



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LEANDRA DUTRA MALAGUÊTA VIEIRA

**PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS DE MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN:** Estudo de caso em uma
fábrica de acumuladores de energia

Caruaru
2024

LEANDRA DUTRA MALAGUÊTA VIEIRA

**PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS DE MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN:** Estudo de caso em uma
fábrica de acumuladores de energia

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 da Produção

Orientadora: Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente, DSc.

Caruaru

2024

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

Vieira, Leandra Dutra Malagueta .

Proposta de estratégias de melhoria de processos produtivos através da aplicação da metodologia Kaizen: Estudo de caso em uma fábrica de acumuladores de energia / Leandra Dutra Malagueta Vieira. - Caruaru, 2024. 37, tab.

Orientador(a): Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Engenharia de Produção, 2024. Inclui referências.

1. Metodologia Kaizen. 2. Metodologia 5G. 3. Padrões Operacionais. 4. Melhoria de Processos. 5. Indústria de acumuladores de energia. I. Clemente, Thárcylla Rebecca Negreiros . (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

LEANDRA DUTRA MALAGUETA VIEIRA

**PROPOSTA DE ESTRATÉGIAS DE MELHORIA DE PROCESSOS PRODUTIVOS
ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA KAIZEN:** Estudo de caso em uma
fábrica de acumuladores de energia

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: 16/10/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Augusto José da Silva Rodrigues (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Lucimário Gois de Oliveira Silva (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me abençoado tanto, me dado força para percorrer toda essa caminhada e enfrentado todas as dificuldades de cabeça erguida, por ter me dado paciência e discernimento para chegar até aqui.

Agradeço aos meus pais, Daisy Dutra e Luiz Aurélio por sempre ter me incentivado nos estudos e embarcado nesse sonho de me tornar engenheira, sempre me apoiando e me proporcionando o melhor que eles poderiam me dar.

As minhas irmãs Layane Malagueta e Lais Malagueta por sempre me acolherem, me passarem energias positivas, paciência e compreensão.

Agradeço a minha avó Maria do Carmo por sempre está presente, me apoiando e cuidando de mim.

Agradeço ao meu Esposo, Ítalo Santos que sempre me apoia para que enfrente meus desafios e me motiva para crescer cada vez mais.

À minha orientadora, Thárcylla Rebecca, pela orientação, paciência, dedicação e ensinamentos preciosos que foram essenciais para a realização deste trabalho. Sua orientação foi de extrema importância para o desenvolvimento e conclusão desta pesquisa.

Aos meus colegas de curso Laura Patrícia e Jameson Carvalho, pela amizade e pelo compartilhamento de conhecimentos e experiências que tornaram a jornada mais leve e prazerosa.

Agradeço aos colaboradores da empresa que ajudaram no meu desenvolvimento, em especial a Tiago Leal que esteve comigo em toda a construção desse projeto, pela parceria, compartilhamento de conhecimentos e experiências.

RESUMO

A metodologia Kaizen, conhecida por promover melhorias contínuas e eliminar desperdícios, tem se mostrado uma ferramenta poderosa para aumentar a produtividade e a eficiência nas linhas de produção. A fábrica de acumuladores de energia, objeto deste estudo, enfrenta desafios significativos em relação à produtividade de sua linha de produção. Identifica-se uma série de obstáculos que impedem o fluxo contínuo e eficiente do processo de fabricação, resultando em atrasos na produção, aumento dos custos operacionais. O presente trabalho tem como objetivo propor estratégias eficazes de aplicação da metodologia Kaizen aliada em uma linha de produção na fábrica de acumuladores de energia. Foi adotada uma abordagem mista de pesquisa aplicada, combinando métodos qualitativos e quantitativos para investigar a aplicação da metodologia Kaizen em conjunto com a abordagem 5G. A aplicação da metodologia 5G permitiu uma observação minuciosa do local de trabalho, examinando fisicamente o processo e comparando os dados coletados com os padrões operacionais ideais. Este estudo se configura como um estudo de caso, o que permite uma análise detalhada e contextualizada dos processos produtivos, a identificação de gargalos e a implementação de soluções práticas e eficazes através das ferramentas da qualidade para otimização dos processos da indústria em estudo. As melhorias implementadas resultaram em uma significativa redução no tempo de ciclo, de 22% do valor inicial.

Palavras-chave: Metodologia Kaizen; Metodologia 5G; Padrões Operacionais; Melhoria de Processos; Indústria de Acumuladores de Energia.

ABSTRACT

The Kaizen methodology, known for promoting continuous improvement and eliminating waste, has proven to be a powerful tool for increasing productivity and efficiency in production lines. The energy accumulator factory, the subject of this study, faces significant challenges regarding the productivity of its production line. Several obstacles have been identified that hinder the continuous and efficient flow of the manufacturing process, resulting in production delays and increased operational costs. This study aims to propose effective strategies for applying the Kaizen methodology in a production line within the energy accumulator factory. A mixed applied research approach was adopted, combining qualitative and quantitative methods to investigate the application of the Kaizen methodology in conjunction with the 5G approach. The application of the 5G methodology allowed for a thorough observation of the workplace, physically examining the process and comparing the collected data with ideal operational standards. This study is configured as a case study, which allows for a detailed and contextualized analysis of production processes, the identification of bottlenecks, and the implementation of practical and effective solutions through quality tools to optimize the processes in the industry under study. The implemented improvements resulted in a significant reduction in cycle time, by 22% from the initial value.

Keywords: Kaizen Methodology; 5G Methodology; Operational Standards; Process Improvement; Energy Accumulator Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Estrutura básica de um diagrama de Ishikawa	14
Figura 2 –	Metodologia da Pesquisa	22
Figura 3 –	Etapas de fabricação do produto	25
Figura 4 –	Mapeamento das máquinas	25
Figura 5 –	Resultado da cronoanálise	26
Figura 6 –	Tempo de Espera	27
Figura 7 –	Cronoanálise dos cabeçotes	28
Figura 8 –	Aplicação do 5W1H	29
Figura 9 –	Brainstorming	29
Figura 10 –	Diagrama de Ishikawa	30
Figura 11 –	Análise das causas raízes	30
Figura 12 –	Proposta dos Limitadores	31
Figura 13 –	Teste do adaptador	32
Figura 14 –	Passagem da bateria	33
Figura 15 –	Comparação dos resultados	33
Figura 16 –	Tempo médio de ciclo após as melhorias	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	JUSTIFICATIVA	10
1.2	OBJETIVOS	10
1.3	ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	GESTÃO DE MELHORIA CONTÍNUA	12
2.2	FERRAMENTAS DA GESTÃO DA QUALIDADE	13
2.3	FILOSOFIA KAIZEN	13
2.4	METODOLOGIA 5G	18
2.5	CRONOANÁLISE.....	19
2.6	O PROBLEMA DE MELHORIA DE PROCESSOS EM INDÚSTRIAS ..	19
3	METODOLOGIA	22
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	22
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	22
4	APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE GESTÃO PARA MELHORIA DE PROCESSOS EM UMA INDÚSTRIA	24
4.1	CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA	24
4.2	ANÁLISE DOS PROCESSOS.....	25
4.3	APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 5G.....	27
4.4	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA REAL.....	28
4.5	PROPOSTA DO PLANO DE AÇÃO PARA CORREÇÃO DO PROBLEMA	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	35
5.1	CONCLUSÕES	35
5.2	LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Um dos fundamentos e princípios básicos em busca de eficiência e melhoria contínua é a obsessão filosófica por excelência. Peter Drucker (1963) disse: “a eficiência é fazer certo as coisas; a eficácia é fazer as coisas certas”. Com isso, os grandes gestores viram no Kaizen uma poderosa ferramenta para desenvolver o sistema produtivo e consequentemente, inovar.

