



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CAMPUS AGRESTE

NÚCLEO DE TECNOLOGIA

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UIARA SANTOS DA CUNHA

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA DE
SERVIÇOS DE BATERIAS INDUSTRIAIS**

Caruaru

2025

UIARA SANTOS DA CUNHA

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA DE
SERVIÇOS DE BATERIAS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão de Processos.

Orientador (a): Cristina Pereira Medeiros

Caruaru

2025

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Cunha, Uiara Santos da.

Aplicação do mapeamento de fluxo de valor em uma empresa de serviços de baterias industriais / Uiara Santos da Cunha. - Caruaru, 2025.

80 p. : il.

Orientador(a): Cristina Pereira Medeiros

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2025.

Inclui referências.

1. Manutenção. 2. Baterias industriais. 3. Mapeamento do fluxo de valor. 4. KPI. I. Medeiros, Cristina Pereira . (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

UIARA SANTOS DA CUNHA

**APLICAÇÃO DO MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR EM UMA EMPRESA DE
SERVIÇOS DE BATERIAS INDUSTRIAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 09/04/2025

Prof^a. Dr^a. Cristina Pereira Medeiros (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Thalles Vitelli Garcez (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Msc. Diego L. C. De S. Santos (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico, primeiramente, a Deus por me conceder força e perseverança para chegar até aqui. Aos meus pais, por serem minha base, minha inspiração e meu suporte incondicional. À minha irmã, meu porto seguro, fonte de alegria e esperança. Ao meu companheiro, pelo apoio constante ao longo dessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a orientadora Cristina, pois foi fundamental para a realização deste trabalho, oferecendo apoio, incentivo e dedicação ao longo da orientação. Além disso, demonstrou excelência como professora durante a graduação, transmitindo sua paixão pelo ensino e tornando a estatística mais apreciável, sempre com um olhar humano e inspirador.

Agradeço a banca examinadora também por ter aceitado o convite e por contribuir com valiosas considerações.

Aos professores que fizeram parte da minha formação acadêmica, meus agradecimentos sinceros, pois cada um possibilitou aprendizado e evolução. Em especial, destaca-se o papel de alguns docentes, cuja dedicação e excelência superaram as expectativas, despertando um interesse ainda maior pela Engenharia de Produção.

Os amigos feitos ao longo da graduação também foram essenciais, nos momentos de estudo, descontração e apoio mútuo, tornando uma jornada mais leve e enriquecedora.

Por fim, agradeço à UFPE, instituição que proporcionou uma trajetória acadêmica de grande valor e da qual tenho imenso orgulho.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o processo de manutenção de baterias industriais por meio do mapeamento do fluxo de valor (VSM), a fim de identificar oportunidades de melhoria do fluxo de trabalho. Inicialmente, foi realizado um mapeamento detalhado de todas as etapas do processo, desde a chegada das baterias até a finalização da manutenção, permitindo a distinção entre atividades que agregam valor e aquelas que representam desperdícios. Foi realizada a análise de dados que estavam no sistema de acompanhamento do setor, onde foi retirado os dados iniciais do (VSM) e a análise de dados da disponibilidade técnica. Em seguida, a cronoanálise possibilitou a quantificação do tempo médio de permanência das baterias em cada fase, identificando gargalos e oportunidades para a redução de tempos ociosos. Além disso, foram utilizadas ferramentas de análise de dados para monitorar indicadores-chave de desempenho (KPIs), como tempo médio de manutenção e quantidade de baterias em processo simultaneamente. Com base nos dados coletados, foi possível propor soluções fundamentadas nos princípios do Lean Manufacturing, visando à melhoria contínua e à eliminação de desperdícios. Os resultados demonstraram que a aplicação do VSM contribui significativamente para a identificação de ineficiências no processo, fornecendo subsídios para a implementação de estratégias que aumentam a produtividade e reduzem os custos operacionais. Desta forma, o estudo evidencia a importância da análise sistemática dos processos e do uso de metodologias enxutas para a otimização da manutenção de baterias industriais.

Palavras-chave: Manutenção; Baterias industriais; Mapeamento do fluxo de valor; KPI.

ABSTRACT

This study aims to analyze the industrial battery maintenance process through value stream mapping (VSM) in order to identify opportunities for improving the workflow. Initially, a detailed mapping of all stages of the process was carried out, from the arrival of the batteries to the completion of maintenance, allowing the distinction between activities that add value and those that represent waste. The analysis of data that was in the sector's monitoring system was carried out, where the initial data from the (VSM) was extracted and the analysis of technical availability data. Then, chronoanalysis made it possible to quantify the average time that batteries remain in each phase, identifying bottlenecks and opportunities to reduce idle time. In addition, data analysis tools were used to monitor key performance indicators (KPIs), such as average maintenance time and number of batteries in process simultaneously. Based on the data collected, it was possible to propose solutions based on the principles of Lean Manufacturing, aiming at continuous improvement and the elimination of waste. The results demonstrated that the application of VSM contributes significantly to the identification of inefficiencies in the process, providing support for the implementation of strategies that increase productivity and reduce operating costs. Thus, the study highlights the importance of systematic analysis of processes and the use of lean methodologies to optimize the maintenance of industrial batteries.

Keywords: Industrial battery maintenance; Value stream mapping; Chronoanalysis; Lean manufacturing; Performance indicators.

Lista de Figuras

Figura 1 –	Fluxograma do TCC	32
Figura 2 –	Exemplo do Trello	34
Figura 3 –	Exemplo de Montagem do Power BI	40
Figura 4 –	Fluxograma de Atividades	42
Figura 5 –	Tempos Médios em Dias	45
Figura 6 –	Mapeamento do Fluxo de Valor Atual	46
Figura 7 –	Exemplo Planner	55
Figura 8 –	Modelo de Gráfico do Planner	57
Figura 9 –	Modelo de Gráfico do Planner	58
Figura 10 –	Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro	65
Figura 11 –	Calendário Técnico	70
Figura 12 –	Porcentagens de Serviços Externos	71

Lista de Quadros

Quadro 1 – Principais Símbolos do Mapeamento do Fluxo de Valor	27
Quadro 2 – Planilha gerada pelo App Script	38
Quadro 3 – Complemento da Planilha gerada pelo App Script	38
Quadro 4 – Tabela de Prioridades	55
Quadro 5 – Tempos Médios da Cronoanálise	59
Quadro 6 – Melhorias do Processo	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	13
1.2	ABRANGÊNCIA.....	15
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	Objetivo Geral	16
1.3.2	Objetivos Específicos	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1	MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR	18
2.2	MELHORIA CONTÍNUA	19
2.3	KAIZEN.....	20
2.4	CRONOANÁLISE	21
2.5	5S	22
2.6	KANBAN.....	23
2.6.1	Trello.....	24
2.6.2	Planner	25
2.7	SÍMBOLOS DO MAPEAMENTO DO FLUCO DE VALOR....	26
3	METODOLOGIA.....	28
3.1	ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO TCC	29
3.1.1	Etapa 1 – Levantamento do processo atual	29
3.1.2	Etapa 2 – Análise de dados no Power BI.....	29
3.1.3	Etapa 3 – Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) Atual ...	30
3.1.4	Etapa 4 – Análise crítica e identificação de problemas...	30
3.1.5	Etapa 5 – Cronoanálise das atividades.....	30
3.1.6	Etapa 6 – Proposição de melhorias e construção do VSM futuro.....	31
3.1.7	Etapa 7 – Conclusões.....	31
4	ESTUDO DE CASO	33
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	33
4.2	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	34
4.3	PROCESSO DE COLETA DE DADOS	36
4.3.1	Processo de extração e análise de dados do Trello para o Power BI	36

4.3.2	Google App Script: Automação e integração de dados ..	36
4.3.3	Justificativa para a escolha do Google Planilha online ..	37
4.3.4	Implementação do Power BI e impactos na gestão do processo.....	39
4.4	ANÁLISE DE FLUXO DE VALOR ATUAL	41
4.4.1	Etapas do processo de manutenção de baterias industriais.....	43
4.4.1.1	Etapa 1: Triagem	43
4.4.1.2	Etapa 2: Análise Inicial	43
4.4.1.3	Etapa 3: Stand-by	43
4.4.1.4	Etapa 4: Manutenção.....	44
4.4.1.5	Etapa 5: Expedição.....	44
4.4.2	Análise do Mapeamento do Fluxo Atual	46
4.4.2.1	Tempo de ciclo	46
4.4.2.2	Lead Time.....	47
4.4.2.3	Análise de desempenho	47
4.4.2.4	Processamento das informações e Circuito operacional	48
4.4.2.5	Identificação de ineficiência	49
4.4.2.6	Processo que agregam pouco valor	50
4.4.2.7	Problemas e riscos	50
4.4.2.8	Pontos críticos	51
4.4.2.9	Oportunidades de melhoria.....	51
4.4.2.10	Kaizen.....	52
4.5	ANÁLISE DE FLUXO DE VALOR FUTURO.....	54
4.5.1	M1 – Reestruturação do fluxo de comunicação.....	54
4.5.2	M2 – Migração das informações do Trello para o Planner	55
4.5.3	M3 – Obtenção das informações de tempo gasto nas manutenções das baterias.....	58
4.5.4	Construção do Fluxo de Valor Futuro	60
4.5.4.1	Análise do tempo de ciclo e lead time do VSM Futuro	61
4.5.4.2	Análise de desempenho	61
4.5.4.3	Indicadores globais.....	62

4.5.4.4	Identificação de ineficiência	62
4.5.4.5	Problemas e riscos	63
4.5.4.6	Melhorias	65
4.5.4.7	Utilização de KPI's	73
5	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
	REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

A busca pela eficiência e redução de desperdícios nos processos produtivos tem se tornado um fator determinante para a competitividade das empresas industriais, especialmente no setor de manutenção de equipamentos. No contexto da manutenção de baterias industriais, a melhoria dos processos internos é essencial para garantir maior eficiência, reduzir custos e melhorar a capacidade de atendimento às demandas do mercado. Para isso, uma ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping* – VSM) permite analisar e aprimorar os processos produtivos, identificando gargalos e oportunidades de melhoria na gestão da manutenção (ROTHER; SHOOK, 2003).

De acordo com Rother e Shook (2003), o VSM é uma ferramenta essencial da filosofia Lean Manufacturing, pois possibilita a visualização do fluxo de materiais e informações ao longo da cadeia produtiva, permitindo a identificação de ineficiências e oportunidades de melhoria. Segundo Shingo (1989), a identificação de resíduos e a eliminação de atividades derivadas são fundamentais para a melhoria contínua e o aumento da produtividade. Nesse sentido, a aplicação do VSM em uma empresa de serviços de manutenção de baterias industriais pode proporcionar ganhos significativos na eficiência operacional e na alocação de recursos.

Desta forma, o presente estudo tem como objetivo analisar e melhorar o processo de manutenção de baterias industriais utilizando o mapeamento do fluxo de valor. A pesquisa busca identificar pontos críticos no fluxo de manutenção, reduzir tempos de ciclo e propor melhorias baseadas na análise de dados, com o objetivo de contribuir tanto para o desenvolvimento acadêmico quanto para a melhoria contínua dos processos industriais da empresa.

1.1 JUSTIFICATIVA

A competitividade no setor industrial, especialmente no segmento de equipamentos elétricos e de armazenagem de energia, exige que as organizações desenvolvam processos produtivos e de manutenção eficientes, capazes de reduzir desperdícios, otimizar recursos e aumentar a confiabilidade operacional. No ambiente

de manutenção de baterias industriais, esses desafios se tornam ainda mais evidentes, pois a indisponibilidade desses equipamentos pode comprometer diretamente a continuidade de operações logísticas, industriais e comerciais.

Nesse contexto, este trabalho se justifica pela necessidade de mapear, analisar e otimizar o processo de manutenção de baterias industriais, visando o aumento da eficiência operacional e a redução de desperdícios, tempos ociosos e retrabalhos. Para isso, propõe-se a aplicação conjunta de três abordagens principais: Mapeamento de Fluxo de Valor (Value Stream Mapping - VSM), cronoanálise e análise de dados.

O Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) é uma ferramenta visual utilizada para identificar todas as atividades de um processo, tanto as que agregam quanto as que não agregam valor, permitindo enxergar o fluxo de materiais e informações (ROTHER; SHOOK, 2003). Essa ferramenta, além de evidenciar os desperdícios (mudas), possibilita propor um novo estado futuro mais enxuto e eficiente.

A cronoanálise, por sua vez, consiste no levantamento e registro sistemático dos tempos de execução das atividades do processo, permitindo identificar gargalos, atividades com alta variabilidade e etapas que apresentam oportunidades de melhoria (TUBINO, 2017). Essa técnica é essencial para mensurar o tempo padrão de execução, estabelecer metas realistas e fornecer base para intervenções de melhoria.

A utilização da análise de dados, com o apoio de ferramentas de Business Intelligence, como o Power BI, possibilita transformar os dados coletados em informações estratégicas, permitindo a visualização de indicadores de desempenho, gráficos de tempo de ciclo, tempo médio por fase e taxa de retrabalho. Isso permite que gestores acompanhem em tempo real a performance do processo e tomem decisões fundamentadas.

A integração dessas três abordagens contribui diretamente para a melhoria contínua do processo, pois possibilita não apenas a identificação de problemas, mas também a quantificação de seus impactos e a proposição de soluções práticas e orientadas por dados. Além disso, promove a cultura de gestão baseada em fatos e indicadores, alinhada às boas práticas do Lean Manufacturing, que visam a

maximização do valor entregue ao cliente com o menor consumo de recursos possível (OHNO, 1997).

Dessa forma, este trabalho justifica-se tanto pela sua importância prática — ao contribuir para a melhoria do desempenho operacional da unidade de manutenção — quanto pela sua relevância acadêmica, ao integrar metodologias de gestão, engenharia de produção e análise de dados em um estudo aplicado e mensurável.

1.2 ABRAGÊNCIA

Este trabalho abrange o mapeamento completo do fluxo de valor do processo de manutenção de baterias industriais em uma unidade de serviço especializada, contemplando desde a chegada da bateria até sua liberação para o cliente. O estudo será realizado a partir de visitas in loco, coleta de dados, entrevistas com os operadores, supervisores e responsáveis técnicos, além da análise documental de procedimentos e registros históricos.

A abrangência técnica do trabalho contempla as seguintes etapas:

- **Levantamento do processo atual (estado atual)**, com identificação de todas as etapas, atividades e responsáveis envolvidos no ciclo de manutenção;
- **Mapeamento do fluxo de valor (VSM)**, identificando o fluxo de materiais, informações e recursos em cada fase do processo, classificando as atividades em valor agregado e não agregado;
- **Cronoanálise detalhada**, com medições reais de tempo de execução de cada atividade, considerando tempo de ciclo, tempo padrão, tempo de espera, tempo ocioso e tempo total de processo;
- **Organização e análise dos dados coletados** em uma base integrada, utilizando planilhas eletrônicas e ferramentas de Business Intelligence;
- **Construção de dashboards e indicadores** no Power BI, permitindo o acompanhamento dos principais indicadores, como tempo médio por fase, tempo total de manutenção, quantidade de baterias no galpão, tempo de permanência e taxa de retrabalho;

- **Identificação de gargalos, desperdícios e oportunidades de melhoria**, com a proposição de um novo estado futuro, mais enxuto e eficiente, com a aplicação dos conceitos de melhoria contínua (Kaizen);
- **Apresentação de recomendações e ações corretivas**, incluindo sugestões de reorganização do fluxo, redução de tempos ociosos e otimização dos recursos empregados.

O estudo será aplicado a uma unidade específica de manutenção de baterias industriais, situada em uma rede de serviços, o que permite maior controle e profundidade na coleta e análise de dados. Os resultados, no entanto, serão potencialmente aplicáveis a outras unidades ou operações similares, servindo como base para futuras melhorias e padronizações.

Além do foco no desempenho operacional, a abrangência contempla também aspectos de gestão da informação, pela valorização do uso de dados confiáveis e atualizados para suporte às decisões gerenciais. Assim, o trabalho contribui para a consolidação de uma cultura de gestão orientada por indicadores e fundamentada em metodologias consagradas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

O objetivo principal deste trabalho é analisar e propor melhorias no processo de manutenção de baterias industriais por meio da aplicação do mapeamento do fluxo de valor e de técnicas de análise de dados, com o intuito de identificar gargalos, eliminar desperdícios e melhorar a eficiência operacional. Busca fornecer insigh baseados em dados que permitam a implementação de melhorias contínuas no processo, promovendo maior produtividade e utilização de recursos.

1.3.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos deste trabalho, tem-se:

- Mapear detalhadamente o fluxo de valor do processo de manutenção de baterias industriais (estado atual);

- Realizar uma cronoanálise detalhada das etapas do processo de manutenção;
- Utilizar ferramentas de análise de dados, para monitorar e visualizar indicadores-chave de desempenho (KPI's);
- Classificar e distinguir atividades que agregam e não agregam valor dentro do processo de manutenção;
- Propor Estado futuro do processo;
- Propor soluções para melhoria contínua e melhoria do fluxo de trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico abordado neste estudo, está dividido em mapeamento do fluxo de valor, melhoria contínua, kaizen, Cronoanálise, 5s, Kanban e Símbolos do Mapeamento do Fluxo de Valor.

2.1 MAPEAMENTO DE FLUXO DE VALOR

O Mapeamento do Fluxo de Valor (*Value Stream Mapping – VSM*) é uma ferramenta essencial da metodologia Lean Manufacturing, sendo utilizada para análise e otimização de processos produtivos e de serviços. O VSM permite uma visão holística das atividades envolvidas no fluxo de produção, distinguindo aquelas que agregam valor das que geram desperdícios, auxiliando na implementação de melhorias contínuas (ROTHER; SHOOK, 2003).

De acordo com Shingo (1989), a eliminação de desperdícios é um dos princípios fundamentais para aumentar a eficiência e a produtividade em processos industriais. O mapeamento do fluxo de valor fornece informações fornecidas sobre o tempo de ciclo, estoques intermediários e restrições operacionais, permitindo a identificação de gargalos e oportunidades de melhoria. A aplicação do VSM possibilita a redução do tempo total de produção e a melhoria na alocação de recursos (WOMACK; JONES, 2003).

