arduino Integrated Development Environment* (IDE) é um software utilizado para programar placas Arduino, que são placas de circuito integrado programáveis amplamente utilizadas em projetos de eletrônica e robótica. O IDE fornece uma interface de usuário simplificada para escrever, compilar e enviar código para a placa Arduino (Arduino, 2024). Algumas características do Arduino IDE incluem:

1. **Editor de Código Simples:** O IDE fornece um editor de código simples com destaque de sintaxe para facilitar a escrita e a leitura do código.
2. **Compilador Embutido:** Ele inclui um compilador embutido que converte o código escrito em linguagem C/C++ para linguagem de máquina executável pela placa Arduino.
3. **Upload de Código:** O Arduino IDE permite carregar o código compilado para a placa Arduino através de uma conexão USB, facilitando a programação e o teste de projetos.

4. **Bibliotecas:** Ele vem com uma variedade de bibliotecas padrão que simplificam o acesso aos recursos da placa, como entrada e saída digital, comunicação serial, controle de motores, entre outros.
5. **Monitor Serial:** O IDE inclui um monitor serial integrado que permite visualizar mensagens de depuração e dados enviados e recebidos pela placa Arduino através da porta serial.

3.9 MÓDULO SENSOR MQ-8

O sensor MQ8 (Figura 16a) é um dispositivo simples projetado para detectar concentrações de gás hidrogênio no ar, sendo conveniente para uma ampla faixa de concentrações, variando de 100 a 10000 partes por milhão (ppm), com boa sensibilidade. O sensor MQ8 é frequentemente comercializado já integrado a um circuito que facilita sua conexão a microcontroladores, formando um módulo (Figura 27b).



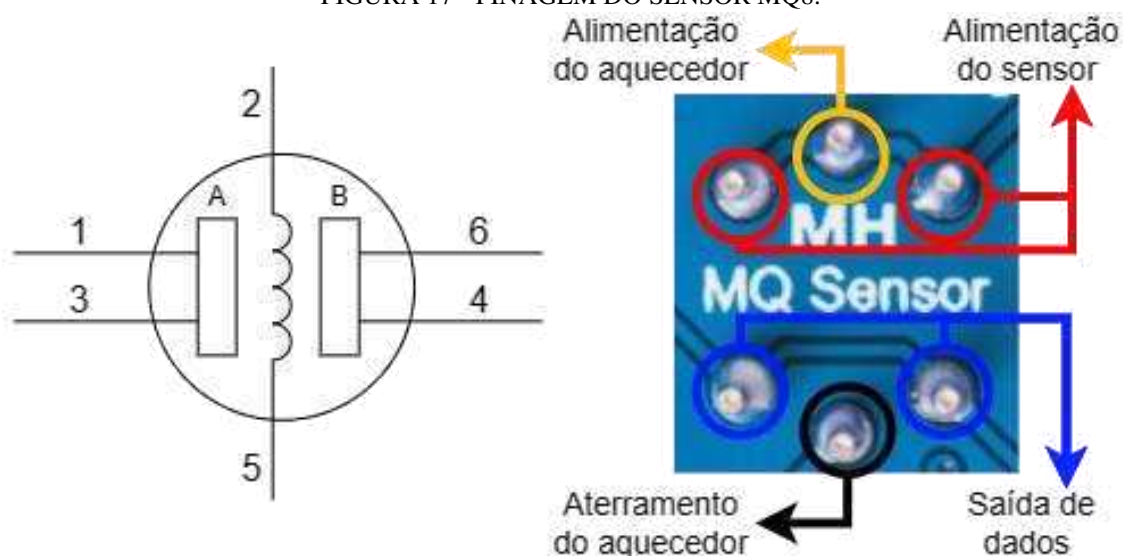
Fonte: Components101 (2021).

De acordo com o datasheet da fabricante *Hanwei Electronics* (s.d.), sua estrutura é composta por um tubo cerâmico micro AL_2O_3 , uma camada sensível de óxido de estanho (SnO_2), eletrodo de medição e um aquecedor, todos fixados em uma carcaça feita de plástico e rede de aço inoxidável. O aquecedor fornece as condições de trabalho necessárias para o funcionamento dos componentes, sendo recomendado que aqueça por pelo menos 2 minutos antes de realizar medições.

A pinagem do sensor de gás MQ8, conforme mostrado na Figura 17, consiste em 6 pinos com as seguintes funcionalidades, de acordo com o *datasheet*:

- (1) e (3): Alimentação para o sensor MQ8, conectada ao VCC;
- (6) e (4): Saída do sensor MQ8;
- (2): Alimentação para o aquecedor da superfície de SnO_2 ;
- (5): Terra para fechar o circuito do aquecedor.

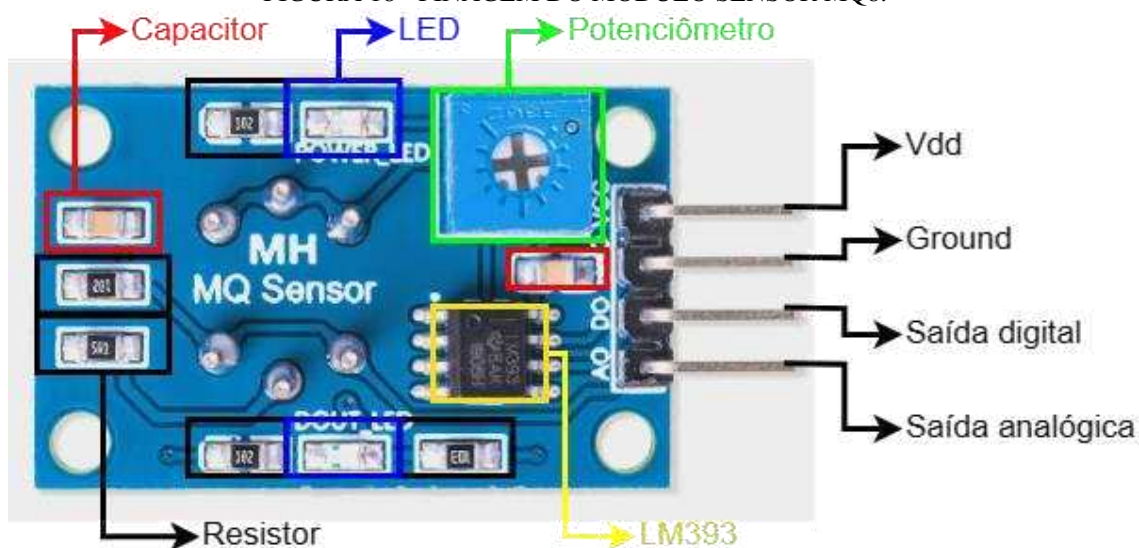
FIGURA 17 - PINAGEM DO SENSOR MQ8.



Fonte: Autor (2024).

O módulo do sensor de gás MQ8 (Figura 18) é composto por diversos componentes eletrônicos, incluindo pinos para transmissão de sinais analógicos (A0) e digitais (D0), conexões de terra (GND) e alimentação (VCC) com tensão de operação de 5V. Possui um potenciômetro para ajuste do limiar na saída digital, indicadores de tensão e status (POWER_LED e DOUT_LED) e um comparador duplo (LM393). Conta ainda com resistores e capacitores para proteção e estabilização da tensão (DAS, 2022).

FIGURA 18 - PINAGEM DO MÓDULO SENSOR MQ8.



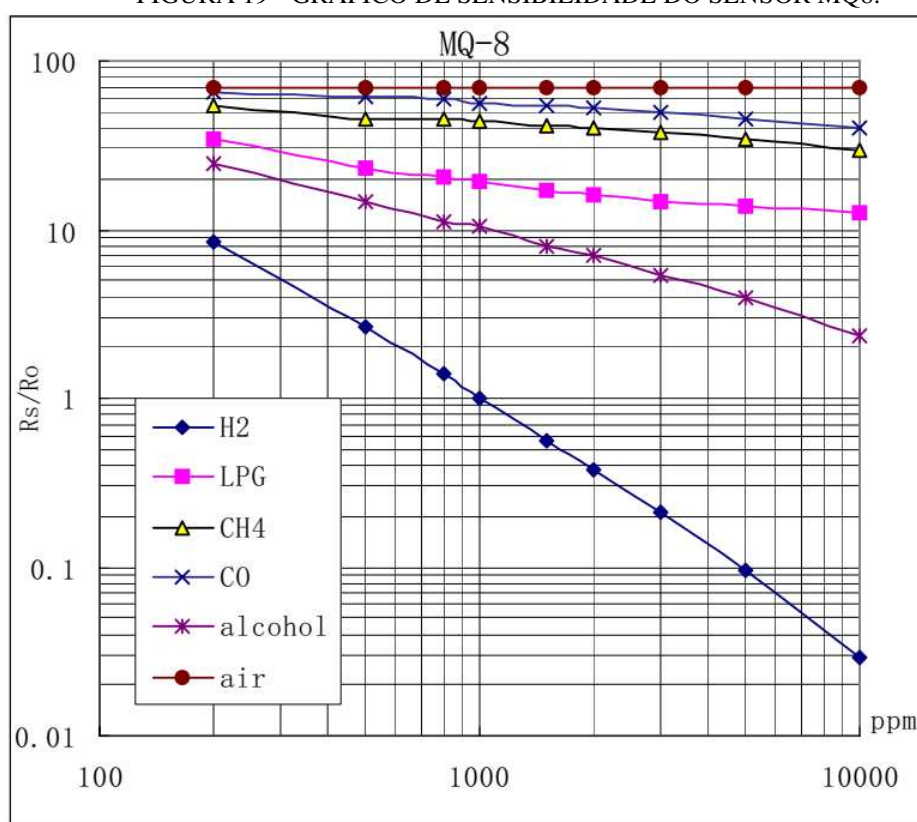
Fonte: Autor (2024).

Os terminais VCC e GND fornecem energia ao sensor de hidrogênio, enquanto A0 e D0 transmitem os dados gerados pela detecção do gás. A saída A0 produz uma

tensão analógica proporcional à concentração de hidrogênio detectada, enquanto DO é ativado quando essa tensão atinge um limite predefinido, fornecendo uma saída digital.

Conforme mostrado no gráfico da Figura 19, disponível no datasheet da fabricante, a concentração mínima de gás detectável está em torno de 100ppm, enquanto a máxima é de aproximadamente 10000ppm. Isso representa uma faixa de concentração de gás detectável entre 0,01% e 1%. É importante destacar que o sensor MQ8 apresenta alta sensibilidade ao hidrogênio (H₂) e baixa sensibilidade a álcool, gás liquefeito de petróleo (GLP) e fumaça de cozinha.

FIGURA 19 - GRÁFICO DE SENSIBILIDADE DO SENSOR MQ8.



Fonte: Hanwei Electronics (2017).

3.10 MÓDULO TP4056

O TP4056 (Figura 20) é um carregador linear completo projetado para baterias de íon de lítio de célula única. Sua função principal é proteger as baterias de lítio contra sobrecarga e subcarga, interrompendo o processo de carregamento em condições de sobretensão e corrente específicas (NANJING TOP POWER ASIC CORP, [s.d]).

Com duas saídas de status que indicam o progresso do carregamento e sua conclusão, o TP4056 oferece uma corrente de carga programável de até 1A. Além disso, pode ser alimentado diretamente de uma porta USB, com uma faixa de tensão de entrada de 4V a 8V. Oferecendo uma saída constante de 4,2V.

FIGURA 20 - MÓDULO TP4056.



Fonte: BitMaker (2023).

3.11 MÓDULO MT3608

O módulo de potência MT3608, conforme demonstrado na Figura 21, é um conversor *step-up* projetado para aplicações de baixa potência. Ele é capaz de regular a tensão de saída até 28V e fornecer uma corrente máxima de 2A.

Este módulo é composto pelo circuito integrado MT3608, encapsulado em um pacote SOT23-6 de 6 pinos, e opera a uma frequência de chaveamento de 1,2MHz (AEROSEMI TECHNOLOGY CO., LTD, [s.d]).

FIGURA 21 - MÓDULO MT3608.