O Kaizen, que é uma filosofia que surgiu no Japão, destaca a necessidade de melhoria contínua e de que todos os funcionários sejam capazes de identificar e corrigir problemas. Segundo Masaaki Imai, um dos principais defensores e divulgadores do Kaizen, “a chave para o sucesso do Kaizen está na participação ativa de todos, desde o chão de fábrica até a alta direção” (IMAI, 1986).

No contexto de uma fábrica de acumuladores de energia, no segmento de baterias a otimização dos processos de produção é essencial para garantir a competitividade e a sustentabilidade no mercado. Na linha de produção pode ocorrer vários contratempos que quando não detectados influenciam diretamente na produtividade e eficiência.

A empresa em estudo vem enfrentando dificuldades para obter um processo contínuo em um determinado modelo de bateria. Visto que ela possui um tempo de processamento mais lento em determinada etapa de fabricação, reduzindo sua capacidade de entregar mais baterias. No estudo, serão analisados os processos de produção, focando na aplicação das metodologias Kaizen e 5G para identificar e solucionar problemas na máquina, que apresenta elevado tempo de ciclo.

Para Deming (1990), o método Kaizen, consiste num processo de melhoria contínua, importante para a maioria das empresas que buscam solucionar seus problemas de forma rápida e objetiva, sobretudo com a finalidade de produzir itens com qualidade. Em complemento, a metodologia 5G tem como propósito a visita ao local do problema e observação direta das condições problemáticas para auxiliar na análise e aplicação de ferramentas de apoio à gestão (De Queiroz et al., 2018).

Por essa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo propor estratégias eficazes de aplicação da metodologia Kaizen em uma linha de produção na fábrica de acumuladores de energia, visando a melhoria significativa da produtividade e a identificação de oportunidades para otimização dos processos industriais.

1.1 JUSTIFICATIVA

No cenário competitivo atual, as empresas precisam buscar constantemente formas de melhorar seus processos produtivos para se manterem relevantes e eficientes. A metodologia Kaizen, conhecida por promover melhorias contínuas e eliminar desperdícios, tem se mostrado uma ferramenta poderosa para aumentar a produtividade e a eficiência nas linhas de produção.

Muitas vezes uma melhoria nas fábricas não se tem direcionadores claros, planejamento ou ações que de fato tratam e identificam a causa-raiz do problema e sim “uma melhoria pela melhoria”. Isso leva a uma perda de recursos, tempo e investimento. A metodologia aplicada ajuda a aumentar a competitividade, reduzir custos e promover a sustentabilidade das operações ao eliminar desperdícios e otimizar processos. Além disso, essa abordagem permite que a empresa se adapte melhor às mudanças tecnológicas, desenvolva uma cultura de melhoria contínua, tenha um ganho de 2.400 baterias, melhore a qualidade dos produtos e atenda às crescentes demandas por eficiência no setor energético.

Quando se investe mais esforço no planejamento de um projeto, reduzem-se as probabilidades de ocorrência de ações falhas e retrabalhos, ao passo que aumentam as chances de alcançar sucesso e replicar o projeto em uma escala ampliada. Espera-se que este trabalho exemplifique a aplicação prática da ferramenta Kaizen no aumento da produtividade, resultando na redução de custos e contribuindo de forma significativa para alcançar resultados sustentáveis e replicáveis.

1.2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral: propor estratégias eficazes de aplicação da metodologia Kaizen em uma linha de produção na fábrica de acumuladores de energia. Para alcançar o objetivo geral, são definidos os objetivos específicos que seguem:

- Investigar o contexto organizacional em estudo;
- Descrever metodologias de gestão capazes de otimizar os parâmetros dos processos produtivos da organização em estudo;
- Aplicar metodologias de gestão de melhorias;
- Analisar os resultados;

- Elaborar recomendações de melhorias dos processos para a gestão da organização em estudo.

1.3 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho é formado por cinco capítulos descritos como segue:

- No Capítulo 1 é apresentada a Introdução com a ideia inicial da oportunidade do estudo com a exposição da justificativa e dos objetivos geral e específicos;
- No Capítulo 2 é apresentada a Fundamentação Teórica em que os principais conceitos relacionados ao desenvolvimento do trabalho são explorados;
- O Capítulo 3 apresenta a Metodologia adotada para a elaboração do presente trabalho;
- O Capítulo 4 apresenta a aplicação de ferramentas de gestão proposta pela metodologia, bem como a seção de discussão dos resultados obtidos;
- O Capítulo 5 apresenta as considerações finais.

Por fim, são listadas as referências bibliográficas utilizadas como base teórica para a construção do presente trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão apresentados os principais conceitos relacionados ao desenvolvimento teórico do presente trabalho. Esses conceitos envolvem a apresentação da gestão de melhoria contínua, ferramentas da gestão da qualidade, filosofia Kaizen, metodologia 5G, e o problema de melhoria dos processos industriais.

2.1 GESTÃO DE MELHORIA CONTÍNUA

Para que as empresas consigam alcançar o objetivo da melhoria contínua, é essencial adotar uma abordagem estratégica e bem estruturada. Conforme Caffyn e Bessant (1996), a melhoria contínua é um processo que abrange toda a organização e está centrado na inovação incremental e constante.

O diferencial entre empresas pode estar no seu grau de implementação da melhoria contínua, uma prática que não pode ser simplesmente replicada por outras. Esses diferentes níveis de maturidade são cruciais para orientar as organizações, permitindo identificar seu estado atual e os objetivos futuros. Isso é feito através da avaliação das habilidades e comportamentos presentes e daqueles que se pretende desenvolver. As etapas da estrutura de maturidade em melhoria contínua são descritas por Caffyn et al. (1996) como:

- Nível 1 (melhoria contínua natural): a organização não possui habilidades essenciais ou comportamentos-chave. No entanto, pode haver atividades de melhoria esporádicas, como a resolução ocasional de problemas.
- Nível 2 (melhoria contínua formal): A organização começa a implementar mecanismos capacitadores e evidencia que alguns comportamentos-chave estão sendo conscientemente adotados. As características comuns deste nível incluem a solução sistemática de problemas, o treinamento no uso de ferramentas simples de melhoria contínua e a introdução de métodos apropriados para estimular o envolvimento.
- Nível 3 (melhoria contínua dirigida para a meta): Neste nível, a organização está confiante em suas habilidades, e os comportamentos de suporte se tornam normativos. A resolução de problemas é orientada para ajudar a empresa a alcançar suas metas e objetivos, com monitoramento eficaz e sistemas de medição eficientes.

- Nível 4 (melhoria contínua autônoma): A melhoria contínua se torna amplamente autodirigida, com indivíduos e grupos promovendo atividades sempre que surgem oportunidades.
- Nível 5 (capacidade estratégica em melhoria contínua): A organização possui um conjunto completo de habilidades e os comportamentos que as reforçam se tornam rotinas estabelecidas. Muitas das características atribuídas a uma "organização de aprendizado" estão presentes.

Ao longo dos níveis, a organização constrói habilidades básicas e desenvolve normas comportamentais necessárias para a melhoria contínua.