Hines e Rich (1997) ressaltam que o VSM não apenas identifica desperdícios, mas também facilita a integração entre diferentes setores da organização, promovendo a fluidez dos processos e uma melhor comunicação entre as áreas envolvidas. Além disso, a ferramenta permite simular cenários futuros com processos otimizados, auxiliando na tomada de decisão estratégica (ROTHER; SHOOK, 2003).

No contexto da manutenção de baterias industriais, o mapeamento do fluxo de valor pode ser utilizado para monitorar o tempo de permanência das baterias em cada etapa do processo, bem como a eficiência do fluxo de trabalho dentro do galpão. A análise dessas informações possibilita uma gestão mais eficiente do tempo de manutenção, otimizando o fluxo de materiais e garantindo maior previsibilidade na operação (LIKER, 2005).

Segundo Slack et al. (2020), o VSM pode ser aplicado não apenas em processos produtivos, mas também em serviços, auxiliando na eliminação de atividades desnecessárias e na redução do tempo de resposta ao cliente.

2.2 MELHORIA CONTÍNUA

A melhoria contínua é um conceito fundamental nas abordagens de gestão da qualidade e nas estratégias de otimização de processos. Ela se refere a um esforço constante e sistemático para melhorar os processos, produtos e serviços dentro de uma organização, com o objetivo de aumentar a eficiência, qualidade e satisfação dos clientes (DEMING, 2000). A melhoria contínua é essencial para organizações que buscam sustentabilidade e competitividade no mercado.

Um dos maiores influenciadores desse conceito foi W. Edwards Deming, que desenvolveu o famoso Ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), que fornece uma estrutura para a melhoria contínua. De acordo com Deming (2000), a melhoria contínua é um processo iterativo, no qual as etapas de planejamento, execução, verificação e ajuste são repetidas em um ciclo contínuo, permitindo ajustes e refinamentos constantes nos processos organizacionais.

Outro autor importante é Joseph Juran, que, em sua Trilogia da Qualidade, destaca a importância do planejamento, controle e melhoria da qualidade nas organizações. Juran (1992) propôs que a melhoria contínua deve ser incorporada como parte do processo estratégico da empresa, sendo realizada por meio de pequenos ajustes e inovações constantes. Para Juran (1992), o envolvimento de toda a organização, especialmente a liderança, é crucial para o sucesso da melhoria contínua.

James P. Womack e Daniel T. Jones (2003), no contexto do Lean Thinking, abordam a melhoria contínua como um dos princípios essenciais para eliminar desperdícios e maximizar o valor ao cliente. Eles sugerem que a melhoria contínua, associada ao fluxo de valor e ao sistema de produção enxuta, tem grande potencial para aumentar a eficiência operacional, reduzir custos e melhorar a qualidade.

2.3 KAIZEN

O Kaizen é um conceito fundamental no contexto de melhoria contínua, amplamente utilizado em empresas que buscam a excelência operacional. Originado no Japão, o termo "Kaizen" significa "mudança para melhor" e se baseia na premissa de que pequenos aprimoramentos contínuos nos processos resultam em ganhos significativos de eficiência, qualidade e produtividade ao longo do tempo. Esse conceito foi popularizado por Masaaki Imai (1986), que destacou a importância do Kaizen como uma filosofia de gestão aplicada não apenas à produção, mas a todos os setores organizacionais.

Segundo Imai (1986), a essência do Kaizen consiste na participação de todos os colaboradores, independentemente do seu nível hierárquico. Diferente de abordagens que buscam mudanças radicais, o Kaizen se concentra na evolução gradual e contínua dos processos, promovendo um ambiente organizacional mais engajado e voltado para a inovação. Essa abordagem está alinhada com os princípios do Lean Manufacturing, na qual a redução de desperdícios e a melhoria dos fluxos produtivos são essenciais para a criação de valor.

Segundo Ohno (1988), considerado um dos criadores do Sistema Toyota de Produção (TPS), a melhoria contínua deve estar baseada na identificação e eliminação sistemática de desperdícios, garantindo que cada atividade agregue valor ao produto ou serviço final. No modelo Toyota, práticas como Just-in-Time (JIT) e 5S são fundamentais para sustentar a filosofia do Kaizen.

De acordo com Liker (2005), no livro *O Modelo Toyota*, a aplicação do Kaizen nas organizações requer um forte compromisso de liderança e um ambiente de trabalho que incentive os funcionários a proporcionar melhorias. Para Liker, o Kaizen não deve ser encarado como um programa isolado, mas como parte da cultura organizacional, impulsionando a aprendizagem contínua e a busca pela perfeição.

Pesquisas recentes também indicam que a implementação do Kaizen pode trazer resultados positivos para empresas de diversos setores. Um estudo de Brunet e New (2003) analisou empresas europeias que adotaram práticas de melhoria contínua baseadas no Kaizen e descobriram que, além de aumentar a produtividade,

o método fortalece o envolvimento dos funcionários e reduz custos operacionais.

Além disso, Matos et al. (2020) destacam que o Kaizen pode ser aplicado em setores além da produção, como na área de serviços e saúde, promovendo ganhos de eficiência e qualidade no atendimento. Essa visão reforça as fronteiras do conceito, tornando-o aplicável a diferentes segmentos da economia.

Portanto, o Kaizen se estabelece como um dos pilares da melhoria contínua, possibilitando a criação de um ambiente organizacional voltado para a eficiência, inovação e aprendizado constante. Sua adoção contribui significativamente para a competitividade empresarial, promovendo uma cultura de comprometimento e excelência operacional.

2.4 CRONOANÁLISE

De acordo com Peinado e Graeml (2007), a cronoanálise é uma ferramenta que permite mensurar o trabalho por meio de técnicas estatísticas, viabilizando o cálculo do tempo padrão e possibilitando a determinação da capacidade produtiva dos processos de uma empresa.

Barnes (1977) destaca que o estudo de tempos e movimentos é uma técnica sistemática que busca analisar e desenvolver o melhor método de trabalho possível, ao mesmo tempo que determina o tempo necessário para a execução das atividades. Esses estudos são fundamentais para a gestão da produção, pois possibilitam a melhoria contínua dos processos, garantindo maior eficiência e qualidade nos serviços e produtos oferecidos.

De acordo com Barnes (1977), que destaca a importância da cronoanálise na identificação de gargalos produtivos e na formulação de padrões operacionais, a cronoanálise deve seguir um método rigorosamente, utilizando ferramentas como cronômetros, filmagens de processos e softwares de medição de tempo, garantindo precisão na coleta e análise dos dados.

A cronoanálise continua sendo uma ferramenta fundamental para a gestão da eficiência operacional, possibilitando a redução de desperdícios, melhoria da produtividade e otimização dos tempos de ciclo nos processos produtivos e de

serviços.

2.5 5S

O 5S é uma metodologia originária do Japão que tem como objetivo melhorar a organização e eficiência dentro das empresas, sendo amplamente aplicada em diferentes setores, incluindo a indústria. Essa abordagem busca a eliminação de desperdícios, a organização do ambiente de trabalho e a melhoria contínua dos processos. Sua aplicação no contexto da manutenção de baterias industriais pode ser crucial para otimizar os fluxos de trabalho, aumentar a produtividade e reduzir os custos operacionais (HIRANO, 1996).

A metodologia 5S é composta por cinco etapas: Seiri (Senso de Utilização), Seiton (Senso de Ordenação), Seiso (Senso de Limpeza), Seiketsu (Senso de Padronização) e Shitsuke (Senso de Disciplina). Essas etapas ajudam a estabelecer um ambiente de trabalho mais eficiente e organizado, o que, no caso da manutenção de baterias industriais, pode contribuir diretamente para a redução de falhas operacionais e para a melhoria na alocação de recursos, como tempo e materiais (FURTADO; KIPPER, 2012).

1. Seiri (Senso de Utilização): essa etapa se refere à identificação e eliminação de itens desnecessários, como ferramentas e peças obsoletas. Isso ajuda a manter o ambiente de trabalho mais organizado, reduzindo o tempo perdido com objetos que não são mais úteis. Além disso, evita-se o acúmulo de materiais que possam prejudicar a operação, contribuindo para um fluxo de trabalho mais eficiente (JURAN, 2000).
2. Seiton (Senso de Ordenação): Consiste em organizar o local de trabalho de forma que tudo tenha seu lugar. No contexto da manutenção, isso implica na organização das ferramentas, equipamentos e baterias de forma eficiente, garantindo que cada item esteja acessível quando necessário. Segundo Hirano (1996), a disposição adequada dos materiais reduz o tempo de busca e minimiza erros durante as operações.
3. Seiso (Senso de Limpeza): A limpeza contínua do ambiente de trabalho é fundamental, principalmente na manutenção de baterias, onde a falta de

- limpeza pode gerar riscos de falhas nos processos, como o acúmulo de resíduos e detritos que podem afetar os componentes das baterias. Juran (2000) destaca que um ambiente limpo contribui diretamente para a segurança dos trabalhadores e para a durabilidade dos equipamentos utilizados na manutenção.
4. Seiketsu (Senso de Padronização): A padronização dos processos de manutenção e dos métodos de trabalho permite a continuidade e a consistência da qualidade do trabalho, o que é essencial para garantir que as baterias sejam mantidas de forma eficaz, minimizando erros e retrabalhos. Furtado e Kipper (2012), ressaltam que a padronização contribui para a melhoria dos processos produtivos, garantindo maior previsibilidade e controle sobre as operações realizadas.
 5. Shitsuke (Senso de Disciplina): Finalmente, a disciplina de seguir os padrões e regras estabelecidas é essencial para garantir a sustentabilidade da metodologia. A aplicação constante do 5S contribui para uma cultura organizacional de melhoria contínua, vital para o sucesso de um processo de manutenção de longo prazo. Segundo Hirano (1996), a disciplina organizacional é um dos fatores determinantes para a implementação eficaz do 5S, assegurando que as práticas estabelecidas sejam mantidas ao longo do tempo.

A implementação do 5S em processos industriais, como o de manutenção de baterias, tem mostrado ser uma prática eficaz na redução de desperdícios e no aumento da eficiência operacional. Segundo Furtado e Kipper (2012), a aplicação dessa metodologia no chão de fábrica pode levar a uma significativa melhoria na qualidade e produtividade. Além disso, ela auxilia na criação de um ambiente de trabalho mais seguro e organizado, essencial para a realização de manutenções com alta qualidade e sem falhas.

2.6 KANBAN

O Kanban é uma metodologia de gestão visual originada no Japão, criada pela Toyota na década de 1950, com o objetivo de melhorar o fluxo de produção e reduzir desperdícios no sistema produtivo. O termo "Kanban" significa, em japonês, "cartão visual" ou "sinalização" (OHNO, 1988). O sistema foi desenvolvido como parte do

Toyota Production System (TPS), fundamentado nos princípios do Just in Time, visando garantir que cada etapa do processo produtivo fosse realizada apenas na quantidade e no momento necessários.

Segundo Ohno (1997), o Kanban atua como um sistema de informação que controla de forma eficiente a produção e a movimentação dos materiais em uma fábrica, por meio de cartões ou sinais visuais que autorizam a produção ou a movimentação de itens, permitindo o controle do estoque em processo. O uso do Kanban facilita a visualização das demandas e limita o trabalho em progresso (WIP - *Work In Progress*), contribuindo para a identificação de gargalos e otimização dos fluxos.

Nos últimos anos, o Kanban também passou a ser amplamente adotado em ambientes administrativos e de desenvolvimento de software, no contexto das metodologias ágeis, adaptando seus princípios ao gerenciamento de tarefas, projetos e serviços (ANDERSON, 2010). Nesse cenário, o método se baseia em quadros (Kanban Boards) que organizam atividades em colunas que representam o status do processo, possibilitando a gestão visual do andamento das demandas.

De acordo com Silva e Sacomano (2020), a aplicação do Kanban em ambientes não industriais oferece ganhos relacionados à melhoria do fluxo de trabalho, aumento da produtividade e maior previsibilidade dos processos, tornando-se uma ferramenta relevante para diferentes setores organizacionais.

O Kanban se destaca como uma ferramenta prática, flexível e eficaz para a gestão de processos, apoiada em princípios de visualização, limitação de trabalho em progresso e melhoria contínua.

2.6.1 Trello

O Trello é uma ferramenta de gerenciamento de projetos baseada na metodologia Kanban, desenvolvida para facilitar a organização e o acompanhamento de tarefas de forma visual e intuitiva. Criado pela Fog Creek Software em 2011 e adquirido pela Atlassian em 2017, o Trello permite que indivíduos e equipes organizem fluxos de trabalho utilizando quadros, que representam os projetos, listas, que indicam as etapas do processo, e cartões, onde as tarefas são detalhadas. Cada cartão pode

conter informações como descrições, prazos, etiquetas, anexos, comentários e checklists, permitindo um acompanhamento detalhado do progresso de cada atividade. Além disso, o Trello possui um sistema de atribuição de responsabilidades, onde os membros da equipe podem ser designados para tarefas específicas, garantindo maior transparência e controle na execução dos projetos (TRELLO, 2025).

Uma das principais vantagens do Trello é sua flexibilidade, pois ele pode ser utilizado para diferentes finalidades, desde a organização de projetos pessoais até a gestão de grandes equipes corporativas. A ferramenta oferece diversas integrações com outros aplicativos, como Google Drive, Slack e Power Automate, possibilitando automações que reduzem tarefas manuais e aumentam a eficiência operacional. Além disso, o Trello conta com recursos como Power-Ups, que adicionam funcionalidades extras aos quadros, como gráficos analíticos, controle de tempo e sincronização com outras plataformas. A interface simples e acessível do Trello permite que usuários de diferentes níveis de experiência adotem a ferramenta rapidamente, tornando-se uma solução eficaz para gerenciamento de tempo, colaboração em equipe e acompanhamento de tarefas em tempo real (TRELLO, 2025).

2.6.2 Planner

O Microsoft Planner é uma ferramenta de gerenciamento de tarefas e projetos desenvolvida pela Microsoft, integrada ao pacote Microsoft 365. Lançado em 2016, o Planner oferece uma interface baseada em quadros Kanban, permitindo que equipes organizem, atribuam e acompanhem tarefas de forma visual e colaborativa (MICROSOFT, 2025a).

O Planner tem como funcionalidade e integrações que permite a criação de planos, nos quais as tarefas são organizadas em cartões que podem incluir informações como datas de vencimento, status, listas de verificação, rótulos e anexos. Essas tarefas podem ser atribuídas a membros da equipe, facilitando a colaboração e o acompanhamento do progresso (MICROSOFT, 2025b).

Além disso, o Microsoft Planner se integra a outras ferramentas do ecossistema Microsoft 365, como Teams, Outlook e SharePoint. Essa integração permite que os usuários acessem e gerenciem tarefas diretamente de diferentes plataformas,

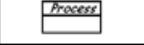
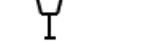
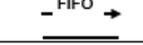
promovendo uma experiência unificada e eficiente (MICROSOFT, 2025c).

O uso do Planner é especialmente benéfico em ambientes que adotam metodologias ágeis, como Kanban e Scrum, pois sua estrutura visual facilita a gestão de fluxos de trabalho e a identificação de gargalos. A ferramenta também é útil em contextos educacionais e corporativos, onde a organização e o acompanhamento de tarefas são essenciais para o sucesso dos projetos (MICROSOFT, 2025d).

2.7 SÍMBOLOS DO MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR

Para a elaboração do Mapeamento do Fluxo de Valor, é fundamental a utilização de uma série de símbolos padronizados, que representam visualmente os diretos elementos e etapas do fluxo produtivos. Esses símbolos são responsáveis por ilustrar, de forma clara e objetiva, informações como processos, estoques, fluxo de materiais, fluxo de informações, clientes, fornecedores, além de identificar tempos de ciclo, lead time, tempos de esperas e outros indicadores relevantes. O uso adequado desses elementos gráficos facilita a compreensão do fluxo, a identificação de desperdícios e a proposição de melhorias, tornando o MFV uma ferramenta visual estratégica para o gerenciamento e otimização de processos (ROTHER; SHOOK, 2009). De acordo com o quadro 1, tem os símbolos principais.

Quadro 1 - Principais Símbolos do Mapeamento do Fluxo de Valor

Linha do tempo 	Operador 	Processo dedicado 
Processo compartilhado 	Tempo de processo 	Processo em célula 
Lead time 	Informação eletrônica 	Informação manual 
Fornecedor/ Cliente 	Controle de produção 	MRP / ERP 
Input de ordem 	Posto Kanban 	Sinal de Kanban 
Produção de Kanban 	Cartão Kanban 	Movimento externo 
Kaizen 	Supermercado 	Estoque de Segurança 
Estoque 	FIFO 	Fluxo empurrado 
Fluxo puxado 		
Fornecimento 		

Fonte: O autor (2025).

3 METODOLOGIA

Segundo Gil (2002), a pesquisa aplicada objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos. Este estudo se caracteriza como uma pesquisa aplicada uma vez que possui um enfoque prático voltado para a otimização do processo de manutenção de baterias industriais. O objetivo central é a identificação e mitigação de ineficiências no fluxo operacional, proporcionando melhorias na gestão dos tempos de manutenção, na alocação de recursos e na eficiência geral do processo. Dessa forma, o estudo busca não apenas compreender a realidade atual, mas também aprimorar processos embasados em dados concretos.

De acordo com Richardson (1999), a pesquisa quantitativa caracteriza-se pelo emprego de quantificações tanto nas modalidades de coleta de informações quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas. Logo a pesquisa adota uma abordagem quantitativa, pois fundamenta-se na coleta, organização e análise sistemática de dados numéricos. As análises incluem o tempo médio de permanência das baterias em manutenção, o tempo total do processo, a quantidade de baterias em estoque no galpão e a distribuição das baterias entre as diferentes fases do fluxo de valor. Esses indicadores são essenciais para a identificação de padrões e a avaliação da eficiência operacional, permitindo a formulação de estratégias baseadas em evidências para a redução de desperdícios e o aprimoramento da produtividade.