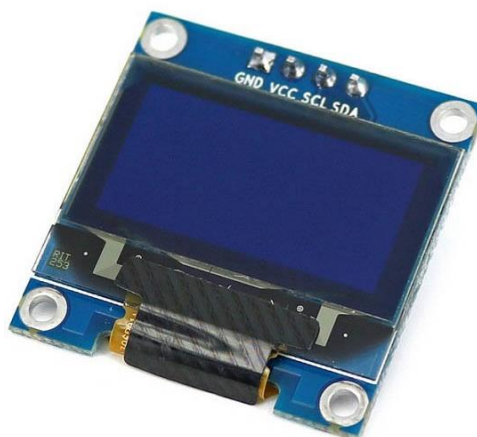


Fonte: Component101 (2021).

3.12 DISPLAY OLED

O *display organic light-emitting diode* (OLED) SSD1306, conforme a Figura 22, é um dispositivo monocromático de 0,96 polegadas, com resolução de 128 x 64 pixels, operando entre 3V e 5V com consumo de cerca de 20mA. Comunica-se via I2C e inclui controle de contraste, RAM de exibição e oscilador, reduzindo a necessidade de componentes externos. Devido ao seu tamanho compacto, excelente contraste em ambientes escuros e baixo consumo de energia, é amplamente utilizado em projetos eletrônicos compactos com microcontroladores (SOLOMON SYSTECH, 2008).

FIGURA 22 - DISPLAY OLED SSD1306



Fonte: Random Nerd Tutorials (2016).

4 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Neste capítulo, são descritas as atividades desempenhadas pelo estudante durante seu estágio na empresa Acumuladores Moura S.A. Um dos principais focos de trabalho foi a participação em projetos de melhoria contínua denominados *Kaizens*, os quais são iniciativas de longa duração da empresa, em andamento há vários meses e que contaram com contribuições de outros estagiários que trabalharam neles antes do início do estágio deste aluno.

Paralelamente ao desenvolvimento dos *Kaizens*, o estudante também se envolveu em atividades relacionadas à estrutura organizacional da engenharia de manutenção elétrica, fornecendo apoio na análise e desenvolvimento de soluções para problemas relacionados às atividades de manutenção, especialmente no que diz respeito aos tratamentos de quebra (EWOs), os quais são componentes essenciais da estratégia de manutenção. Além disso, o aluno ofereceu suporte em diversas áreas, incluindo a elaboração de escopos de serviços variados.

Por meio da utilização de softwares como LTspice, Arduino IDE e DiaLux, e fazendo uso de componentes reais, como *protoboards* e NodeMCU ESP8266, juntamente com sensores, foram conduzidos diversos testes. O estudante também contribuiu para projetos, tanto na forma de simulação quanto em testes práticos reais.

4.1 EWOS AVALIADAS

Após o preenchimento adequado da ordem de EWO pelo colaborador da oficina de manutenção responsável pela intervenção na quebra de algum equipamento que faça parte do quadro dos maquinários da produção, o documento é encaminhado à engenharia de manutenção para avaliação dos procedimentos adotados. Uma vez aprovada pelo gestor de manutenção, a ordem segue para as etapas subsequentes, que envolvem a verificação das ações futuras planejadas para resolver o problema identificado.

Nesse contexto, o estagiário foi encarregado de lidar com uma considerável quantidade de EWOs com a responsabilidade de analisar todas as EWOs enviadas pelas oficinas de elétrica, incluindo Placas, Montagem, F&A (Formação e Acabamento) e infraestrutura., totalizando 45 registros. O papel foi de participar do processo de

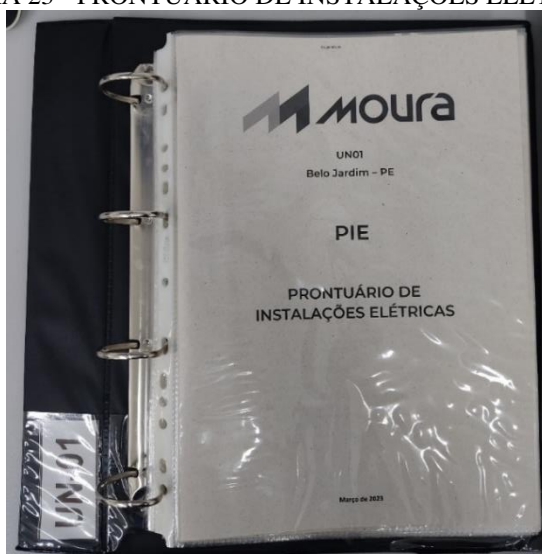
identificação, apoio e implementação de soluções para essas ocorrências, visando evitar reincidências e reduzir o tempo de manutenção sempre que possível. Ao final do período, foram concluídas com sucesso 29 EWOs, representando um índice de eficiência de 64%.

A maioria das EWOs sob a responsabilidade do estagiário foram devidamente tratadas. É importante notar que o procedimento de tratamento de uma EWO pode variar consideravelmente, especialmente devido à diversidade de problemas encontrados em uma unidade grande com várias oficinas elétricas e uma ampla gama de equipamentos. Em alguns momentos, enfrentou-se desafios significativos para encontrar soluções que fossem não apenas rápidas e eficazes em termos de custo, mas também sustentáveis a longo prazo. No entanto, considerou-se que o número de EWOs tratadas foi satisfatório, e os aprendizados adquiridos foram variados e valiosos.

4.2 RESPONSABILIDADES RELACIONADAS A NR10

Uma das principais atividades desempenhadas foi o apoio ao responsável pelo Prontuário das Instalações Elétricas, PIE, da UN01 (Figura 23). As responsabilidades estavam centradas na atualização e verificação da conformidade dos itens exigidos pela NR10, todos documentados no PIE. Em resumo, isso incluía a atualização do prontuário, tanto em formato físico quanto digital, para assegurar acesso e verificação sempre que necessário.

FIGURA 23 - PRONTUÁRIO DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS.



Fonte: Autor (2024).

De maneira breve, alguns dos principais itens incluídos no PIE são:

1. **Diagrama Unifilar Geral:** Diagramas unifilares da UN01;
2. **Desenhos e Memoriais:** Desenhos e memoriais técnicos das áreas elétricas;
3. **Lista de Funcionários da Área Elétrica, Certificados de Qualificação, Capacitação, Autorização:** Relação de todos os funcionários que atuam na área elétrica, juntamente com seus certificados e autorizações;
4. **EPI / EPC, Ferramentas, Instrumentos de medição:** Lista de Equipamentos de Proteção Individual e Coletiva, incluindo seus Certificados de Aprovação (CA) e validade da proteção dielétrica. Relação de todas as ferramentas utilizadas pelos funcionários da área elétrica, bem como dos instrumentos de medição e detecção;
5. **Procedimentos de Trabalho:** Detalhamento de todos os procedimentos necessários para realizar trabalhos elétricos de forma segura e eficiente, incluindo instruções para lidar com acidentes elétricos;
6. **Não Conformidades e Cronograma de Adequação:** Avaliação da UN01, identificando as não conformidades. Cronograma geral para corrigir as não conformidades, atribuindo responsáveis e datas para a adequação;
7. **Relatórios de Inspeções e Laudos:** Todos os laudos de inspeção elétrica.

Durante o período de estágio, a atividade de manutenção do prontuário das instalações elétricas proporcionou uma ampla gama de aprendizados, especialmente no que diz respeito à segurança e às responsabilidades envolvidas na conformidade com as normas estabelecidas pela NR10. Dada a extensão das operações da empresa, é importante salientar que nem todos os aspectos puderam ser totalmente avaliados ou ajustados pelo estagiário. No entanto, a participação em auditorias e reuniões relevantes demonstrou um progresso significativo na atualização do prontuário e um gerenciamento eficaz da documentação em geral.

4.3 ESCOPOS DE SERVIÇO

Foram elaborados escopos de serviço com o intuito de apoiar as atividades necessárias, concentrando-se principalmente na infraestrutura elétrica de alguns locais da Unidade 01 e nas ações requeridas para a conformidade com as normas vigentes.

4.3.1 PROJETOS LUMINOTÉCNICOS

Foram executados dois projetos luminotécnicos de complexidade moderada, com destaque para o projeto desenvolvido para a nova oficina da ferramentaria. A ferramentaria, em resumo, é o setor responsável por atividades mecânicas, englobando a concepção, manutenção e gestão de ferramentas e moldes utilizados na produção de peças, componentes ou produtos finais.

Utilizando como base a NBR 8995-1, especificamente no quesito 5 que trata dos Requisitos para o planejamento da iluminação, referente ao tópico 14 sobre Trabalho e processamento em metal (Tabela 3), identificou-se os parâmetros recomendados para diferentes tipos de trabalho, incluindo áreas de usinagem diversas e a área de ferramentaria.

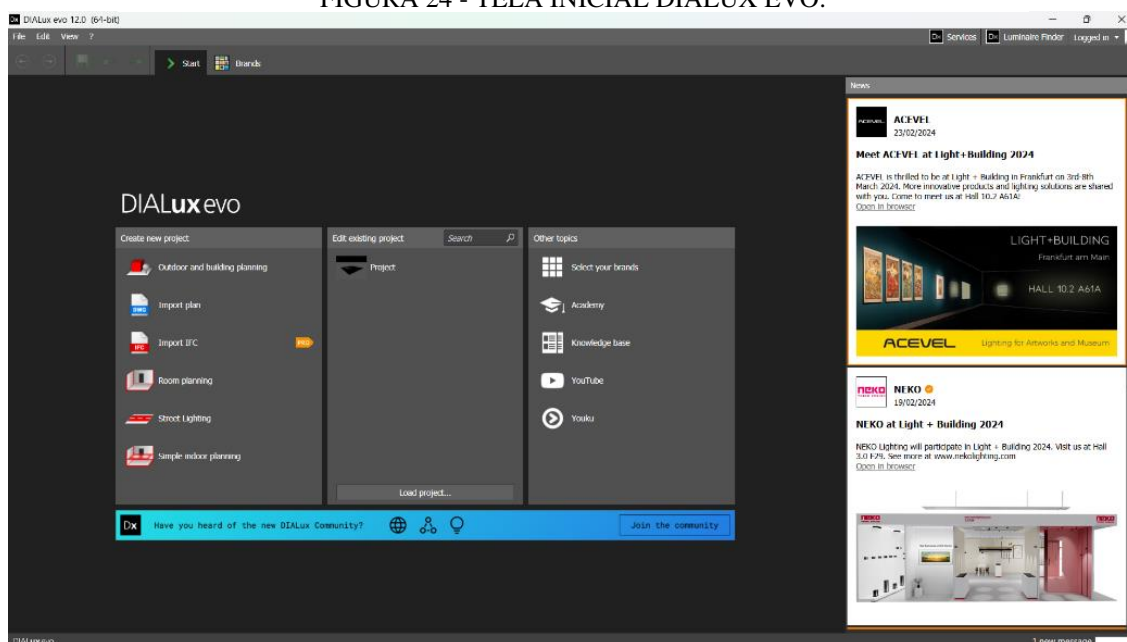
TABELA 3 - INFORMAÇÕES PARA PROJETOS LUMINOTÉCNICOS NBR 8995-1.

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	lux	UGRL	Ra	Observações
1. Áreas gerais da edificação				
Depósito, estoques, câmara fria	100	25	60	200 lux, se forem continuamente ocupados.
14. Trabalho e processamento em metal				
Usinagem de precisão: retificação Tolerâncias < 0,1 mm	500	19	60	
Ferramentaria; fabricação de equipamento de corte	750	19	60	
22. Escritórios				
Arquivamento, cópia, circulação etc.	300	19	80	

Fonte: adaptado de NBR 8995-1 (2013).

Para esse fim, recorreu-se ao software Dialux EVO (Figura 24), uma ferramenta amplamente reconhecida e utilizada para a criação eficiente e intuitiva de projetos de iluminação. Este software permite o planejamento, cálculo e visualização da iluminação em ambientes internos e externos, facilitando a criação de sistemas de iluminação, dimensionamento de luminárias e a realização de cálculos para garantir uma distribuição adequada da luz, com uma ampla variedade de luminárias disponíveis para seleção (DIALUX, [s.d]).