2.2 FERRAMENTAS DA GESTÃO DA QUALIDADE

Coutinho et al. (2010) acredita que o propósito principal do uso das ferramentas é detectar os problemas mais significativos por meio de análises apropriadas, com o objetivo de encontrar a melhor solução para eles. Exemplos das ferramentas da gestão da qualidade mais comumente utilizadas são: fluxograma, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, abordagem 5W1H, Brainstorming, e abordagem dos 5 porquês.

2.2.1. Fluxograma

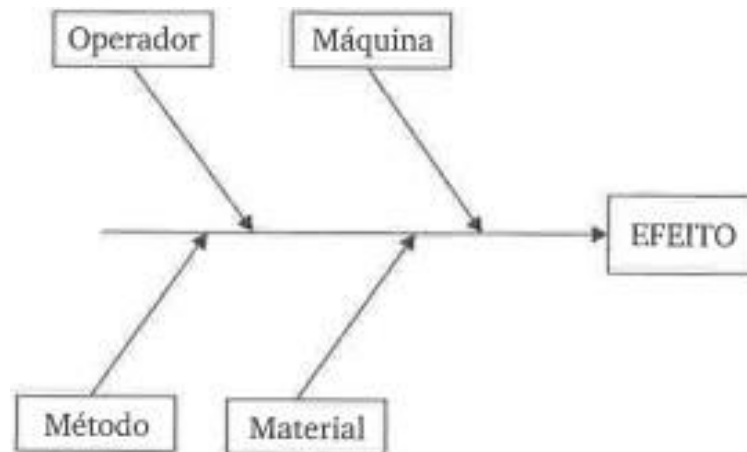
O fluxograma é uma ferramenta gráfica que ilustra as etapas de um processo, facilitando a compreensão rápida do fluxo de atividades. Pode ser aplicado na análise de processos em curso e é conhecido por várias denominações, como gráfico de procedimentos, gráfico de processos, fluxo de pessoas e papéis, e fluxo de documentos (LUCINDA, 2010).

2.2.2 Diagrama de Ishikawa

Segundo Carpinetti (2012, p. 83), o diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito, "foi desenvolvido para representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejado do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema e para a determinação das medidas que deverão ser adotadas."

A representação na Figura 1 ilustra a estrutura do diagrama de Ishikawa, no qual as causas de um efeito específico são categorizadas em quatro grupos principais: método, máquina, material e mão de obra ou operador.

Figura 1 – Estrutura básica de um diagrama de Ishikawa



Fonte: CARPINETTI, 2012, p.83

Inicialmente, define-se claramente o problema em questão. Em seguida, são identificadas e agrupadas as causas em suas categorias já mencionadas anteriormente. Cada causa identificada é então conectada à categoria correspondente por meio de linhas, proporcionando uma visualização clara das relações entre causas e efeitos. Essa análise sistemática permite não apenas compreender a complexidade do problema, mas também priorizar as causas mais significativas para direcionar ações corretivas eficazes e melhorias contínuas no processo.

2.2.3 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é um gráfico de barras que classifica as frequências das ocorrências do maior para o menor, permitindo a priorização dos problemas. Ele é utilizado para identificar as causas ou problemas mais significativos. O processo de elaboração envolve os seguintes passos:

- Selecionar os problemas a serem comparados e estabelecer uma ordem de prioridades para análise;
- Escolher um critério de comparação;
- Definir um período para análise;
- Coletar os dados necessários para cada categoria;

- Comparar a frequência ou impacto de cada categoria em relação às outras;
- Listar as categorias no eixo horizontal da esquerda para a direita, em ordem decrescente;
- Desenhar barras cuja altura corresponda aos valores das variáveis para cada categoria selecionada.

Esse processo resulta em uma representação visual simples que facilita a focalização dos esforços na análise de problemas (VIEIRA, 2014).

Essa ferramenta é frequentemente chamada de 80/20, indicando que 80% dos efeitos advêm de apenas 20% das causas. Em outras palavras, a maioria dos problemas geralmente causa pouco impacto, pois são considerados triviais ou irrelevantes, enquanto uma quantidade menor de problemas pode gerar perdas significativas, sendo classificados como essenciais ou vitais.

2.2.4 Abordagem 5W1H

Envolve o planejamento detalhado de todas as ações requeridas para alcançar um resultado específico, similar a um check-list, uma vez que deve seguir a metodologia dos seis passos (MESQUITA; VASCONCELOS, 2009).

Corrêia (2005) apresenta a seguinte definição para o 5W1H:

- What (O que): definir o que será realizado;
- When (Quando): definir quando será realizado;
- Who (Quem): definir quem irá realizar;
- Where (Onde): definir onde será realizado;
- Why (Por que): definir por que será feito;
- How (Como): detalhes de como será realizado; através desse método é possível ter uma abordagem geral do processo proporcionando soluções para problemas em sequência.

2.2.5 Brainstorming

De acordo com Moreira (2008), o brainstorming é descrito como um processo focado na geração de ideias sobre um tema específico. Esta ferramenta, caracterizada por sua simplicidade, facilita a troca de ideias em um ambiente descontraído e favorável, sem a necessidade de formalidades ou conceitos técnicos.

Essa ferramenta facilita a geração de ideias e pensamentos ao criar um ambiente aberto, onde cada colaborador pode contribuir livremente.

2.2.6 Abordagem dos 5 Porquês (5 WHY)

Essa é uma ferramenta prática de resolução de problemas, criada por Taiichi Ono, o fundador do Sistema de Produção Toyota. Ela envolve fazer a pergunta "Por quê?" cinco vezes consecutivas para identificar a causa principal de um problema.

O método dos 5 Porquês é uma técnica científica empregada no Sistema de Produção Toyota para descobrir a causa raiz de um problema, que muitas vezes está oculta sob sintomas evidentes (Ohno, 1997).

2.3 FILOSOFIA KAIZEN

De origem japonesa, a palavra "Kaizen" significa "mudar para melhor". Foi criado por Masaaki Imai e hoje é reconhecido pelo mundo como uma filosofia de melhoria contínua. Em 1985, o autor fundou o *Kaizen Institute Consulting Group* com o objetivo de auxiliar as empresas na implementação do sistema e ferramentas de melhoria contínua. O marco impulsionador para o desenvolvimento da metodologia foi o contexto que o Japão enfrentou a partir dos anos 1945.

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão enfrentou uma crise econômica profunda após perder a guerra. As empresas japonesas estavam em desvantagem em relação aos seus concorrentes internacionais, especialmente os americanos, que tinham acesso a tecnologias mais avançadas e recursos financeiros mais abundantes. No entanto, em vez de se renderem às dificuldades, as empresas japonesas enfrentaram esses desafios com criatividade e inovação.

Masaaki Imai (1990), traz uma abordagem sobre como o Japão conquistou uma vantagem competitiva significativa naquela época:

"Depois da Segunda Guerra Mundial, a maioria das empresas japonesas tiveram que começar literalmente do princípio. Diariamente novos desafios apareciam aos gerentes e trabalhadores, cada dia significava um progresso, implicado num processo sem fim. Desta forma, sempre existirá algo na operação a ser questionado e requestionado a fim de que possa ser melhorado, sempre assim o Kaizen se converteu numa forma de vida. As ferramentas que ajudaram a elevar o conceito Kaizen

foram apresentadas no Japão ao término da década de 1950 e seus princípios em 1960 para gestores de qualidade como W. E. Deming e J. M. Juran; porém, a maioria dos novos conceitos, sistemas e ferramentas que hoje são frequentemente utilizados, também foram desenvolvidos no Japão com a implantação das melhorias qualitativas no controle estatístico de qualidade e no controle total da qualidade da década de 1960.”