Segundo Gil (2008), a pesquisa descritiva observa, registra, analisa, classifica e interpreta fatos sem a interferência do pesquisador, enquanto a pesquisa exploratória proporciona maior familiaridade com o problema, visando torná-lo mais explícito ou construir hipóteses. Com isso, o estudo pode ser classificado como descritivo e exploratório. A pesquisa descritiva visa mapear detalhadamente o fluxo de valor do processo de manutenção, identificando cada etapa, seus respectivos tempos de execução e os possíveis pontos de estrangulamento. A característica exploratória deve-se à necessidade de investigação sobre os fatores que influenciam a variabilidade nos tempos de manutenção, de modo a revelar tendências, gargalos e oportunidades de otimização. Ao associar ambas as abordagens, o estudo fornece uma visão ampla e aprofundada do processo, permitindo que os gestores tomem decisões mais embasadas para aprimorar o desempenho operacional.

De acordo com Fontelles et al. (2009), os estudos longitudinais são essenciais para investigar a evolução de determinadas variáveis, possibilitando uma compreensão mais profunda das relações causais e dos processos de mudança. Por fim, o estudo pode ser classificado como longitudinal, uma vez que acompanha a evolução do desempenho do fluxo de manutenção ao longo do tempo. Esse acompanhamento contínuo é essencial para a análise da estabilidade e eficiência do processo, possibilitando ajustes estratégicos baseados em dados históricos. A aplicação de metodologias externas ao mapeamento do fluxo de valor permite visualizar a forma estruturada em todas as etapas do processo, desde a entrada das baterias para manutenção até sua liberação para uso. Esse mapeamento não apenas facilita a compreensão das interdependências entre as etapas, mas também auxilia na identificação de desperdícios, tempos ociosos e oportunidades de melhoria contínua, alinhando-se aos princípios da gestão enxuta (*Lean Manufacturing*).

Desta forma, a presente pesquisa visa não apenas compreender o funcionamento do processo de manutenção das baterias industriais, mas também fornece subsídios para estratégias que promovam maior eficiência, redução de custos e aprimoramento contínuo da cadeia operacional.

3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO DO TCC

O desenvolvimento da pesquisa foi estruturado em sete etapas sequenciais e inter-relacionadas, descritas a seguir e na figura 1:

3.1.1 Etapa 1 – Levantamento do Processo Atual

Realizou-se o levantamento detalhado do processo de manutenção de baterias industriais na unidade estudada, por meio de observações diretas e análise de registros operacionais. Esta etapa teve como objetivo identificar as atividades executadas, os responsáveis, os tempos estimados de execução e as informações trocadas ao longo do fluxo. Segundo Slack et al. (2015), a compreensão do processo atual é fundamental para a identificação de atividades que não agregam valor e para a proposição de melhorias.

3.1.2 Etapa 2 – Análise de Dados no Power BI

Os dados coletados foram organizados em planilhas eletrônicas no Google Sheets e integrados ao Power BI. Essa etapa envolveu o desenvolvimento de dashboards dinâmicos, proporcionando a visualização de indicadores essenciais para o processo de manutenção, como o tempo médio de manutenção e a quantidade de baterias presentes na unidade. De acordo com Chaudhuri, Dayal e Narasayya (2011), o uso de ferramentas de Business Intelligence permite converter grandes volumes de dados brutos em informações relevantes e estruturadas, apoiando a tomada de decisão e promovendo melhorias na eficiência operacional.

3.1.3 Etapa 3 – Mapeamento de Fluxo de Valor (VSM) Atual

Com base nos dados obtidos, elaborou-se o mapa de fluxo de valor (Value Stream Mapping — VSM) do processo, conforme a metodologia proposta por Rother e Shook (2003). O VSM permitiu a visualização do fluxo de materiais, informações e tempos de execução, destacando as atividades que agregavam valor, as que não agregavam, os tempos de espera e o tempo total de atravessamento do processo.

3.1.4 Etapa 4 – Análise Crítica e Identificação de Problemas

Com base no VSM atual, nos dados coletados e nos indicadores desenvolvidos, realizou-se a análise dos principais gargalos, desperdícios, falhas de comunicação e ineficiências presentes no processo. Essa análise foi fundamental para a identificação das causas-raiz dos problemas e das oportunidades de melhoria. Segundo Rother e Shook (2003), o uso do mapeamento de fluxo de valor possibilita a visualização clara do estado atual dos processos, permitindo identificar desperdícios, fontes de ineficiência e oportunidades para intervenções que agreguem valor.

3.1.5 Etapa 5 – Cronoanálise das Atividades

Foram realizados levantamentos temporais sistemáticos das atividades, utilizando-se cronômetro e registros em planilha eletrônica, com a finalidade de determinar os tempos médios de cada etapa do processo. Este levantamento permitiu identificar gargalos, tempos ociosos e desvios de padrão. De acordo com Tubino (2017), a cronoanálise possibilita o levantamento preciso dos tempos operacionais, sendo essencial para a definição de tempos padrão e para o controle do desempenho

produtivo.

3.1.6 Etapa 6 – Proposição de Melhorias e Construção do VSM Futuro

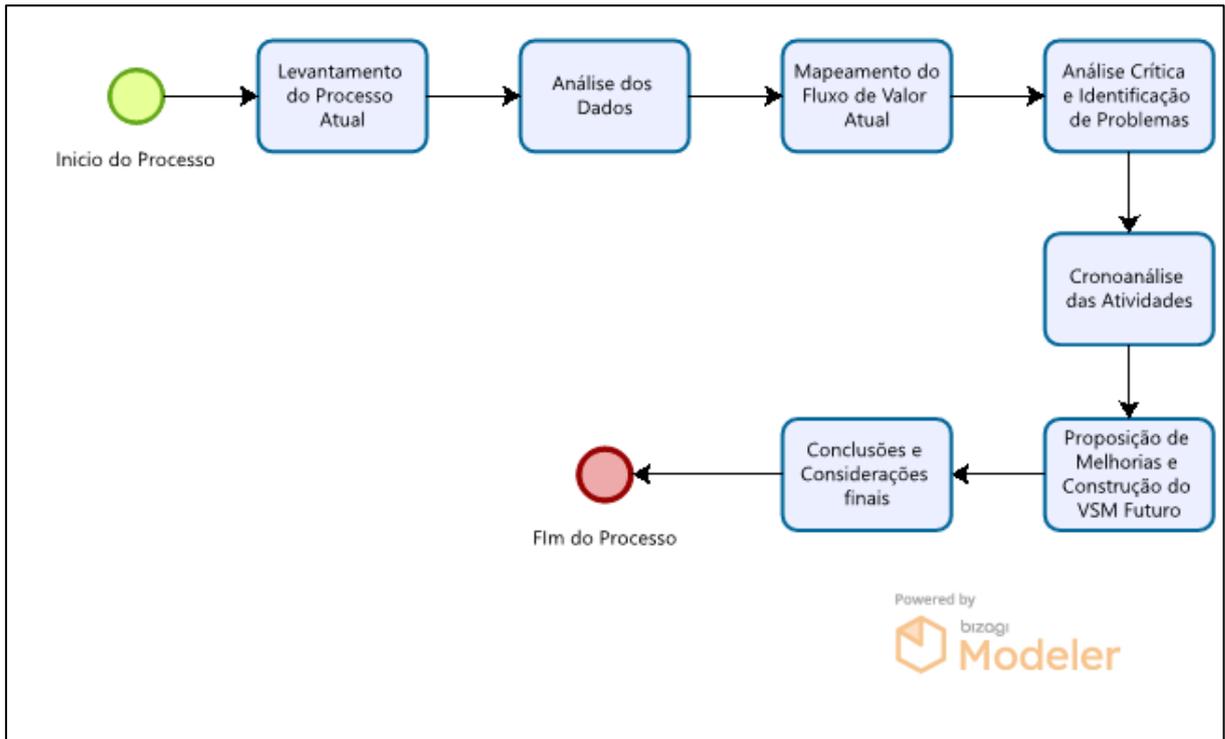
A partir da análise crítica realizada, propuseram-se ações de melhoria fundamentadas nos princípios do Lean Manufacturing, Kaizen e 5S (OHNO, 1997). Entre as propostas destacaram-se:

- Reestruturação do fluxo de comunicação;
- Migração do gerenciamento de informações do Trello para o Microsoft Planner;
- Tabela de Priorização dos serviços;
- Estudo da disponibilidade técnica;
- Construção do fluxo de valor futuro, contemplando as melhorias propostas e o novo layout do processo.

3.1.7 Etapa 7 – Conclusões

Concluídas as etapas de levantamento de dados, mapeamento, análise e proposição de melhorias, realizou-se a avaliação dos resultados obtidos a partir da implementação das ações sugeridas e da construção do fluxo de valor futuro. Nessa fase, foram monitorados os indicadores de desempenho definidos inicialmente e analisado se os objetivos estabelecidos no início do estudo foram devidamente atingidos. A comparação entre o cenário inicial e o cenário após as intervenções possibilitou validar a eficácia das melhorias aplicadas no processo de manutenção de baterias industriais. Segundo Slack et al. (2015), a mensuração e a análise dos resultados são etapas essenciais para garantir que as mudanças implementadas gerem os benefícios esperados e para sustentar a melhoria contínua. Ademais, considerando-se as limitações observadas ao longo do desenvolvimento do trabalho e as oportunidades identificadas, foram elaboradas recomendações para estudos futuros, incluindo o aprofundamento de análises específicas e a ampliação do uso de tecnologias de integração e monitoramento de dados no ambiente industrial, conforme defendido por Silva e Alves (2019), que destacam a importância de soluções digitais para otimizar a gestão de processos e tomada de decisão.

Figura 1 - Fluxograma do TCC



Fonte: O autor (2025).

4 ESTUDO DE CASO

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa analisada neste estudo de caso atua na comercialização de baterias estacionárias e tracionárias, além de oferecer serviços de manutenção preventiva e corretiva para baterias tracionárias. As baterias tracionárias são dispositivos de grande porte, projetados para fornecer um impulso elétrico elevado, sendo essenciais para o funcionamento de equipamentos industriais e de transporte elétrico. Essas baterias são amplamente utilizadas em empilhadeiras, rebocadores, paleteiras elétricas, locomotivas, carros de golfe e plataformas elevatórias, entre outros veículos de tração elétrica.

Para assegurar a máxima eficiência e prolongar a vida útil desses equipamentos, a empresa disponibiliza um portfólio completo de soluções especializadas, incluindo:

- **Manutenção Preventiva:** realização de inspeções e ajustes periódicos para evitar falhas e garantir o desempenho ideal das baterias.
- **Gestão de Sala:** organização e otimização dos ambientes destinados ao armazenamento e carregamento das baterias, promovendo segurança e eficiência operacional.
- **Locação, Monitoramento e Gestão de Baterias:** soluções que visam a maximização da vida útil dos ativos, garantindo maior produtividade e redução de custos operacionais.
- **Manutenção Corretiva em Baterias e Carregadores:** serviços técnicos especializados para correção de falhas e recuperação do desempenho das baterias e seus carregadores.
- **Instalação de Baterias Estacionárias:** implementação adequada de baterias estacionárias, assegurando compatibilidade e eficiência no fornecimento de energia.
- **Logística Reversa e Coleta de Baterias Usadas:** realização do descarte correto e ambientalmente responsável de baterias inservíveis, promovendo sustentabilidade e conformidade com normas ambientais

4.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Na empresa em estudo, especificamente na área operacional, responsável pelas manutenções preventivas e corretivas de baterias tracionárias, foi identificado um indicador de desempenho crucial: o tempo total que uma bateria permanece em manutenção. Esse tempo é composto pelas etapas de triagem, análise inicial e execução da manutenção propriamente dita, e foi estipulado pela empresa que todo esse processo deveria ser concluído em até 15 dias úteis. No entanto, constatou-se que na prática esse prazo frequentemente é extrapolado, resultando em impactos negativos tanto para o atendimento ao cliente quanto para o faturamento da unidade.

Um dos principais problemas identificados durante a análise do fluxo de trabalho foi a inexistência de um controle eficiente sobre as baterias presentes na unidade. Isso dificultava a obtenção de informações exatas sobre o tempo real de permanência de cada bateria no processo de manutenção. Para mitigar esse problema, foi adotada a ferramenta Trello como meio de monitoramento das etapas da manutenção, como mostra na figura 2. No entanto, verificou-se que as informações registradas no sistema frequentemente estavam desatualizadas ou incorretas. Por exemplo, algumas baterias que já haviam avançado para a fase de análise inicial ainda estavam registradas como em triagem, enquanto outras, que haviam sido destinadas à sucata, permaneciam listadas no painel de manutenção. Essa imprecisão na gestão da informação compromete a assertividade dos relatórios e dificultava o acompanhamento eficiente dos serviços pelo setor comercial, que não dispunha de dados precisos para informar os clientes sobre o status das baterias.

Figura 2 - Exemplo do Trello



Fonte: O autor (2025).

Ademais, observou-se que a falta de um fluxo de prioridades bem definido

resultava em atrasos expressivos na execução das atividades. A fase de análise inicial, por exemplo, frequentemente demorava a ser iniciada, e mesmo as baterias que já haviam sido aprovadas para manutenção muitas vezes permaneciam paradas antes do início efetivo do serviço.

Outro problema recorrente consistiu na deficiência no processo de identificação das baterias logo na triagem. Em diversos casos, quando uma bateria chegava à etapa de análise inicial, ela ainda não possuía a identificação adequada, o que gerava novas interrupções e atrasos.

Além desses desafios, identificou-se um fator adicional que contribuiu significativamente para o aumento do tempo total de manutenção: a divisão da equipe operacional entre serviços internos e externos. Enquanto os serviços internos englobam manutenções preventivas e corretivas realizadas dentro da unidade, os serviços externos correspondem às manutenções realizadas *in loco*, diretamente nas instalações dos clientes. Essa divisão de atribuições reduz a disponibilidade de mão de obra (MO) para a execução das manutenções dentro da unidade, comprometendo os prazos de entrega. Embora se soubesse que a execução de serviços externos e a escassez de técnicos impactavam diretamente os resultados operacionais, não existiam dados exatos sobre o tempo efetivamente gasto pelos técnicos em cada tipo de atividade.

A utilização do VSM foi concebida com o objetivo de fornecer uma visualização abrangente de todo o processo de entrada e saída das baterias, identificando cada atividade e seu respectivo tempo de execução. Esse mapeamento permite uma compreensão detalhada do fluxo operacional, viabilizando a identificação de oportunidades para a aplicação de metodologias de Kaizen e promovendo a melhoria contínua dentro do sistema.

Outro aspecto fundamental dessa abordagem é a garantia de que nenhuma informação seja perdida ao longo do processo. A partir da visualização completa do sistema, desde o início até a conclusão das atividades, torna-se possível eliminar desperdícios, otimizar recursos e estruturar um ciclo contínuo de Planejar, Executar, Verificar e Agir (PDCA). Dessa forma, busca aprimorar a eficiência operacional e mitigar os gargalos que impactam a execução dos serviços.

Ao implementar essas estratégias, a empresa poderá alcançar uma gestão mais eficiente, garantindo que os fluxos de trabalho sejam constantemente aprimorados. Como resultado esperado, é almejado atender aos indicadores de tempo de serviço previsto, que preveem um prazo máximo de 15 dias úteis para a conclusão dos processos. Essa abordagem sistemática fortalece a gestão operacional, contribuindo para a padronização dos procedimentos e para o aperfeiçoamento contínuo da cadeia produtiva.

4.3 PROCESSO DE COLETA DE DADOS

4.3.1 Processo de extração e análise de dados do Trello para o Power BI

Para viabilizar a análise dos dados operacionais, foi necessário, em um primeiro momento, extrair as informações contidas no Trello e organizá-las em uma planilha eletrônica, possibilitando o tratamento dos dados e a geração de relatórios no Power BI. Essa etapa revelou-se essencial, uma vez que o Trello, apesar de ser uma ferramenta eficaz para a gestão de tarefas, não possui integração nativa com o Power BI, impossibilitando a extração direta dos dados e a automatização do monitoramento de indicadores.

Diante desse desafio, foi escolhida a plataforma Google Planilhas Online, oferecem funcionalidades avançadas de automação e integração. Através da aba de *Apps Script*, localizada na seção de extensões do Google Planilhas, foi desenvolvida uma programação específica para capturar e transferir periodicamente as informações do Trello para a planilha. Esse processo garantiu que os dados fossem atualizados em intervalos regulares, assegurando que as informações estivessem disponíveis para análise sem a necessidade de inserção manual.

4.3.2 Google Apps Script: Automação e Integração de Dados

O Google Apps Script é uma plataforma baseada em nuvem que permite a automação de tarefas e a criação de integrações entre os aplicativos do Google Workspace, como Google Planilhas, Google Docs, Gmail e Google Drive. Ele utiliza a linguagem de programação JavaScript, o que possibilita a manipulação eficiente dos dados armazenados nos serviços do Google.

Essa ferramenta foi essencial para a extração automatizada dos dados do Trello, pois possibilitou a implementação de um código que acessa a API do Trello,

captura as informações necessárias e as transfere para o Google Planilhas de forma estruturada. Além disso, o Apps Script permitiu a configuração de uma execução periódica do script, garantindo que os dados fossem atualizados automaticamente sem a necessidade de intervenção manual.

4.3.3 Justificativa para a escolha do Google Planilha Online

A escolha pelo Google Planilhas Online foi motivada, principalmente, pela possibilidade de programar atualizações automáticas em intervalos regulares. A execução do script foi configurada para ocorrer a cada duas horas, permitindo que os dados fossem atualizados de forma contínua ao longo do expediente. Essa definição de intervalo foi adotada estrategicamente, uma vez que a tentativa de executar o script em períodos menores resultava em falhas devido ao grande volume de informações processadas. Dessa forma, o intervalo de duas horas equilibrou a necessidade de atualização em tempo quase real com a estabilidade do processo de extração de dados.

Com essa configuração, tornou-se possível obter uma visão atualizada dos cartões cadastrados no Trello, permitindo um acompanhamento próximo das atividades em andamento e garantindo maior transparência nas informações extraídas.

Informações Extraídas e Tratamento dos Dados

As informações extraídas do Trello incluíram os seguintes campos:

- Lista de alocação do cartão;
- Título da tarefa ou atividade;
- Descrição detalhada do cartão;
- Data de criação;
- Última atividade registrada;
- Data de início do processo;
- Status de conclusão;
- Rótulos de categorização;

- Tempo total de permanência no sistema;
- Tempo de permanência em cada fase do processo, incluindo: triagem, análise inicial, stand-by, andamento e expedição.