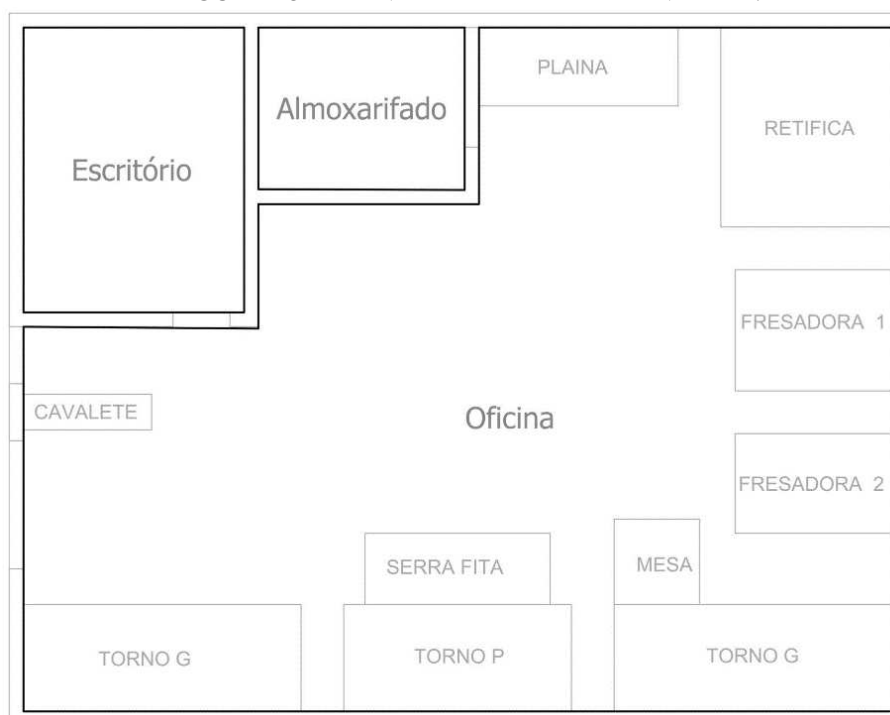
FIGURA 24 - TELA INICIAL DIALUX EVO.



Fonte: DiaLux (2024).

Após elaborar a planta baixa da ferramentaria (Figura 25) foi selecionada à luminária da marca *Philips Lighting*, modelo *Essential Waterproof TCW063*, com capacidade para acomodar 2 lâmpadas do tipo T8, foi previsto o uso da lâmpada *CorePro LEDtube 1200mm 18W 865 T8C W G*, ou equivalente devido a ser o modelo já presente no almoxarifado da empresa facilitando de forma geral troca e manutenção.

FIGURA 25 - PLANTA BAIXA FERRAMENTARIA.



Fonte: Autor (2024).

Com o projeto dos ambientes da ferramentaria, levando em conta a altura de trabalho, realizou-se as distribuições das luminárias. No entanto, durante as primeiras distribuições, notou-se que alcançar os 750 lux conforme especificado na Tabela 3 resultaria em um alto número de luminárias, aumentando consideravelmente o custo do projeto e apresentando riscos de causar ofuscamento. Diante disso, a equipe de engenharia de manutenção optou por considerar o ambiente como uma área de usinagem de precisão, estabelecendo 500 lux como referência para os planos de trabalho.

Ao realizar a distribuição das luminárias no ambiente, utilizando as ferramentas de cálculo automático de posicionamento das luminárias do *DiaLux* e ajustando conforme necessário para obter a quantidade desejada de lux nas superfícies de trabalho. Os resultados obtidos foram:

- Almoxarifado:
 - Iluminância atingida: 213 lux (superior a 100lux)
 - Potência específica de ligação: 10.91 W/m²
- Escritório:
 - Iluminância atingida: 327 lux (superior a 300lux)
 - Potência específica de ligação: 8.71 W/m²
- Oficina:
 - Iluminância atingida: 534 lux (superior a 500lux)
 - Potência específica de ligação: 10.93 W/m²

Dessa maneira, foram alcançados os valores de iluminância necessários para todas as áreas da ferramentaria fornecendo informações adequadas sobre a posição das luminárias, bem como outros dados fotométricos das luzes e afins.

Durante o projeto enfrentou-se desafios como a adaptação ao ambiente do *software DiaLux* e o entendimento dos diferentes tipos de luminárias, especialmente devido às dimensões específicas do ambiente. Com a revisão dos conhecimentos adquiridos na disciplina de instalações elétricas foi possível superar os obstáculos, chegando em um resultado aceito por todos os envolvidos.

Até o momento deste relatório, o projeto continua em desenvolvimento, com uma visita in loco realizada pela empresa terceirizada contratada para obter um melhor entendimento da área e o levantamento dos custos para a elaboração completa do projeto. Essa experiência enfatizou a importância da comunicação e da colaboração entre diferentes áreas para o sucesso de um projeto como este.

4.3.2 VARIEDADE DE ESCOPOS

Durante o período de estágio, uma ampla gama de escopos foi conduzida e monitorada. A seguir, uma breve descrição de alguns deles:

- Adequação das Instalações Elétricas de Áreas Classificadas conforme NR-10
 - Visando adequar as áreas classificadas de acordo com os padrões de segurança estabelecidos pela NR-10, assegurando a conformidade dos equipamentos e procedimentos relacionados.
- Projeto de Reorganização Elétrica para o Galpão 03 - Unidade UN-01
 - O objetivo foi solicitar o desenvolvimento e implementação um projeto elétrico para melhorar e manter as condições ideais de funcionamento de um dos galpões que abriga linhas da Montagem.
- Instalação de Iluminação Externa no Jardim
 - Teve como finalidade a orientação para a instalação elétrica de iluminação externa.
- Análise de Óleo do Transformador TFO16 na Subestação 08 da UN-01
 - Este trabalho consistiu no pedido para realização de testes de análise de óleo no transformador TFO16, localizado na subestação 08 da Unidade UN-01.
- Teste de Rigidez Dielétrica de Ferramentas, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs)
 - Foram conduzidos testes de rigidez dielétrica nas ferramentas, diversos equipamentos elétricos e EPCs utilizadas pelos mantenedores da manutenção elétrica para garantir a atualização contínua do Prontuário das Instalações Elétricas e a segurança dos colaboradores.

A execução desses escopos é de suma importância para a integridade estrutural da empresa e para a manutenção do cumprimento das normas de segurança e regulamentações em vigor no território nacional. Essas atividades foram extremamente significativas para o aprendizado. Ao visitar, compreender e solucionar problemas relacionados a cada escopo, bem como ao participar do acompanhamento de alguns deles, adquiriu-se um entendimento dos desafios envolvidos na conformidade com as normas e regulamentações pertinentes.

4.4 REDUÇÃO DAS QUEBRAS DAS SONDAS LM35

Na Acumuladores Moura S.A., os projetos de melhoria contínua são denominados *kaizens*. Eles envolvem uma análise detalhada de problemas, utilizando ferramentas específicas como o 5G e diagramas de Ishikawa. Esses projetos visam identificar ações para resolver problemas, avaliar os resultados e padronizar processos. Durante o período de estágio, esses *kaizens* são apresentados no Seminário dos Estagiários de Engenharia de Manutenção, Produção e Apoio (SEEMPA) para toda a equipe de manutenção da unidade. Um dos apresentados durante o estágio envolveu a verificação de equipamentos com alto índice de quebras nas oficinas elétricas: o sensor analógico LM35. Iniciando-se um processo investigativo com o uso da ferramenta 5G.

4.4.1 GEMBA E GEMBUTSU

O *Gemba* refere-se à investigação in loco, ou seja, a prática de visitar o local onde ocorre o processo em questão. Nesse contexto é o setor de formação e acabamento nos bancos de formação de baterias.

Já o *Gembutsu* refere-se ao estudo do objeto em si, ou seja, a verificação detalhada da sonda em questão. O objeto de estudo são as sondas LM35.

Ambos esses aspectos foram abordados de forma detalhada durante a introdução teórica, e essa parte investigativa é fundamental para a metodologia 5G.

4.4.2 GENJITSU

O *Genjitsu* trata-se então da investigação da realidade do procedimento visto todos os elementos que envolvem o problema que ocorre.

Após a coleta de 12 sondas danificadas para análise e envio ao fornecedor Liohm Sensores, então o relatório de teste e inspeção emitido por essa revelou o seguinte: "A área em vermelho (Figura 26) exibe rupturas entre o cabo e a placa (Filtro R/C), causadas por infiltração, resultando na formação de zinabre nos contatos soldados, provocando curto-circuito e mau funcionamento do sensor." Esse dano é atribuído ao ácido sulfúrico presente no ar, que com o tempo se infiltra, principalmente pela parte superior da sonda desprovida de revestimento.

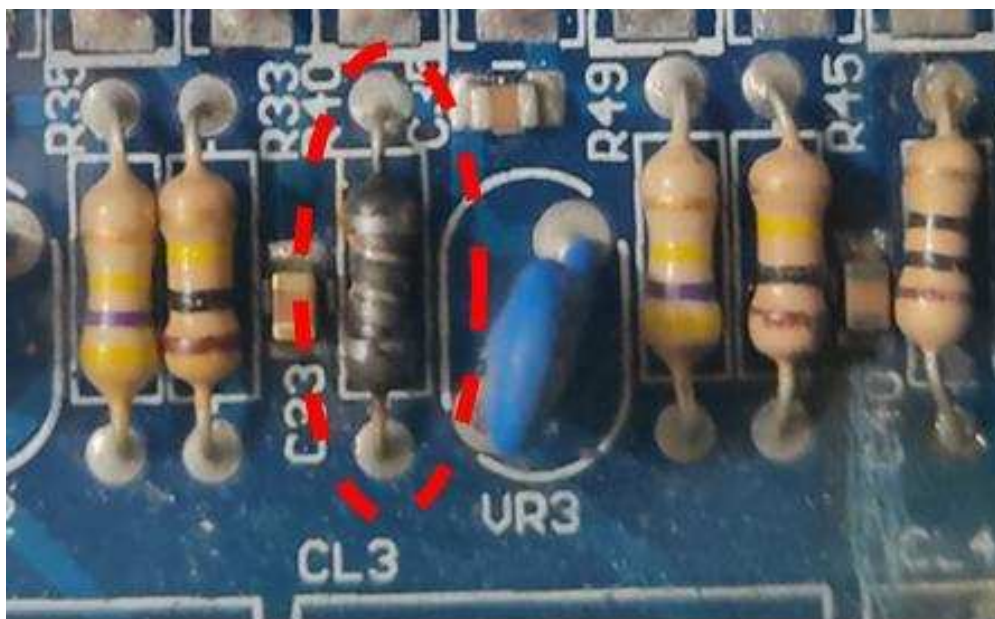
FIGURA 26 - MODO DE FALHA DAS SONDAS LM35.



Fonte: Liohm Sensores (2023).

Outro problema identificado é a possibilidade de degradação da sonda ou do cabo que pode causar curtos na entrada de leitura do sinal no sistema de potência, danificando um resistor específico (Figura 27) designado para proteção de uma forma não eficiente pois, a substituição desse resistor requer uma paralisação do sistema de controle, resultando em atrasos na formação. Além disso, o percurso dos cabos das sondas é consideravelmente extenso introduzindo assim impedâncias adicionais que degradam o sinal sendo a variação constante do sinal um problema recorrente na área.

FIGURA 27 - MODO DE FALHA RESISTOR DO CIRCUITO DE CONTROLE.



Fonte: Autor (2024).

4.4.3 GENRI

O *Genri* se trata de buscar princípios já utilizados de forma a trazer uma perspectiva do que pode ser utilizado para sanar o problema.

O *Teflon*, um polímero de tetrafluoretileno (PTFE), é reconhecido como um padrão mundial para lidar com a isolação em ambientes que envolvem ácido sulfúrico e outros tipos de ácidos como revelado na Figura 28. Sua notável resistência química faz com que seja uma escolha ideal para aplicações que exigem durabilidade e integridade em contato com substâncias corrosivas.

Além da proteção química é necessário proteção que não necessite a parada do sistema por períodos consideráveis para a troca de um componente, junto a isso é necessário averiguar uma forma de melhorar a qualidade do sinal.

FIGURA 28 - RESISTÊNCIA QUÍMICA PTFE.

QUÍMICO	FORMA (na temperatura ambiente, exceto formas diferentes)	Escala de avaliação		
		Teflon ^R	Gatlon ^R	UHMWPE
Ácido sulfúrico 10%	Solução aquosa incolor	1	1	1
Ácido sulfúrico 100%	Líquido incolor	1	-	X
Ácido sulfúrico 30%	Solução aquosa incolor	1	1	1
Ácido sulfúrico 50%	Solução aquosa incolor	1	1	1
Ácido sulfúrico 60% (48,5°Bé)	Líquido incolor	1	1	1
Ácido sulfúrico 75%	Solução incolor a marron	1	1	1
Ácido sulfúrico 88% (64,7°Bé)	Líquido incolor	1	2	1
Ácido sulfúrico 93%	Líquido oleoso incolor a marron	1	2	1
Ácido sulfúrico 96%	Líquido incolor	1	2	1
Ácido sulfúrico 98%	Líquido oleoso incolor a marron	1	2	1
Ácido sulfúrico fumegante (oleum)	Líquido oleoso transparente a marron escuro	1	X	X

Fonte: Gates Brasil (2012).

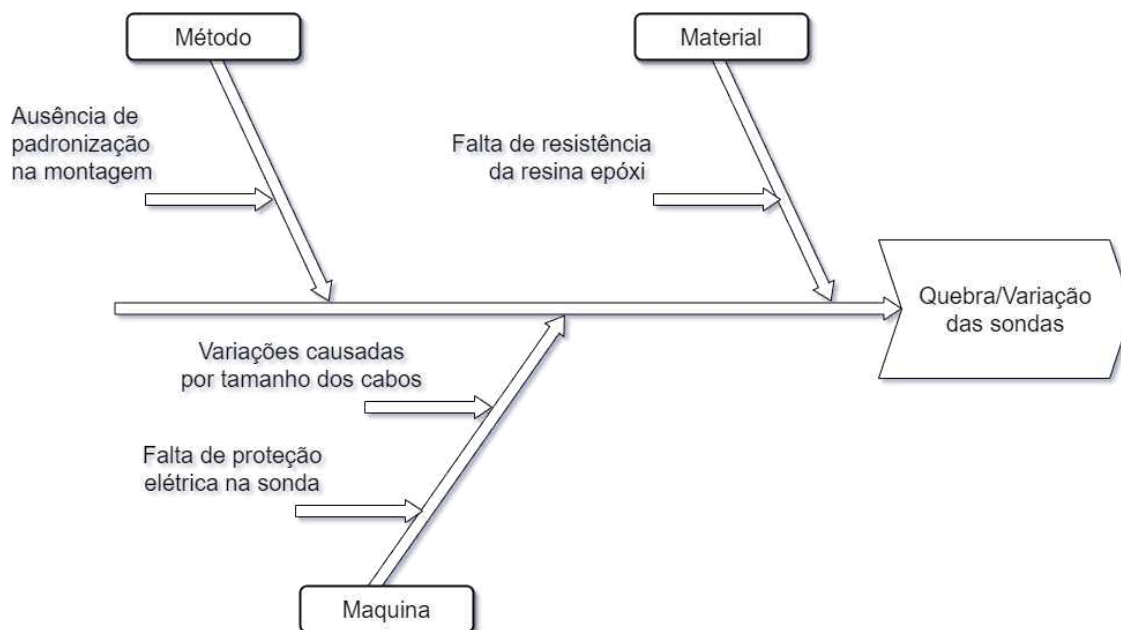
4.4.4 GENSOKU

Quanto a política ou diretriz por trás do processo não há padronização documentada de forma adequada no local quanto ao manuseio de sondas de forma a estabelecer regras claras para orientar o comportamento e as decisões operacionais. Devendo isso também ser alvo de tratamento para um funcionamento mais ideal do processo e evitar-se perdas.

4.4.5 ISHIKAWA

Foi montado o diagrama de Ishikawa (Figura 29) e servirá de guia de quais os principais problemas a serem tratados.

FIGURA 29 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA AS SONDAS LM 35.



Fonte: Autor (2024).

4.4.6 AÇÕES E CONTRAMEDIDAS

a) Realizar teste com PTFE para proteger a sonda na área afetada

Para fins de prototipagem e testes de resistência do PTFE, optou-se por uma solução rápida e de baixo custo, utilizando a fita veda rosca (Figura 21b), amplamente disponível e composta por 100% de PTFE. Algumas sondas foram envolvidas (Figura 21a) como protótipo e aplicadas em campo.

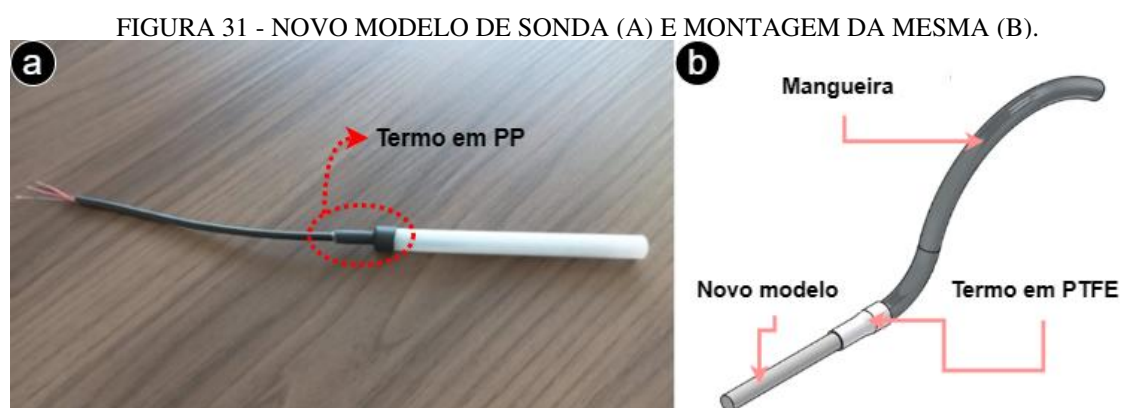
FIGURA 30 - SONDAS REVESTIDAS EM PTFE (A) E FITA VEDA ROSCA(B).



Fonte: (a)Autor (2024), (b)Tigre (2023).

Selecionou-se o Banco 139, composto por 16 circuitos de formação. Destes, 8 sondas foram revestidas com PTFE, enquanto as outras 8 sondas permaneceram como grupo de controle, mantendo a montagem convencional. Além disso, foi feito contato com o fornecedor para solicitar um remodelo das sondas, que indicou o uso de Termo elaborado em PP (Figura 31a), sem custos adicionais no valor final.

Diante da ausência de padronização para a montagem da sonda, foi desenvolvido um padrão, conforme representado na Figura 31b, que visa empregar um tubo termo retrátil de teflon em conjunto com uma mangueira já utilizada em algumas montagens, juntamente com o novo modelo de sonda, visando proporcionar uma vedação dupla e maior resistência mecânica.

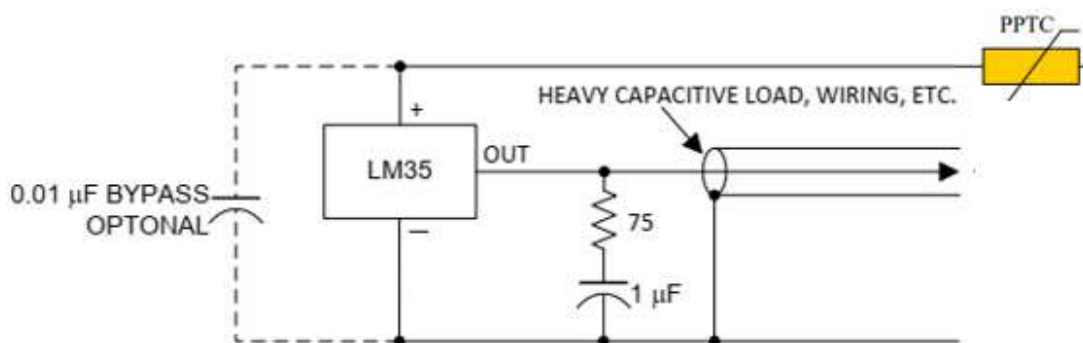


b) Modificações no circuito

De acordo com o datasheet fornecido pela fabricante do LM35, o desempenho afetado negativamente por fontes eletromagnéticas intensas principalmente devido a longos cabamentos e para obter os melhores resultados em tais casos, é recomendado utilizar um capacitor de desvio (*bypass*) entre a alimentação e o terra do sensor. Além disso, foi escolhido um PPTC (*Polymeric Positive Temperature Coefficient*) como proteção adequada no lugar do resistor, projetado para salvaguardar o circuito contra correntes excessivas, como sobrecargas ou curtos-circuitos.

Dessa forma aplicando os componentes ao circuito obtém-se o circuito mostrado na Figura 32.

FIGURA 32 - MODIFICAÇÕES NO CIRCUITO DA SONDA.



Fonte: Adaptado de Texas Instruments (2017).

4.4.7 RESULTADOS PARCIAIS

Até o momento da redação deste relatório alguns resultados parciais e atividades recentes são dignos de nota. A prototipagem obteve os seguintes dados: o grupo de controle, que não tinha PTFE, perdeu três sondas ao longo de um período de 94 dias, enquanto as sondas revestidas não registraram perdas no mesmo período sendo que duas sondas sem PTFE foram substituídas devido a falhas sem a coleta apropriada para análise. Os resultados são registrados na Tabela 4:

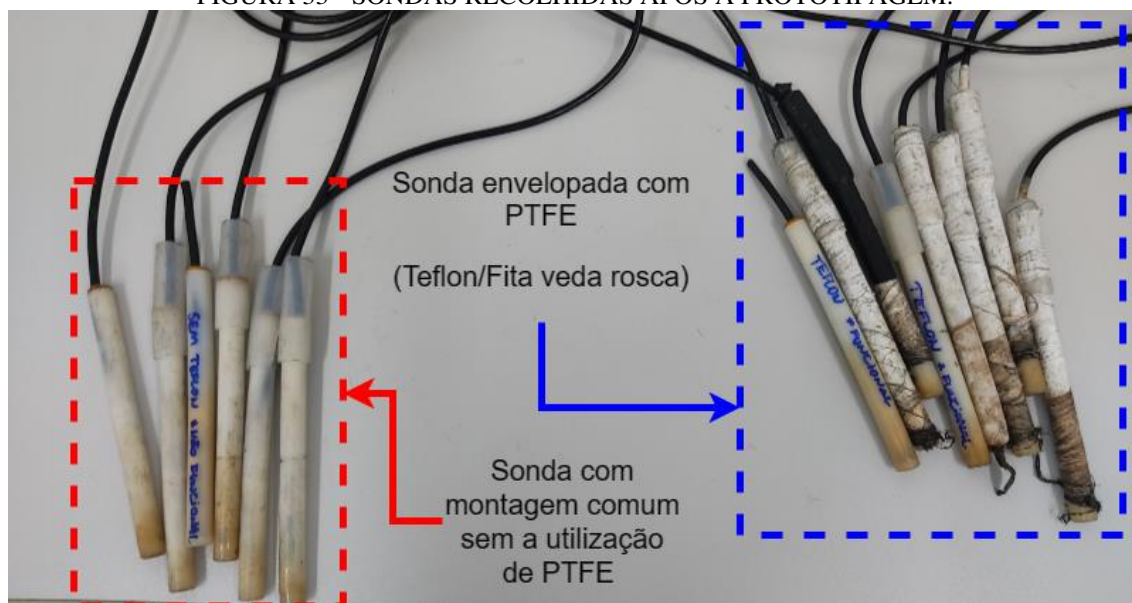
FIGURA 4 - RESULTADOS DA PROTOTIPAGEM DE PTFE.

Material	Descrição	Quant.	Obs.
Sonda LM35 PTFE	Sonda envelopada com PTFE (Teflon/Fita veda rosca)	8	Todas operacionais
Sonda LM35 Comum	Sonda com montagem comum sem a utilização de PTFE	6	1 não funcional

Fonte: Autor (2024).

A fase inicial da prototipagem é concluída com o envio das sondas coletadas, demonstradas na Figura 33, para o fornecedor para realizar análises. O novo esquema de montagem ainda está pendente de peças que estão sendo cotadas pelos setores de compras.

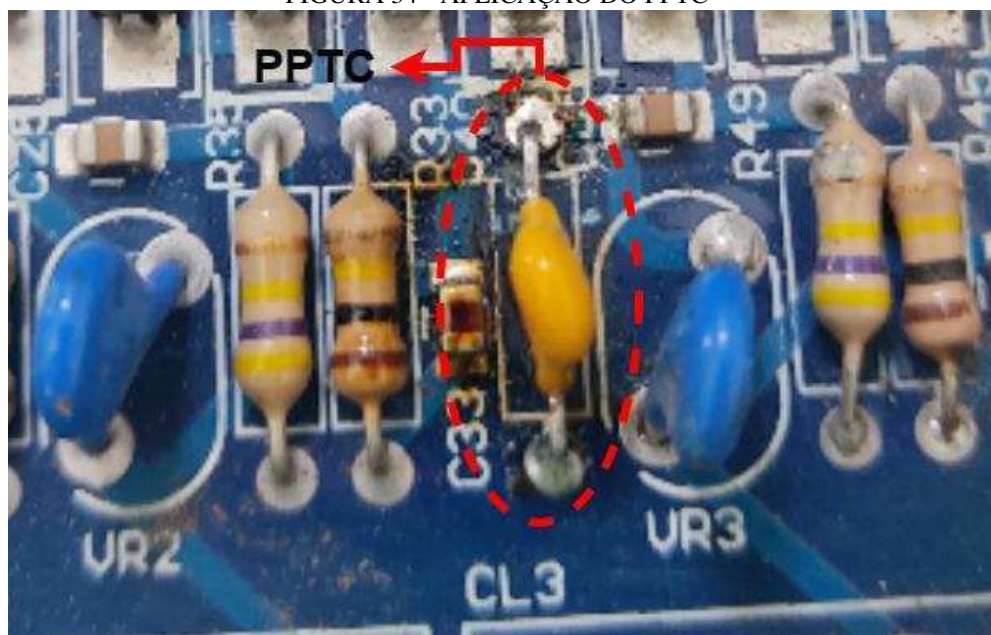
FIGURA 33 - SONDAS RECOLHIDAS APÓS A PROTOTIPAGEM.



Fonte: Autor (2024).

Além disso, observou-se que as modificações no circuito a têm gerado relatos favoráveis pelos colaboradores da manutenção. Eles destacam uma melhoria na proteção e na redução de ruídos, sendo que os PPTCs como registrado na Figura 34, estão sendo utilizados em todo o setor da manutenção eletrônica para finalidades além das inicialmente previstas.

FIGURA 34 - APLICAÇÃO DO PPTC



Fonte: Autor (2024).

O projeto voltado para a resolução do problema das sondas representou uma experiência de aprendizado significativa. O estagiário foi desafiado a conduzir todo o processo investigativo, compreendendo-o através do uso de ferramentas do *WCM* como

o 5G e o Diagrama de Ishikawa. Embora a solução final não tenha sido alcançada devido à complexidade e à longa duração do problema na empresa, a documentação resultante dessa investigação se revelou de extrema importância e suporte para a organização.

Além disso, a investigação proporcionou ao estagiário uma ampla gama de conhecimentos. Desde o entendimento do processo fabril até questões multidisciplinares como a compreensão química de materiais, a habilidade de organização operacional e o estabelecimento de contatos com fornecedores foram desenvolvidos. Adicionalmente utilizou-se conhecimentos na área de eletrônica, incluindo o entendimento de proteções elétricas, a interpretação de documentação de componentes, a compreensão de sistemas de potência e a aplicação de melhorias eletrônicas de forma geral. Este projeto não só ampliou o conjunto de habilidades do estagiário, mas também destacou a importância da perseverança e da documentação adequada no processo de resolução de problemas complexos em um ambiente industrial.

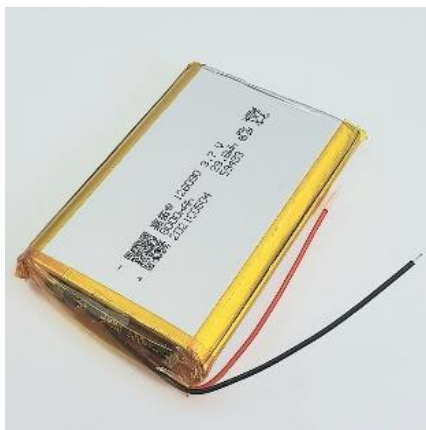
4.5 DETECÇÃO DE GÁS HIDROGÊNIO

O hidrogênio é um gás inodoro, incolor e insípido, tornando-o imperceptível aos sentidos humanos em altas concentrações. Sua ampla faixa de inflamabilidade, entre 4% e 74% em volume, representa um parâmetro crítico. Mesmo um leve aumento na produção de hidrogênio pode representar um sério perigo, sendo essencial integrar sistemas de monitoramento de hidrogênio a sistemas de ventilação auxiliar, controle de incêndio e monitoramento de edifícios (BRZEZINSKA, 2018). Sendo assim, nessa sessão será abordado como foi utilizado uma placa NodeMCU esp8266 para elaborar um modelo de detector de H₂.

4.5.1 ALIMENTAÇÃO

Para garantir a portabilidade do protótipo, optou-se por uma bateria LiPo como a da figura 35. As baterias de lítio são amplamente disponíveis no mercado, geralmente com um circuito de proteção integrado e uma tensão nominal de cerca de 3,7V.

FIGURA 35 - MODELO DE BATERIA LIPO.



Fonte: Tetsa (2020).

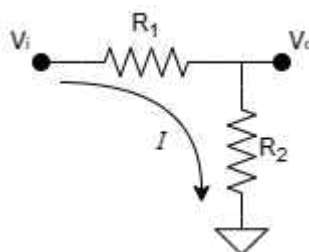
Para gerenciar a bateria, utilizou-se o módulo TP4056 em uma versão que permite o carregamento via conector USB tipo C. Além disso, sabendo-se que o módulo regulador de tensão do ESP8266 NodeMCU possibilita a conexão de fontes de alimentação externas com uma faixa de tensão de 5 a 12 V bem como o Módulo MQ-8 funciona melhor quando ligado a uma fonte de 5V, é necessário o uso de um conversor de tensão *step-up*.

Para atender a essa necessidade, configurou-se um módulo do tipo MT3608, de forma que eleva a tensão de saída do módulo de gerenciamento de bateria de 4,2V para 5V constantes na saída. Isso permite alimentar o circuito de forma adequada e garantir o funcionamento correto dos dispositivos conectados.

4.5.2 DIVISOR DE TENSÃO

Para adequar o sinal do módulo MQ8, alimentado com 5V, à entrada analógica do módulo ESP8266, limitada a 3.3V, é necessário projetar um divisor de tensão (Figura 36).

FIGURA 36 - DIVISOR DE TENSÃO.



Fonte: Autor (2024).

Este divisor linear, representado na Figura 36, possui V_i como a tensão de entrada e V_o como a tensão de saída. R_1 e R_2 são os resistores distintos no circuito, e I representa a corrente que flui através deles. Utilizando as leis de Ohm, determina-se os valores das resistências de acordo com as equações que o governam, expressas por:

$$I = V_i / (R_1 + R_2) \quad (6)$$

$$I = V_o / R_2 \quad (7)$$

A partir das equações (6) e (7), obtém-se:

$$\frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{V_o}{V_i} \quad (8)$$

Para converter 5V para 3.3V, tem-se:

$$\frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = \frac{3,3 V}{5 V} \quad (9)$$

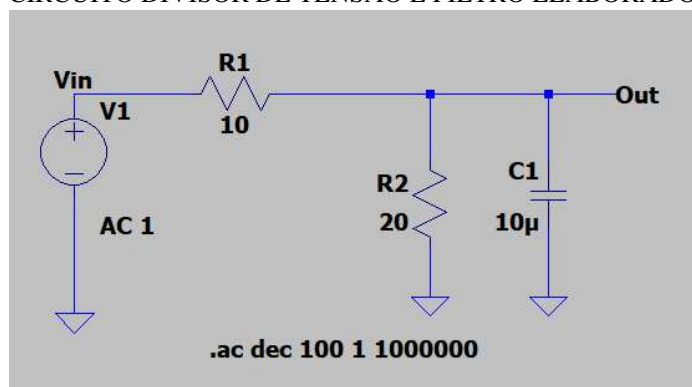
Simplificando, chega-se a $\frac{R_2}{(R_1 + R_2)} = 0,66$ ou aproximadamente $\frac{2}{3}$.

Com isso, determina-se a relação entre R_1 e R_2 como:

$$R_2 = 2R_1 \quad (10)$$

Nesse divisor, R_1 e R_2 podem adotar pequenos valores para diminuir seu ruído térmico, então com a escolha de R_1 como valor de referência, $R_1 = 10\Omega$, pôde-se encontrar $R_2 = 20\Omega$. Com o objetivo de estabilizar ainda mais o sinal proveniente do sensor que será lido pela porta A0 do ESP8266, adiciona-se um capacitor para filtrar ruídos. O capacitor também filtra ruídos de R_1 e R_2 . Os resistores e o capacitor formam um filtro passa-baixa (Figura 37).

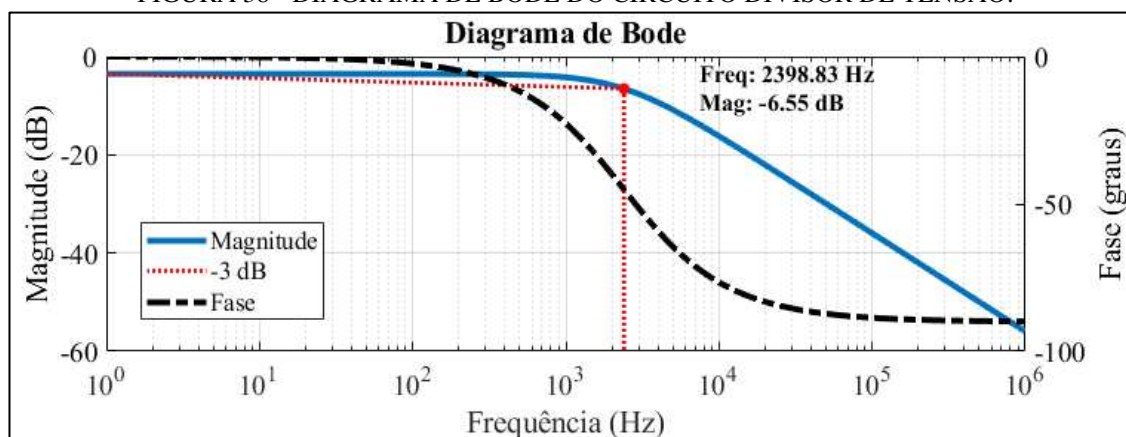
FIGURA 37 - CIRCUITO DIVISOR DE TENSÃO E FILTRO ELABORADO NO LTSPICE.



Fonte: Autor (2024).

Recorreu-se ao *software* LTSpice para analisar defasagens e outras características do circuito divisor, com o circuito devidamente montado para análise obteve-se o seguinte diagrama, registrado na Figura 38, de acordo com os passos para análise de ruído indicados no artigo de Colley (2019):

FIGURA 38 - DIAGRAMA DE BODE DO CIRCUITO DIVISOR DE TENSÃO.



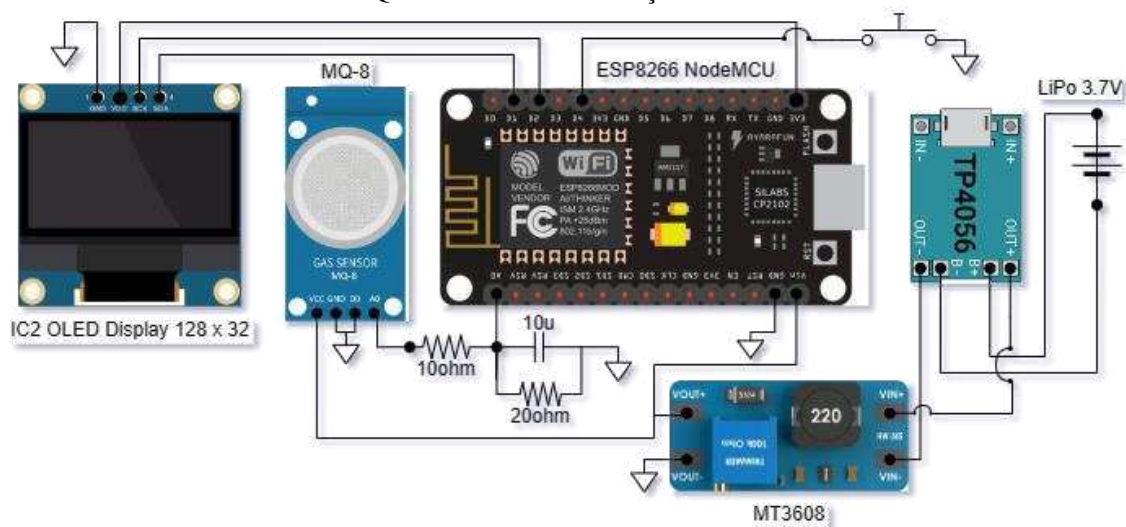
Fonte: Autor (2024).

Ao analisar o diagrama de Bode, percebe-se uma queda de -3,55 dB inicialmente. Essa queda é devida à redução de tensão causada pelo divisor. Portanto, é possível observar a atenuação causada pelo filtro em relação a esse novo referencial, onde o ponto de -3 dB, por exemplo, agora está em -6,55 dB para uma frequência de 2398,83 Hz. É esperado que a taxa do sinal analógico do sensor seja muito menor que isso. Assim, segue-se com este circuito projetado para o divisor de tensão.

4.5.3 MONTAGEM E CÓDIGO

A montagem do sistema segue o esquema apresentado na Figura 39, conectando os componentes da seguinte maneira:

FIGURA 39 - ESQUEMÁTICO DE LIGAÇÃO DOS COMPONENTES.



Fonte: Autor (2024).

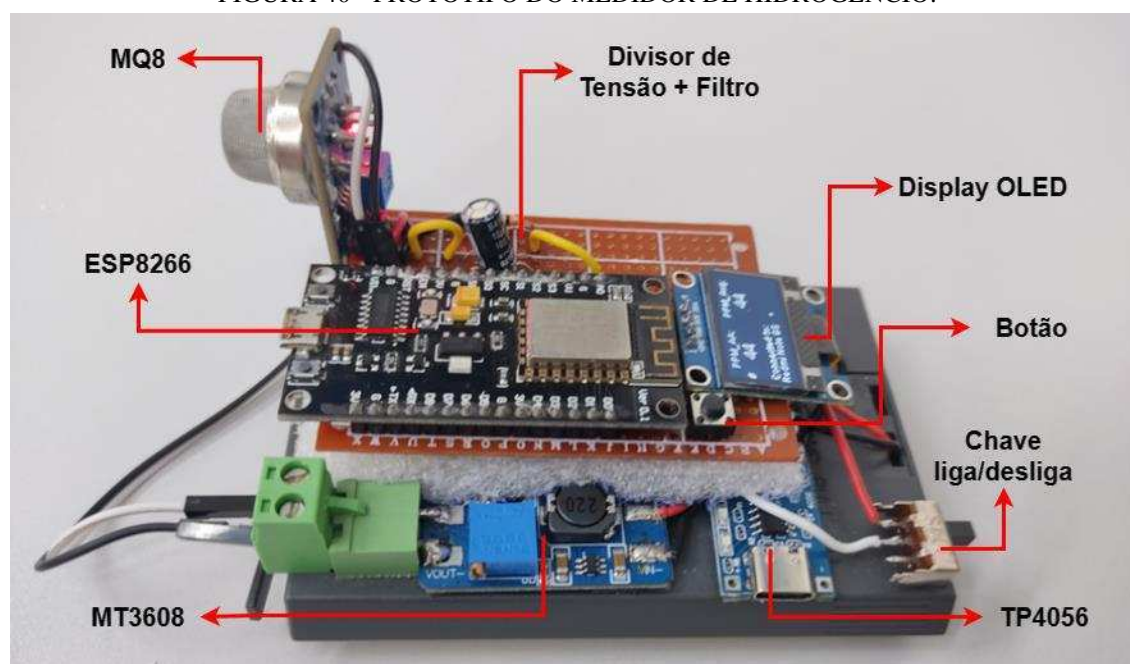
Primeiramente, conecta-se a bateria de LiPo ao módulo TP4056 nos terminais adequados B+ e B-, respeitando a polaridade indicada para a ligação da bateria. Em seguida, os terminais OUT+ e OUT- do TP4056 são ligados aos terminais VIN+ e VIN- do MT3608, após ajustar previamente o MT3608 para que seus terminais de saída VOUT+ e VOUT- tenham uma tensão de 5V entre eles. Com isso, o circuito de alimentação está pronto.

O módulo MQ-8 tem seu pino analógico A0 conectado ao divisor de tensão, e a saída deste divisor é ligada ao pino A0 do ESP8266. Além disso, o Display OLED está conectado ao ESP8266 pelos pinos D1 e D2, correspondentes aos pinos SDA e SCK, respectivamente. O display também é conectado a uma das portas 3.3V do ESP, assim como a um dos pinos GND, permitindo sua alimentação através do ESP. Um botão é ligado do pino D4 ao GND do ESP.

Por fim, o circuito de alimentação é conectado aos terminais VIN e GND do ESP, assim como aos terminais VDD e GND do módulo MQ-8. Em ambos os casos, a saída VOUT+ e VOUT- do módulo MT3608 é utilizada para fornecer energia.

Após diversos testes em protoboard foi então elaborado o seguinte protótipo registrado na Figura 40, incluindo uma chave de liga e desliga e visando compatibilidade dentro do possível.

FIGURA 40 - PROTÓTIPO DO MEDIDOR DE HIDROGÊNIO.



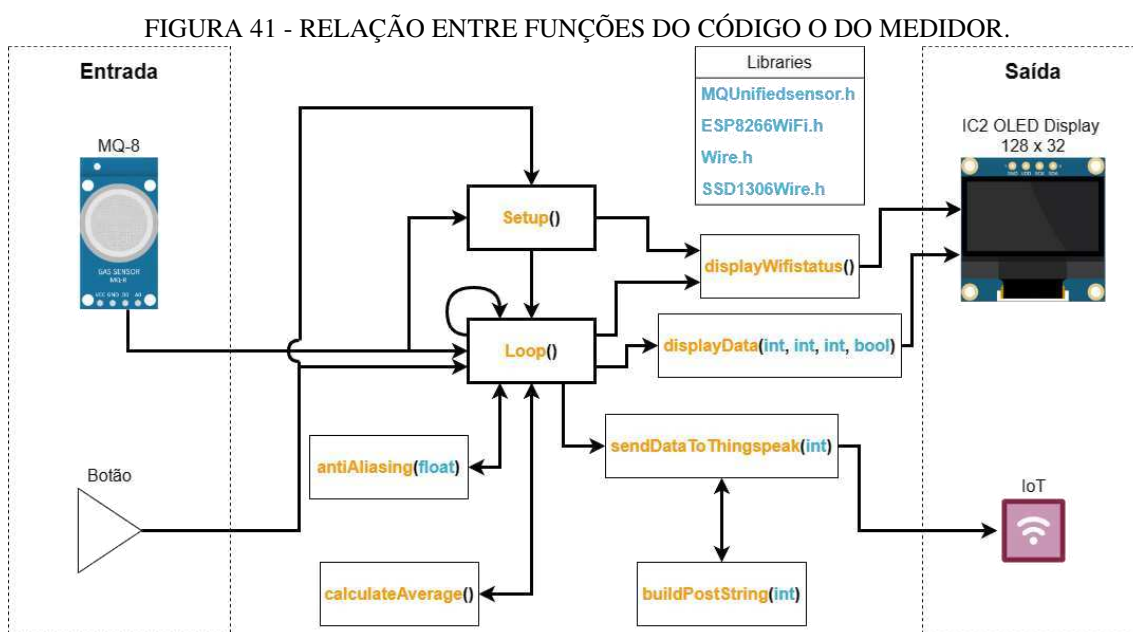
Fonte: Autor (2024).

4.5.4 CÓDIGO

É necessário desenvolver o código para o ESP8266. Felizmente, devido à colaboração de diversos especialistas, empresas e entusiastas em torno deste microcontrolador, já existem diversas funções elaboradas para o correto funcionamento dos componentes necessários. O objetivo principal é monitorar os níveis de gás detectados pelo sensor MQ-8 de forma visual através do *display* OLED, enviando dados para a plataforma online *Thingspeak*.

a) Bibliotecas e Funções

O diagrama esquemático da Figura 41 ilustra a relação das funções dentro do código desenvolvido no Arduino IDE.



Fonte: Autor (2024).

Desta forma, a funcionalidade de cada biblioteca, função e suas principais atribuições, são as seguintes:

- **Bibliotecas incluídas:**

- **MQUnifiedsensor.h:** Responsável pela interação com o sensor MQ, fornecendo funções para sua inicialização, leitura de dados e calibração;
- **ESP8266WiFi.h:** Para comunicação *Wi-Fi* com o módulo ESP8266;
- **Wire.h:** Empregada na comunicação I2C;
- **SSD1306Wire.h:** Controla o display OLED;

- **Funções:**
 - **displayWifiStatus(bool):** Exibe o status da conexão no display OLED;
 - **displayData(int, int, int, bool):** Mostra dados no display OLED;
 - **buildPostString(int):** Constrói a string de requisição POST para o Thingspeak, incorporando a chave da API e os dados a serem enviados;
 - **sendDataToThingspeak(int):** Envia os dados para o Thingspeak através de uma conexão HTTP POST;
 - **calculateAverage():** Calcula a média móvel dos últimos 10 valores lidos;
 - **antiAliasing(float &velocity):** Aplica um filtro *anti-aliasing* para suavizar variações na leitura do sensor;
- **Setup e Loop Principal:**
 - No **setup()**, as inicializações necessárias são realizadas, incluindo a conexão *Wi-Fi*, a inicialização do display e a calibração do sensor MQ-8;
 - No **loop()**, o código principal é executado, envolvendo a leitura de dados do sensor, o cálculo da média, a aplicação do filtro *anti-aliasing*, o envio dos dados para o Thingspeak e a atualização do display;

Após a inclusão das bibliotecas necessárias, como MQUnifiedsensor para o sensor MQ-8, ESP8266WiFi para a conexão *Wi-Fi*, *Wire* para comunicação I2C e SSD1306Wire para o *display* OLED, o código define constantes e variáveis, como o tipo de placa, resolução de tensão e pino analógico para a leitura do sensor. Para facilitar a compreensão dos valores exibidos, foram implementadas duas formas de leitura: um filtro *anti-aliasing* para suavizar variações abruptas, enquanto a outra exibe a média móvel dos últimos 10 sinais enviados.

b) Adendos

É importante ressaltar que a variável "_PPM" da biblioteca MQUnifiedsensor não é definida como pública ao incorporar essa biblioteca no ambiente do Arduino IDE sendo necessário modificar o arquivo de cabeçalho para ter acesso a mesma. Esse procedimento foi realizado utilizando o Bloco de Notas, a seção que declara a variável como privada para pública. Essa ação garante o funcionamento adequado do código.

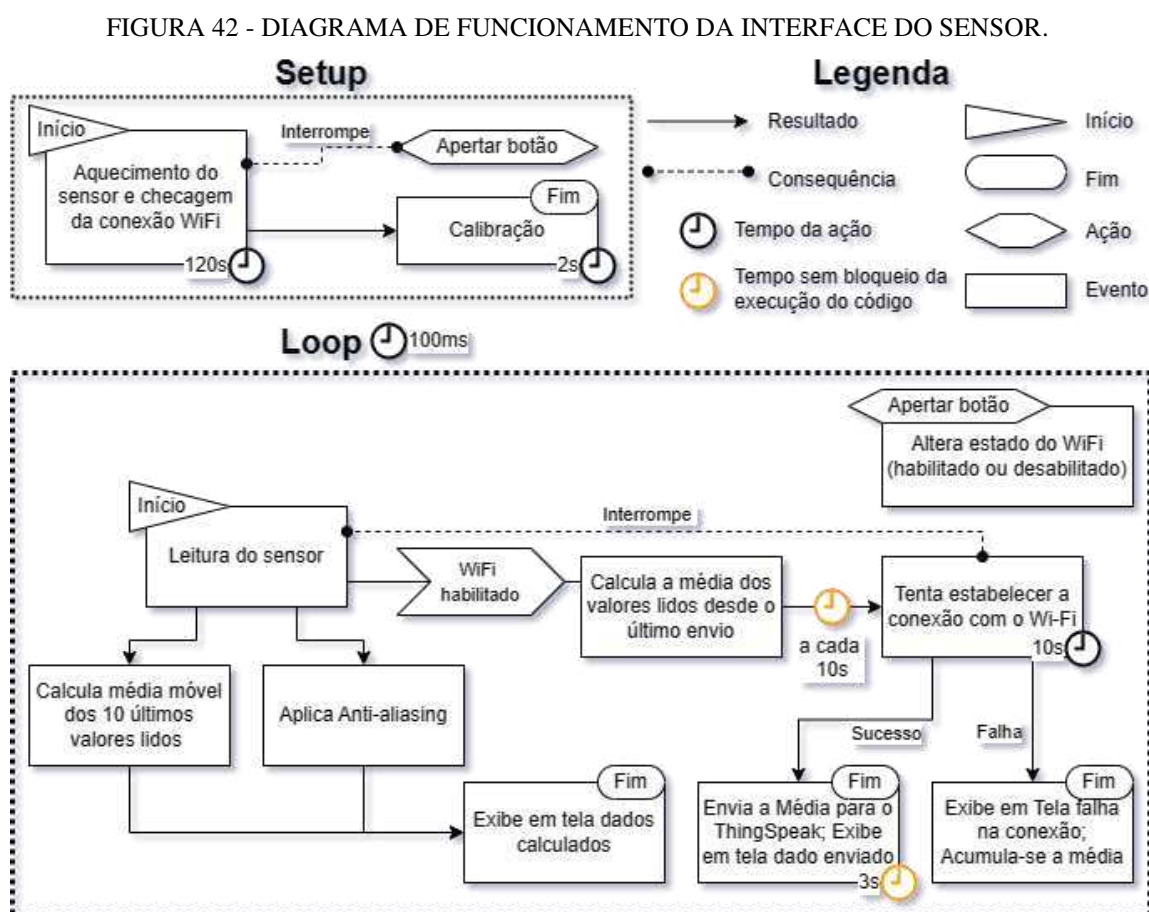
Outro ponto relevante é que, quando o *Wi-Fi* está constantemente ativo, o ESP8266 apresenta problemas com o pino A0, resultando em interferência significativa e/ou queda na leitura do pino por razões ainda não totalmente compreendidas. Com base no observado:

- Ativar o *Wi-Fi* resulta em uma redução das leituras e essa redução persiste mesmo após a desconexão;
- A conexão bem-sucedida à rede *Wi-Fi* resulta em uma saída altamente instável.

A solução encontrada para isso foi ativar brevemente o *Wi-Fi* antes de iniciar a calibração. A calibração deve ser executada com uma duração curta o suficiente para evitar a conexão, mas ainda assim ativar o circuito *Wi-Fi*. Além disso, para obter leituras sem interferência no pino A0, é necessário realizar as leituras enquanto o ESP não está conectado à rede.

c) Interface

A interface do sistema segue então o seguinte diagrama (Figura 42):



Fonte: Autor (2024).

A primeira etapa consiste em estabelecer a rotina de aquecimento do sensor por um período de 120 segundos registrado na Figura 43a. Durante esse intervalo, também é realizada uma verificação da conexão com a rede. É possível pular essa etapa

pressionando o botão. Proceder-se com a calibração do sensor por 2 segundos como registrado na Figura 43b.

FIGURA 43 - DEMONSTRAÇÃO DA TELA DE SETUP. AQUECIMENTO (A) E CALIBRAÇÃO (B).



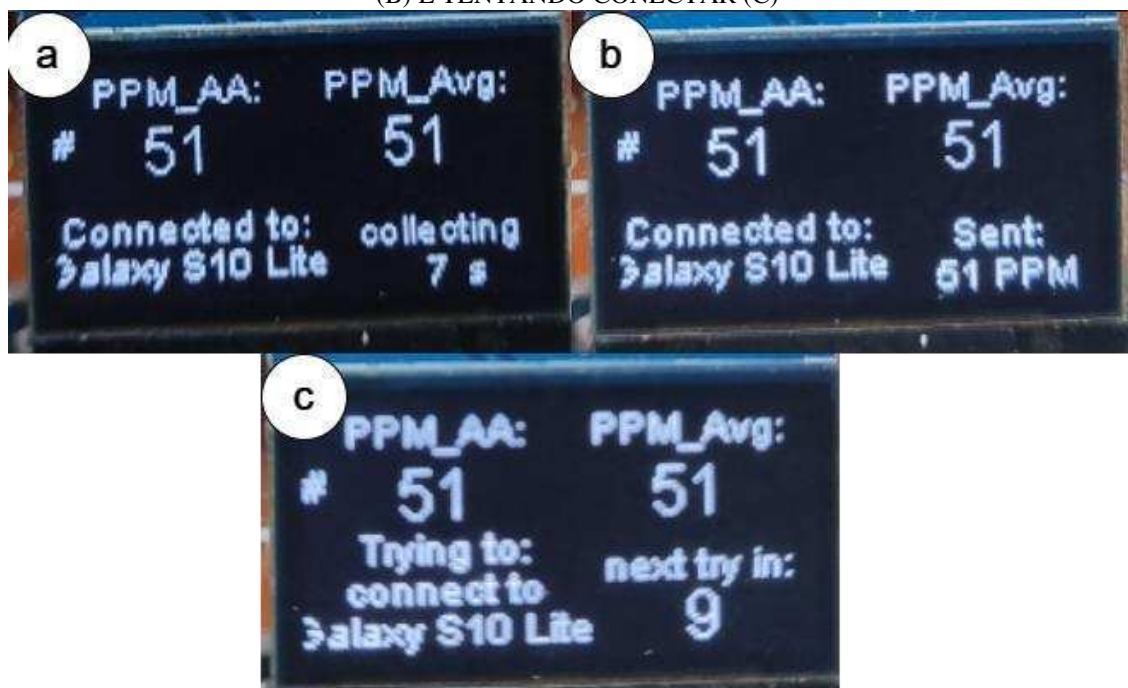
Fonte: Autor (2024).

Durante a operação, o sensor é lido a cada 100 milissegundos com a média móvel "PPM_AVG" (superior direito) e o valor após filtro *anti-aliasing* "PM_AA" (superior esquerdo) sendo exibidos na tela simultaneamente ilustrado na Figura 44.

Ainda durante o loop, o botão controla a habilitação do Wi-Fi (habilitado por padrão). Se não habilitado, é indicado constantemente na parte inferior da tela. Se habilitado, a cada 10 segundos as leituras serão interrompidas. Haverá uma tentativa de conexão durante 10 segundos, exibindo a mensagem "*Connecting to [SSID]*". Em caso de sucesso, será exibido "*sending in: X*", indicando o tempo restante para completar 10 segundos e abrir o canal com o *ThingsSpeak*, e o status da conexão será considerado verdadeiro. Posteriormente, o *Wi-Fi* é desativado até a próxima rotina.

Se o status for verdadeiro, além do retorno das leituras, será exibido "*Sent XX PPM*" por 3 segundos na parte inferior direita (Figura 44b), indicando o valor enviado e será indicado na tela "*Connected to: [SSID]*" e "*Collecting: Xs*", onde X é o tempo em segundos até a próxima rotina de envio (Figura 44a). Se a última tentativa de conexão falhou, será exibido "*Trying to connect to: [SSID]*" e "*Next try in: Xs*" (Figura 44c).

FIGURA 44 - DEMONSTRAÇÃO DAS TELAS DE OPERAÇÃO. COLETANDO (A), ENVIANDO (B) E TENTANDO CONECTAR (C)



Fonte: Autor (2024).

4.5.5 COMPORTAMENTO EM ÁREA

Antes dos testes, foram realizadas alterações nas configurações do código do sistema para investigar a variação com álcool. Observou-se variações com álcool 70% e isopropílico 99,8%, onde o sensor reagiu, resultando em um aumento momentâneo nos PPMs registrados sempre que foi exposto. Isso foi considerado como um sinal positivo preliminar em relação ao funcionamento do circuito montado, do código elaborado e dos componentes em funcionamento.

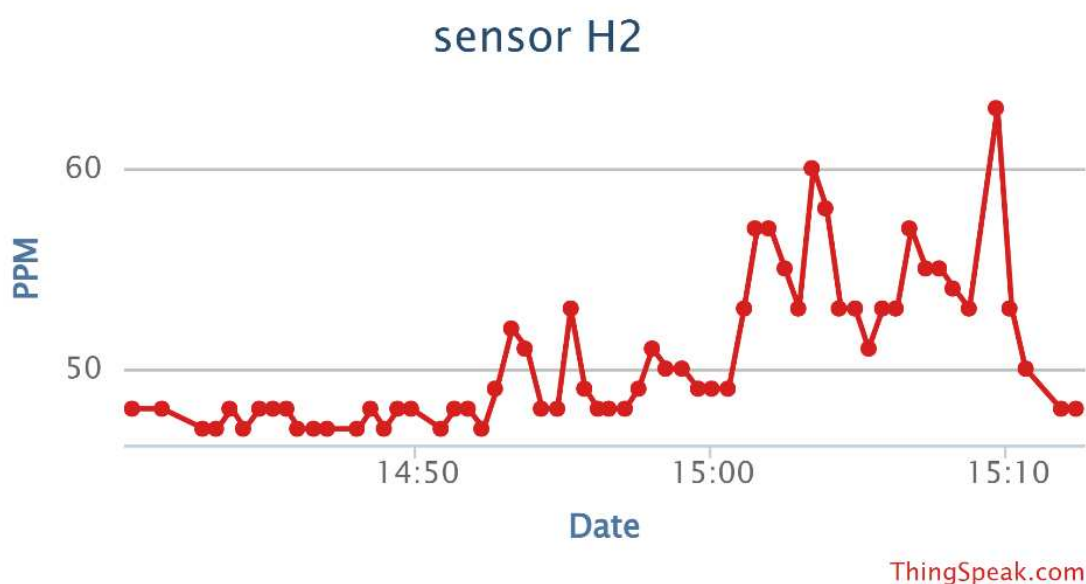
Com o foco principal sendo o hidrogênio devido à falta de outro sensor homologado e calibrado para uma calibração mais precisa, só é possível afirmar que o sensor opera de forma qualitativa. Além disso, não havia as ferramentas necessárias para uma calibração adequada em ambiente laboratorial. Sendo assim, é possível afirmar que o sensor é capaz de detectar variações, porém sem garantir exatidão. Para a fase de prototipagem deste projeto, uma análise qualitativa é suficiente.

A próxima etapa foi verificar em baterias em etapas de formação. No entanto, é importante salientar que o circuito montado ainda se encontra exposto. Dessa forma, devido à agressividade do ambiente devido ao ácido, não é possível ou recomendado passar muito tempo realizando as medições a fim de preservar o componente. Outro ponto

é a dificuldade em manter-se na área de medição, bem como a impossibilidade de registrar fotografias no local por questões de segurança.

Temos os resultados do gráfico representado na Figura 45 gerado pelo ThingSpeak no dia 05 de março de 2024 em um dos bancos, onde percebe-se um aumento de 10 PPM dos valores medidos ao ar livre (de menos de 50 para mais de 60 PPM) ao realizar medições diretamente acima de algumas baterias em formação. Esses resultados são puramente qualitativos, porém ainda assim indicam um aumento claro nos níveis de concentração de H₂ medidos pelo sensor. Vale lembrar que os resultados enviados ao ThingSpeak são as médias de 10 segundos de leituras e essas leituras diretamente acima da bateria têm picos chegando a mais de 110 PPM em alguns casos, porém devido à ventilação eficiente e à leveza do hidrogênio, é difícil manter capturas constantes o tempo todo.

FIGURA 45 - GRÁFICO DAS LEITURAS COLETADAS ENVIADAS AO THINGSPEAK.



Fonte: ThingSpeak (2024).

Vários outros testes foram realizados, obtendo resultados bastante parecidos. Vale ressaltar ainda que momentos diferentes de formação da bateria geram mais ou menos hidrogênio, dificultando a manutenção de uma constância. No entanto, com o objetivo desse protótipo sendo uma análise qualitativa, concluiu-se que este protótipo obteve resultados parcialmente positivos, aceitos tanto pelo estagiário responsável quanto pelos solicitantes do projeto. A continuidade do projeto fica a cargo destes últimos.

Este projeto se destacou como o mais desafiador durante o processo de estágio, exigindo uma ampla gama de conhecimentos e uma investigação minuciosa. Desde análises químicas até um entendimento aprofundado do ambiente, do processo, dos problemas e das soluções a serem elaboradas. Foi necessário ter conhecimentos de programação para o microcontrolador utilizado, bem como compreensão dos diversos componentes associados a ele, além de habilidades em circuitos e filtros elétricos para analisar e compreender seu funcionamento.

O desafio foi ampliado devido às características do gás hidrogênio, tornando difícil a realização de testes em ambiente fechado devido à falta de expertise e equipamentos necessários, além de outros fatores de difícil controle no âmbito industrial. No entanto, dentro das possibilidades disponíveis, foram obtidos resultados parcialmente satisfatórios destacando-se a importância de dar o primeiro passo em um projeto fundamental para a segurança da empresa, mesmo diante de desafios consideráveis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste documento, foram detalhadas todas as atividades realizadas pelo aluno na empresa Acumuladores Moura S.A. durante o período de estágio. Essa experiência foi significativamente enriquecedora para o aluno, proporcionando-lhe a oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos ao longo de sua formação acadêmica no curso de engenharia elétrica.