Segundo a visão de Masaaki Imai (2022):

"A crise do petróleo nos anos 70 foi um ponto de virada para muitas empresas no Ocidente quando perceberam que as empresas japonesas estavam a enfrentar este período de turbulência com maior facilidade. A competitividade das empresas japonesas intrigou muitas equipes de gestão de topo fora do Japão; algumas até suspeitavam que as empresas japonesas tinham uma forma mágica, mística ou misteriosa de trabalhar. Contudo, a história da Toyota Motor Corporation demonstra claramente que foram desenvolvidos métodos de melhoria contínua ao longo de muitas décadas. Depois de estudar estas práticas, fiquei convencido do poder transformador da melhoria contínua como uma metodologia sistemática - KAIZEN. Devido à minha visão e experiência únicas, aproveitei a oportunidade para introduzir o KAIZEN ao resto do mundo."

O Kaizen tem como objetivo a melhoria contínua, valoriza que nenhum dia pode se passar sem que alguma melhoria tenha acontecido seja ela na estrutura da empresa ou no indivíduo. Sua metodologia traz resultados em um curto espaço de tempo e sem grandes investimentos onde conseguimos cada vez mais resultados, apoiados no trabalho e cooperação entre um grupo determinado pela direção da empresa com propósito de alcançar as metas (IMAI, 1994).

Sob essa perspectiva, IMAI (1990) enfatiza que "é o esforço coletivo que fortalece a empresa e a torna mais competitiva", especialmente diante do contexto atual de crise. É responsabilidade da liderança da empresa promover a melhoria contínua e estar atenta às necessidades dos funcionários, mas estes também devem ser proativos para trabalhar em harmonia. Dessa forma, o autor orienta dez mandamentos que direcionam a metodologia Kaizen:

1. O desperdício deve ser eliminado;
2. Melhorias graduais devem ser feitas continuamente;

3. Todos os colaboradores devem estar envolvidos, sejam gestores do topo e intermediários, ou pessoal de base, pois o Kaizen não é elitista;
4. É baseado numa estratégia barata, acreditando que um aumento de produtividade pode ser obtido sem investimentos significativos. Não se aplicam somas astronômicas em tecnologias e consultores;
5. Aplica-se em qualquer lugar, e não somente dentro da cultura japonesa;
6. Apoia-se numa gestão visual, numa total transparência de procedimentos, processos, valores, torna os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos;
7. Focaliza a atenção no local onde se cria realmente valor, ou seja, o chão de fábrica;
8. Orienta-se para os processos;
9. Dá prioridade às pessoas, acredita que o esforço principal de melhoria deve vir de uma nova mentalidade e estilo de trabalho das pessoas (orientação pessoal para a qualidade, trabalho em equipe, cultivo da sabedoria, elevação do moral, autodisciplina, círculos de qualidade e prática de sugestões individuais ou de grupo); e,
10. O lema essencial da aprendizagem organizacional é: aprender fazendo.

O Kaizen proporciona o aprendizado de habilidades para trabalhar de maneira eficiente, resolver problemas, documentar e aprimorar processos, além de coletar e analisar dados. Fornecer produtos de qualidade a preços acessíveis, é crucial que as empresas adotem filosofias que se concentrem em métodos alternativos para “identificar e eliminar todos os tipos de desperdício que não agregam valor aos clientes e aumentam os custos”, conforme explicado por Masaaki Imai (1990). Dessa forma, a flexibilidade da metodologia Kaizen permite que outras metodologias sejam empregadas para auxiliar o processo gerencial em busca da excelência operacional, como a metodologia 5G.

2.4. METODOLOGIA 5G

Segundo Castro (2023), o 5G é um método que utiliza observação factual para restabelecer as condições padrão básicas, definidas pelo projeto de engenharia do processo. Seu objetivo é restaurar essas condições fundamentais e abordar principalmente as perdas esporádicas. Essa ferramenta deve ser aplicada sempre que

ocorrer um problema, sendo acessível a todos os envolvidos no processo para resolver anomalias. Além disso, o método 5G deve ser empregado exclusivamente para verificar a conformidade com o padrão estabelecido, sem realizar avaliação da causa raiz ou sugestão de soluções. Cada G possui um significado:

- Gemba - ir ao local onde o problema ocorre;
- Gembutsu - examinar os materiais envolvidos no problema;
- Genjitsu - descrever precisamente e quantificar o problema (checar fatos e dados);
- Genri - princípios mecânicos e físicos que regem a operação (comparar com a teoria);
- Gensoku - padronização da operação;

2.5. CRONOANÁLISE

A cronoanálise, também conhecida como estudo dos movimentos, é aplicada para examinar as atividades realizadas diariamente nas empresas, independentemente do setor ou área. Seu objetivo principal é otimizar e padronizar tarefas. Essa ferramenta permite registrar e analisar o tempo necessário para a execução de um processo específico, possibilitando uma compreensão mais detalhada do fluxo de produção. Além disso, ela auxilia na identificação de gargalos ao longo do processo, facilitando a elaboração de métodos mais eficientes para realizar as operações de trabalho (Rocha & Navarro, 2014).

2.6. O PROBLEMA DE MELHORIA DE PROCESSOS EM INDÚSTRIAS

SANTOS, C. P. D. (2019) propõem medidas para diminuir as falhas de garantia dos acumuladores elétricos de chumbo-ácido em uma empresa líder no setor de autopeças, utilizando a metodologia Kaizen. O objetivo é aprimorar o processo de selagem durante a montagem dos acumuladores elétricos, com foco na melhoria da qualidade por meio da integração de técnicas tradicionais de controle de qualidade com os princípios do *World Class Manufacturing*. Esse enfoque permitiu identificar e analisar as causas das não conformidades, propondo soluções para reduzir ou eliminar esses problemas durante o processo produtivo. O Kaizen demonstrou ser eficaz ao gerar ações de melhoria para os diversos aspectos envolvidos, como máquinas, processos e materiais.

De Queiroz e De Oliveira (2018) demonstram como a metodologia Kaizen e o ciclo PDCA contribuem para o gerenciamento eficaz da linha de produção, visando alcançar zero defeito e implementar contramedidas eficazes. Utilizou-se uma abordagem de pesquisa-ação com a metodologia Kaizen para monitorar a linha de produção. Após identificar uma oportunidade de melhoria no processo, foram aplicadas ferramentas da qualidade como brainstorming, gráfico de Pareto, diagrama de causa e efeito, 5W2H (plano de ação), 5G's e diagrama de Gantt, culminando na implementação completa do ciclo PDCA.

Correia (2023) implementou a metodologia Kaizen em uma empresa de acumuladores elétricos localizada no Agreste pernambucano, com o objetivo de aprimorar a gestão de estoque de baterias tracionárias. A pesquisa envolveu a coleta de dados por meio de entrevistas semiestruturadas com colaboradores dos setores responsáveis pela estocagem, além de observação participante e registro em diário de campo. Como principais resultados da pesquisa, a aplicação do Kaizen, juntamente com ferramentas da qualidade e os métodos da Curva ABC, Classificação PQR e metodologia 5G, possibilitou melhorias significativas na gestão de estoque.