O Quadros 2 e Quadro 3 representam como ficou a planilha gerada, depois de rodar a programação.

Quadro 2 - Planilha gerada pelo App Script

Lista	Título	Descrição	Criado	Última Atividade	Data de Início
Triagem	LACRE 1 - CLIENTE 1	Bateria xx	2025-04-02T12:28:13.405Z	2025-04-02T12:30:41.055Z	2025-04-03T12:00:00.000Z
ANALISE INICIAL	LACRE 3 - CLIENTE 3	Bateria xx	2025-04-02T12:28:13.405Z	2025-04-02T12:30:41.055Z	2025-04-03T12:00:00.000Z
ANALISE INICIAL	LACRE 2 - CLIENTE 2	Bateria yy	2025-04-01T17:03:09.610Z	2025-04-02T12:27:41.663Z	2025-04-02T12:00:00.000Z
STAND-BY	LACRE 6 - CLIENTE 5	Bateria yy	2025-03-31T13:42:28.508Z	2025-04-01T14:44:54.151Z	2025-04-01T12:00:00.000Z
STAND-BY	LACRE 5 - CLIENTE 4	Bateria yx	2025-03-13T16:14:29.369Z	2025-03-31T13:22:44.945Z	2025-03-12T12:00:00.000Z
STAND-BY	LACRE 4 - CLIENTE 3	Bateria xx	2025-03-27T14:27:05.774Z	2025-03-28T19:50:04.100Z	2025-03-28T12:00:00.000Z
EM ANDAMENTO	LACRE 11 - CLIENTE 3	Bateria yy	2025-03-24T19:42:46.646Z	2025-04-01T14:45:41.660Z	2025-03-25T12:00:00.000Z
EM ANDAMENTO	LACRE 10 - CLIENTE 7	Bateria xx	2025-03-13T12:36:26.047Z	2025-03-28T16:16:04.057Z	
EM ANDAMENTO	LACRE 9 - CLIENTE 1	Bateria yx	2025-03-13T12:36:10.096Z	2025-03-28T16:15:57.804Z	2025-03-18T12:00:00.000Z
EXPEDIÇÃO	LACRE 13 - CLIENTE 2	Bateria xx	2024-12-26T19:24:34.548Z	2025-03-11T14:08:28.427Z	2024-12-26T12:00:00.000Z

Fonte: O autor (2025).

Quadro 3 - Complemento da Planilha gerada pelo App Script

Completo	Rótulos	Dias no Sistema	TRIAGEM	ANALISE INICIAL	STAND-BY	EM ANDAMENTO	EXPEDIÇÃO
FALSO	LAUDO INICIAL	0	0	0	0	0	0
FALSO	LAUDO INICIAL	0	0	0	0	0	0
FALSO	LAUDO INICIAL	0	0	0	0	0	0
FALSO	STAND-BY	1	0	1 dias	0	0	0
FALSO	STAND-BY	19	0	17 dias	2 dias	0	0
FALSO	STAND-BY	5	0	0	5 dias	0	0
FALSO	CLEAR	8	0	3 dias	5 dias	0	0
VERDADEIRO		20	0	16 dias	0	4 dias	0
VERDADEIRO		20	0	16 dias	0	4 dias	0
VERDADEIRO	CONCLUÍDO	96	0	21 dias	5 dias	49 dias	21 dias

Fonte: O autor (2025).

Uma vez que as informações foram transferidas para o Google Planilhas, tornou-se necessário realizar ajustes e padronizações para garantir a precisão dos dados. Entre os principais ajustes realizados, destacam-se:

1. Correção do formato das datas – Os dados extraídos do Trello eram gerados em um formato que combinava data e hora na mesma célula, o que dificultava a análise no Power BI. Foi necessário realizar a separação desses elementos e padronizar a formatação para que os dados fossem corretamente interpretados na ferramenta de BI.

2. Ajuste dos cálculos de tempo – O tempo de permanência dos cartões no sistema era registrado com a unidade de medida ("X dias"), o que dificultava o processamento das informações. A padronização desses dados permitiu que os cálculos fossem realizados corretamente, possibilitando análises mais precisas do tempo de execução de cada etapa do processo.

4.3.4 Implementação do Poer BI e impactos na Gestão do Processo

Após a realização dos ajustes na planilha, os dados foram carregados para o Power BI, permitindo a criação da primeira versão do painel de controle. Esse painel forneceu uma visão clara e estruturada das informações extraídas do Trello, permitindo uma análise mais aprofundada do processo de manutenção das baterias industriais.

A implementação do Power BI (Figura 3) trouxe benefícios significativos para a gestão das operações. Antes dessa solução, a administração dos atendimentos e das tarefas era realizada de forma descentralizada e baseada em informações fragmentadas, dificultando a obtenção de uma visão holística do fluxo de trabalho. Com a automatização e a visualização dos dados, foi possível:

- Identificar gargalos operacionais – Através do monitoramento do tempo de permanência dos cartões em cada etapa do processo, foi possível detectar pontos críticos onde ocorriam atrasos, permitindo a implementação de estratégias para otimizar o fluxo de trabalho.
- Reduzir desperdícios – A análise detalhada possibilitou a identificação de atividades redundantes ou desnecessárias, promovendo uma reorganização dos processos para aumentar a eficiência operacional.
- Melhorar a tomada de decisão – Com acesso a informações precisas e atualizadas, os gestores passaram a contar com dados concretos para embasar suas decisões, reduzindo a subjetividade na gestão das tarefas e garantindo um planejamento mais estratégico.
- Acompanhar o desempenho em tempo real – A atualização periódica dos dados permitiu o acompanhamento contínuo das atividades, possibilitando intervenções rápidas sempre que necessário para evitar falhas no processo.

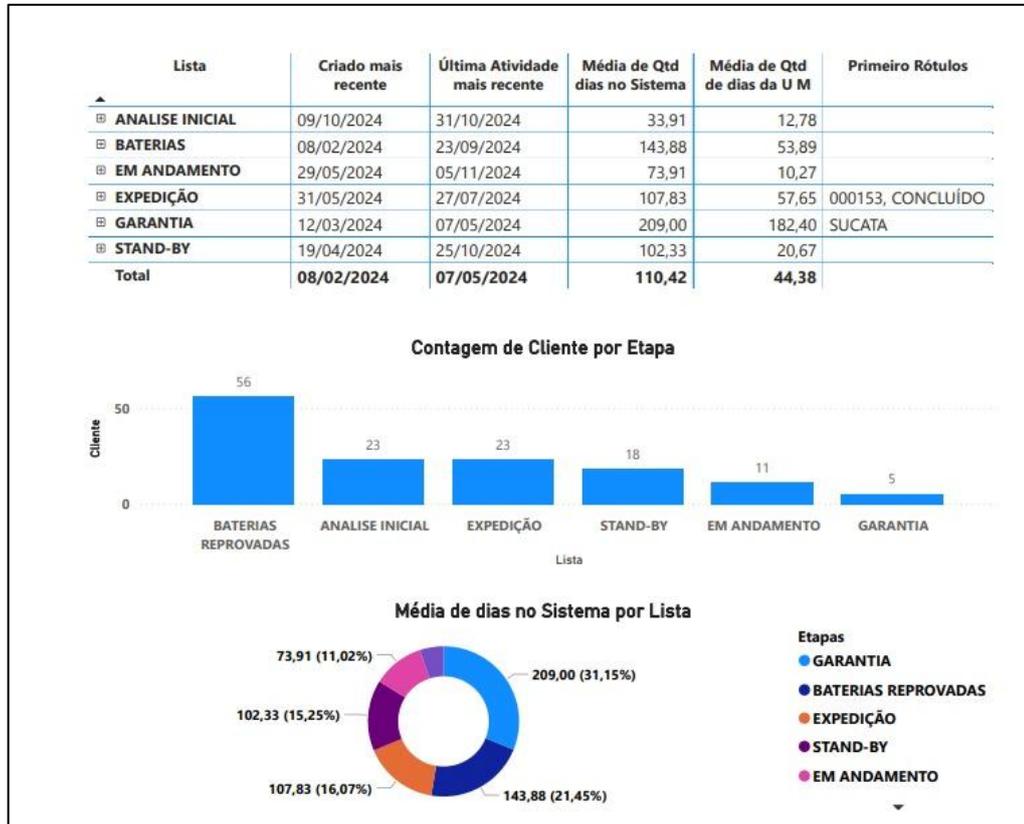
Com essa primeira análise, já foi possível observar uma melhoria significativa

na transparência e eficiência do processo de manutenção das baterias industriais. A possibilidade de visualizar as informações de forma estruturada proporcionou uma base mais sólida para a gestão baseada em dados, permitindo que questionamentos estratégicos fossem levantados e que ações corretivas pudessem ser implementadas de maneira proativa.

Dessa forma, a combinação do Google Apps Script, Google Planilhas Online e Power BI proporcionou uma solução robusta e eficaz para a otimização da gestão de processos, garantindo informações mais exatas e promovendo uma visão clara e objetiva das operações. A partir dessa estrutura, novas melhorias poderão ser implementadas, visando aprimorar ainda mais o fluxo de trabalho e a tomada de decisões estratégicas.

Através da análise dos dados coletados no processo de manutenção, serão definidos e monitorados KPIs que podem incluir tempo médio de manutenção, quantidade de baterias em manutenção simultaneamente, entre outros.

Figura 3 - Exemplo de Montagem do Power BI



Fonte: O autor (2025).

4.4 ANÁLISE DE FLUXO DE VALOR ATUAL

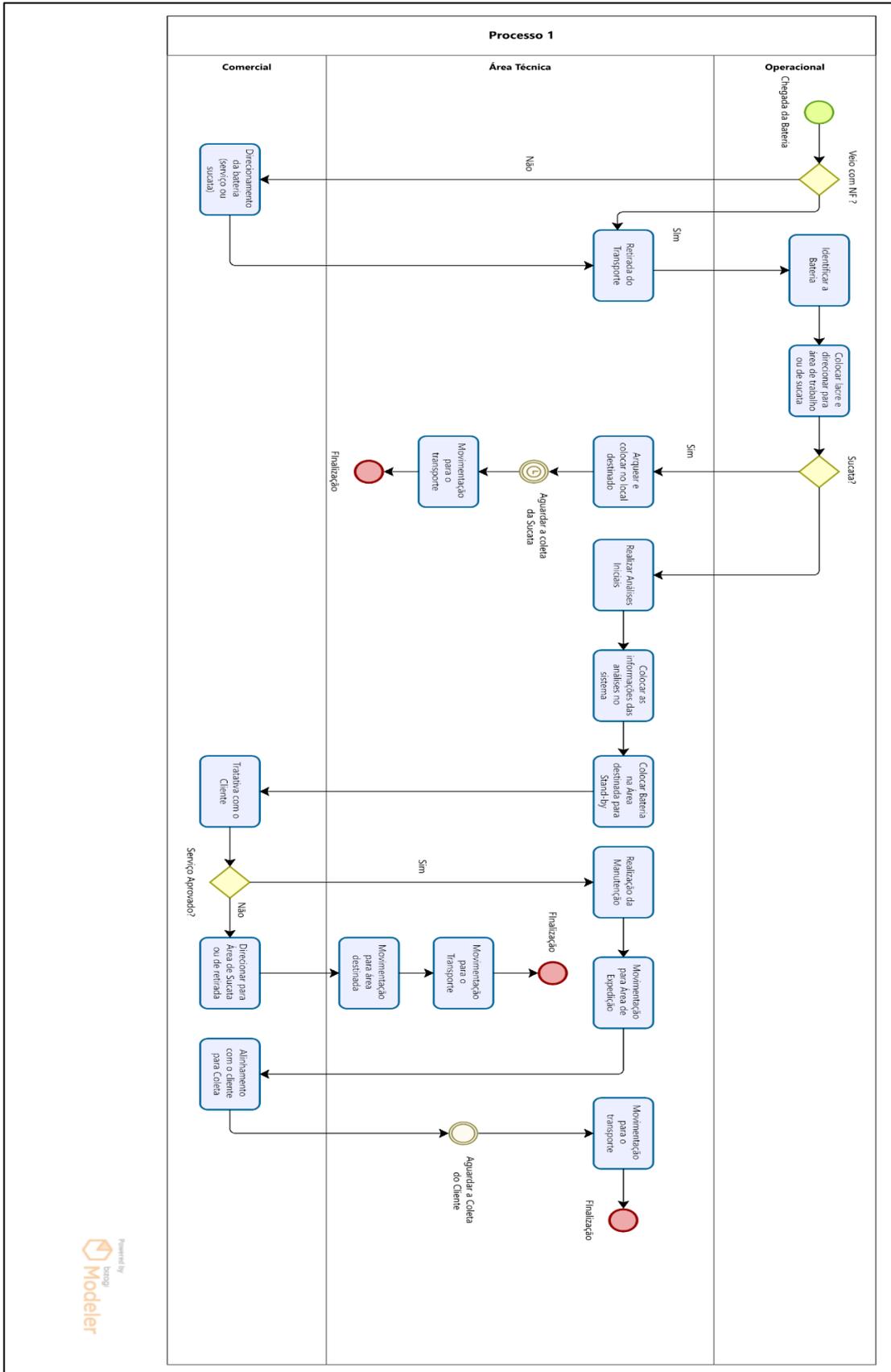
Mapear detalhadamente o fluxo de valor do processo de manutenção de baterias industriais é de fundamental importância. Mapear e analisar todas as etapas que compõem o processo de manutenção das baterias industriais, desde a chegada das baterias até a conclusão da manutenção. Através da aplicação do VSM, será possível identificar as atividades que agregam valor às manutenções e aquelas que representam desperdícios. A análise das interações entre as fases do processo permitirá uma visão clara sobre os tempos do ciclo, recursos utilizados e pontos críticos que podem ser melhorados.

No desenvolvimento deste estudo, foi realizada uma análise minuciosa do fluxo operacional envolvido no processo de manutenção de baterias industriais. Inicialmente, buscou-se compreender detalhadamente todas as etapas e procedimentos desde o momento em que a bateria chega à unidade até sua saída, seja para reutilização ou descarte. Esse entendimento foi essencial para a elaboração de um fluxograma representativo de todas as atividades executadas dentro da operação.

Observou-se que, até o momento da pesquisa, não havia um fluxograma formalmente estruturado que representasse as atividades desenvolvidas na unidade. A ausência dessa documentação dificultava a visualização clara dos processos, impactando a eficiência operacional e a identificação de possíveis gargalos. Diante dessa necessidade, foi elaborado o primeiro fluxograma abrangente, com o propósito de descrever todas as fases envolvidas na manutenção das baterias. Essa ferramenta permitiu uma compreensão mais precisa das interações entre os setores e das atividades realizadas em cada etapa do processo.

A partir da análise detalhada do fluxograma inicial, verificou-se que a operação pode ser segmentada em cinco etapas principais. Para tornar essa segmentação mais clara e objetiva, desenvolveu-se um segundo fluxograma como mostra na Figura 4, mais simplificado, que resume as fases do processo. Esse modelo facilitou a interpretação do fluxo de trabalho, tornando a comunicação mais eficiente entre os setores envolvidos e auxiliando na padronização das operações.

Figura 4 - Fluxograma das Atividades



4.4.1 Etapas do processo de manutenção de baterias industriais

A seguir serão descritas as etapas do processo de manutenção de baterias industriais, objeto deste estudo.

4.4.1.1 Etapa 1: Triagem

A primeira fase do processo de manutenção consiste na triagem das baterias que chegam à unidade. Nesse momento, é realizada a identificação da procedência do equipamento, verificando se ele foi encaminhado com nota fiscal, verificando se esta se trata de uma bateria destinada à manutenção ou se é um item classificado como sucata.

Esse procedimento inicial é fundamental para garantir que a bateria receba o tratamento adequado de acordo com sua condição. Após essa verificação, a bateria é devidamente identificada por meio de etiquetas ou códigos específicos, permitindo seu rastreamento ao longo das demais fases do processo.

4.4.1.2 Etapa 2: Análise Inicial

Após a triagem, a bateria passa por uma análise inicial, que consiste na realização de testes técnicos para avaliar sua condição. Nessa etapa, são verificados aspectos como nível de carga, integridade estrutural, estado dos componentes internos e necessidade de substituição de peças. Com base nos resultados obtidos, define-se quais serviços serão necessários para a manutenção da bateria.

Um ponto crítico identificado nesta etapa é a reprovação de algumas baterias pelo corpo técnico. Em determinadas situações, mesmo que o cliente encaminhe a bateria para manutenção, os testes iniciais podem indicar que sua recuperação não é viável. Isso pode ocorrer devido a danos irreversíveis nos componentes internos ou ao desgaste excessivo da estrutura da bateria. Quando isso acontece, a bateria é encaminhada para a próxima etapa, onde o setor comercial faz a comunicação ao cliente sobre sua situação.

4.4.1.3 Etapa 3: Stand-by

A terceira etapa corresponde ao momento em que a equipe comercial assume

um papel ativo no processo. Após a realização da análise inicial, caso a bateria tenha sido reprovada, o setor comercial entrará em contato com o cliente para informá-lo sobre a impossibilidade de realizar a manutenção. O cliente, então, tem a opção de deixar a bateria na unidade para descarte como sucata ou providenciar sua retirada.

Por outro lado, se a bateria for aprovada para manutenção, o setor comercial elabora um orçamento detalhado, especificando os serviços necessários e os custos envolvidos. Esse orçamento é encaminhado ao cliente para aprovação. Caso o cliente decida não autorizar o serviço, a bateria permanece na unidade até que seja retirada. Se a aprovação for concedida, a bateria segue para a etapa de manutenção propriamente dita.

4.4.1.4 Etapa 4: Manutenção

A quarta fase corresponde à execução dos serviços de manutenção da bateria. Nessa etapa, os técnicos especializados realizam todas as intervenções necessárias, seguindo os procedimentos recomendados para garantir a restauração da funcionalidade do equipamento. As atividades podem incluir desde a substituição de componentes internos, recarga e testes de desempenho até ajustes estruturais para garantir a segurança e eficiência da bateria.

Essa fase é essencial para assegurar que as baterias aprovadas para manutenção retornem ao cliente com qualidade e desempenho adequados. A utilização de metodologias padronizadas e boas práticas na execução dos reparos contribui para a redução do tempo de serviço e otimização do fluxo de trabalho.