Durante o estágio, adquiriu-se uma variedade de conhecimentos práticos relevantes para o mercado de trabalho. Destacam-se especialmente a importância da documentação de procedimentos em projetos, a habilidade de apresentar projetos de forma clara e convincente, a valorização do trabalho em equipe e a compreensão da multidisciplinaridade envolvida em projetos de engenharia.

Os conhecimentos adquiridos nas disciplinas do curso foram essenciais para o desempenho das atividades durante o estágio. Disciplinas como circuitos elétricos I e II forneceram a base para o entendimento do funcionamento dos circuitos elétricos. Já disciplinas como dispositivos eletrônicos e eletrônica contribuíram com o conhecimento sobre componentes eletrônicos, amplamente utilizados nos projetos desenvolvidos durante o estágio. Além disso, a introdução à programação e técnicas de programação prepararam o aluno para lidar com a lógica de programação e ensinamentos sobre linguagens como C++/C#, frequentemente utilizadas no Arduino IDE.

Uma das experiências mais valorizadas durante o estágio foi a oportunidade de ganhar experiência profissional real. Assumir responsabilidades em projetos e produtos em desenvolvimento foi uma experiência significativa, onde pôde-se compreender a importância do trabalho e apresentar resultados tangíveis, mesmo que não finais. A capacidade de liderar projetos, mesmo que sua conclusão não ocorra durante o estágio, foi fundamental. Por exemplo, os projetos das sondas LM35 e do sensor de H2 foram desenvolvidos em etapas, mostrando resultados promissores e contribuindo positivamente para a empresa.

Superar desafios ao lado dos colegas de trabalho e utilizar o conjunto de conhecimentos coletivos para o desenvolvimento de projetos foi uma experiência valiosa, destacando a importância do trabalho em equipe e da colaboração para alcançar objetivos comuns.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO/CIE 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

AEROSEMI TECHNOLOGY CO., LTD. **MT3608 High Efficiency 1.2MHz 2A Step Up Converter**. [S.l.: s.n.].

ARDUINO. **Overview of the Arduino IDE**. Autor: **Arduino**. Última revisão: 17 jan. 2024. Disponível em: <https://docs.arduino.cc/software/ide-v1/tutorials/Environment/>. Acesso em: 20 jan. 2024.

BASTOS, Guilherme Torres Winter et al. **Aplicação da Metodologia World Class Manufacturing Utilizando o Pilar Manutenção Profissional para Reduzir Quebras/Falhas em Equipamentos da Estação Elevatória**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 39., 2019, Santos. Anais do XXXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Os desafios da engenharia de produção para uma gestão inovadora da Logística e Operações. Santos: ABEPRO, 2019.

BIT MAKER. **Módulo Carregador de Baterias de Lítio TP4056 USB Tipo-C**. Disponível em: <https://www.bitmaker.com.br/modulo-carregador-de-baterias-de-litio-tp4056-usb-tipo-c>. Acesso em: 20 jun. 2023.

BOURNS. **Multifuse® Polymer PTC Resettable Fuses**. Disponível em: <https://www.bourns.com/products/circuit-protection/resettable-fuses-multifuse-pptc>. Acesso em: 6 set. 2023.

BRZEZINSKA, Dorota. **Ventilation System Influence on Hydrogen Explosion Hazards in Industrial Lead-Acid Battery Rooms**. Lodz: Lodz University of Technology, Department of Chemical Engineering, 2018. E-mail: dorota.brzezinska@p.lodz.pl.

CARNEIRO, Rafael Luiz et al. **Aspectos essenciais das Baterias Chumbo-Ácido e Princípios Físico-Químicos e Termodinâmicos do seu Funcionamento**. Universidade do Sagrado Coração, Pró-Reitoria de Pesquisa Pós-Graduação, Rua Irmã Armanda 10-50, CEP 17011-160, Bauru-SP, Brasil. Recebido em 20 de julho de 2016. Aceito para publicação em 30 de maio de 2017.

COLLEY, Stephen. **How to Perform Transient Analysis and Noise Source Simulation with LTspice**. 2019. Disponível em: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/How-to-perform-transient-analysis-noise-simulation-LTspice/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

COMPONENTS101. **MT3608 - 2A DC-DC Step Up (Boost) Power Module**. 27 mai. 2021. Disponível em: <https://components101.com/modules/mt3608-2a-dc-dc-step-up-power-module>. Acesso em: 20 jun. 2023.

COMPONENTS101. **MQ-8 - Hydrogen Gas Sensor**. Publicado em 26 de maio de 2021. Disponível em: <https://components101.com/sensors/mq8-hydrogen-gas-sensor-pinout-features-datasheet-working-alternative-application#:~:text=MQ-8%20is%20a%20Metal%20oxide%20semiconductor%20%28MOS%29%20type,or%20presence%20of%20Hydrogen%20gas%20in%20the%20air>. Acesso em: 10 jul. 2023.

DAS, Debashis. **How Does MQ-2 Flammable Gas and Smoke Sensor Work with Arduino?** 2022. Disponível em: <https://circuitdigest.com/microcontroller-projects/interfacing-mq2-gas-sensor-with-arduino>. Acesso em: 15 jun. 2023.

DIAL GmbH. **DiaLux EVO**. Bahnhofsallee 18, 58507 Lüdenscheid. T +49 2351 5674 0, [dialog\(at\)dialog.de](mailto:dialog@dialog.de), <http://www.dial.de>. © 2024 DIAL GmbH. Todos os direitos reservados.

DUARTE, Renan César de Oliveira; SOUSA, Márcia Cristina de; VILAR, Eudesio de Oliveira. **Avaliação da evolução de gás hidrogênio em grades laminada e fundida de baterias chumbo-ácido**. In: Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências - CONAPESC, contato@conapesc.com.br, <http://www.conapesc.com.br>. 01 fev. 2020.

ESPRESSIF SYSTEMS. **ESP8266EX Datasheet**, Version 7.0. Copyright © 2023. Disponível em: <http://www.espressif.com/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

GATES BRASIL. **Tabela de resistência química**. 2012.

HANWEI ELECTRONICS CO., LTD. **Technical Data MQ-8 Gas Sensor**. [S.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://dlnmh9ip6v2uc.cloudfront.net/datasheets/Sensors/Biometric/MQ-8.pdf> >. Acesso em: 10 jul. 2023.

HOLANDA, Mariana de Almeida; PINTO, Ana Carla Bittencourt Reis Fernandes. **Utilização do Diagrama de Ishikawa e Brainstorming para Solução do Problema de Assertividade de Estoque em uma Indústria da Região Metropolitana de Recife**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 29., 2009, Salvador. Anais do XXIX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A Engenharia de Produção e o Desenvolvimento Sustentável: Integrando Tecnologia e Gestão. Salvador: ABEPRO, 2009.

KERNIGHAN, Brian W.; RITCHIE, Dennis M. **The C Programming Language**. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 1978.

LIOHM INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE SENSORES LTDA. **Relatório de Teste e Inspeção – Não Conformidade N°162**. Laboratório de Termometria. São Paulo, SP:

Liohm Sensores, Rua Torquato Tasso, nº 998, Vila Prudente, CEP: 03136-030. Autores: Giovanni Afonso e Daniel Marinho.

MAKE-IT.CA. **NodeMCU ESP8266 Detailed Review Specifications, Overview and Setting Up Your NodeMCU**. Disponível em: <https://www.make-it.ca/nodemcu-details-specifications/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

MAURICIO, Flavio Henrique et al. **Aplicação do Kaizen para Melhoria na Fabricação de Componentes Soldados em uma Cooperativa Metalúrgica: Um Estudo de Caso**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 33., 2013, Salvador. Anais do XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos. Salvador: ABEPRO, 2013.

MENDES, Raphael Rodrigues. **Eficiência Energética no Setor de Formação de Baterias Industriais**. Campina Grande, Paraíba, outubro de 2014. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Curso de Graduação em Engenharia Elétrica.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora No. 10 (NR-10): Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. Brasília: Governo Federal, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/acao-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitativa-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-10-nr-10>. Acesso em: 26 mar. 2024.

MOURA, Kaique et al. **Estudo de caso sobre aplicação do 5W1H e 5 Porquês no processo de análise de falha e melhoria de indicadores**. In: BRAZ, Carlos Alberto; CAZINI, Janaina (Org.). Alinhamento Dinâmico da Engenharia de Produção 2. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. p. 21. DOI: 10.51205/lestu.978-65-996314-0-5/cap.21.

NANJING TOP POWER ASIC CORP. **TP4056 1A Standalone Linear Li-Ion Battery Charger with Thermal Regulation in SOP-8**. [S.l.: s.n.].

PEREIRA JÚNIOR, Antonio Gomes; Alves, Marcelo Lira. **MOURA BATERIAS AUTOMOTIVAS**. Engenharia Corporativa Grupo Moura. Belo Jardim: Acumuladores Moura, 2012.

RABELLO, Guilherme. **Diagrama de Ishikawa: o que é e como fazer**. [S.l.]: Siteware, 2024. Disponível em: <https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/diagrama-de-ishikawa/>. Acesso em: 26 mar. 2024.

RABELLO, Guilherme. **Metodologia 5 porquês: descubra a causa real dos problemas**. [S.l.]: Siteware, 2024. Disponível em:

<<https://www.siteware.com.br/blog/metodologias/metodologia-5-porques/>>. Acesso em: 26 mar. 2024.

RANDOM NERD TUTORIALS. **ESP8266 Pinout Reference: Which GPIO pins should you use?** Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/esp8266-pinout-reference-gpios/>. Acesso em: 20 dez. 2023.

SADIKU, Matthew N. O; ALEXANDER, Charles K. **Fundamentos de circuitos elétricos**. 3. ed. São Paulo: Mc Graw Hill, 2008.

SANTOS, Eliabe Manoel dos et al. **Análise de Aplicação do Método 5g do WCM para Elevar a Performance no Produto em uma Indústria Cerâmica**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 41., 2021, Foz do Iguaçu. Anais do XLI Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2021.

SEDRA, Adel S; SMITH, Kenneth C. **Microeletrônica**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

SILVA JÚNIOR, Arnaldo Rodrigues da et al. **Aplicação da Metodologia World Class Manufacturing Utilizando o Pilar Manutenção Profissional para Reduzir Quebras e Custos de Manutenção em uma Montadora**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 42., 2021, Foz do Iguaçu. Anais do XLII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis. Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2021.

SMARTKITS. **Sensor de Temperatura LM35DZ**. Disponível em: <https://www.smartkits.com.br/sensor-de-temperatura-lm35dz>. Acesso em: 3 set. 2023.

SOLOMON SYSTECH LIMITED. **SSD1306 128 x 64 Dot Matrix OLED/PLED Segment/Common Driver with Controller. Semiconductor Technical Data**. Rev 1.1. P 1/59. Abril de 2008. Advance Information. Copyright © 2008 Solomon Systech Limited.

TETSA TECNOLOGIA T Y T ELECTRONICOS S.A. **BATERÍA LI-ON 3.7V-8000mAh**. Disponível em: <https://tienda.tetsa.gt/producto/bateria-li-on-3-7v-8000mah/>. Acesso em: 01 mar. 2024.

TEXAS INSTRUMENTS. **LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors**. SNIS159H – AUGUST 1999 – REVISED DECEMBER 201. Disponível em: <https://www.ti.com/lit/ds/symlink/lm35.pdf>. Acesso em: 3 set. 2023.

THINGSPEAK. [**Website Thingspeak**]. Disponível em: <https://thingspeak.com/>. Acesso em: 5 jan. 2024.

TIGRE. **FITA VEDA ROSC 18MMX10M**. Disponível em: <https://www.tigre.com.br/produto/fita-veda-rosca>. Acesso em: 10 set. 2023.

VARELA, João Pedro Inácio. **Relatório de Defesa de Estágio Supervisionado realizado na Acumuladores Moura S.A.** Campina Grande – PB, 2023. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Centro de Ciências e Tecnologia – CCT, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica – UAEM.

YAGEO GROUP. **Applications of PPTC in Circuit Protections.** [S.l.: s.n.].

Disponível em:

<https://www.mouser.com/pdfDocs/ApplicationsofPPTCinCircuitProtections_en.pdf>.

Acesso em: 01 set. 2023.