Silva (2022) enfatiza a importância das metodologias de melhoria contínua, como o *World Class Manufacturing*, os Eventos Kaizen e a metodologia 5G, na identificação e resolução de dificuldades operacionais que impactam o cumprimento de padrões e na busca por oportunidades de aprimoramento. Essas abordagens são cruciais para os colaboradores que visam eliminar desperdícios e aumentar a performance organizacional. O sucesso dessas iniciativas depende de um estudo aprofundado dos problemas e da abordagem das verdadeiras causas raízes, garantindo decisões eficazes e focadas na resolução dos problemas de processo para eliminar perdas. Este estudo demonstra o uso das ferramentas de qualidade dentro do WCM para investigar completamente um problema de processo, desdobrando até as causas raízes influenciadoras das perdas associadas.

O presente estudo tem como objeto de análise uma fábrica de acumuladores de energia que enfrenta desafios significativos em relação à produtividade de sua linha de produção. Identifica-se uma série de obstáculos que impedem o fluxo contínuo e eficiente do processo de fabricação, resultando em atrasos na produção e aumento dos custos operacionais. Esses problemas podem incluir tempos de ciclo prolongados, excesso de movimentação de materiais, baixa utilização de equipamentos e

inconsistências na mão de obra. A partir desse contexto, desenvolve-se a oportunidade deste estudo.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos para a realização do presente trabalho, bem como sua classificação de pesquisa.

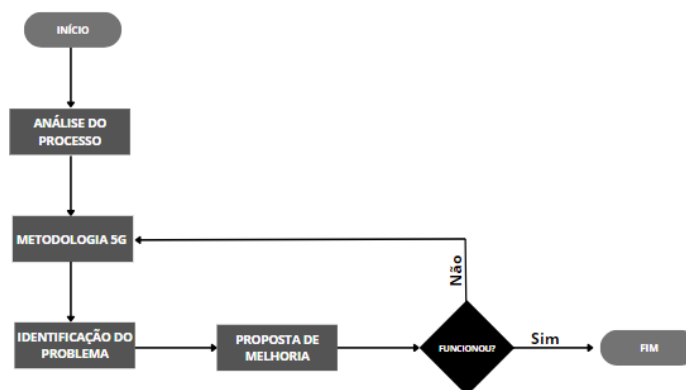
3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Neste Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), foi adotada uma abordagem mista de pesquisa aplicada, combinando métodos qualitativos e quantitativos para investigar a aplicação da metodologia Kaizen em conjunto com a abordagem 5G em uma fábrica de acumuladores de energia. Por meio de entrevistas com operadores e supervisores, e da análise de dados quantitativos como tempos de ciclo, buscou-se compreender os desafios enfrentados na linha de produção e identificar oportunidades de melhoria. Além disso, foi realizada uma revisão da literatura para embasar teoricamente nossas análises e propostas. Este estudo se configura como um estudo de caso, focando especificamente na fábrica em questão, o que permite uma análise detalhada e contextualizada dos processos produtivos, a identificação de gargalos e a implementação de soluções práticas e eficazes através das ferramentas da qualidade para otimização dos processos industriais.

3.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo foi iniciado com a análise do processo (Figura 2) através da cronoanálise para mapear os tempos de ciclo das máquinas na linha de acabamento.

Figura 2 – Metodologia da Pesquisa



Fonte: Autoria própria

Após a identificação do gargalo, aplicou-se a metodologia 5G a fim de examinar e entender o processo da máquina com fatos e dados, gerando informações para identificação do problema através das ferramentas da qualidade 5W1H, Brainstorming, Ishikawa, Abordagem dos 5 Porquês.

Com o problema identificado, será proposta a implementação das melhorias e realizada uma nova análise para saber se as melhorias foram suficientes para atingir o objetivo. Caso os resultados obtidos não seja o esperado, será analisado novamente com a metodologia 5G e reiniciado todo o processo até que o resultado seja o esperado.

4 APLICAÇÃO DE METODOLOGIAS DE GESTÃO PARA MELHORIA DE PROCESSOS EM UMA INDÚSTRIA

4.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

A indústria em que o estudo foi realizado, tem seu segmento na fabricação de acumuladores de energia. Possui mais de 60 anos de história, tem mais de 1000 funcionários, com várias unidades fabris espalhadas pelo país e uma na Argentina. Esta companhia não só atende ao mercado nacional, mas também possui uma robusta presença internacional. Procurando atender as demandas nacionais e internacionais com uma variedade de produtos em diferentes segmentos da indústria automobilística, ferroviária, naval além de redes de telefonia. Exemplifica bem a importância do esforço coletivo na busca por competitividade.

O processo produtivo macro para confeccionar uma bateria é composto por três setores. A Figura 3 ilustra a sequência das operações. A primeira etapa, a montagem onde é montado os insumos da bateria dentro de sua caixa, nesse processo é acoplada dentro da caixa da bateria as placas positivas e negativas que são fixadas e a caixa da bateria recebe sua tampa através de uma selagem. Em seguida, na formação ocorre a conversão do material ativo presente nas placas. Nas placas positivas, o PbSO_4 é convertido em dióxido de chumbo (PbO_2), enquanto nas placas negativas, o PbSO_4 é convertido em chumbo metálico esponjoso (Pb). Para iniciar esse processo, as baterias montadas são preenchidas com uma solução de ácido sulfúrico, $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq})$, e organizadas em bancos para o processo de injeção de carga, conhecido como formação. Para auxiliar na dispersão do calor gerado durante as reações e por ser uma reação exotérmica que libera calor durante a reação é necessário que as baterias são submersa até a metade por água. Elas são conectadas em circuitos, cuja quantidade depende do tamanho do banco de formação. Em seguida, uma fonte externa transfere energia elétrica para as baterias de maneira monitorada e controlada, iniciando assim as reações de carga e a transformação eletroquímica do material ativo das placas. Por fim, na etapa de acabamento ela recebe um pouco de solução para nivelar o que foi perdido no processo anterior. É testada, rotulada e embalada. Esta última etapa será o objeto de estudo do presente trabalho.

Figura 3 – Etapas de fabricação do produto



Fonte: Autoria própria

No setor produtivo responsável pelo acabamento, a bateria já está com seus componentes inseridos na montagem e recarregada no processo de formação, nesse momento ela irá passar pelos testes de nível de solução, vazamento, é lavada, passa pelo teste de condutividade, recebe os insumos finais, é embalada e segue para os trâmites da expedição.

Serão investigadas maneiras de otimizar o processo desta linha de acabamento, identificando qual máquina representa o gargalo e quais ações serão implementadas para resolver essa questão. O motivo do setor escolhido ser o acabamento consiste que a bateria já está com todos os insumos necessários assim sendo um processo mais custoso para empresa.

4.2 ANÁLISE DOS PROCESSOS

Alinhado com as metas da empresa em aumentar a produtividade das linhas de produção. Foi necessário identificar qual é o gargalo do processo. Através da cronoanálise, onde o primeiro ponto foi mapear as máquinas e entender os processos que serão representados, conforme a Figura 4.