4.4.1.5 Etapa 5: Expedição

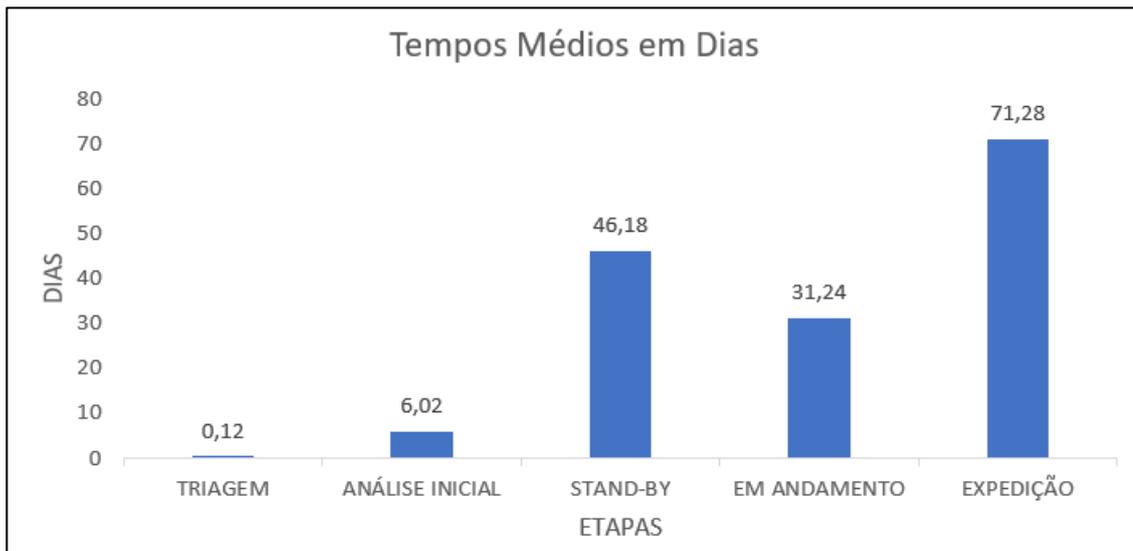
A última etapa do processo de manutenção envolve a expedição das baterias. Nesse momento, as baterias que passaram pela manutenção e foram recuperadas ficam disponíveis para retirada pelos clientes. Da mesma forma, as baterias reprovadas e que não foram destinadas à sucata permanecem na unidade até que o cliente providencie sua retirada.

Essa fase requer um controle rigoroso para garantir que todas as baterias sejam corretamente armazenadas e entregues conforme o *status* definido em etapas anteriores. A organização logística e a comunicação eficiente com os clientes são

fundamentais para evitar atrasos e retrabalho na liberação das baterias.

De acordo com as informações obtidas no Trello, os tempos médios das baterias em cada etapa são, conforme a figura 5. A partir dela é possível observar que as Etapas 5, 3 e 4 são as que consomem maior tempo, merecendo destaque para possíveis melhorias.

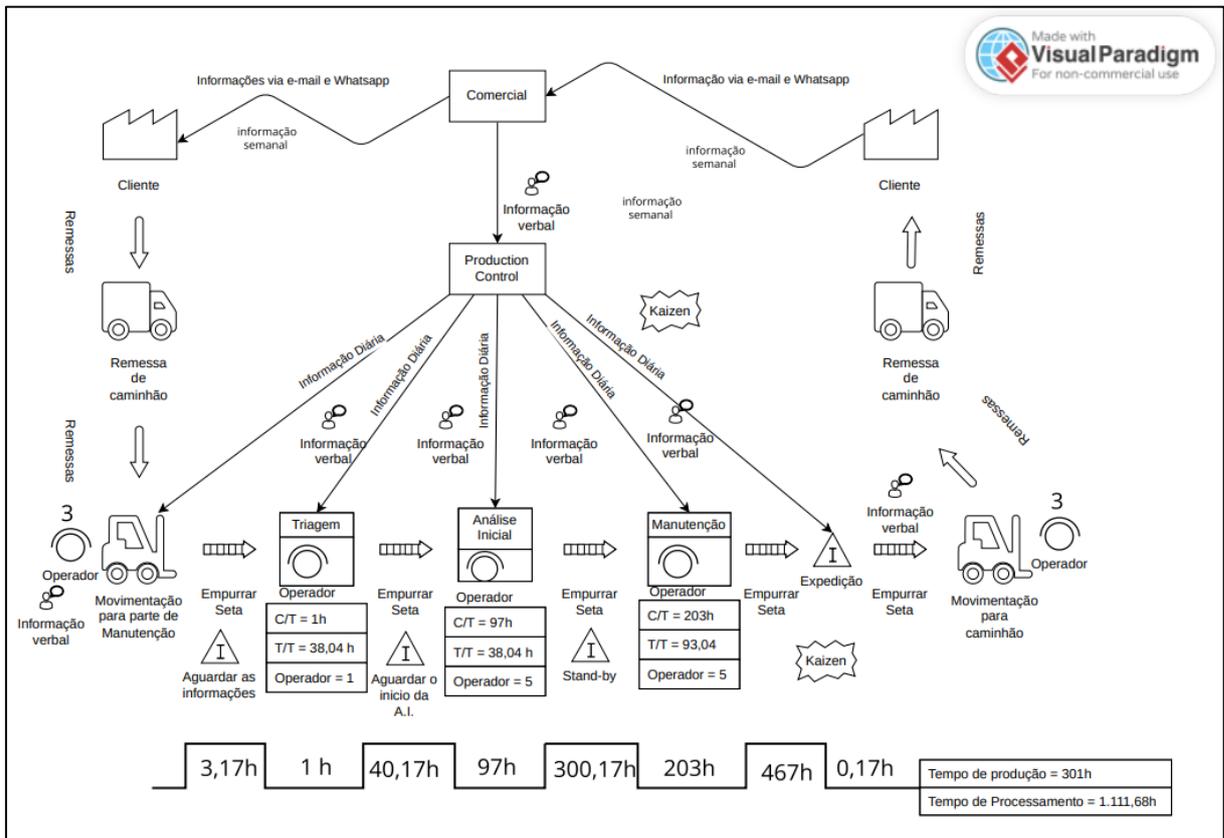
Figura 5 - Tempos Médios em Dias



Fonte: O autor (2025).

De posse das informações obtidas na etapa de coleta de dados e da análise do fluxograma, foi possível traduzir estes dados para a construção do VSM atual, apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Mapeamento do Fluxo de Valor Atual



Fonte: O autor (2025).

4.4.2 Análise do do Fluxo Atual

4.4.2.1 Tempo de Ciclo

O tempo de ciclo representa o tempo efetivo de trabalho em cada etapa do processo, ou seja, o tempo que os operadores gastam para realizar suas atividades. Com base na análise do fluxo operacional, foram identificados os seguintes tempos de ciclo por etapa:

- Triagem: 1h;
- Análise Inicial: 97h;
- Manutenção: 203h.

Esses tempos indicam que, mesmo nas etapas onde há uma demanda significativa de trabalho, como "Análise Inicial" e "Manutenção", o tempo de ciclo é elevado, possivelmente devido à complexidade das operações, à falta de automação

ou a dificuldades na disponibilidade de materiais e equipamentos.

4.4.2.2 Lead Time

O lead time, ou tempo total de processamento, representa o tempo total desde a chegada da bateria até sua saída para expedição, incluindo tempos de espera entre as etapas.

Ao analisar o processo de manutenção de baterias industriais, observou-se que o lead time total atinge **1.111,66 horas**, enquanto o tempo efetivo de produção corresponde a **301 horas**. Esses dados evidenciam uma discrepância significativa entre o tempo total do processo e o tempo dedicado efetivamente às operações produtivas.

Para quantificar essa relação, foi calculada a porcentagem de tempo de operação em relação ao lead time total. O resultado indica que apenas 27,08% do tempo total corresponde a atividades produtivas, enquanto os 72,92% restantes representam períodos **ocioso**, nos quais as baterias permanecem em espera, deslocamento ou outras situações sem agregação de valor ao produto.

Essa diferença reforça a necessidade de otimização do fluxo de processos, buscando reduzir os tempos ociosos e, conseqüentemente, melhorar o desempenho operacional do setor.

É evidente, portanto, que foi atingido o indicador de 122 horas (15 dias úteis) do atendimento do serviço considerando as etapas de triagem, análise inicial e manutenção, que são as etapas do processo que agregam valor.

4.4.2.3 Análise de desempenho

A análise do processo de manutenção de baterias industriais foi realizada com base no fluxograma apresentado, destacando os tempos médios das etapas, tempos de produção e processamento, além das interações entre os setores envolvidos. O fluxo operacional é composto pelas seguintes fases:

- Triagem (1h): Essa etapa é relativamente rápida, indicando que a classificação inicial das baterias ocorre de forma eficiente quando visualizado todo o conjunto. Contudo, com ajustes o processo poderá se tornar mais eficiente. Há

um tempo de espera considerável antes da análise inicial, o que pode indicar falhas no fluxo de informações;

- Análise Inicial (97h): Essa fase possui um tempo significativo de processamento, o que pode indicar a necessidade de otimização na realização dos testes e diagnósticos. Também pode representar a falta de priorização do processo do serviço, onde não existia um direcionamento das prioridades do serviço;
- Stand-by (300,17h): Tempo de espera excessivo antes da fase de manutenção, representando um dos principais gargalos do processo. Isso pode estar relacionado à indisponibilidade de recursos, materiais ou falhas na comunicação com o cliente, pois é uma das fases que está atribuída ao setor comercial;
- Manutenção (203h): Embora seja uma fase crítica, seu tempo elevado pode estar relacionado à complexidade das operações envolvidas e à falta de mão de obra, quando o planejamento de atendimentos externos não seja feito da maneira correta ou a falta de materiais específicos que fazer parte da gestão da operação;
- Expedição (467h): O maior tempo de espera ocorre na expedição, sugerindo falhas logísticas, aonde se volta o tema de falta de uma comunicação mais assertiva com o cliente. Um problema, pode ser dado pela falta de pagamento do cliente do serviço prestado.

4.4.2.4 Processamento das Informações e Circuito Operacional

A comunicação no processo ocorre majoritariamente por meio de informação verbal, repassada entre setores e operadores sem o suporte de um sistema automatizado. Essa característica pode resultar em falhas na comunicação, atrasos no encaminhamento das baterias e dificuldades na rastreabilidade das ordens de serviço.

O fluxo de informação pode ser descrito da seguinte forma:

- Comercial: Recebe informações dos clientes via e-mail ou WhatsApp, geralmente em frequência semanal;

- Controle de Produção: Responsável por repassar informações diárias para as etapas seguintes, utilizando comunicação verbal;
- Operadores: Executam as atividades de movimentação e manutenção das baterias, dependendo diretamente das instruções fornecidas pelo Controle de Produção. Atualmente, a comunicação entre os operadores e os demais setores também ocorre de forma verbal, o que pode causar interpretações equivocadas e atrasos.

Além disso, o sistema utilizado para movimentação das baterias entre etapas, pode ser ineficiente devido à falta de um controle preciso. Isso pode resultar em tempos excessivos de espera e dificuldades na priorização das baterias em manutenção.

4.4.2.5 Identificação de Ineficiência

A avaliação do processo permitiu identificar gargalos e possíveis melhorias para otimização do fluxo operacional:

- Um ponto que pode se tornar um gargalo se refere a movimentação da empilhadeira, para fazer a movimentação precisa da NBR 11, que nem todos os técnicos da unidade são certificados;
- O tempo de espera antes da bateria ser identificada e a falta de uma rotina definida de quando a bateria chega no galpão atrapalha o início do fluxo produtivo;
- Para a análise inicial e na fase de manutenção, o que pode ser um gargalo é a falta de técnico in loco. Pois, pode existir demandas externas que necessite das MO (mão-de-obra);
- O tempo de "Stand-by" de 300,17h representa um desperdício significativo, sugerindo falhas no planejamento da produção;

A "Expedição", com 467h de tempo total, indica uma grande ineficiência na gestão de transporte e na liberação das baterias.

4.4.2.6 Processo que Agregam Pouco Valor

Classificar e distinguir atividades que agregam e não agregam valor dentro do processo de manutenção é fundamental. A partir dos dados obtidos no mapeamento do fluxo de valor e da cronoanálise, será realizada uma classificação das atividades, de acordo com a metodologia do Lean Manufacturing, identificando claramente aquelas que agregam valor ao processo e que representam desperdícios. A análise buscará identificar, por exemplo, etapas com alto tempo de espera ou retrabalho, propondo alternativas para a eliminação dessas atividades e, conseqüentemente, a redução dos custos operacionais.

O tempo de espera entre a "Triagem" e "Análise Inicial" pode ser reduzido através da melhoria na comunicação e priorização das ordens de serviço. Comunicação no sistema interno, na qual todas as informações eram realizadas de forma verbal, fazendo com que o tempo de movimentação dos técnicos aumente e diminua a produtividade deles e o tempo de conversa que existe no passar da informação.

4.4.2.7 Problemas e riscos

A permanência prolongada das baterias em determinadas fases do processo gera impactos negativos, como:

- Impacto nos Custos: O tempo elevado de ciclo aumenta os custos operacionais devido à ociosidade dos equipamentos e maior necessidade de armazenagem. Fazendo com que o layout do galpão fique cheio a todo momento, tendo custo com a estadia das baterias, por ocuparem espaços. Se as baterias estão muito tempo paradas na expedição significa que não foram faturados os serviços e assim a empresa deixa de ter uma receita sobre o serviço realizado;
- Risco de Obsolescência: A demora excessiva em "Stand-by" e "Expedição" pode comprometer a qualidade das baterias, afetando seu desempenho final. Pois, se estão muito tempo esperando, elas podem ter mais problemas a serem identificados na parte do stand-by, por exemplo entrando em descarga profunda. E na parte de expedição, pode ser que precise fazer alguns processos de manutenção novamente para a liberação da bateria, por exemplo

- carrega e reposição de água;
- Baixa Eficiência Produtiva: A relação entre tempo de produção (301h) e tempo de processamento total (1.111,66h) demonstra que há um grande percentual de tempo improdutivo;
- Falhas na Comunicação: A predominância de informações verbais pode levar a erros operacionais, atrasos e falta de rastreabilidade das baterias em manutenção.

4.4.2.8 Pontos críticos

A análise do VSM revelou diversos pontos críticos no processo, que impactam diretamente o tempo de ciclo e a eficiência operacional:

- Excesso de tempo de espera: O Lead Time total do processo é extremamente elevado devido aos períodos de espera, principalmente no processo de stand-by e expedição, etapas que não dependem exclusivamente da operação.
- Baixa taxa de valor agregado: O tempo efetivo de produção representa apenas uma fração do tempo total de processamento.
- Dependência excessiva de comunicação verbal: A falta de um sistema digital integrado gera retrabalho e falta de rastreabilidade.
- Falta de controle sobre gargalos: O tempo ocioso elevado em algumas fases indica a necessidade de melhor balanceamento de carga de trabalho.

A análise evidencia a necessidade de melhorias no processo de manutenção de baterias industriais, com foco na redução dos tempos de espera e diminuição do tempo total do serviço. Além disso, a estrutura atual de comunicação e movimentação pode ser aprimorada com a implementação de um sistema digital para controle do fluxo de informações, reduzindo falhas e melhorando a eficiência operacional. Estratégias como otimização da cadeia de suprimentos, automatização do fluxo de trabalho e integração de sistemas podem contribuir para a eficiência operacional, reduzindo custos e aumentando a qualidade dos serviços prestados.

4.4.2.9 Oportunidade de Melhoria

Propor soluções para melhoria contínua e otimização do fluxo de trabalho é

essencial. Com base na análise de dados e na identificação de gargalos e desperdícios, este objetivo se concentra em melhorias que visem à otimização do processo de manutenção de baterias. As propostas envolvem alterações nos processos operacionais, alocação mais eficiente de recursos, ajustes no layout de trabalho e a implementação de novos processos ou tecnologias que aumentam a produtividade e reduzem os custos associados às atividades de manutenção. A abordagem será pautada nos princípios da filosofia Lean, focando na redução de desperdícios e na melhoria contínua:

- Redução dos Tempos de Espera: Melhor planejamento e gestão do fluxo de trabalho podem reduzir significativamente o tempo de Stand-by e Expedição.
- Automação do Processo: Um sistema digitalizado pode melhorar a comunicação e evitar perdas de tempo com instruções verbais e manuseio manual de documentos.
- Revisão da Logística de Expedição: A otimização do transporte e do fluxo de saída das baterias pode minimizar atrasos e reduzir o tempo de expedição.

Essa análise evidencia a necessidade de otimizar o lead time do processo, reduzindo tempos de espera e aumentando a eficiência operacional.

Uma vez identificados os problemas chaves do processo, são sugeridas melhorias para que seja possível desenhar o mapa de fluxo de valor futuro, desenvolvido a seguir.

4.4.2.10 Kaizen

Com base nos resultados obtidos durante a análise do processo de manutenção de baterias industriais, foram elaboradas duas propostas de *Kaizen* com o objetivo de promover melhorias contínuas nas áreas de gestão da informação e eficiência produtiva. As iniciativas propostas abrangem: **(i)** a melhoria do fluxo de informações internas e **(ii)** a otimização do processo produtivo por meio de uma análise detalhada dos tempos de execução.

Kaizen 1: Melhoria do Fluxo de Informação

Durante o diagnóstico do processo, constatou-se que as informações

operacionais e técnicas são transmitidas de forma verbal e direta entre os responsáveis pela execução e o setor técnico, sem a participação formal dos supervisores das áreas comercial e operacional. Essa prática dificulta a rastreabilidade das informações, ocasiona falhas de comunicação e prejudica o alinhamento entre os setores envolvidos.

Para sanar essa deficiência, propõe-se a reestruturação do fluxo de informação, com a implantação de procedimentos padronizados de comunicação interna. Dentre as ações recomendadas, destacam-se:

- A formalização de registros escritos ou digitais para o repasse de informações técnicas e operacionais.
- A inclusão obrigatória dos supervisores comerciais e operacionais no circuito de informações relativas ao andamento das manutenções.
- A definição de pontos de controle, responsáveis e prazos para cada etapa de comunicação.
- A utilização de ferramentas digitais ou planilhas integradas, visando à centralização e ao acompanhamento das informações em tempo real.

Espera-se, com isso, melhorar a integração entre os setores, reduzir falhas de comunicação e garantir maior controle sobre o andamento dos processos de manutenção.

Kaizen 2: Melhoria do Processo Produtivo

Para subsidiar a segunda proposta de *Kaizen*, foi realizada uma cronoanálise do processo produtivo, cujo objetivo foi mensurar os tempos efetivos de execução de cada etapa da manutenção de baterias industriais. Essa medição permitiu identificar pontos críticos, gargalos e atividades com elevado tempo ocioso, que impactam diretamente no lead time total do processo.

A partir dos dados obtidos, foram identificadas oportunidades de melhoria, dentre as quais se destacam:

- **Redução de tempos ociosos:** revisão da logística interna para diminuir os tempos de espera entre as etapas.

- **Padronização de procedimentos:** elaboração de instruções de trabalho detalhadas para assegurar uniformidade na execução das atividades.
- **Treinamento operacional:** capacitação dos colaboradores, com foco na otimização de técnicas e na eliminação de desperdícios de tempo.
- **Ajustes na sequência de operações:** reorganização do fluxo produtivo para minimizar deslocamentos desnecessários e sobreposição de tarefas.

A implementação dessas ações visa à redução do tempo total de execução das manutenções, aumento da produtividade e melhoria do desempenho operacional, contribuindo para a diminuição do lead time e para o aprimoramento do serviço prestado.

4.5 ANÁLISE DE FLUXO DE VALOR FUTURO

Primeiramente serão apresentadas as melhorias (M) indicadas para posterior construção do Fluxo de Valor Futuro.

4.5.1 M1 - Reestruturação do Fluxo de Comunicação

A análise do VSM atual revelou que as informações entre os setores e as fases do processo eram transmitidas de forma verbal, sem a existência de um fluxo formal de registro. Todas as atualizações eram comunicadas diretamente aos técnicos, sem documentação adequada, o que resultava na ausência de registros históricos dos serviços executados. Esse modelo de transmissão da informação impactava negativamente a produtividade, pois interrompia a atividade dos técnicos no momento da transmissão, reduzindo temporariamente a mão de obra disponível para a execução dos serviços.

Diante disso, foi estabelecido um novo fluxo de comunicação no qual as informações passaram a ser repassadas do setor comercial ao supervisor e à assistente da área operacional. Posteriormente, esses dois responsáveis transmitiam os dados aos técnicos em momentos estratégicos, evitando interrupções desnecessárias na execução dos serviços.

Ademais, nas conversas entre o supervisor e os técnicos, passou a ser realizada uma previsão das baterias em serviço no galpão. A assistente operacional

era então encarregada de atualizar uma planilha , conforme mostra o Quadro 3, com todas as informações pertinentes, garantindo a rastreabilidade dos processos. Essa reformulação da comunicação entre os setores permitiu a estruturação de um fluxo de prioridades, direcionando esforços para equipamentos cuja liberação para faturamento ocorresse de forma mais ágil.

Quadro 4 - Tabela de Prioridades

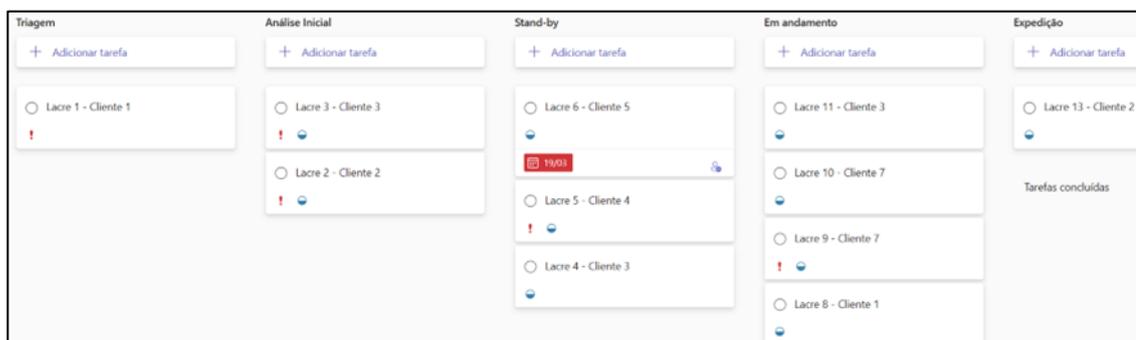
Prioridade de Manutenção - XX/02/2025 à YY/02/2025					
Lacre	Modelo da Bateria	Cliente	Vendedor	Situação	Status
Lacre 1	Modelo 1	Cliente 1	Vendedor A	Triagem	Irá para Análise Inicial
Lacre 2	Modelo 1	Cliente 2	Vendedor A	Análise Inicial	Parecer Inicial
Lacre 3	Modelo 2	Cliente 3	Vendedor C	Análise Inicial	Carregando
Lacre 5	Modelo 2	Cliente 4	Vendedor B	Stand- by	Irá para Manutenção
Lacre 9	Modelo 1	Cliente 7	Vendedor B	Manutenção	Troca de Elemento
Lacre 11	Modelo 3	Cliente 3	Vendedor C	Manutenção	CLEAR
Lacre 8	Modelo 2	Cliente 1	Vendedor A	Manutenção	CLEAR

Fonte: O autor (2025).

4.5.2 M2 - Migração das informações do Trello para o Planner

Para solucionar a primeira questão, iniciou-se a migração do Trello para o Planner, um sistema com funcionalidades semelhantes, mas que proporciona maior controle e acessibilidade aos supervisores sobre as informações dos equipamentos dentro da unidade. As atualizações passaram a ser feitas em tempo real, tanto pelo setor operacional quanto pelo setor comercial, para que todas as informações fossem registradas adequadamente, conforme mostrado na figura 7.

Figura 7 - Exemplo Planner



Fonte: O autor (2025).

Um outro argumento para a mudança do Trello para o Planner diz respeito à utilização de um sistema mais seguro. Com esta mudança, pode-se salvar todos os arquivos anexados no Planner em plataformas online de armazenamento, sem precisar deixar as informações salvas no Trello e no tablet que os técnicos usam para preencher os relatórios, conforme ocorria anteriormente. A recomendação é que a pessoa responsável pela entrada na triagem crie o cartão no Planner com todas as informações necessárias (lacre, cliente, data de chegada) e coloque todos os arquivos de relatórios que serão usados no processo de manutenção das baterias, já armazenados online. No caso do uso do Trello, os técnicos precisavam anexar os relatórios e, sempre que fosse necessário atualizar algum arquivo, o processo envolvia baixá-lo para o tablet, realizar a atualização, excluir o arquivo antigo do Trello e inserir o novo. Esse procedimento gerava retrabalho e consumia muito tempo, pois a cada atualização o processo era repetido da mesma forma.

Paralelamente, tornou-se essencial a capacitação da equipe operacional para assegurar a correta alimentação dos dados no sistema de monitoramento no Trello, evitando a inclusão de informações imprecisas e garantindo a fidedignidade dos registros.

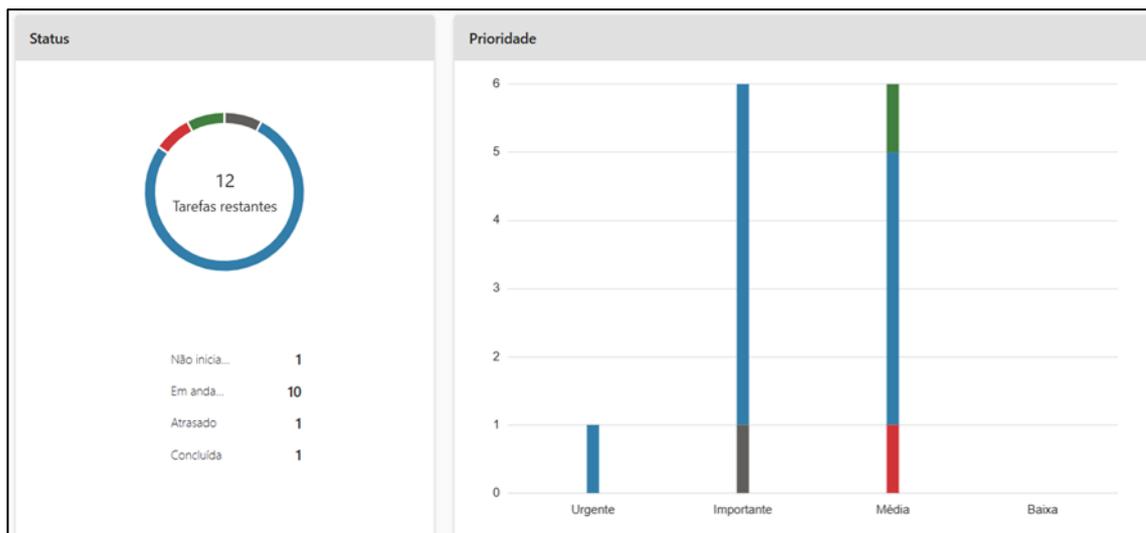
Para garantir um padrão de como as informações deveriam ser inseridas, todas as pessoas que fossem visualizar o processo necessitam estar capacitadas a saber o que está acontecendo e o que foi feito na bateria. Esse ponto é de extrema importância, pois como existem os trabalhos externos, em dados momentos o técnico que executa a manutenção em dada bateria, precisa sair em um serviço externo. Com a padronização e as informações passadas ao supervisor da área e para a assistente, outros técnicos estarão aptos a darem continuidade no serviço, sem perder muito tempo.

Também foi estabelecido que a responsabilidade pela atualização das informações sobre a conclusão dos serviços não seria exclusiva do supervisor operacional, mas também da assistente do setor, permitindo que ambos pudessem realizar esse procedimento em caso de ausência de um deles. Adicionalmente, foi instituído um padrão de registros e auditorias periódicas para minimizar inconsistências nos dados inseridos. E assim ter um processo com melhoria contínua. Desta maneira, os dados são inseridos mais frequentemente no sistema, evitando o

acúmulo de informações no *Planner*, tornando disponível a informação e análises do número real de baterias presentes no sistema, sem divergências com o número de baterias presentes no galpão.

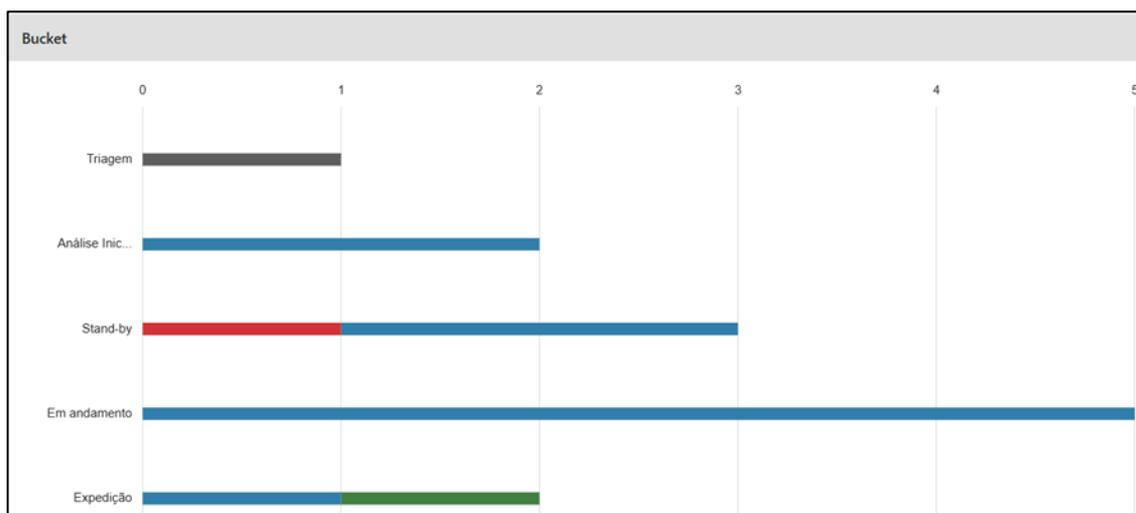
Um dos principais benefícios do *Planner* é sua capacidade de fornecer análises gráficas (Figura 8 e Figura 9) dos cartões em andamento, permitindo a identificação de tendências, prioridades e atrasos. Com a possibilidade de definir datas previstas para conclusão, tornou-se viável monitorar quais equipamentos apresentavam tempo acima do tempo médio de manutenção, possibilitando análises mais precisas e intervenções eficazes. Essa funcionalidade complementou a Cronoanálise, permitindo um planejamento mais eficiente e um controle mais rigoroso sobre os processos.

Figura 8 - Modelo de Gráfico do Planner



Fonte: O autor (2025).

Figura 9 - Modelo de Gráfico do Planner



Fonte: O autor (2025).

O Planner não coloca a legenda das cores no seu gráfico. Logo, identificando as cores do Planner:

- Azul: Cartões inicializados;
- Cinza: Cartão não inicializada;
- Verde: Cartões concluídos;
- Vermelho: Cartões atrasados.

4.5.3 M3 – Obtenção das informações de tempo gasto nas manutenções das baterias

Realizar uma cronoanálise detalhada das etapas do processo de manutenção tem como objetivo busca quantificar o tempo médio de permanência das baterias em cada uma das fases do processo de manutenção. Uma cronoanálise foi realizada a partir da coleta de dados, possibilitando uma visão precisa sobre as variações nos tempos de execução e permitindo a identificação de fases com tempos excessivos ou não justificáveis. O objetivo é compreender como os tempos impactam no desempenho geral do processo e identificar oportunidades para redução de tempos ociosos ou ineficientes.

Para a segunda melhoria identificada, foi desenvolvida uma Cronoanálise na unidade, com o objetivo de quantificar o tempo gasto em cada etapa da manutenção das baterias. Essa análise permitiu determinar um tempo médio de execução para cada fase do processo, identificando padrões normais e eventuais anomalias que

impactam a duração total da manutenção. Um dos pontos cruciais desse estudo foi a definição das prioridades de execução, permitindo que os técnicos colocassem seus esforços conforme a disponibilidade e as demandas operacionais, fornecendo previsões mais precisas para os clientes.

A Cronoanálise foi realizada utilizando cronômetro, papel e caneta, com medições para os dois principais modelos de baterias submetidas a manutenção. Embora os serviços prestados fossem semelhantes, havia diferenças significativas em função das dimensões, tensão e peso dos equipamentos. Para cada modelo, foram realizadas três medições do tempo de execução dos serviços, e, posteriormente, calculou-se a média dessas medições, determinando-se assim um tempo estimado de manutenção. Ressalta-se, contudo, que esse tempo médio serve apenas como referência, pois o nível de desgaste das baterias pode variar, impactando diretamente o tempo necessário para sua recuperação. Os tempos médios são mostrados no Quadro 5.

Quadro 5 - Tempos Médios da Cronoanálise

Fase	Atividades	Tempos Médios
Análise Inicial	Realizar Análise Inicial	00:13:00
Análise Inicial	Realizar Carga Inicial	04:00:00
Análise Inicial	Leitura Pós Carga	00:09:32
Análise Inicial	Realizar Teste de Autonomia Inicial	04:00:00
Análise Inicial	Formular Parecer Técnico	18:32:00
Manutenção	Realizar troca do(s) Elemento(s)	00:53:00
Manutenção	Realizar Neutralização	04:00:00
Manutenção	Realizar Dessulfatação	48:00:00
Manutenção	Realizar Carregamento	04:00:00
Manutenção	Repor Ácido da Bateria	01:10:00
Manutenção	Realizar troca de Cabo, tomada e/ou terminal	02:35:00
Manutenção	CLEAR	04:14:00
Manutenção	Realizar Inspeção de Qualidade	00:15:00

Fonte: O autor (2025).

O conhecimento detalhado do tempo médio gasto em cada etapa da manutenção permitiu identificar equipamentos com tempos de permanência acima do esperado, possibilitando uma análise individualizada e a transmissão de informações precisas ao setor comercial sobre o status dos equipamentos. Dessa forma, os clientes passaram a ser informados sobre eventuais prazos maiores para a conclusão dos serviços, justificando as razões para esses atrasos e aumentando a transparência

no processo.

Outro problema identificado no fluxo operacional foi a dependência de um único colaborador para a triagem das baterias. Caso esse profissional estivesse ausente, o fluxo de triagem não ocorria corretamente, comprometendo a gestão dos equipamentos. Para solucionar essa questão, foi desenhado um novo fluxo de movimentação, no qual tanto o supervisor quanto a assistente do setor operacional passaram a ser responsáveis pela entrada e saída dos equipamentos. Quando não havia sinalização do setor comercial sobre a chegada de novos equipamentos, era realizado um contato telefônico para verificar a origem e as condições dos itens recebidos. Com isso, garantiu-se que o adesivo de identificação e o lacre fossem aplicados imediatamente na chegada da bateria ao galpão. Ademais, para a saída dos equipamentos, reafirmou-se junto ao setor comercial que as baterias prontas deveriam estar devidamente identificadas e que o setor operacional deveria ser informado com antecedência, permitindo o planejamento adequado da movimentação e a redução do tempo de liberação dos equipamentos.

4.5.4 Construção do Fluxo de Valor Futuro

Com base nas melhorias estruturais, na gestão das informações e dos processos operacionais descritos anteriormente, os processos apresentaram maior eficiência, redução de falhas e melhorias dos recursos, contribuindo para o cumprimento dos prazos e a satisfação dos clientes.

A implementação dessas medidas pode não apenas reduzir significativamente o tempo total de manutenção das baterias, permitindo chegar no indicador de 15 dias úteis. Contudo, vale salientar que o tempo será atingido se todos os componentes necessários para manutenção tiver disponível na operação, se a demanda de serviço externo não estiver muito grande e a bateria não precisar de ajustes fora do padrão. Dessa forma, a análise conduzida neste estudo destaca a importância de um controle eficiente do fluxo de manutenção, a relevância da gestão precisa das informações e a necessidade de um planejamento adequado da alocação de mão de obra como fatores determinantes para o sucesso da gestão da unidade.

4.5.4.1 Análise do tempo de ciclo e lead time do VSM Futuro

A análise do novo fluxo de valor (VSM) evidencia uma otimização significativa no processo de manutenção de baterias industriais, refletindo melhorias nos tempos de ciclo, na redução do tempo total de processamento e na organização do fluxo operacional.