Figura 4 – Mapeamento das máquinas



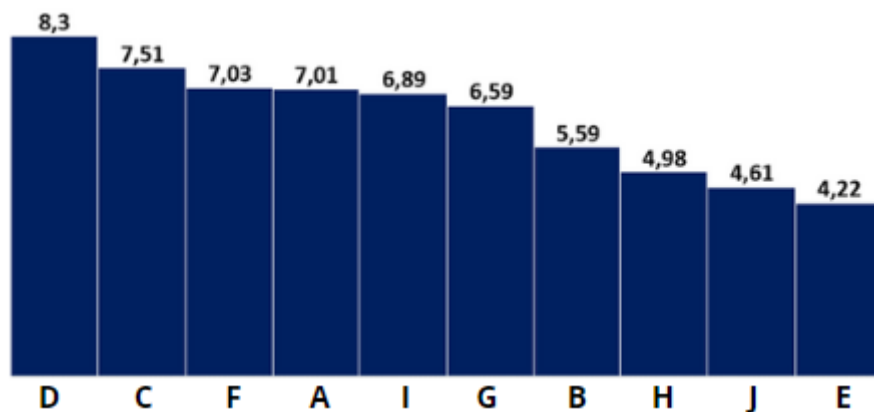
Fonte: Autoria própria

Após o mapeamento foi calculado o número de ciclos a serem cronometrados que resultou em 10 amostras. Foram realizadas filmagens de todas as máquinas da linha, cada máquina tinha seu tempo de ciclo específico a ser iniciado e parado a gravação.

Hopp e Spearman (2001) definem o tempo de ciclo como o intervalo médio entre a entrada de um item no início da linha de produção até sua entrada no inventário final. Para os fins deste projeto, é mais apropriado definir o tempo de ciclo como o período necessário para a realização de um processo específico, contando desde a saída do produto do processo anterior até sua conclusão no processo atual.

Todas as máquinas da linha foram filmadas com 10 amostras, a sequência utilizada foi considerada a ordem de produção da bateria, conforme a Figura 4. Em uma planilha eletrônica foram registradas as cronometragens através das filmagens, onde foram filmados seus ciclos que resultou nos seguintes tempos de ciclo representados pela Figura 5, onde as máquinas foram nomeadas na sequência do alfabeto.

Figura 5 – Resultado da cronoanálise

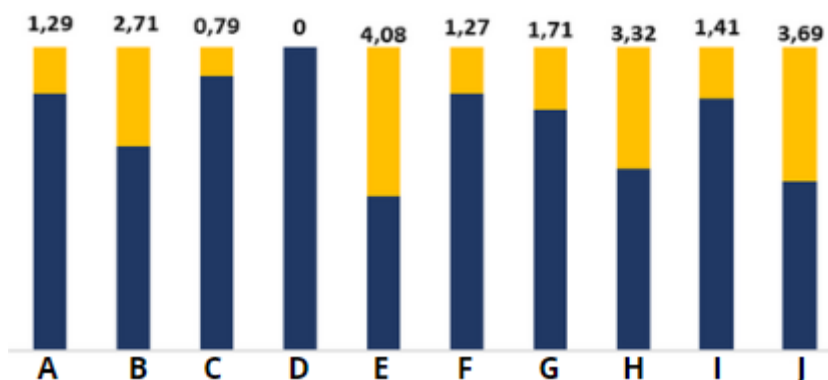


Fonte: Autoria própria

Constatou-se que a máquina D é o gargalo da linha. Segundo Chase (1995), o gargalo é o componente que limita o desempenho ou capacidade de todo o sistema de produção. Como a máquina D possui o maior tempo de ciclo, ela limita a capacidade das demais impedindo uma maior produtividade, por esse motivo será nossa máquina designada ao estudo. Para uma melhor análise foi realizado a diferença de tempo entre as máquinas dispostas na linha, menos o tempo da máquina D (Figura 6).

Após o cálculo é possível perceber qual o tempo de espera (coluna amarela) que as demais máquinas ficam ociosas esperando a máquina D produzir uma bateria.

Figura 6 – Tempo de Espera



Fonte: Autoria própria

4.3 APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 5G

Com o problema descoberto, o próximo passo foi consultar o Gemba, que significa "local real" em japonês (IMAI, 1990), refere-se ao local onde o trabalho é realmente realizado. Foi observado o local e identificado o posto de trabalho D que é o teste de vazamento.

Em seguida, iniciou-se o Gembutsu onde deve-se examinar o objeto e acompanhar o processo. Foi observado que o sistema do teste de vazamento atende seu objetivo de rejeitar baterias fora do especificado, mas requer um elevado tempo para conclusão do seu ciclo, tornando-se a máquina gargalo da linha, impactando assim na produtividade da mesma. Devido a esse elevado ciclo é causado um acúmulo de baterias na esteira de entrada, que ficam aguardando para serem testadas. Ao analisar o processo a equipe percebeu um elevado tempo de subida do cabeçote e um elevado tempo para a bateria ser liberada pelos stop e alguns componentes fora da sua condição básica.

Ao checar os fatos e dados (Genjitsu), através da análise do tempo médio da linha (Figura 5), pode-se verificar que a máquina C fica 0,79 segundos ociosa esperando o processo do teste de vazamento acabar. Com base nisso, perde-se 2.400 baterias/mês, considerando o ciclo da produção. Para validar a percepção do tempo de subida do cabeçote, realizou-se um estudo por meio de cronoanálise dos cabeçotes. Que sobem e descem para realizar o teste de vazamento, eles sobem para a bateria chegar ao ponto de testagem e baixam para realizar o teste. Ao analisar os

dados (Figura 7), é possível constatar que os tempos de subida e descida dos cabeçotes são diferentes.

Figura 7 – Cronoanálise dos cabeçotes

Cabeçote	Descida	Subida	Total
Direito	0.84 seg.	1.03 seg.	1.87 seg.
Esquerdo	0.55 seg.	0.67 seg.	1.22 seg.
Diferença	0,29 seg.	0,36 seg.	0,65 seg.

Fonte: Autoria própria

Outra Informação analisada foi a programação setada no painel da máquina, onde o tempo de liberação da bateria estava em 0,6 segundos e o tempo para realizar o teste estava de 0,5 segundos.

Comparando com a teoria (Genri), o teste de vazamento consiste no processo onde as baterias são testadas para identificar possíveis vazamentos após a selagem da bateria na máquina C sem tempo de espera. Se a bateria estiver conforme o especificado pelo padrão de qualidade, ela segue o fluxo para as próximas etapas, caso contrário, é rejeitada devido a não conformidade identificada.

Em seguida, o Gensoku trata dos seguimentos dos padrões, onde há a verificação da existência dos padrões disponíveis e se estão sendo seguidos, porém podem ser melhorados.

4.4 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA REAL

Após a análise 5G foi aplicado o 5W1H a fim de estabelecer o fenômeno (Figura 8) que o processo de verificação da selagem por meio de teste de vazamento apresenta um elevado tempo de subida do cabeçote e na liberação dos stop, causando um elevado tempo de ciclo, em todos os turnos do acabamento. Não possuindo influência operacional. O problema é recorrente nos modelos de bateria W que são produzidos na linha.

Figura 8 – Aplicação do 5W1H

1	O que (Who)	O que aconteceu? Qual foi o problema? Em que produto / máquina / material?	Elevado tempo de ciclo
2	Quando (When)	Quando o problema aconteceu (início de turno, setup)? Em que momento da operação? Em que data e hora?	Em todos os turnos
3	Onde (Where)	Onde foi detectado o problema (local)? Onde foi detectado no material ou equipamento o problema?	Acabamento
4	Quem (Who)	Tem influência operacional? É afetado pela habilidade de um operador mais antigo?	Não possui influência operacional
5	Qual (Which)	Qual tendência o problema apresenta? É aleatório ou em sequência?	O problema é recorrente nos modelos de bateria W que são produzidos na linha
6	Como (How)	Qual o estado do equipamento ou objeto em relação a condição normal?	O processo de verificação da selagem por meio de teste de vazamento apresenta um elevado tempo de subida do cabeçote e na liberação dos stop

Fonte: Autoria própria

O objetivo do Kaizen é reduzir em 15% o tempo de ciclo do TVZ. Foi realizado um brainstorming para entender as causas que podem influenciar no problema e classificá-las como deverá ser tratada conforme a Figura 9.

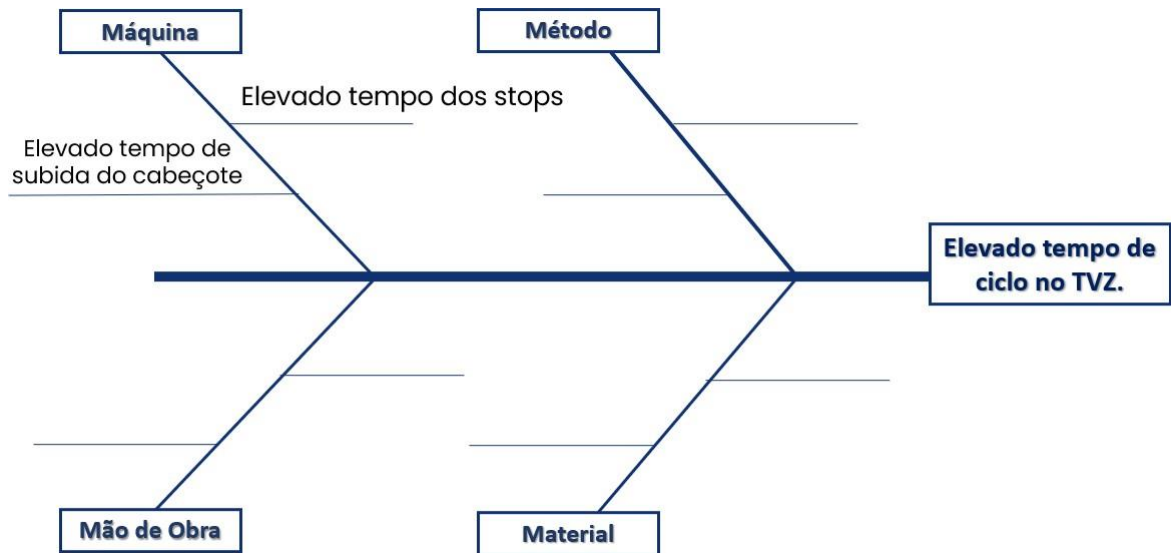
Figura 9– Brainstorming

Nº	Causas quem podem influenciar no problema	Confirma?		Tratamento		
		Sim	Não	Condição Básica	Quick Kaizen	Causa e Efeito
1	Tempo da esteira		X			
2	Elevado tempo de subida do cabeçote	X				X
3	Tempo de pressão		X			
4	Tempo de enchimento		X			
5	Elevado tempo dos stops	X				X

Fonte: Autoria própria

Observa-se que se confirma como causa e efeito, o elevado tempo de subida do cabeçote e o elevado tempo dos stops. Com isso leva-se os dados para análise das causas raízes através do Diagrama de Ishikawa (Figura 10).

Figura 10 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autoria própria

Com a dimensão que contribui para o problema esclarecida, aplicou-se a ferramenta dos 5 Porquês (Figura 11) para explorar o motivo das causas que foram levantadas.

Figura 11 – Análise das causas raízes

Causa	1º PQ	2º PQ	3º PQ	4º PQ	5º PQ
Elevado tempo dos stops	Padrão setado IHM não estava atendendo a necessidade do processo	Havia o atraso na liberação das baterias	Não era observado que o tempo dos stops interferiam no tempo de ciclo da máquina	Não havia um registro atualizado do tempo de duração dos stops	
Elevado tempo de subida do cabeçote	Existe uma distancia considerável entre a bateria e o cabeçote	O tamanho dos limitadores não são ajustáveis	Os tamanho dos limitadores não atendem baterias leves		

Fonte: Autoria própria

Conclui-se que o elevado tempo de ciclo para liberação dos stops que soltam a bateria ocorre por não haver registro atualizado com o tempo padronizado dos stops. Já com o elevado tempo de subida do cabeçote chegou-se à conclusão de que os tamanhos dos limitadores (peça que dimensiona a altura de o cabeçote para a bateria passar na esteira) não atende os modelos de baterias leves. Após essas constatações foi elaborado um plano de ação para resolver o problema.

4.5 PROPOSTA DO PLANO DE AÇÃO PARA CORREÇÃO DO PROBLEMA

O Plano de Ação sugerido consiste em:

1. Ajustar o tempo dos stops;
2. Criar uma documentação de padronização;
3. Confeccionar uma peça auxiliar afim de aumentar o limitador; e,
4. Diminuir o intervalo de subida e descida do cabeçote, assim deixando mais próximo da bateria.

O primeiro passo foi padronizar o tempo setado na máquina, afim de estabelecer parâmetros que aumentassem a eficiência da mesma, e mesmo assim atendesse os requisitos de qualidade. Com essa modificação o tempo de espera passou de 0,6 segundos de liberação da bateria para 0,5 segundos, e o tempo de teste 0,5 segundos para 0,4 segundos, reduzindo -0,27 segundos no tempo de ciclo da máquina.

Para tratar o elevado tempo de subida e descida do cabeçote realizou-se a medição de toda máquina para averiguar as distâncias entre o cabeçote e a bateria. Constatou-se que o limitador possuía um tamanho de 180mm e um diâmetro de 25,35mm e um espaçamento para chegar na bateria de 25mm, então criou-se um adaptador de 20mm e mesmo diâmetro para rosquear no limitador original da máquina conforme ilustrado pela Figura 12. Visando não aumentar o tempo de setup e reduzir o esforço do colaborador.

Figura 12 – Proposta dos Limitadores



Fonte: Autoria própria

Esse adaptador do limitador que também é chamado de gabarito é de suma importância que seja móvel, pois na linha de produção em estudo é fabricada baterias de diferentes alturas, assim precisando realizar o setup quando o modelo de bateria é modificado, conforme Figura 13.

Figura 13 – Teste do adaptador



Fonte: Autoria própria

Após o rosqueamento dos adaptadores nos limitadores, foi realizado o teste de passagem da bateria, para saber se o cabeçote se encontra em uma altura suficiente em que os bicos de enchimento do teste de vazamento consigam realizar sua atividade e a bateria passe pela esteira sem nenhum problema. Conforme ilustra a Figura 14.

Para finalizar a análise, foi visto que o sensor que identifica quando a bateria chega para ser realizado o teste de vazamento precisa também ser ajustado quando se insere os adaptadores. Então padronizou-se o local onde esse sensor deve ficar, todas as vezes que a extensão do limitador é usada.

Por fim, foi realizado uma nova cronoanálise dos cabeçotes com os mesmos requisitos da primeira, afim de avaliar se as medidas realizadas foram eficazes para reduzir o tempo de ciclo do teste de vazamento ou se seria necessário girar o ciclo PDCA novamente.

Figura 14 – Passagem da bateria



Fonte: Autoria própria

Constatou -se que o tempo do cabeçote direito de 1,87 segundos passou a ser 0,79 segundos ocorrendo uma redução de 1,08 segundos, já no cabeçote esquerdo que no início do estudo levava 1,22 segundos para subir e descer após a melhoria se encontra em 0,74 segundos com uma redução de 0,48 segundos. Totalizando um decréscimo de 1,56 segundos no tempo de ciclo. Com todas as melhorias aplicadas (Figura 15).