O tempo total de produção passou a ser 75 horas, enquanto o tempo total de processamento foi reduzido para 203,66 horas, representando uma expressiva diminuição em relação ao processo anterior, que possuía 1.111,66 horas de processamento total. Essa melhoria sugere que foram implementadas mudanças significativas para aumentar a eficiência do fluxo produtivo.

4.5.4.2 Análise de desempenho

A análise detalhada das etapas do processo com base nos tempos médios identificados permite avaliar os pontos fortes e os desafios que ainda precisam ser enfrentados. Tempos de Ciclo e Lead Time por etapa:

- **Triagem:** Essa fase é responsável por classificar as baterias recebidas, determinando que necessitam de análise mais aprofundada. Pode-se notar que teve uma melhoria no processo e é notório que o fluxo de informação mudou e possibilitou a melhora no tempo;
- **Análise Inicial:** Nessa fase, são realizados testes e diagnósticos iniciais para determinar as condições das baterias e o tipo de manutenção necessário. Houve uma melhoria do tempo de ciclo. Contudo, isso é uma análise com a disponibilidade dos técnicos, pois a ausência de técnico pode aumentar o tempo necessário da análise inicial, pode-se observar na figura que é analisado com a disponibilidade de 5 operadores;
- **Stand-by:** Esta etapa representa um tempo de espera antes que a bateria entre na fase de manutenção. Embora o processo tenha sido otimizado, 62 horas de espera ainda representam um gargalo e indicam que há oportunidades para melhorias no fluxo logístico e na comunicação com o cliente;
- **Manutenção:** Sendo a fase central do processo, em que são realizadas as intervenções necessárias para restaurar as baterias, essa etapa manteve um

tempo de ciclo baixo, o que demonstra uma otimização nas operações internas. Vale ressaltar que foi uma análise feita considerando disponibilidade técnica e que não haverá dificuldades com insumos, e reajuste na manutenção da bateria;

- **Expedição:** Essa etapa representa a liberação da bateria para ser devolvida ao cliente. Embora o tempo de expedição seja reduzido, ele ainda depende da comunicação verbal e da movimentação com empilhadeiras que pode ocorrer risco de falhar de informação. Contudo, esse tempo depende na sua maior parte da comunicação do setor comercial com o cliente, pois os fretes são de responsabilidade dos clientes.

4.5.4.3 Indicadores globais

A análise dos tempos sugere que, apesar da melhoria na organização e na redução dos tempos de processamento, o tempo Stand-by ainda representa um dos maiores desafios do processo:

- Tempo de Produção: 75 horas;
- Tempo Total de Processamento: 203,66 horas;
- Tempo de Espera (Stand-by): 62 horas (representa 30,44% do tempo total do processo).

4.5.4.4 Identificação de ineficiência

A análise detalhada do fluxo operacional permitiu identificar gargalos e oportunidades de otimização no processo.

- Análise do tempo dos equipamentos no galpão: Outro aspecto relevante, identificado a partir da análise dos dados obtidos via Trello, foi o tempo de permanência dos equipamentos no galpão. Nesse sentido, foram estabelecidas duas melhorias fundamentais: a primeira diz respeito à precisão no controle dos equipamentos presentes na unidade e a segunda, à duração real das manutenções. Com a implementação do Planner, será feita a análise dos dados, e posteriormente fazer um painel para verificar o tempo que as baterias estão na unidade e ter o tempo das manutenções.
- Tempo excessivo de espera em Stand-by: A espera antes da manutenção

continua sendo um dos pontos críticos do processo. Esse tempo pode estar relacionado à falta de priorização eficiente das baterias na fila de manutenção ou à dependência de recursos e insumos para a realização dos serviços.

- Dependência de Comunicação Verbal: A troca de informações ainda ocorre por meio de comunicação verbal e manual, o que pode gerar falhas na priorização das baterias e dificultar a rastreabilidade das ordens de serviço. A implementação de um sistema digital de gestão da manutenção pode reduzir significativamente os erros e melhorar a eficiência operacional.
- Movimentação Manual das Baterias: O transporte das baterias entre as etapas é realizado por empilhadeiras, o que pode gerar filas de espera dependendo da disponibilidade dos operadores. Uma melhor coordenação logística pode minimizar esses atrasos.

Em seguida, pode-se destacar processos que agregam pouco valor:

- Longos períodos de espera entre as etapas (Stand-by e Aguardando Análise Inicial): Embora o tempo total do processo tenha sido reduzido, esses tempos de espera ainda representam um percentual elevado da operação. A implementação de um controle mais dinâmico de priorização das baterias pode melhorar a fluidez do fluxo de trabalho.
- Falta de automação no controle de informações: O uso de planilhas manuais e comunicação verbal ainda pode gerar atrasos e falhas na priorização das atividades.

4.5.4.5 Problemas e riscos

A análise do processo identificou alguns riscos que podem comprometer a eficiência da operação:

- Baixa eficiência na gestão da fila de espera: A Stand-by representa 30,44% do tempo total do processo, indicando que a alocação das baterias para manutenção pode não estar sendo feita da maneira mais eficiente.
- Risco de erro operacional por falhas na comunicação: A dependência da comunicação verbal aumenta o risco de erros na priorização, além de dificultar a rastreabilidade do processo. Embora tenha melhorado muito o processo de informação verbais. No nosso processo, a hierarquia dos setores é respeitada,

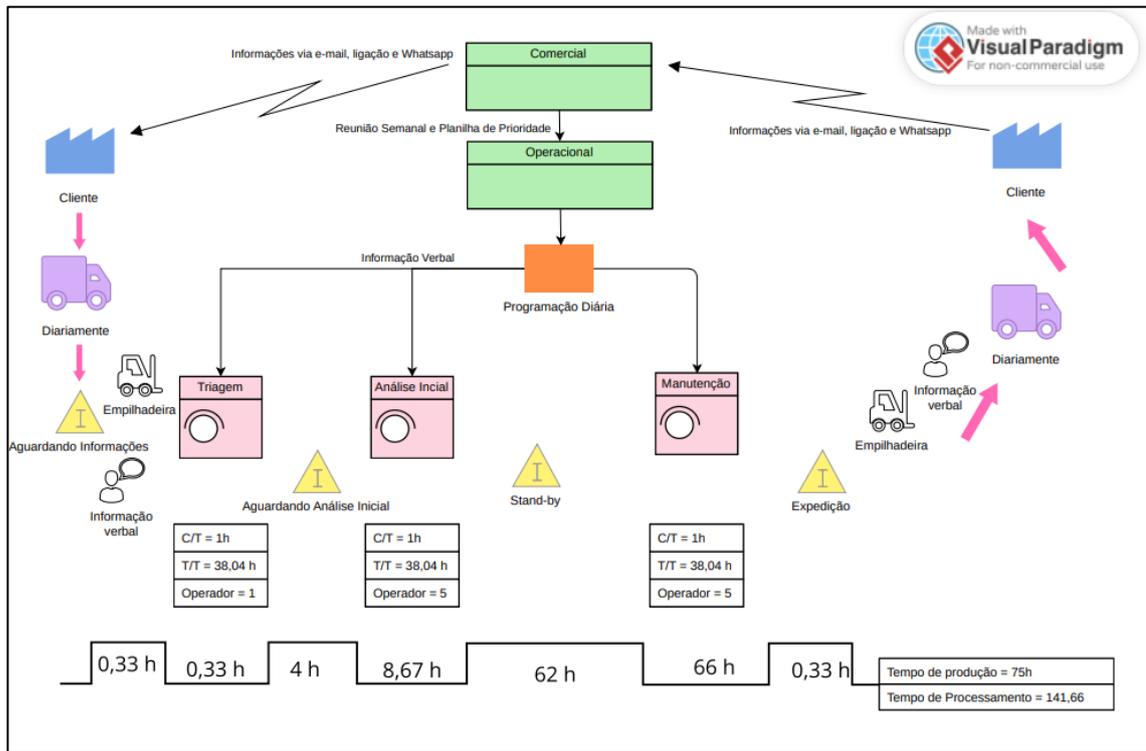
diminuindo com o tempo de conversa e diminuindo o tempo perdido dos técnicos.

- Dependência da movimentação manual para transporte das baterias: Caso haja uma sobrecarga na utilização das empilhadeiras, o processo pode sofrer atrasos devido à indisponibilidade desse recurso.
- Impacto no atendimento ao cliente: Embora o tempo total do processo tenha sido reduzido, ainda há espaço para melhorias que permitam uma maior previsibilidade na entrega das baterias aos clientes.

O mapeamento do fluxo de valor (VSM) futuro (Figura 10) evidenciou uma redução significativa no tempo de processamento, passando de 1.111,66 horas para 203,66 horas, e um tempo de produção reduzido para 75 horas. Essas mudanças indicam avanços importantes na eficiência do processo de manutenção.

No entanto, ainda há desafios a serem superados, principalmente no que se refere ao tempo de espera em Stand-by, que representa 30,44% do tempo total do processo. Além disso, a dependência da comunicação verbal e a movimentação das baterias são fatores que podem comprometer a eficiência e a confiabilidade do sistema. Pois, se não existir técnicos habilitados para fazer as movimentações com a empilhadeira, terá um grande problema, pois não consegue receber nem expedir as baterias. Por isso, a importância da gestão do calendário técnico.

Figura 10 - Mapeamento do Fluxo de Valor Futuro



Fonte: O autor (2025).

4.5.4.6 Melhorias

Para continuação de implementação de ações na melhoria contínua, são sugeridos:

- Implementação de um sistema digital para gestão das ordens de serviço, reduzindo a dependência de comunicação verbal e garantindo maior controle sobre a priorização das baterias.
- Otimização da logística interna, garantindo que as baterias que as movimentações sejam de forma mais eficiente.
- Automação no monitoramento das filas de espera, reduzindo tempos de ociosidade e garantindo maior fluidez no processo.
- Monitoramento das baterias que já estão faturadas e ainda não foram coletadas na empresa.

Com a implementação das melhorias mencionadas, espera-se reduzir ainda mais os tempos de espera e aumentar a previsibilidade do processo, garantindo maior eficiência operacional e qualidade no atendimento aos clientes.

Para o VSM Futuro, foram implementadas as melhorias identificadas no VSM Atual, com ênfase na reformulação da comunicação entre os setores. Um fator relevante evidenciado na análise comparativa dos dois VSMS foi a percepção, por parte da gestão, da necessidade de modificar o fluxo de comunicação. O modelo anterior, baseado na interação direta entre vendedores e técnicos, frequentemente resultava em conflitos interpessoais e favorecimentos. Além disso, informações cruciais nem sempre chegavam ao supervisor da área operacional, comprometendo a gestão eficiente do processo. Diante dessa situação, tornou-se imprescindível a implementação do ciclo PDCA para aprimorar a comunicação.

No primeiro estágio do PDCA, que consiste no planejamento, foi definida a ferramenta a ser utilizada e estabelecido o fluxo das informações. Após diversas reuniões entre os supervisores dos setores comercial e operacional, foi desenvolvida uma planilha de prioridades. O supervisor comercial passou a se reunir com sua equipe para definir as prioridades de manutenção, repassando essas informações ao supervisor operacional, que, por sua vez, as transmite à assistente do setor operacional, responsável por alimentar a planilha.

Em seguida, foi implementada uma rotina de conferência diária da planilha, com atualizações realizadas no início do expediente e após o intervalo do almoço. Esses momentos foram escolhidos estrategicamente para não interferir no fluxo de trabalho dos técnicos. A ação contínua adotada consiste na manutenção constante da planilha com informações atualizadas. Contudo, ainda se observa que o sistema permanece excessivamente manual, e alguns colaboradores encontram dificuldades na adaptação ao novo fluxo. Em algumas situações, a comunicação direta com os técnicos persiste, representando um desafio a ser ajustado ao longo do processo de adaptação.

Como parte do aprimoramento, foi conduzida uma iniciativa Kaizen, na qual foram documentados o funcionamento da planilha de prioridades e o fluxo de informações. Embora não tenha sido possível mensurar, por meio de dados concretos, a redução do tempo anteriormente perdido com interrupções para atualizações verbais, essa melhoria é perceptível no ambiente de trabalho. Os colaboradores do setor operacional relatam sentir-se mais confortáveis no desempenho de suas atividades, sem interrupções constantes. Já no setor comercial, alguns profissionais

ainda estão se ajustando à nova estrutura, mas, com o tempo, demonstram aceitação e adaptação progressiva.

Outro benefício identificado com a implementação do fluxo de prioridades foi a redução no tempo de espera das baterias para o início do processo de manutenção. A redução foi de 90%, no VSM Atual o tempo de espera é em média de 40,1 horas, já no VSM Futuro é de 4 horas. Os técnicos passaram a atuar de forma mais direcionada e assertiva, focando nos equipamentos que exigem maior urgência para faturamento e retirada pelos clientes. Dessa forma, evita-se a dispersão do trabalho em múltiplas baterias simultaneamente, garantindo maior eficiência no processo. Quando as baterias prioritárias já estão em andamento e se encontram em fases do processo que exigem tempo de espera, como carregamento ou dessulfatação, os técnicos direcionam seus esforços para equipamentos de menor prioridade, otimizando o tempo produtivo.

Para o processo de análise inicial das baterias, foi estipulado um prazo médio de quatro dias, desde a chegada da unidade até a conclusão dessa etapa, permitindo a transição para a fase de stand-by. Além disso, foi estabelecido um rodízio semanal entre os colaboradores, designando um responsável pela execução das análises iniciais. Esse procedimento assegura que as prioridades sejam respeitadas e que as baterias em análise inicial também recebam a devida atenção dentro do fluxo operacional.

Outra melhoria implementada foi a comunicação interna sobre a chegada e a saída de caminhões na unidade. Esse ajuste visou reduzir o tempo de movimentação dos equipamentos, tornando o processo mais eficiente e preciso. Com essa nova abordagem, o atendimento ao cliente ou à transportadora tornou-se mais ágil e dinâmico, contribuindo para uma experiência mais positiva e profissional. Embora as informações ainda sejam repassadas por meio de ligações telefônicas ou mensagens via WhatsApp, a organização desse fluxo já apresenta impactos positivos na eficiência operacional.

Quando um cliente se dirige à unidade para retirar baterias, estas já estão previamente identificadas, com toda a documentação fiscal devidamente preparada. Ademais, o operador responsável pela movimentação das baterias com a

empilhadeira já recebe a informação antecipadamente, agilizando o processo e reduzindo o tempo ocioso. Esse aprimoramento resultou em um Kaizen na etapa de expedição e recebimento das baterias, tornando o fluxo significativamente mais eficiente. Embora a contagem exata do tempo economizado ainda não tenha sido mensurada, os colaboradores envolvidos confirmam a maior fluidez do processo.

Essas iniciativas refletem a busca contínua pela otimização dos processos operacionais e pelo aumento da eficiência na comunicação interna. Apesar de alguns desafios na adaptação, os benefícios já são perceptíveis, proporcionando maior organização, redução de conflitos e melhor aproveitamento do tempo dos técnicos e supervisores. A implementação dessas melhorias demonstra um avanço significativo na gestão operacional, promovendo um ambiente de trabalho mais produtivo e estruturado.

Dentre os aspectos já implementados, destaca-se o fluxo de prioridades e de disseminação da informação. No entanto, ainda são necessários alguns ajustes para aprimorar a automatização da atualização das informações. Atualmente, observa-se que a realização de reuniões periódicas entre os supervisores é essencial para garantir alinhamento e eficácia na tomada de decisões.

Com o objetivo de otimizar a gestão de dados e permitir uma análise mais eficiente das informações, está em desenvolvimento uma visualização no Power BI. Essa solução visa consolidar o conjunto de dados e informações gráficas em uma interface única, atualizada de maneira contínua e organizada. Além disso, essa visualização permitirá o acompanhamento das atualizações de datas, garantindo maior controle sobre os processos e prazos estabelecidos.

Outro ponto que já foi implementado e que trouxe impactos positivos nos resultados foi a adoção da metodologia 5S no setor operacional. A aplicação desse conceito mostrou-se fundamental para a organização e padronização das atividades, contribuindo significativamente para a melhoria do ambiente de trabalho. A metodologia foi aplicada conforme os cinco princípios:

- **Seiri (Senso de Utilização):** Consistiu na organização do setor operacional, mantendo apenas as ferramentas e materiais realmente necessários para a execução das atividades. No setor de manutenção, foram mantidas

exclusivamente as baterias que estavam efetivamente em processo de manutenção, evitando o acúmulo de unidades que aguardavam peças, o que anteriormente comprometia o espaço disponível e aumentava o tempo de movimentação dos itens.

- **Seiton (Senso de Ordenação):** Foi realizada uma reorganização do layout da área operacional, garantindo que todas as ferramentas estivessem armazenadas em locais apropriados e de fácil acesso. Essa medida resultou em maior eficiência na execução das tarefas e redução do tempo de busca por materiais e equipamentos.
- **Seiso (Senso de Limpeza):** Instituiu-se a prática de limpeza semanal, realizada às sextas-feiras, abrangendo a higienização das bancadas de trabalho e do piso da área operacional. Esse processo contribuiu para a manutenção da organização e da segurança do ambiente de trabalho.
- **Seiketsu (Senso de Padronização):** Foram definidos padrões para o armazenamento de ferramentas e posicionamento das baterias dentro da área operacional. Além disso, foi ampliado o corredor de circulação, facilitando a movimentação dos itens e melhorando a fluidez do trabalho.
- **Shitsuke (Senso de Disciplina):** A conscientização da equipe sobre a importância da organização e limpeza do ambiente foi um dos principais desafios. No entanto, a implementação dessa cultura organizacional resultou em maior comprometimento dos colaboradores com a manutenção dos padrões estabelecidos, contribuindo para a otimização dos processos operacionais.

Outro aspecto que ainda não foi plenamente implementado, mas que está em fase de análise para mensuração do seu impacto, refere-se à disponibilidade técnica para os serviços internos e externos. Observou-se que, em diversos momentos, a alocação desbalanceada de técnicos entre serviços externos e internos causava atrasos nas operações, comprometendo a eficiência do setor. Dessa forma, torna-se essencial compreender a dinâmica dessas atividades e estabelecer critérios para a distribuição da equipe, considerando a urgência dos serviços.

Atualmente, no início de cada mês, é realizado um levantamento dos serviços externos previstos, permitindo a organização das datas mais adequadas para sua execução e a definição dos técnicos responsáveis. Com essa abordagem, é possível calcular a disponibilidade percentual dos técnicos na unidade e, ao longo do mês,

gerenciar eventuais demandas emergenciais. A existência de uma agenda consolidada de atendimentos possibilita a tomada de decisões mais estratégicas, evitando que os serviços externos impactem negativamente os serviços internos.

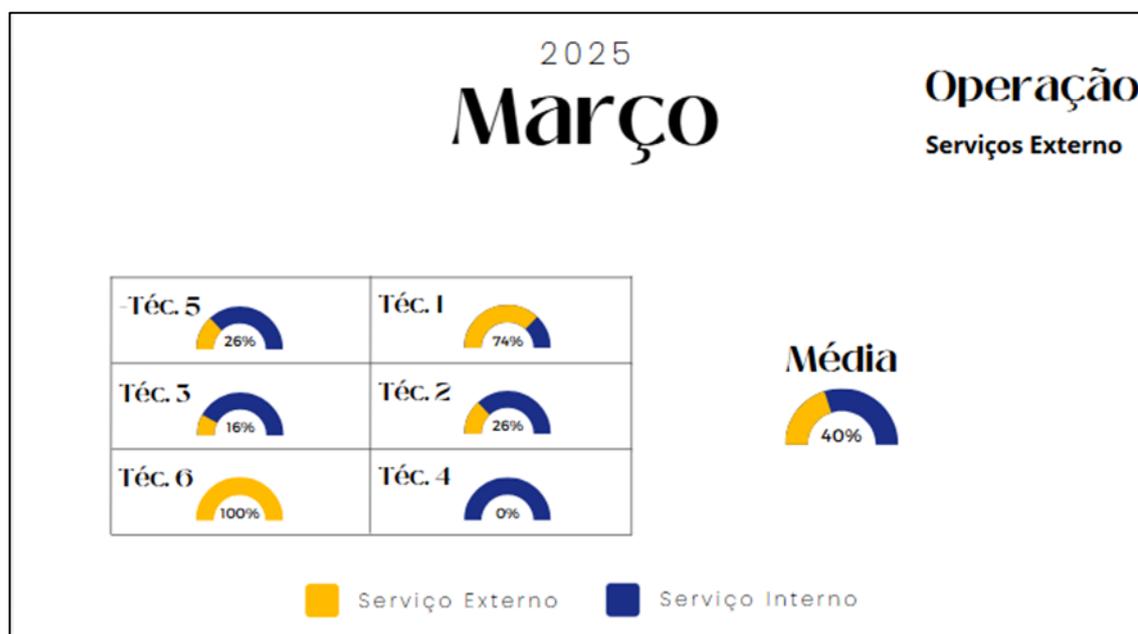
Adicionalmente, identificou-se a necessidade de manter, no mínimo, um técnico alocado permanentemente na unidade para garantir a continuidade das atividades de manutenção interna. Esse aspecto ainda está em fase de desenvolvimento, mas já se reconhece sua relevância para a fluidez dos processos operacionais. Como parte desse aprimoramento, foi criado um calendário técnico (Figura 11), que permite a visualização detalhada da distribuição dos técnicos entre serviços internos e externos. Além disso, foi implementada a visualização de operação de baterias, para cada técnico, conforme Figura 12. Essa ferramenta tem se mostrado essencial para a otimização da gestão de recursos humanos e para o aprimoramento do planejamento operacional da empresa.

Figura 11 - Calendário Técnico



Fonte: O autor (2025).

Figura 12 - Porcentagens de Serviços Externos



Fonte: O autor (2025).

A partir da análise detalhada do processo de manutenção de baterias industriais utilizando o Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) e técnicas de análise de dados, foi possível identificar gargalos e propor melhorias que resultaram em uma operação mais eficiente e estruturada. Inicialmente, o fluxo de trabalho apresentava falhas significativas na comunicação entre os setores, falta de documentação formal dos processos e dificuldades no rastreamento das baterias ao longo das etapas. A ausência de um sistema padronizado para a transmissão de informações impactava negativamente a produtividade, gerando retrabalho e atrasos.

Com a implementação das melhorias, diversas mudanças foram estabelecidas para otimizar o fluxo operacional. O primeiro passo foi a criação de um fluxograma detalhado que permitiu a visualização clara das etapas do processo, facilitando a identificação de ineficiências e a comunicação entre os setores. Além disso, a reformulação do fluxo de comunicação garantiu que as informações fossem repassadas de forma estruturada, reduzindo as interrupções no trabalho dos técnicos e aumentando a rastreabilidade das baterias em manutenção.

Uma das iniciativas mais importantes foi a transição do Trello para o Planner, proporcionando maior controle e segurança na gestão das informações. Com essa mudança, foi possível armazenar dados de maneira centralizada e acessível, eliminando a necessidade de retrabalho na atualização de arquivos e garantindo que

todos os envolvidos no processo tivessem acesso a informações atualizadas em tempo real. A padronização dos registros e a definição de responsabilidades na atualização dos dados contribuíram para a confiabilidade e consistência das informações registradas.

Além disso, a implementação de um fluxo de prioridades possibilitou a otimização do tempo de permanência das baterias no galpão. Ao estabelecer um cronograma de análise inicial e um rodízio entre os colaboradores para essa tarefa, foi possível reduzir o tempo de espera e direcionar os esforços para equipamentos de maior urgência. Esse aprimoramento permitiu uma melhor gestão dos recursos, garantindo que as baterias fossem processadas de maneira mais ágil e eficiente.

Outro avanço relevante foi a reformulação da comunicação interna sobre a chegada e saída de caminhões na unidade. Esse ajuste reduziu o tempo de movimentação dos equipamentos, tornando o processo de expedição mais ágil e organizado. Agora, as baterias destinadas à retirada já estão previamente identificadas, com a documentação fiscal pronta e os operadores devidamente informados sobre as movimentações, minimizando atrasos e aumentando a eficiência logística.

Por fim, a implementação do ciclo PDCA e de iniciativas Kaizen consolidou a cultura de melhoria contínua dentro da operação. A documentação dos processos, a realização de auditorias periódicas e a capacitação da equipe garantiram que as mudanças fossem sustentáveis a longo prazo. Apesar de alguns desafios iniciais na adaptação ao novo fluxo de comunicação, os benefícios se tornaram perceptíveis no ambiente de trabalho, com maior organização, redução de conflitos e melhor aproveitamento do tempo dos colaboradores.

De acordo com o quadro 4, pode-se visualizar o que foi implementado, o que está sendo implementado e o que será para futuras implementações.

Quadro 6 - Melhorias do Processo

Processos	MFV Atual	MFV Futuro	Situação
Tempo de Ciclo	SIM	SIM	Implementado
Tempo de Processamento	SIM	SIM	Implementado
Custo Médio de Bateria em Manutenção	NÃO	NÃO	Não Implementado
Custo de Ociosidade	NÃO	NÃO	Não Implementado
Gestão de Informação	SIM	SIM	Implementado
Painel Visual	SIM	NÃO	Em andamento
Disponibilidade Técnica	NÃO	SIM	Implementado
Fluxo de Informação	NÃO	SIM	Em andamento
Fluxograma	NÃO	SIM	Implementado

Fonte: O autor (2025).

4.5.4.7 Utilização de KPI's

A manutenção de baterias industriais é um processo complexo, que envolve diversas etapas desde a chegada do equipamento até sua liberação para o cliente. Como qualquer fluxo produtivo, esse processo está sujeito a ineficiências operacionais, como tempos excessivos de espera, gargalos produtivos, falhas de comunicação e retrabalho. A falta de controle sobre esses fatores pode impactar diretamente a produtividade, qualidade e rentabilidade do serviço prestado.

Com base na análise do VSM e nos tempos de ciclo de cada etapa do processo, identificou-se que há um elevado tempo de espera em determinadas fases, como no stand-by e expedição, que impactam negativamente o lead time total da manutenção. Além disso, a predominância da comunicação verbal entre setores pode gerar falhas no repasse de informações, dificultando a priorização das atividades e aumentando o tempo médio de ciclo.

Diante desse cenário, torna-se essencial a implementação de KPIs (*Key Performance Indicators*) para monitorar a eficiência operacional e identificar pontos de melhoria. Esses indicadores ajudarão a mensurar o tempo médio de ciclo e lead time, permitindo que a gestão tome decisões baseadas em dados concretos para otimizar o processo. Os principais KPIs adotados no estudo são apresentados como segue:

- **Demandas dos clientes:** são as necessidades de entregas do serviço durante o mês vigente.

- Demanda mensal: de 20 baterias
- Demanda semanal: 5 baterias
- Demanda diária: 1 bateria
- **Tempo Médio de Ciclo (Cycle Time - CT)**: Mede o tempo necessário para concluir cada etapa do processo, desde a triagem até a expedição.
 - **Objetivo**: Reduzir o tempo de ciclo sem comprometer a qualidade da manutenção.
- **Lead Time Total do Processo (LT)**: Mede o tempo total desde a chegada da bateria até sua entrega ao cliente.
 - **Objetivo**: Reduzir o tempo de espera e otimizar a produtividade.
- **Custo Médio por Bateria Manutenção**: Mede o custo médio gasto por bateria durante o processo de manutenção.
 - **Objetivo**: Reduzir desperdícios e otimizar os custos operacionais.
- **Custo de Ociosidade**: Mede o impacto financeiro do tempo ocioso no processo de manutenção
 - **Objetivo**: Identificar e reduzir o impacto de atrasos no fluxo produtivo.

A respeito dos KPI's CT e LT que foram usados nos VSM, já foi possível ter uma visualização do seu resultado. Contudo, esses indicadores têm que continuar sendo monitorados, para buscar evoluir cada vez mais.

Os KPIs de custo das baterias e tempos ociosos já foram definidos como indicadores a serem utilizados no monitoramento do processo, porém ainda estão em fase de implementação. Em especial, o indicador de custo da bateria foi estabelecido com base nas análises dos dados, que evidenciaram o tempo real de manutenção das baterias e a ausência de uma gestão estruturada do processo. Essa lacuna na gestão impossibilitava a verificação da cobertura dos custos operacionais e da margem de lucro esperada, comprometendo a precisão financeira e estratégica das operações.

Depois da análise do mapeamento do VSM Atual e da análise dos dados do Trello, foi identificada a necessidade de ter um indicador que fosse mostrado o tempo médio que as baterias passam em manutenção.

Contudo, ainda se encontra em processo de montagem o painel para a visualizando do tempo médio e da quantidade de baterias em sistema e processas de acordo com o *Planner*. Com a montagem do painel do Planner, será integrado uma contagem que permite monitora quanto tempo a bateria passou em espera até inicializar o processo que mostra quando foi a última movimentação, que será integrado com a lista de prioridades.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere ao mapeamento detalhado do fluxo de valor do processo de manutenção de baterias industriais, foi possível identificar todas as etapas que compõem o ciclo de manutenção, desde a entrada da bateria até sua liberação final. A aplicação do VSM permitiu destacar quais atividades agregam valor e quais representam desperdícios, evidenciando gargalos e ineficiências que impactam na produtividade do processo. O envolvimento da equipe foi fundamental para garantir a precisão dos dados coletados, pois a experiência prática dos colaboradores proporcionou insights valiosos sobre as atividades realizadas. Uma das principais dificuldades encontradas foi a resistência inicial de alguns funcionários à mudança nos métodos de trabalho, bem como a necessidade de padronização na coleta das informações.

A realização da cronoanálise detalhada das etapas do processo de manutenção possibilitou a quantificação do tempo médio de permanência das baterias em cada fase do processo. Esse estudo revelou variações nos tempos de execução e permitiu identificar etapas que apresentavam tempos excessivos, possibilitando a definição de ações corretivas para minimizar atrasos e ociosidade. A equipe desempenhou um papel essencial ao registrar os tempos com precisão e fornecer feedback sobre as possíveis causas das variações. O principal desafio enfrentado foi a dificuldade em coletar dados de forma sistemática e contínua, visto que o processo de manutenção pode sofrer interferências externas, como urgências e variações na demanda.

A aplicação de ferramentas de análise de dados para monitorar e visualizar KPIs possibilitou a construção de um sistema de acompanhamento mais eficiente. Foram definidos indicadores como tempo médio de manutenção, quantidade de baterias processadas e tempo de espera entre etapas, permitindo um monitoramento contínuo do desempenho operacional. A equipe se envolveu ativamente na interpretação dos dados, contribuindo para a identificação de padrões e tendências. Entretanto, a integração dos dados coletados em um sistema automatizado ainda representa um desafio, pois a coleta manual pode ser suscetível a erros e atrasos na atualização das informações.

Com relação à classificação e distinção das atividades que agregam e não agregam valor ao processo, a metodologia Lean Manufacturing foi aplicada para identificar etapas que poderiam ser otimizadas ou eliminadas. Foi possível evidenciar tempos de espera, movimentações desnecessárias e retrabalhos que impactavam diretamente na eficiência do processo. O envolvimento dos operadores e gestores foi essencial para essa análise, pois possibilitou um diagnóstico mais preciso das atividades executadas. A principal dificuldade encontrada foi a necessidade de mudança cultural na organização, uma vez que algumas práticas ineficientes estavam enraizadas no fluxo de trabalho há anos.

Por fim, a proposta de soluções para melhoria contínua e otimização do fluxo de trabalho resultou em recomendações práticas para reduzir desperdícios e aumentar a produtividade da manutenção de baterias. Entre as propostas sugeridas, destacam-se a reorganização do layout de trabalho para reduzir deslocamentos desnecessários, a implementação de checklists padronizados para garantir a uniformidade das inspeções e a sugestão de adoção de um sistema automatizado para o registro e análise dos tempos de manutenção. Apesar dos avanços, a implementação dessas melhorias ainda pode ser aprimorada, principalmente no que diz respeito à adoção de tecnologias para digitalização dos registros e integração dos dados em tempo real.

Dessa forma, os objetivos do estudo foram atingidos, proporcionando uma visão detalhada do processo de manutenção de baterias industriais e sugerindo caminhos para sua otimização. O envolvimento da equipe foi um fator determinante para o sucesso da pesquisa, e os desafios encontrados reforçam a necessidade de um compromisso contínuo com a melhoria dos processos e a adaptação a novas práticas de gestão.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, David J. **Kanban: successful evolutionary change for your technology business**. Blue hole press, 2010.

BARNES, RM **Estudo de Movimentos e Tempos: Projeção e Medida do Trabalho**. São Paulo: Edgard Blücher, 1977.

BRUNET, AP; NEW, S. **Kaizen no Japão: Um estudo empírico** . **International Journal of Operations & Production Management** , v. 23, n. 12, p. 1426-1446, 2003.

CHAUDHURI, S.; DAYAL, U.; NARASAYYA, V. **An overview of business intelligence technology**. *Communications of the ACM*, v. 54, n. 8, p. 88-98, 2011.

FONTELLES, Mauro José et al. **Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa**. Rev. para. med, 2009.

FURTADO, João Carlos; KIPPER, Liane Mahlmann; PRADELLA, Simone. **Gestão de processos: da teoria à prática**. São Paulo: Atlas, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HINES, P.; RICH, N. As sete ferramentas de mapeamento do fluxo de valor. **International Journal of Operations & Production Management** , v. 17, n. 1, p. 46-64, 1997.

HIRANO, Hiroyuki. **5S para o ambiente de trabalho: um guia prático para melhoria contínua**. São Paulo: Makron Books, 1996.

IMAI, M. **Kaizen: A chave para o sucesso competitivo do Japão** . Nova York:

McGraw-Hill, 1986.

JURAN, Joseph M. **Juran's Quality Handbook**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2000.

LAW, AM **Modelagem e análise de simulação**. 5. ed. Nova York: McGraw-Hill, 2015.

LIKER, Jeffrey K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Bookman Editora, 2021.

MATOS, MC; SILVA, AR; SOUZA, PH **Aplicação do Kaizen na melhoria dos serviços de saúde: um estudo de caso em hospital público brasileiro**. *Revista Gestão e Saúde*, v. 2, pág. 45-62, 2020.

MICROSOFT. *Microsoft Planner: Gerencie tarefas com sua equipe*. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/planner/microsoft-planner>. Acesso em: 13 abr. 2025.

MICROSOFT. *Descrição do serviço do Microsoft Planner*. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/office365/servicedescriptions/project-online-service-description/microsoft-planner-service-description>. Acesso em: 13 abr. 2025.

MICROSOFT. *Comece a usar o Microsoft Planner*. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/comece-a-usar-o-microsoft-planner-fe43c972-5a95-4071-86d4-423a64a3b21e>. Acesso em: 13 abr. 2025.

MICROSOFT. *Publicar conteúdo no Microsoft Planner*. Disponível em: <https://support.microsoft.com/pt-br/office/publicar-conteúdo-no-microsoft-planner-b997067e-91cd-4635-b260-6c2a335bd1fd>. Acesso em: 13 abr. 2025.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1997.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

RICHARDSON, Roberto Jarry. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São

Paulo: Atlas, 1999.

ROTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a enxergar: Mapeamento do fluxo de valor para agregar valor e eliminar desperdícios**. Brookline: Lean Enterprise Institute, 2003.

SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia Produção**. Nova York: Productivity Press, 1989.

SILVA, F. J. G.; ALVES, C. A. **Indústria 4.0: Aplicações de tecnologias emergentes para a gestão de processos industriais**. *Revista Produção Online*, v. 19, n. 4, p. 1227-1250, 2019.

SLACK, Nigel et al. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2009.

TRELLO. **Gestão de projetos sem confusão**. Disponível em: <https://trello.com/pt-BR/use-cases/project-management>. Acesso em: 2 abr. 2025.

TRELLO. **O que é o Trello: conheça funções, usos e muito mais**. Disponível em: <https://trello.com/pt-BR/tour>. Acesso em: 2 abr. 2025.

TRELLO. **Trello para gestão de projetos**. Disponível em: <https://trello.com/pt-BR/explore/trello-for-project-management>. Acesso em: 2 abr. 2025.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

WOMACK, JP; JONES, DT **A mentalidade enxuta nas empresas: eliminar o desperdício e criar riqueza**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.