Figura 15 – Comparação dos resultados

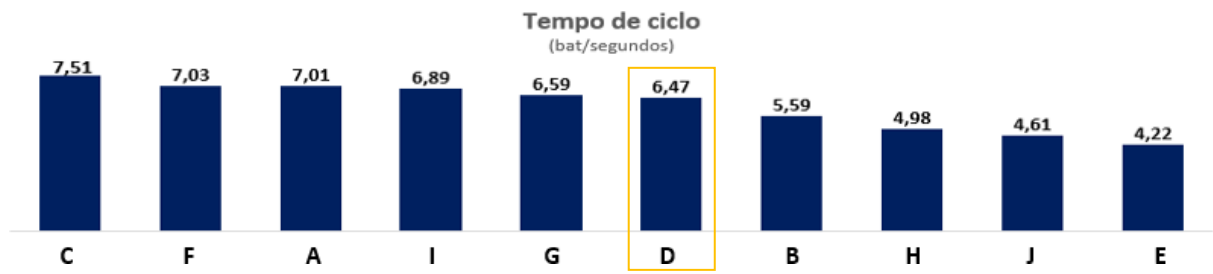
Ciclo sem melhorias	Ajustes nos stops	Gabarito	Ciclo com as melhorias
8,30	-0,27	-1,56	6,47

Fonte: Autoria própria

Elaborou-se folhas de instruções operacionais a fim de padronizar o processo quando houvesse a necessidade de usar os adaptadores. Instruindo a forma de encaixe dos adaptadores, onde os sensores deveriam estar situados e como deverá ficar a programação dos stops na máquina.

Realizou-se um novo pareto para entendermos em qual cenário ficou a linha de produção após as melhorias e evidenciar que o teste de vazamento não é mais o gargalo conforme a Figura 16.

Figura 16 – Tempo Médio de Ciclo após as melhorias



Fonte: Autoria própria

Após as melhorias é possível constatar que o objetivo do projeto foi concluído com uma redução de 22% do valor inicial trazendo um retorno anual de R\$78.000 e o próximo gargalo a ser tratado é a máquina C. O estudo continuará nos próximos gargalos conforme indica a figura 16.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia 5G permitiu uma observação minuciosa do local de trabalho, examinando fisicamente o processo e comparando os dados coletados com os padrões operacionais ideais. A análise revelou tempos elevados de ciclo na máquina D, particularmente durante a subida e descida do cabeçote, e na liberação dos stops, contribuindo para o acúmulo de baterias na esteira de entrada.

A utilização do método 5W1H ajudou a identificar as causas raiz dos problemas, que foram confirmadas por meio de brainstorming e análise do diagrama de Ishikawa. Foi estabelecido um plano de ação focado na padronização dos tempos de ciclo, ajustes nos limitadores do cabeçote, e a documentação dos procedimentos operacionais.

As melhorias implementadas resultaram em uma significativa redução no tempo de ciclo da máquina D, de 22% do valor inicial. O ajuste dos tempos dos stops, a criação de adaptadores para os limitadores, e a reprogramação dos sensores contribuíram para eliminar o gargalo, equilibrando a linha de produção.

O gestor da área aprovou a ideia, considerando que várias alternativas para otimizar o tempo de subida e descida do cabeçote já haviam sido analisadas, todas exigindo um maior tempo de setup. Com este projeto, é possível realizar o setup de forma eficiente, rosqueando os adaptadores, tornando o processo mais ágil e fluido.

5.2 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

As soluções encontradas são específicas para os equipamentos da fábrica em estudo, limitando a aplicabilidade direta a outras linhas de produção com configurações diferentes. A eficácia das mudanças depende da capacitação da equipe em seguir corretamente os novos procedimentos, o que pode requerer treinamentos adicionais e períodos de adaptação. Sugere-se aplicar a metodologia utilizada neste estudo a outras linhas de produção dentro da mesma fábrica e em outros modelos produzidos na mesma, e tratar os próximos gargalos afim de ter uma produção mais nivelada.

REFERÊNCIAS

- CAFFYN, S.; BESSANT, J. **A capability-based model for continuous improvement**. Proceedings of 3th International Conference of the EUROMA. London, 1996.
- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro et al. **Gestão da qualidade**. EDa Atlas SA, 2012.
- CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas J.; D'ESPINEY, Sérgio. **Gestão da produção e das operações: perspectiva do ciclo de vida**. 1995.
- CORREIA, Josiano de Souza. **Aplicação da metodologia kaizen na gestão de estoques de uma empresa de acumuladores elétricos**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso.
- CHASE, Richard; AQUILANO, Nicholas J.; D'ESPINEY, Sérgio. **Gestão da produção e das operações: perspectiva do ciclo de vida**. 1995.
- COUTINHO, et al. **Contribuição associadas à aplicação integrada das ferramentas da qualidade: O ciclo PDCA como base para resolução de problemas nos processos de produção**. In: Simpósio de Engenharia de Produção, 17. 2010, Bauru (SP). Anais... Bauru (SP) SIMPEP, 2010.
- DE QUEIROZ, A.; DE OLIVEIRA, L. **A Ferramenta Kaizen na Solução de Problemas Em Uma Indústria Automobilística**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, v. 3, n. 2, 10 abr. 2018.
- DRUCKER, P. F. **Administração de Resultados: Tarefas Econômicas e Decisões de Risco**. Editora Pioneira, 1963.
- Gemba Kaizen - Estratégias do Kaizen no Piso de Fábrica** - Resenha crítica - Masaaki Imai. Disponível em: <<https://12min.com/br/gemba-kaizen-resenha%20cr%C3%ADtica>>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- VIEIRA, Sonia. **Estatística para a qualidade**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.
- Hopp, Wallace J. e Mark L. Spearman. 2001. *Factory physics: foundations of manufacturing management*. 2nd ed. Boston: Irwin McGraw-Hill.
- I
MAI, M. Kaizen: **A Estratégia para o Sucesso Competitivo Japonês**. Editora Campus, 1990.
- INSTITUTE, K. KAIZENTM **Artigo | Entrevista com Masaaki Imai**. Disponível em: <<https://kaizen.com/pt/insights-pt/masaaki-imai-kaizen-melhoria-continua/>>. Acesso em: 1 jun. 2024.
- LUCINDA, Marco Antônio. **Qualidade: Fundamentos e práticas para cursos de graduação**. Rio de Janeiro: Bradsport, 2010
- MESQUITA, A. M.; VASCONCELLOS, D. S. C. **Utilização do ciclo PDCA e das**

Ferramentas da Qualidade na elaboração de um Procedimento Operacional Padrão (POP). In: Simpósio de Engenharia de Produção, 16., 2009, Bauru (SP). Anais... Bauru (SP) SIMPEP, 2009.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da produção e operações**, 2. ed. 2008

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. Atlas, São Paulo, 2004.

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

ROCHA, J. A. V.; NAVARRO, A. **A importância da capacidade produtiva e cronoanálise para empresas do polo moveleiro de Ubá**. 2014. Disponível em: <<https://www.saeopro.ufv.br/wp-content/uploads/2014.15.pdf> >. Acesso em: 26 outubro 2024.

SANTOS, Cássia Pereira dos. **Aplicação da ferramenta kaizen para redução de falhas de produtos de uma indústria de classe mundial do setor de autopeças**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso.

SILVA, Aline Alana Oliveira. **Metodologia Kaizen na resolução de problemas: um estudo de caso em uma fábrica metalúrgica**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso.