

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
AMAZONAS CAMPUS MANAUS CENTRO DEPARTAMENTO DE PROCESSOS
INDUSTRIAIS BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

WANESSA DE CASTRO ELEUTÉRIO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EMPACOTAMENTO DE EMBALAGENS
EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS QUÍMICOS**

MANAUS – AM

2023

WANESSA DE CASTRO ELEUTÉRIO

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EMPACOTAMENTO DE EMBALAGENS
EM UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS QUÍMICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Centro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof.(a) Me. MICHAELLA SOCORRO BRUCE FIALHO.

MANAUS– AM

2023

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

- E88o Eleutério, Wanessa de Castro.
Otimização do processo de empacotamento de embalagens em uma indústria de produtos químicos / Wanessa de Castro Eleutério. – Manaus, 2023.
54 p. : il. color.
- Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2023.
Orientadora: Profa. Ma. Michaella Socorro Bruce Fialho.
1. Engenharia mecânica. 2. Método PDCA. 3. Melhoria. 4. Eficiência.
I. Fialho, Michaella Socorro Bruce. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 621



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS- CAPUS MANAUS CENTRO
DEPARTAMENTO ACADÊMICO PROCESSOS INDUSTRIAIS
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA MECÂNICA

Manaus-AM, 20 de dezembro de 2023

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia vinte do mês de dezembro de dois mil e vinte e três às 15:50 horas no Laboratório de Usinagem, a acadêmica **WANESSA DE CASTRO ELEUTÉRIO**, apresentou o seu Trabalho de Conclusão de Curso para avaliação da Banca Examinadora presidida pelo Prof. MSc. Michaela Socorro Bruce Fialho (orientador - IFAM), composta pelos demais examinadores: Prof. MSc. Roberto Canedo Rosa (Membro 1 - IFAM) Prof. Msc Marisol Elias de Barros Plácido (Membro 2 - IFAM). A sessão pública de defesa foi aberta pelo Presidente da Banca Examinadora, que fez a apresentação da mesma e deu continuidade aos trabalhos, fazendo uma breve referência ao TCC que tem como título: OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EMPACOTAMENTO DE EMBALAGENS EM UMA INDÚSTRIA: UM ESTUDO DE CASO. Na sequência, o acadêmico teve até 30 minutos para a comunicação oral de seu trabalho, e em seguida, cada integrante da Banca Examinadora fez suas arguições. Ouidas as explicações do acadêmico, os membros da Banca Examinadora, reunidos em caráter sigiloso, para proceder à avaliação final, deliberaram por **APROVAR** e atribuir à nota **9,5** ao trabalho. Foi divulgado o resultado formalmente ao acadêmico e demais presentes, dando ciência ao mesmo que a versão final do trabalho deverá ser entregue até o prazo máximo de 15 dias, com as devidas alterações sugeridas pela banca.

Nada mais a tratar, a sessão foi encerrada às **(17h 00min)**, sendo lavrado a presente ata, que, uma vez aprovada, foi assinada por todos os membros da Banca Examinadora e pelo acadêmico.

Prof. Orientador / Presidente: Prof. MSc. Michaela Socorro Bruce Fialho *Michaela Socorro Bruce Fialho*

Prof. Membro 1: Prof. MSc. Roberto Canedo Rosa *Roberto Canedo Rosa*

Prof. Membro 2: Prof. Msc Marisol Elias de Barros Plácido *Marisol Elias de Barros Plácido*

Acadêmico: WANESSA DE CASTRO ELEUTÉRIO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS

ATA DE DEFESA Nº 204/2023 - DPI/CMC (11.01.03.01.16.12)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Manaus-AM, 20 de Dezembro de 2023

Ata_de_Wanessa_.pdf

Total de páginas do documento original: 1

(Assinado digitalmente em 21/12/2023 12:19)

MARISOL ELIAS DE BARROS PLACIDO

PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO

1431951

(Assinado digitalmente em 20/12/2023 19:41)

ROBERTO CANEDO ROSA

PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO

3358979

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifam.edu.br/documentos/>
informando seu número: **204**, ano: **2023**, tipo: **ATA DE DEFESA**, data de Assinatura: **20/12/2023** e o
código de verificação: **b46e690a41**

AGRADECIMENTOS

À minha família, quero expressar minha profunda gratidão, em especial à minha mãe, Lileuza Castro, a minha avó, Rosa Castro e madrinha, Lileuda Castro, que com seu amor, incentivo e compreensão, foram a âncora que me manteve focada e motivada durante essa jornada acadêmica desafiadora.

Aos meus amigos, que me incentivaram e me lembraram da importância de encontrar equilíbrio entre o trabalho árduo e a diversão, e que sempre estenderam a mão quando eu precisei de um ombro amigo. Vocês iluminaram meus dias e trouxeram alegria ao longo dessa jornada.

Aos colegas de classe, que compartilharam experiências, ideias e desafios, tornando esta jornada mais rica e significativa.

A todos que desenvolvem de alguma forma, por menor que seja, para a realização deste trabalho, meu mais sincero obrigado. Cada interação, cada palavra de incentivo e cada momento de aprendizado desenvolvido para este trabalho e para o meu crescimento como indivíduo.

Este projeto não é só meu, é de todos que estiveram ao meu lado, me apoiando e acreditando em mim. Este é o nosso sucesso, e dedico a todos vocês com amor e gratidão.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – O Ciclo PDCA	7
Figura 2 – Exemplo de Lista de Verificação	9
Figura 3 – Exemplo de Fluxograma	10
Figura 4 – Exemplo de Diagrama de Pareto	11
Figura 5 – Exemplo de Histograma	12
Figura 6 – Exemplo de Gráfico de dispersão	13
Figura 7 - Exemplo de Gráfico de Controle.....	14
Figura 8 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa	15
Figura 9 - Montadora automática de caixas.....	18
Figura 10 - Montagem manual da caixa.....	20
Figura 11 - Diagrama de Ishikawa aplicado ao estudo	25
Figura 12 - Análise de Cinco Porquês	27
Figura 13 - Desenvolvimento do Plano de Ação	29
Figura 14 - Parâmetros do fabricante da máquina.....	30
Figura 15 - Dimensões da caixa 1	31
Figura 16 - Dimensões da caixa 2	31
Figura 17 - Alteração das dimensões da caixa 1	33
Figura 18 - Alteração das dimensões da caixa 2	33
Figura 19 - Amostra das caixas com novas dimensões	34
Figura 20 - Plano de Controle	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelo conceitual dos 5w e 1h	16
Tabela 2- Coleta de dados 5W.....	23
Tabela 3 - Ação Contramedida de contenção	24
Tabela 4 - Alteração nos parâmetros da máquina para a caixa 1	35
Tabela 5 - Alteração dos parâmetros da máquina para a caixa 2	36

LISTA DE TERMOS E SIGLAS

PDCA – Plan, do, check, action

SETUP - Configurar

INSIGHTS – Percepções

OUTLIER – As observações que apresentam um grande afastamento dos pontos fora da curva ou são inconsistentes

BRAINSTORM – “Tempestade de ideias”

5W 1H – Who? What? Where? When? Why? How?

CEP - Controle Estatístico de Processo

JUST-IN-TIME - Sistema de administração da produção que determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata.

KAIZEN - Refere-se à filosofia ou às práticas que incidem sobre a melhoria contínua.

TQM - Total Quality Management

SEIS SIGMAS - Um conjunto de práticas originalmente desenvolvidas pela Motorola para melhorar sistematicamente os processos ao eliminar defeitos.

ISO 9000 - Designa um grupo de normas técnicas que estabelecem um modelo de gestão da qualidade para organizações em geral, qualquer que seja o seu tipo ou dimensão.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. JUSTIFICATIVA	2
3. OBJETIVOS	3
3.1. OBJETIVO GERAL	3
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
4.1. PROCESSOS PRODUTIVOS NA INDÚSTRIA: EM BUSCA DA EFICIÊNCIA.....	4
4.2. MELHORIA CONTÍNUA (MC)	5
4.3. CICLO PDCA	6
4.4. AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE	8
4.4.1. Lista de Verificação.....	8
4.4.2. Fluxograma.....	9
4.4.3. Diagrama de Pareto.....	10
4.4.4. Histograma	11
4.4.5. Diagrama de Dispersão	12
4.4.6. Gráfico de Controle.....	14
4.4.7. Diagrama de Causa e Efeito.....	14
4.5 OUTRAS FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE.....	16
4.5.1 5W e 1H.....	16
4.5.2. TÉCNICA DOS CINCO PORQUÊS	17
5. METODOLOGIA	18

5.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	18
5.2. EMBALAGEM COM PROBLEMA X EMBALAGEM MANUAL.....	19
5.3. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS	20
6. RESULTADOS.....	22
6.1. APLICAÇÃO DO MÉTODO PDCA.....	22
6.2. APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	24
6.3. APLICAÇÃO DOS CINCO PORQUÊS.....	26
6.4. PLANO DE AÇÃO	28
6.5. MODIFICAÇÃO DE EMBALAGENS E DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS	32
6.6. ANÁLISE DE RESULTADOS E PADRONIZAÇÃO	38
7. CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
APÊNDICE A – O CICLO PDCA APLICADO AO ESTUDO DE CASO (FRENTE E VERSO).....	43
APÊNDICE B – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA PARÂMETROS DA MÁQUINA.....	44

RESUMO

A pesquisa aborda a ineficiência da máquina responsável por montar caixas de embalagens para produtos adesivos, representando um desafio significativo na produção de uma empresa de produtos químicos. A análise revelou que essa falha operacional impactava negativamente a eficiência da linha de produção, obrigando a embalagem manual e aumentando o tempo necessário para concluir a tarefa. Essa ineficiência não apenas comprometia a operação, mas também resultava em redução da capacidade de produção, aumento do risco de erros humanos na embalagem manual e possíveis danos aos produtos. A necessidade de realocar mão de obra para a embalagem manual gerava custos adicionais para a empresa. Diante desse cenário, tornou-se imperativo abordar e resolver o problema para otimizar a eficiência do processo produtivo. A implementação de melhorias na máquina de montagem de caixas de embalagens tornou-se uma prioridade estratégica para minimizar os impactos negativos na produção. Para lidar eficazmente com as ineficiências, a empresa aplicou o Método PDCA (Plan, Do, Check, Act), uma ferramenta reconhecida para gestão de melhorias. A equipe de melhoria realizou uma coleta detalhada de dados usando a ferramenta 5W1H para compreender completamente o problema. Uma contramedida inicial foi adotada, adicionando um operador para a montagem manual das caixas enquanto buscavam uma solução mais abrangente. O Diagrama de Ishikawa foi utilizado para mapear as possíveis causas da ineficiência, incluindo materiais, processos, equipamentos, mão de obra e ambiente. A técnica dos Cinco Porquês foi aplicada para identificar as causas raiz subjacentes. Com base nas causas identificadas, foi desenvolvido um plano de ação, destacando duas ações cruciais. Um plano de controle foi desenvolvido para prevenir recorrências do problema. Os resultados demonstraram melhorias significativas no processo de montagem, permitindo a realocação estratégica dos operadores e aumentando a eficiência geral. O sucesso do projeto destaca a eficácia das ferramentas da qualidade na resolução de desafios operacionais e destaca a importância da integração de práticas de qualidade em projetos de melhoria contínua para a excelência operacional.

Palavras-chave: otimização, PDCA, melhoria, eficiência.

ABSTRACT

The research addresses the inefficiency of the machine responsible for assembling packaging boxes for adhesive products, representing a significant challenge in the production of a chemical products company. The analysis revealed that this operational failure negatively impacted the efficiency of the production line, necessitating manual packaging and increasing the time required to complete the task. This inefficiency not only compromised the operation but also resulted in a reduction in production capacity, an increased risk of human errors in manual packaging, and potential damage to products. The need to reallocate labor for manual packaging generated additional costs for the company. In this scenario, it became imperative to address and resolve the problem to optimize the efficiency of the production process. The implementation of improvements in the packaging box assembly machine became a strategic priority to minimize negative impacts on production. To effectively deal with inefficiencies, the company applied the PDCA (Plan, Do, Check, Act) method, a recognized tool for improvement management. The improvement team conducted a detailed data collection using the 5W1H tool to fully understand the problem. An initial countermeasure was adopted, adding an operator for manual box assembly while seeking a more comprehensive solution. The Ishikawa Diagram was used to map possible causes of inefficiency, including materials, processes, equipment, labor, and the environment. The Five Whys technique was applied to identify underlying root causes. Based on the identified causes, an action plan was developed, highlighting two crucial actions. A control plan was established to prevent recurrences of the problem. The results demonstrated significant improvements in the assembly process, allowing for the strategic reallocation of operators and increasing overall efficiency. The project's success underscores the effectiveness of quality tools in resolving operational challenges and emphasizes the importance of integrating quality practices into continuous improvement projects for operational excellence.

Keywords: optimization, PDCA, improvement, efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A implementação de metodologias e ferramentas da qualidade desempenha um papel crucial na mitigação de desperdícios, concentrando-se na entrega de produtos de alta qualidade, no momento certo e de maneira mais eficiente. Ferramentas da qualidade, conforme destacado por Galdino et al. (2017), são instrumentos indispensáveis para registrar, interpretar dados e identificar causas de problemas, estabelecendo relações essenciais para aprimorar os processos organizacionais.

Em um cenário específico de chão de fábrica, onde se desenrola um processo produtivo que inclui desde o corte das resmas para a conversão em diferentes tamanhos até a selagem com plástico filme e o subsequente empacotamento nas embalagens de caixa de despacho, integradas à logística de entrega ao cliente final, identificou-se uma oportunidade para a aplicação dessas ferramentas.

A aplicação da ferramenta PDCA é fundamental para implementar aprimoramentos nos processos, abrangendo quatro fases essenciais: Planejar, Executar, Verificar e Atuar. Essa metodologia opera em conjunto com ferramentas de qualidade, identificando as causas dos problemas e, a partir dessa análise, promovendo ações efetivas para garantir um processo de melhoria contínua e eficiente.

Diante desse cenário, surge a problematização que direciona este estudo: Como a implementação do Ciclo PDCA pode otimizar o processo produtivo de empacotamento de embalagens em uma indústria, contribuindo para a redução de custos e potencialização da utilização dos equipamentos? A resposta a essa questão se torna fundamental para compreender a aplicação prática do PDCA no chão de fábrica e sua eficácia na consecução de melhorias mensuráveis.

No âmbito da indústria de processos industriais e fabricação, a busca por eficiência e competitividade tem impulsionado a implementação de práticas que visam a melhoria contínua nos processos produtivos. Diante das exigências crescentes de um mercado rigoroso em termos econômicos, ambientais e de redução de desperdícios, a otimização das operações torna-se uma necessidade urgente.

Conforme destacado por Bessant, Caffyn e Gallagher (2000), a melhoria contínua é um processo de inovação incremental, caracterizado por mudanças graduais e constantes em toda a organização. A abordagem de pequenos passos, alta frequência e ciclos de mudança reduzidos, embora individualmente impactem de maneira modesta, pode resultar em uma contribuição significativa para o desempenho global da empresa. Nesse contexto, a eficácia da melhoria contínua se torna evidente, especialmente quando voltada para a redução de desperdícios que impactam diretamente nos custos de produção.

A escolha da ferramenta PDCA para este estudo é respaldada por sua abordagem estruturada, composta por quatro fases interdependentes. O ciclo, que engloba o Planejamento, Execução, Verificação e Atuação, oferece uma metodologia sistemática para identificar oportunidades de aprimoramento, implementar mudanças, verificar resultados e agir de maneira assertiva. Sua aplicação se mostra particularmente relevante na busca pela eficiência no processo de empacotamento, onde a redução de custos e a maximização do uso de equipamentos são metas essenciais para a competitividade no mercado industrial. Este trabalho visa explorar a aplicação das ferramentas de qualidade, com enfoque no Ciclo PDCA (Planejamento, Execução, Verificação e Atuação), em um contexto específico: o chão de fábrica, mais precisamente no processo de empacotamento de embalagens.

2. JUSTIFICATIVA

As ferramentas de qualidade são amplamente utilizadas para solucionar problemas presentes nas organizações. O método PDCA, central neste trabalho, constitui um conjunto de ferramentas dedicadas à busca contínua de aprimoramento e à padronização de melhorias. Segundo Brito e Brito (2020), o ciclo PDCA é uma metodologia de solução de problemas que pode ser usada para planejar, colocar em prática, controlar e agir sobre as falhas.

Este trabalho propõe-se a investigar, de maneira aprofundada, a aplicação prática das ferramentas de qualidade, especialmente o Ciclo PDCA, no contexto fabril,

focando especificamente no processo de empacotamento de embalagens. Ao investigar a implementação dessas ferramentas, o estudo contribui significativamente para a eficiência operacional do setor. A centralidade da problematização relacionada à otimização do processo de empacotamento de embalagens reflete a relevância direta do trabalho para a resolução de desafios enfrentados pelas organizações.

A escolha específica desse método deve-se não apenas à sua facilidade de compreensão, mas também à sua aplicabilidade direta, comparada a outros sistemas de gestão de melhorias. Em última análise, o PDCA demanda um estudo minucioso do processo, contudo, destaca-se por ser uma abordagem de baixo custo, com elevado potencial de resultados.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Implementar a abordagem de melhoria contínua ao processo de uma embaladora automática de caixas de despacho, utilizando a metodologia PDCA como ferramenta de qualidade.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conduzir a revisão bibliográfica com ênfase na metodologia PDCA;
- Investigar as causas para a problemática da embaladora, a fim de realizar melhorias contínuas usando a metodologia PDCA;
- Desenvolver um plano de ação e atuar sobre elas;
- Analisar e reportar os resultados obtidos, se houver, impacto sobre a produção.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. PROCESSOS PRODUTIVOS NA INDÚSTRIA: EM BUSCA DA EFICIÊNCIA.

No início da Revolução Industrial, no século XVIII, as fábricas eram caracterizadas por métodos artesanais e produção manual. A ausência de padronização resultava em produtos com variações significativas, tornando difícil atender às demandas crescentes do mercado emergente. Foi nesse contexto que começou a surgir a necessidade de sistemas mais eficazes de produção. (HOBSBAWM, ERIC J.,2006).

Segundo Eric (2006), a produção em massa, introduzida por visionários como Henry Ford no início do século XX, revolucionou a indústria. A aplicação de linhas de montagem e a padronização de processos permitiram uma produção mais rápida e eficiente, levando a uma expansão sem precedentes na fabricação.

A Segunda Guerra Mundial foi um divisor de águas. Durante o conflito, as indústrias de armamentos perceberam a importância crítica da qualidade na produção de equipamentos militares. Esse insight resultou na aplicação de métodos estatísticos, como o Controle Estatístico de Processo (CEP), uma das primeiras ferramentas formais de controle de qualidade. (FERNANDES E OLIVEIRA, 2013)

Após a guerra, o Japão emergiu como um protagonista na reconstrução industrial. Empresas japonesas, notadamente a Toyota, desenvolveram o Sistema Toyota de Produção, que incorporava conceitos como Just-in-Time e Kaizen. Este último, um princípio de melhoria contínua, tornou-se central na filosofia empresarial japonesa. (CHANDLER, ALFRED D. JR., 1962)

A melhoria contínua, enraizada no Kaizen, tornou-se um princípio fundamental. Ela propõe a avaliação constante dos processos, identificação de oportunidades de aprimoramento e implementação de mudanças graduais. Essa filosofia não apenas eleva a qualidade do produto, mas também promove a eficiência operacional e a satisfação do cliente. (MASAAKI IMAI, 1995)

4.2. MELHORIA CONTÍNUA (MC)

A Melhoria Contínua (MC) pode ser considerada como um dos fundamentos dos sistemas de produção baseados nos modelos de gestão da qualidade total (TQM), produção enxuta e manufatura de classe mundial. Embora frequentemente seja associada a tais modelos, a MC pode ser implementada como um programa independente, que produz avanços cumulativos nos indicadores de resultados de uma organização. Nesse sentido, a MC é uma importante ferramenta estratégica para aumentar a competitividade de qualquer organização (MARIN-GARCIA; VAL; MARTIN, 2008).

A implementação de ações de Melhoria Contínua pode ser interpretada como um processo de renovação organizacional, envolvendo a introdução de novos comportamentos e reformas na estrutura administrativa, especialmente na ideologia e nas práticas gerenciais. A Melhoria Contínua (MC) é um abrangente processo organizacional focalizado e sustentado por uma abordagem orientada à melhoria incremental. Considera-se uma ferramenta gerencial crucial para que a organização ajuste sua estratégia competitiva diante das turbulências e incertezas do ambiente externo (BESSANT; FRANCIS, 1999).

A concepção da MC está vinculada à capacidade de resolução de problemas por meio de pequenos passos, periodicidade e ciclos curtos de mudança (BESSANT et al., 1994). De maneira semelhante, Boer et al. (2000) descrevem a MC como um processo planejado, organizado e sistemático de realização de mudanças incrementais nas práticas existentes na organização, com implicações no desempenho organizacional.

A implementação de ações de Melhoria Contínua não apenas representa um processo de renovação organizacional, com a introdução de novos comportamentos e reformas na estrutura administrativa, mas também se alinha de maneira intrínseca ao Ciclo PDCA. A MC é um abrangente processo organizacional, orientado para melhorias incrementais, sendo fundamental para ajustar a estratégia competitiva da organização. Nesse contexto, a concepção da MC está intimamente relacionada à capacidade de resolução de problemas por meio de pequenos passos, alta frequência

e ciclos curtos de mudança, conforme descrito por Bessant et al. (1994) e Boer et al. (2000). Essas definições ressaltam a necessidade de envolver o maior número possível de pessoas na organização, incentivando-as a contribuir com pequenas melhorias em produtos e processos, além de compartilhar suas experiências, conhecimentos e aprendizados (BESSANT; CAFFYN, 1997).

4.3. CICLO PDCA

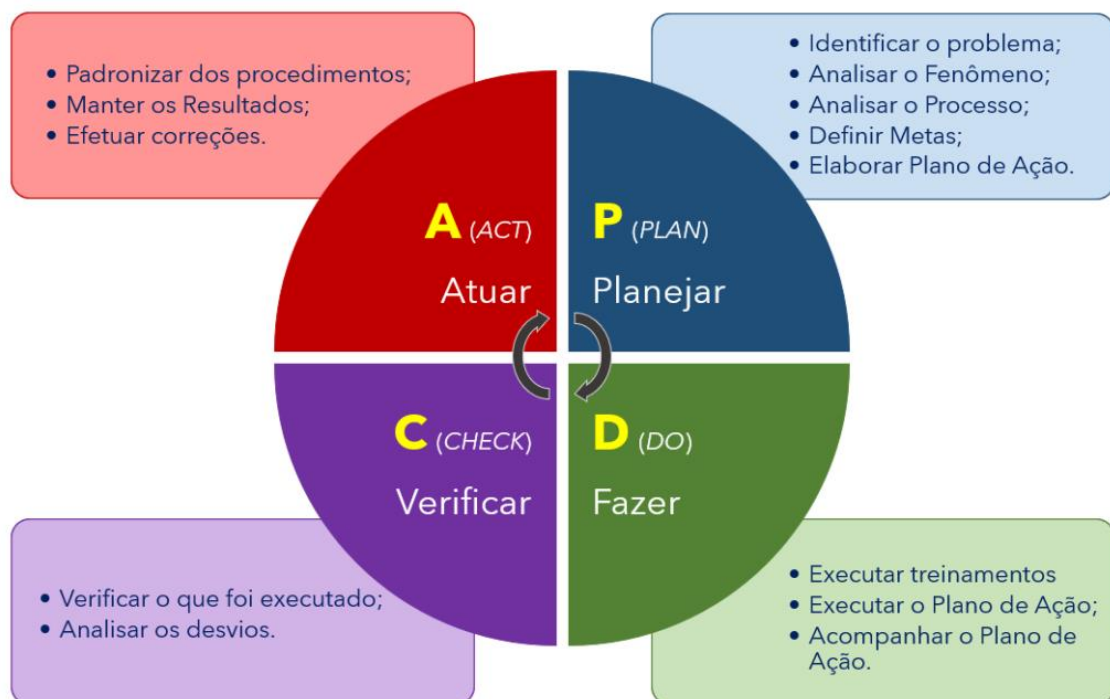
O ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), é um ciclo enxuto ferramenta de fabricação; mais especificamente, é um sistema de gestão da qualidade aplicado em vários setores, como manufatura, serviços, offshore, áreas de projetos, organizações, entre outros. Em seus primórdios, o PDCA foi utilizado como uma ferramenta para controle de qualidade do produto, e atualmente, é um dos métodos mais conhecidos e amplamente utilizados através de ferramentas da qualidade podem ser aplicadas nas operações de um processo de fabricação. Este método é útil para fazer melhorias contínuas, incrementais, rápidas e eficazes sem grandes investimentos de capital a nível organizacional; em comparação com outros métodos, é menos complicado e possui baixo custo. (Vargas, Arturo Realyvásquez; Alcatraz, Jorge Luis García; Satapathy, Suchismita; Diaz-Reza, José Roberto, 2023).

Segundo Ishkawa, K e Campos, V.F., o ciclo PDCA (*Plan, Do, Chack, Act*), apresentado na figura 1, é composto pelas seguintes etapas:

- Planejamento (*Plan*): Esta fase consiste em estabelecer metas e métodos para alcançar as metas propostas.
- Execução (*Do*): Fase que realiza as atividades conforme planejado na etapa de planejamento e recolher dados que serão empregados na subseqüente etapa de verificação do processo. Na fase de execução, a formação e treinamento nas tarefas a serem desempenhadas no trabalho são fundamentais.
- Verificação (*Check*): Fase que analisa os dados obtidos durante a execução e confrontam os resultados alcançados com a meta estabelecida.

- Atuação (*Act*): Esta fase envolve a ação com base nos resultados obtidos. Existem duas abordagens principais:
 - Implementar o plano proposto como padrão se a meta for atingida.
 - Agir sobre as causas da não consecução da meta, caso o plano não tenha produzido os resultados esperados.

Figura 1 – O Ciclo PDCA



Fonte: Gomes (2021)

Segundo Werkema (2013), o Ciclo PDCA é um método de gestão, representando o caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas possam ser atingidas. Na utilização do método, poderá ser preciso empregar várias ferramentas analíticas para a coleta, o processamento e a disposição das informações necessárias à condução das etapas do PDCA.

4.4. AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE

As ferramentas e técnicas para análise e melhoria dos processos tiveram origens diversas, e muitas inicialmente foram destinadas a outros fins. Mas, em meados dos anos 1950, Kaoru Ishikawa fez o agrupamento dessas ferramentas e técnicas com o objetivo de que qualquer operador tivesse condições de utilizá-las em uma sequência lógica e obter informações, que deveriam ser repassadas para que os gestores melhorassem os processos. Ishikawa organizou inicialmente estas sete ferramentas e técnicas: lista de verificação, fluxograma, histograma, gráfico de controle, diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa e gráficos de dispersão. (RODRIGUES, 2014).

Essas ferramentas são acessíveis e eficazes para resolver problemas e melhorar a qualidade dos processos. Muitas vezes, são usados em conjunto para fornecer uma visão abrangente e facilitar a identificação de oportunidades de melhoria.

4.4.1. Lista de Verificação

De acordo com Rodrigues (2014), Lista de Verificação tem por objetivo tabular os dados medidos e coletados em um processo. A Lista de verificação é uma ferramenta flexível que pode ser adaptada a uma variedade de situações, tornando-a uma escolha valiosa para coleta e análise de dados em processos de melhoria da qualidade.

Formulário no qual os itens a serem verificados para a observação do problema já estão impressos, com foco de facilitar a coleta e o registro dos dados. O tipo de Lista de Verificação a ser utilizado depende do objetivo da coleta de dados. Normalmente é construída após a definição das categorias para a estratificação dos dados. (WERKEMA, 2013).

Figura 2 – Exemplo de Lista de Verificação

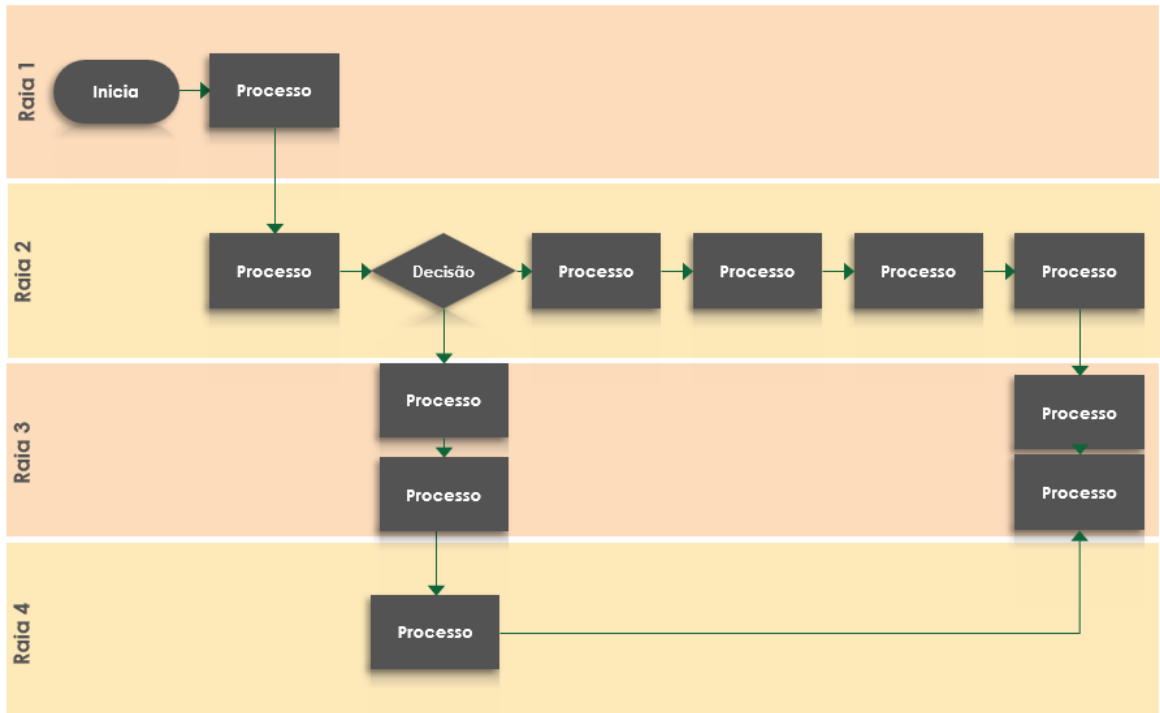
Lista de Verificação								
Problema:								
Estágio de Verificação:								
Produto:								
Total Inspeccionado:								
Turno	Máquina	Operador	DIA					
			Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	Sábado
1	x	A	L					
		B		C			L	
	y	A						
		B	L					
2	x	C			C	F		
		D		L			M	
	y	C						
		D				L		

Fonte: Coutinho (2019)

4.4.2. Fluxograma

Um fluxograma é uma ferramenta visual, uma imagem que mostra o fluxo de trabalho de um processo de trabalho específico. Um fluxograma usa símbolos diferentes para definir o tipo de atividade, além de conectar setas que estabelecem o fluxo e a sequência de um processo. Por exemplo, ele usa caixas ou retângulos para representar as atividades ou etapas do processo ou tarefa, ovais ou círculos para indicar o início e o fim do processo, losangos para indicar que uma decisão deve ser feita e setas para indicar a sequência dessas etapas. Isso facilita o processo compreensão, padronização e melhoria, pois permite identificar os processos a serem analisados, o número total de atividades necessárias e o início e o fim do processo. (Vargas, Arturo Realyvásquez; Alcatraz, Jorge Luis García; Satapathy, Suchismita; Diaz-Reza, José Roberto, 2023).

Figura 3 – Exemplo de Fluxograma



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

4.4.3. Diagrama de Pareto

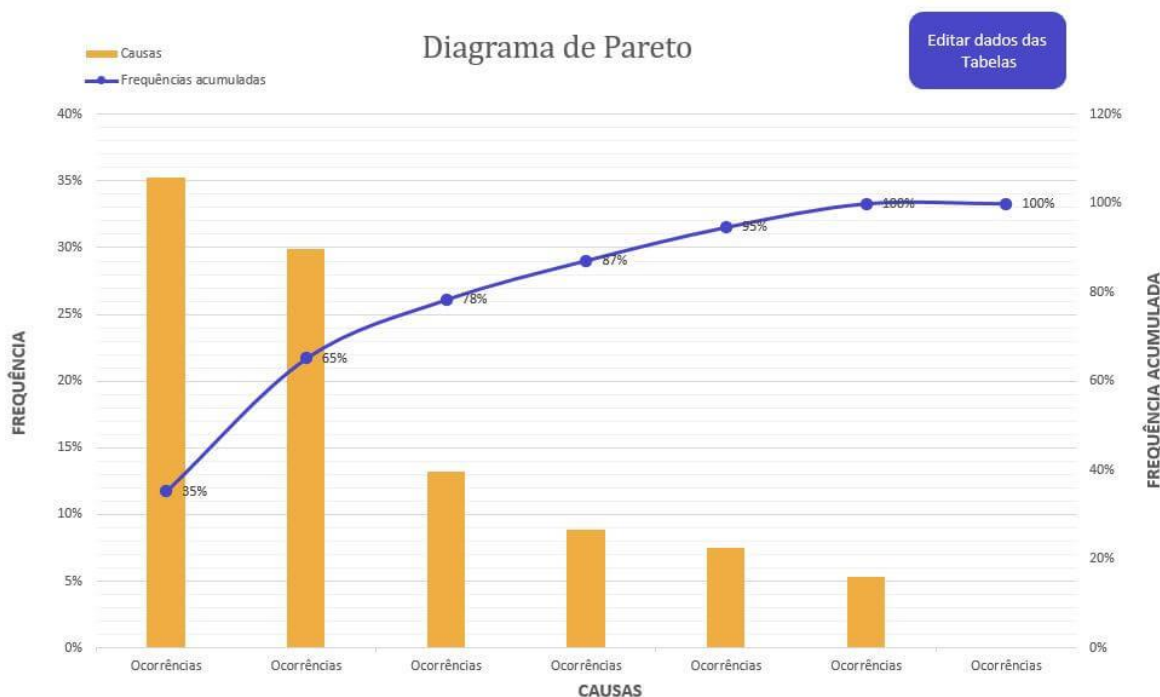
Consoante Werkema (2013), o Diagrama de Pareto apresenta informações de maneira visualmente destacada, facilitando a identificação e a priorização de temas. Essa representação gráfica não apenas torna evidente a posição dos assuntos, mas também permite a definição de metas numéricas alcançadas com clareza.

Para os autores Vargas, Arturo; Alcatraz; Suchismita e Diaz-Reza, (2023), este diagrama desempenha uma função fundamental ao identificar fatores específicos que impactam um problema em relação a outros fatores, destacando as melhores oportunidades de melhoria. Cada barra no diagrama representa uma parte do problema ou uma categoria distinta, sendo considerada um tipo especial de gráficos de barras. Nele, a frequência de distribuição dos dados descritivos, classificados em categorias no eixo horizontal, é ilustrada no eixo vertical. As categorias são dispostas

em ordem decrescente da esquerda para a direita, enquanto uma linha representa a porcentagem cumulativa de frequências. As barras mais altas indicam as categorias mais relevantes para o problema em questão. O diagrama de Pareto oferece diversas vantagens, tais como:

1. Divide um problema em fatores ou categorias.
2. Prioriza problemas específicos sobre triviais, destacando as categorias-chave mais relevantes para um problema específico.
3. Orienta sobre onde se concentram esforços para resolver um problema.

Figura 4 – Exemplo de Diagrama de Pareto



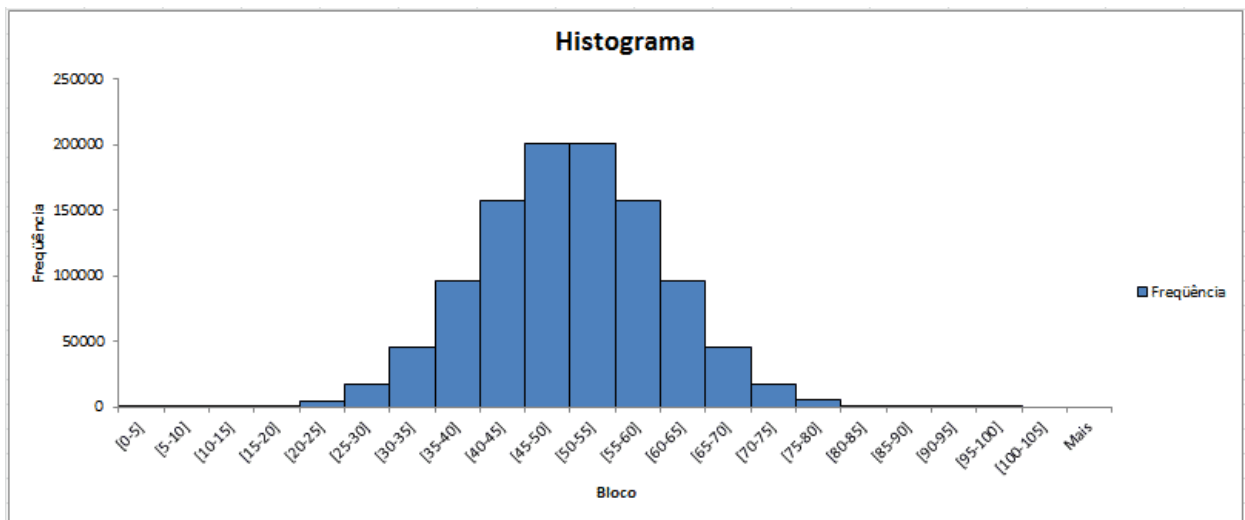
Fonte: Grupo Forlogic (2016)

4.4.4. Histograma

Um gráfico de barras é feito de maneira a permitir a visualização da distribuição de um conjunto de dados, facilitando a percepção da forma da distribuição, a localização do valor central e a dispersão dos dados ao redor desse valor. Ao

comparar histogramas com os limites de concepção, é possível avaliar se um processo está conforme o valor nominal, determinando se medidas adicionais são permitidas para reduzir a variabilidade do processo. (WERKEMA, 2013)

Figura 5 – Exemplo de Histograma



Fonte: Érica (2018)

Ao examinar histogramas e compará-los com os limites de concepção, podemos realizar uma avaliação mais abrangente do processo em questão. Essa análise comparativa é crucial para determinar se o processo está operando dentro do valor nominal desejado. Caso haja desvios significativos em relação aos limites estabelecidos, torna-se evidente a necessidade de adotar medidas corretivas para reduzir a variabilidade do processo.

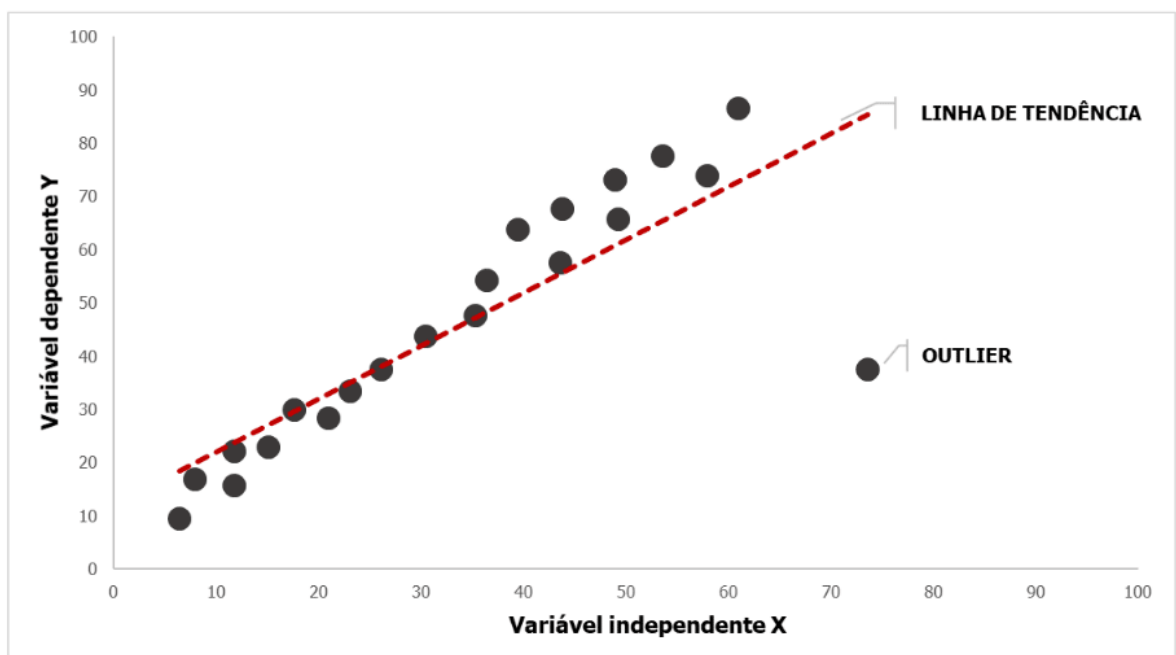
4.4.5. Diagrama de Dispersão

Para Werkema (2013), um gráfico de barras é uma ferramenta eficaz na análise estatística, organizando as informações de forma para possibilitar a compreensão da distribuição de um conjunto de dados. Essa representação visual não só oferece insights sobre a forma da distribuição, mas também facilita a identificação do valor central e a avaliação da dispersão dos dados em torno desse ponto crucial.

Ao utilizar histogramas em conjunto com os limites de previsão, podemos aprofundar ainda mais a análise do processo em questão. A comparação entre a distribuição dos dados e os padrões definidos permite uma avaliação precisa do desempenho do processo em relação ao valor nominal desejado. Caso ocorram desvios significativos, isso indica a necessidade de implementar medidas corretivas para reduzir a variabilidade e garantir a conformidade com as especificações condicionais.

Além disso, a interpretação cuidadosa também possibilita a identificação de tendências ao longo do tempo, contribuindo para uma compreensão mais profunda da dinâmica do processo. Uma observação de padrões recorrentes ou alterações nas distribuições pode alertar os responsáveis pelo processo sobre possíveis causas que merecem investigação adicional.

Figura 6 – Exemplo de Gráfico de dispersão

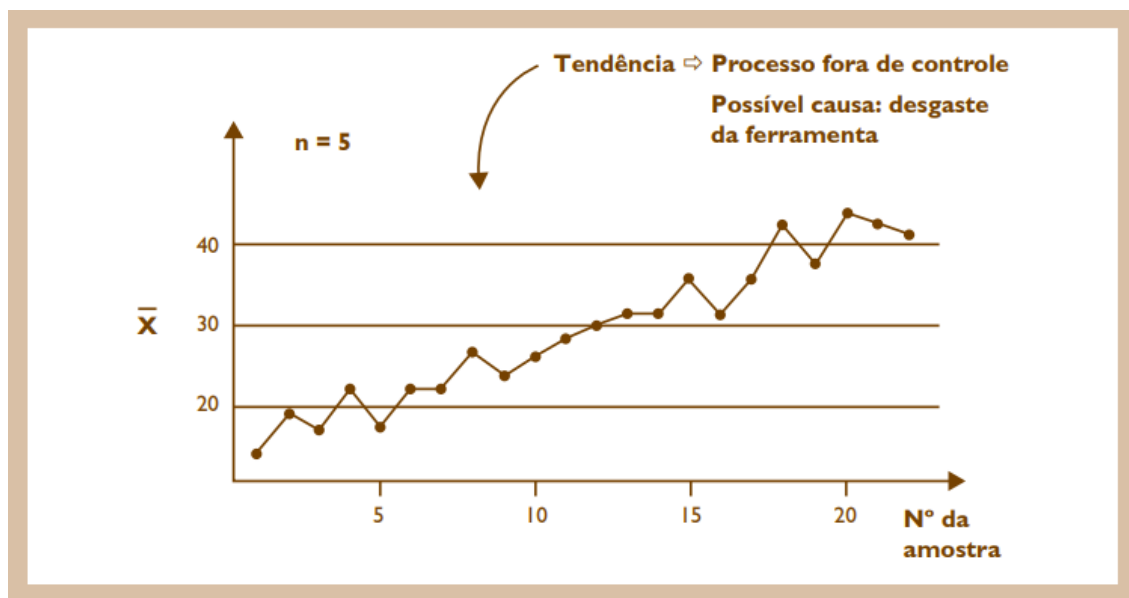


Fonte: Maciel (2022)

4.4.6. Gráfico de Controle

A carta de Controle ou Gráfico de controle permite a visualização do nível de variabilidade do processo provocada pelas causas comuns de variação. Ferramenta que organiza os dados de forma a viabilizar a visualização do estado de controle estatístico de um processo, incluindo o acompanhamento da localização e dispersão de seus itens de controle. (WERKEMA, 2013)

Figura 7 - Exemplo de Gráfico de Controle



Fonte: Werkema (2013)

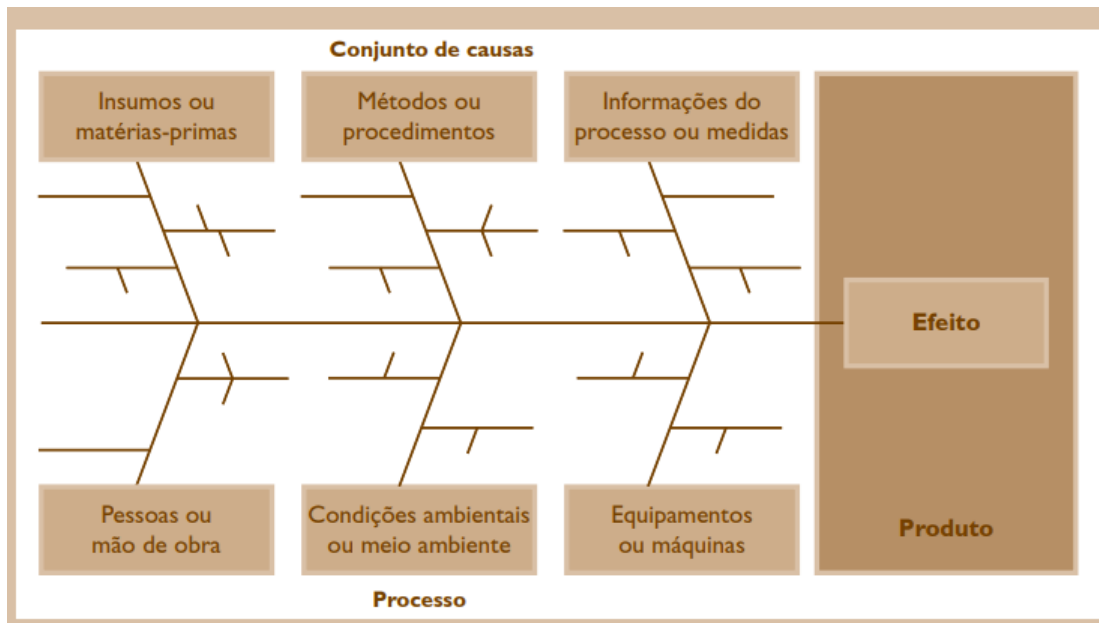
4.4.7. Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe, ou diagrama de causa e efeito, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa, um líder japonês de controle de qualidade. Esse diagrama é uma ferramenta gráfica usada para identificar de forma concisa as causas e efeitos de um problema. Como as causas do problema são priorizadas, é possível identificar as fontes do problema. Além disso, também pode ser utilizado como ferramenta analítica em gerenciamento de projetos e controle de qualidade.

Normalmente, este diagrama resulta de uma sessão de brainstorming em que os solucionadores de problemas fazem sugestões. O objetivo principal é representado

pela cabeça de um peixe, enquanto os fatores principais são representados por espinhos presos à espinha dorsal. Posteriormente, os fatores secundários são adicionados como raízes e assim por diante. A criação de diagramas de Ishikawa geralmente estimula a discussão e promove a compreensão de um problema complexo.

Figura 8 – Exemplo de Diagrama de Ishikawa



Fonte: Werkema (2013)

Tipicamente, as causas principais são subdivididas em cinco ou seis categorias principais – humano, máquina, método, material, ambiental e medição – cada uma delas subdividida em sub causas. O processo continua até que todas as causas possíveis sejam identificadas e listadas. Um bom diagrama terá vários níveis de lombadas e fornecerá uma boa imagem do problema e dos fatores que contribuem para sua existência. (Vargas, Arturo Realyvásquez; Alcatraz, Jorge Luis García; Satapathy, Suchismita; Diaz-Reza, José Roberto, 2023).

4.5 OUTRAS FERRAMENTAS BÁSICAS DA QUALIDADE

4.5.1 5W e 1H

A ferramenta 5W1H é uma técnica de investigação e análise que busca responder a seis perguntas fundamentais: What (O que?), Why (Por que?), Where (Onde?), When (Quando?), Who (Quem?) e How (Como?). Essas perguntas ajudam a obter informações abrangentes sobre um determinado assunto, evento ou situação, auxiliando na compreensão e na tomada de decisões. As perguntas têm como objetivo gerar respostas que esclareçam o problema a ser resolvido ou que organizem as ideias na resolução de problemas.

A metodologia 5 Ws e 1H envolve a formulação de perguntas iniciadas com as letras W e H, conforme indicado no Quadro 1, que também fornece os significados associados a cada uma delas.

Tabela 1 - Modelo conceitual dos 5W e 1H

Pergunta	Significado	Pergunta investigadora	Direcionador
What	O que?	O que é a anomalia? Como ela é descrita?	O objeto
Why	Por que?	Por que é necessário fazer?	O motivo
Where	Onde?	Essa anomalia ocorre em que parte do processo/máquina/ cliente?	O local
When	Quando?	Essa anomalia começou a ser detectada desde quando?	O tempo
Who	Quem?	Quem é o responsável?	O sujeito
How	Como?	Como será feito?	O método

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para Saleme e Stadler (2010), aplicação dessa ferramenta possibilita a divisão de um processo em andamento em etapas, construída com base nas perguntas pertinentes, com o objetivo de identificar falhas que possam estar impedindo a conclusão adequada do processo. O resultado não se resume à simples indicação das falhas, mas sim à sua exposição para uma análise mais detalhada.

4.5.2. TÉCNICA DOS CINCO PORQUÊS

Conhecida também como 5-Why, o método dos "5 porquês", é uma abordagem concebida em 1950 por Taiichi Ohno, o arquiteto do sistema de produção da Toyota. Essa técnica é extremamente empregada na resolução de problemas internos, destacando-se pela sua eficácia e simplicidade. (MAREO, 2021)

Esta ferramenta integra o procedimento de análise de problemas com o objetivo de identificar suas causas. A técnica é simples, uma vez que orienta de forma sistemática a pergunta "por quê", eventualmente descobrindo a raiz verdadeira do problema. Busca-se aprofundar a análise até alcançar o ponto em que a solução para o problema é identificada. Não é necessário seguir todas as cinco perguntas, já que o problema pode ser mais superficial do que aparente, possibilitando encontrar uma resposta mais cedo no processo. (STADLER E SELEME, 2010)

Em síntese, a implementação da Melhoria Contínua (MC) é essencial para enfrentar os desafios enfrentados pelas indústrias contemporâneas, proporcionando avanços cumulativos nos indicadores de desempenho. A MC, alinhada a abordagens como o Ciclo PDCA, emerge como uma ferramenta estratégica para aumentar a competitividade das organizações, promovendo mudanças incrementais e rápidas. A utilização das Sete Ferramentas da Qualidade, como o Diagrama de Pareto, Histograma, Gráfico de Controle e Diagrama de Causa e Efeito, entre outras, se torna crucial nesse contexto. Essas ferramentas não apenas oferecem uma visão abrangente dos processos, mas também facilitam a identificação e a resolução de problemas, promovendo a eficiência e a eficácia operacional. Ao promover a participação de toda a organização na busca por pequenas melhorias, a MC e as ferramentas de qualidade se tornam instrumentos valiosos na adaptação estratégica das organizações diante das turbulências e incertezas do ambiente externo. Dessa forma, a conjugação da Melhoria Contínua e das ferramentas de qualidade emerge como um caminho sólido para impulsionar a excelência operacional e enfrentar os desafios das indústrias modernas.

5. METODOLOGIA

5.1. IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A ineficiência da máquina encarregada de montar caixas de embalagens para os produtos adesivos revelou-se como um desafio significativo no panorama do processo produtivo da empresa de produtos químicos. Ao realizar uma análise, constatou-se que essa falha operacional estava causando impactos substanciais na eficiência da linha de produção. A máquina, que deveria automatizar e otimizar o procedimento de embalagem, encontrava-se incapaz de cumprir sua função de maneira eficaz. Como consequência direta, os produtos designados para essa etapa do processo precisavam ser embalados manualmente, introduzindo uma variabilidade indesejada e aumentando o tempo necessário para concluir a tarefa.

Figura 9 - Montadora automática de caixas



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Esse cenário não apenas comprometia a eficiência operacional, mas também acarretava consequências adicionais, como a redução da capacidade de produção, o aumento do risco de erros humanos na embalagem manual e a possibilidade de danos aos produtos devido à manipulação manual. Além disso, a necessidade de realocar

mão de obra para realizar a embalagem manual representava um custo adicional para a empresa.

Diante desse quadro, tornou-se imperativo abordar e resolver essa questão para otimizar a eficiência do processo produtivo como um todo. A implementação de melhorias na máquina de montagem de caixas de embalagens torna-se uma prioridade estratégica para minimizar os impactos negativos na produção, assegurando uma operação mais suave, reduzindo custos desnecessários e elevando a qualidade do produto final.

5.2. EMBALAGEM COM PROBLEMA X EMBALAGEM MANUAL

Diante da ineficiência da máquina encarregada de montar caixas de embalagens, a empresa decidiu explorar a alternativa de realocar mão de obra para realizar a tarefa manualmente. No entanto, essa abordagem, embora temporariamente viável, acarreta uma série de desafios que repercutem por todo o processo produtivo. O processo manual, além de aumentar os custos operacionais devido à necessidade de contratação de mão de obra adicional, também contribui para um aumento nos custos do produto final. A alocação de recursos humanos para a embalagem manual não apenas representa uma despesa adicional, mas também implica em uma eficiência reduzida, uma vez que o potencial da máquina automatizada não está sendo plenamente aproveitado.

Figura 10 - Montagem manual da caixa



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Essa abordagem manual, além de impactar os custos, acaba por limitar a capacidade da máquina já instalada na linha, impedindo-a de operar em sua capacidade máxima. Isso resulta em subutilização de recursos e afeta diretamente a eficiência do centro de trabalho como um todo. A redução na eficiência não apenas gera custos adicionais, mas também compromete a velocidade e a consistência do processo produtivo.

Além disso, os efeitos negativos se estendem até a entrega do produto ao cliente final. A produção menos eficiente afeta os prazos de entrega, potencialmente impactando a satisfação do cliente e a reputação da empresa no mercado. Diante desse panorama, torna-se evidente a necessidade premente de uma solução abrangente que não apenas resolva a ineficiência da máquina, mas também otimize os custos operacionais, assegurando uma produção eficiente e uma entrega pontual e qualitativa aos clientes.

5.3. APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS

A abordagem para lidar eficazmente com as ineficiências identificadas na máquina de montagem de caixas de embalagens envolve a aplicação do Método PDCA (Plan, Do, Check, Act). Reconhecido como uma ferramenta robusta para a

gestão de melhorias, o Ciclo PDCA proporciona uma abordagem sistemática e iterativa para a solução de problemas.

O primeiro passo do ciclo PDCA consistiu em unificar a equipe de melhoria, integrando-a ao processo produtivo para realizar uma coleta detalhada de dados relativos ao problema. Para essa coleta de dados, utilizou-se a ferramenta 5W1H, possibilitando uma análise abrangente dos aspectos What, Why, Where, When, Who e How. Essa análise aprofundada permitiu uma compreensão completa do problema e suas ramificações, fornecendo insights cruciais para a tomada de decisões informadas.

Com base nos dados coletados, uma contramedida inicial foi definida como medida paliativa. A decisão foi adicionar um operador por turno para realizar a montagem manual das caixas, visando contornar temporariamente o problema enquanto se buscava uma solução mais abrangente. Essa contramedida não apenas demonstrou a agilidade da empresa em responder às demandas imediatas, mas também evidenciou o compromisso com a melhoria contínua ao aplicar soluções transitórias enquanto se trabalha na resolução estruturada do problema subjacente.

Após uma discussão aprofundada sobre as possíveis causas da ineficiência na máquina, a equipe de melhoria aplicou o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito. Essa ferramenta permitiu um mapeamento detalhado das diversas ideias e fatores que poderiam contribuir para a ineficiência da máquina. Categorias como pessoas, processos, equipamentos, materiais e ambiente foram cuidadosamente examinadas, possibilitando uma compreensão abrangente do contexto em que o problema estava inserido.

A fim de aprofundar a compreensão das causas identificadas, a equipe aplicou a técnica dos Cinco Porquês. Essa abordagem consiste em questionar repetidamente o porquê de uma determinada causa, buscando identificar as raízes fundamentais do problema. Essa análise minuciosa e sistemática permitiu à equipe de melhoria não apenas compreender as causas imediatas, mas também identificar as causas raiz subjacentes que estavam contribuindo para a ineficiência da máquina.

Com base nas causas identificadas, foi desenvolvido um plano de ação com o intuito de estabelecer um controle efetivo e garantir a execução precisa das medidas necessárias, atribuindo responsabilidades específicas aos envolvidos.

6. RESULTADOS

6.1. APLICAÇÃO DO MÉTODO PDCA

Para abordar de maneira eficaz a ineficiência identificada na máquina de montagem de caixas de embalagens, a empresa optou por aplicar o Ciclo PDCA (Plan, Do, Check, Act). Reconhecido como uma ferramenta robusta para a gestão de melhorias, o Ciclo PDCA proporciona uma abordagem sistemática e iterativa para a solução de problemas. O primeiro passo desse ciclo consistiu em unificar a equipe de melhoria, integrando-a ao processo produtivo para realizar uma coleta detalhada de dados relativos ao problema.

Para essa coleta de dados, foi empregada a ferramenta 5W2H, que possibilita a análise abrangente dos aspectos What (O quê?), Why (Por quê?), Where (Onde?), When (Quando?), Who (Quem?), How (Como?) e How much (Quanto?). Essa análise aprofundada permitiu uma compreensão holística do problema e suas ramificações, fornecendo insights cruciais para a tomada de decisões informadas.

Tabela 2- Coleta de dados 5W

Coleta de dados do problema	
1. O que?	O que é a anomalia? Como ela é descrita?
DOWNTIME ELEVADO NO CENTRO DE TRABALHO, NA EMPACOTADORA AUTOMÁTICA.	
2. Onde?	Essa anomalia ocorre em que parte do processo/máquina/ cliente? Essa anomalia também acontece em outras máquinas/processos/ clientes similares?
A ANOMALIA OCORRE NA ARMADORA DE CAIXA, ESPECIFICAMENTE NAS CAIXAS 2 CAIXAS MENORES.	
3. Quando?	Essa anomalia começou a ser detectada desde quando? Essa anomalia ocorre somente em alguma época específica do ano? Ou em algum período específico do dia?
ESSA ANOMALIA OCORREU DESDE A MUDANÇA DA ALTURA DAS CAIXAS. OCORRE EM QUALQUER ÉPOCA DO ANO E EM TODOS OS TURNO (SEM PERÍODO ESPECÍFICO)	
4. Quem?	Essa anomalia acontece somente com 1 turno (ou somente com 1 operador)? Essa anomalia acontece em qualquer turno / operadores? Essa anomalia só acontece com operadores menos experientes?
INDEPENDENTE DA HABILIDADE DO OPERADOR.	
5. Qual?	Qual o padrão atual dessa anomalia (foi pontual ou é recorrente)? Está aumentando, diminuindo ou está estável? Foi detectado algum padrão para a recorrência?
É RECORRENTE E ESTÁ ESTABILIZADO.	

Coleta de Dados

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com base nos dados coletados, foi então definida uma contramedida inicial como medida paliativa. A decisão foi adicionar um operador por turno para realizar a montagem manual das caixas, visando contornar temporariamente o problema enquanto se buscava uma solução mais abrangente. Essa contramedida não apenas demonstrou a agilidade da empresa em responder às demandas imediatas, mas também evidencia o compromisso com a melhoria contínua ao aplicar soluções transitórias enquanto se trabalha na resolução estruturada do problema subjacente.

Tabela 3 - Ação Contramedida de contenção

Qual foi a ação de contramedida (contenção) adotada?				
Contramedida (Contenção)	Ação	Responsável	Data programada	Data realizada
	ADICIONAR UM OPERADOR PARA ARMAR MANUALMENTE	EDUARDO / JERFESSON / LEANDRO	22/3/2022	22/03/2022

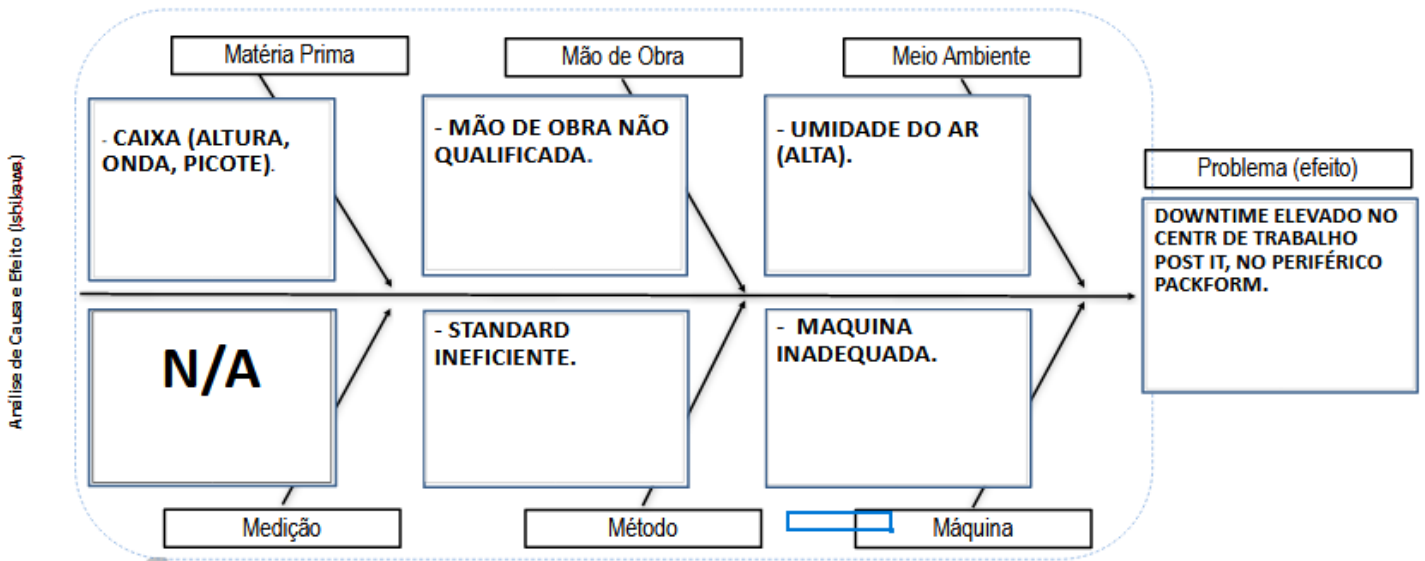
Fonte: Elaborada pelo autor (2023)

6.2. APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Após uma discussão aprofundada sobre as possíveis causas da ineficiência na máquina de montagem de caixas de embalagens, a equipe de melhoria promoveu uma operação conjunta envolvendo supervisores e coordenadores. O objetivo dessa operação era identificar de maneira mais precisa as causas e efeitos oculto ao problema em questão. Essa fase crucial do processo foi organizada e sistematizada por meio do Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito.

A utilização do Diagrama de Ishikawa permitiu um mapeamento detalhado das diversas ideias e fatores que poderiam contribuir para a ineficiência da máquina. Categorias como pessoas, processos, equipamentos, materiais e ambiente foram cuidadosamente examinadas, possibilitando uma compreensão abrangente do contexto em que o problema estava inserido.

Figura 11 - Diagrama de Ishikawa aplicado ao estudo



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Ao examinarmos a situação, torna-se evidente que a análise de causa e efeito apontou diversos potenciais origens para a ineficiência na produção. Dentre esses fatores, destaca-se a matéria-prima, cujas características, dimensões e propriedades podem estar desempenhando um papel crucial no desempenho inadequado da máquina de montagem de caixas de embalagens. A qualidade e adequação da matéria-prima são elementos críticos para garantir a integridade do produto final.

Além disso, a mão de obra emerge como outro ponto de preocupação. A possível falta de qualificação por parte dos operadores pode estar contribuindo para a execução inadequada do processo produtivo, resultando em uma série de complicações na montagem das caixas. A necessidade de capacitação e treinamento adequado para os funcionários pode ser uma consideração fundamental para melhorar a eficiência e a qualidade do trabalho manual.

O ambiente de trabalho também foi identificado como uma variável potencialmente impactante. Condições ambientais como a umidade do ar, podem afetar a integridade das caixas, comprometendo o material e, por conseguinte, o produto final.

Adicionalmente, o método do processo adotado pode estar em desacordo com a realidade operacional, gerando disparidades entre o planejado e o executado. Essa incongruência pode resultar em ineficiências e erros durante a montagem das caixas. A revisão e ajuste do método de trabalho são passos essenciais para alinhar as operações com as melhores práticas e garantir a eficiência.

Por fim, a inadequação da máquina em relação às dimensões das caixas é um fator crítico. Se a máquina não está devidamente dimensionada para lidar com as especificações das caixas, isso pode levar a falhas no processo de montagem. A avaliação da capacidade da máquina e, se necessário, sua atualização ou substituição, é uma consideração essencial para otimizar a produção.

Em resumo, a análise de causa e efeito destacou uma gama abrangente de possíveis desafios no processo produtivo, abordando desde a matéria-prima até a adequação da máquina. A compreensão detalhada desses fatores permite à equipe de melhoria implementar soluções específicas e abrangentes, visando aprimorar significativamente a eficiência e a qualidade do processo de montagem de caixas de embalagens.

6.3. APLICAÇÃO DOS CINCO PORQUÊS

Com base na análise, as possíveis causas priorizadas no Diagrama de Ishikawa foram submetidas a uma análise mais profunda através da técnica dos Cinco Porquês. Essa abordagem consiste em questionar repetidamente o porquê de uma determinada causa, buscando identificar as raízes fundamentais do problema. Essa análise minuciosa e sistemática permitiu à equipe de melhoria não apenas compreender as causas imediatas, mas também identificar as causas raiz subjacentes que estavam contribuindo para a ineficiência da máquina.

Figura 12 - Análise de Cinco Porquês

PDCA

Análise 5 Porquês								
Nº	Possível causa (priorizados do Ishikawa)	Ocorrência (O) / Detecção (D)	1º Porque	2º Porque	3º Porque	4º Porque	5º Porque	Causa Raiz
1	CAIXA	(X) O () D	PORQUE ELA RASGA	ESQUADREIADOR ESTÁ INADEQUADO PARA AS DIMENSÕES DA CAIXA	NÃO ARIMA/PREPARA PARA PROXIMA ETAPA	NÃO FOI PROJETADOR PARA DIMENSÃO DA CAIXA	O PROJETO É ANTERIOR A IMPLEMENTAÇÃO DA CAIXA	O PROJETO É ANTERIOR A IMPLEMENTAÇÃO DA CAIXA
		() O () D		EXPRESSURA DA CAIXA INADEQUADA	NÃO SUSTENTRA A POSIÇÃO APÓS A SUCÇÃO DA VENTOSA	POSSUI SOMENTE UMA ONDA		POSSUI SOMENTE UMA ONDA
		() O () D	PORQUE ELA AMASSA	CONVITE DAS ESTEIRAS LATERAIS ESTA MUITO BAIXO	ERRO NO SETUP	FALHA OPERACIONAL		FALHA OPERACIONAL
		() O () D		ESTEIRA PODE ESTAR NÃO FUNCIONANDO	MOTOR TRAVADO	FALTA DE LUBRIFICAÇÃO E LIMPEZA	FALHA NA PREVENTIVA / PADRÃO PROVISÓRIO	FALHA NA PREVENTIVA / PADRÃO PROVISÓRIO
		(X) O () D	ABERTURA DE CAIXA INEFICIENTE	VENTOSA NÃO É CENTRALIZADA NA PAREDE DA CAIXA	CONVITE BASE DO MAGAZINE NÃO É ADEQUADO PARA ALTURA DA CAIXA	CAIXA MUITO BAIXA		CAIXA MUITO BAIXA
2	MÁQUINA INADEQUADA	(X) O () D		ESQUADREIADOR AMASSA A CAIXA	FORÇA EXERCIDA PELA MÁQUINA É EXCESSIVA	QUANTIDADE DE BAR É INADEQUADA PARA FUNÇÃO		QUANTIDADE DE BAR É INADEQUADA PARA FUNÇÃO

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Para preenchimento da análise dos Cinco Porquês, foi levado em consideração as seguintes informações adotadas pela empresa:

1. A possível causa deve vir da "Análise de causa e efeito - Ishikawa".
2. No campo "Ocorrência / Detecção" preencha "O" - quando a análise dos 5 Porquês for feita baseada no porque a falha ocorreu; preencha "D" - quando a análise dos 5 Porquês for feita baseada no porque a falha não foi detectada.
3. No campo "1º Porque", comece a pergunta com "Por que" a possível causa ocorreu ou "Por que" a possível causa não foi detectada.
4. A pergunta "Por que" seguinte deve ser sempre em relação a resposta "Porque" anterior.
5. A causa raiz deverá ser a última resposta "Porque" da linha de análise da possível causa que após verificação do time, foi concluído que se trata da principal causa que originou a falha. Copiar a última resposta "Porque" na coluna Causa Raiz. É possível ter mais de uma causa raiz.

6. Para a causa raiz devem ter ações no plano de ação com o objetivo de eliminá-la para que não ocorra novamente.

Sendo assim, foram identificadas pelo menos seis origens fundamentais, derivadas de duas possíveis causas previamente destacadas no Diagrama de Ishikawa. A primeira dessas causas potenciais se originou da matéria-prima principal, a caixa em questão, dando origem a quatro causas raízes distintas. Em primeiro lugar, observou-se que o projeto de implementação da máquina precedeu a implementação da caixa, possivelmente gerando desalinhamentos operacionais. Além disso, a singularidade da caixa, apresentando apenas uma ondulação, foi identificada como outra fonte potencial de ineficiência. Outras duas causas raízes foram identificadas como falhas no processo operacional e deficiências na manutenção preventiva da máquina, ambas associadas à caixa como elemento central do processo.

A segunda possível causa, relacionada à inadequação da máquina, revelou duas causas raízes adicionais. Em primeiro lugar, a altura inadequada da caixa, vinculada às suas dimensões, emergiu como um fator contribuinte para as falhas no processo de montagem. Ademais, constatou-se que a quantidade de pressão aplicada pela máquina para realizar a abertura da caixa era inadequada, exacerbando ainda mais os desafios operacionais.

Essa análise aprofundada não apenas identificou as causas imediatas dos problemas enfrentados na produção, mas também procurou compreender as causas raiz subjacentes. A interconexão desses fatores, revelada por meio do Diagrama de Ishikawa e aprofundada pela aplicação das ferramentas de análise de causa raiz, proporcionou uma visão holística do cenário.

6.4. PLANO DE AÇÃO

Com base nas causas identificadas, foi desenvolvido um plano de ação com o intuito de estabelecer um controle efetivo e garantir a execução precisa das medidas necessárias, atribuindo responsabilidades específicas aos envolvidos.

Figura 13 - Desenvolvimento do Plano de Ação

D	ID	Causa Nº	Ação	Responsável	Data	
					Programada	Real
Plano de ação	1	2	AVALIAR O INCREMENTO DE UMA SEGUNDA ONDA NA CAIXA	WANESSA/ALISSON	30/03/2022	30/05/2022
	1	3	DEFINIR OS PARÂMETROS PARA ARMAÇÃO DA CAIXA	WANESSA	30/04/2022	30/05/2022
	1	4	ADICIONAR UM PONTO DE INSPEÇÃO NO PADRÃO PROVISÓRIO PARA O MOTOR DA ESTEIRA.	EDUARDO LIMA	28/04/2022	30/04/2022
	1	4	ADICIONAR NO PLANO DE PREVENTIVA DAS ESTRUTURAS LATERAIS	HUMBERTO	30/04/2022	30/04/2022
	2	1	AVALIAR O AUMENTO DA ALTURA DA CAIXA D1022 E D1023	WANESSA	15/05/2022	15/06/2022
	2	2	AVALIAR SE A QUANTIDADE DE BAR ESTA DE ACORDO.	WANESSA	30/04/2022	02/05/2022

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Dentro desse plano estratégico, duas ações se destacaram como fundamentais para alcançar o resultado desejado no projeto de melhoria. Em primeiro lugar, uma medida assertiva foi a definição criteriosa dos parâmetros para a armação da caixa. Foi identificado que os parâmetros originalmente estabelecidos pelo fabricante da máquina não eram aplicáveis às dimensões específicas das caixas envolvidas no processo produtivo. Essa incongruência resultava em falhas na montagem, impedindo que as caixas se formassem corretamente. Ao ajustar e definir novos parâmetros alinhados com as dimensões reais das caixas, a equipe de melhoria buscou assegurar uma correspondência precisa entre o processo de montagem e as características físicas das caixas. Essa ação não apenas abordou uma das causas raízes identificadas, mas também representou um passo significativo em direção à otimização do desempenho da máquina e, por conseguinte, da eficiência geral do processo produtivo.

Figura 14 - Parâmetros do fabricante da máquina

Comprimento	Largura	Altura
245	120	53

Item	Parâmetros	Unidade	P1	P2	P3
1	Abertura das guias do magazine	mm	365		
2.A	Altura da rampa superior de apoio de caixas do magazine	mm	240		
2.B	Posição da rampa superior de apoio de caixas do magazine	mm	280		
2.C	Escova de auxílio de esquadramento	S/N	NÃO		
3.A	Altura rampa de caixas direita	mm	55		
3.B	Posição esquadrejador inferior	mm	248		
3.C	Altura esquadrejador inferior	mm	35		
4	Altura rampa de caixas esquerda	mm	43		
5	Posição sensor do extrator avançado	mm	130		
6	Posição do braço extrator	mm	0°		
7.A	Posição da ventosa SUPERIOR DIREITA	mm	—		
7.B	Posição da ventosa SUPERIOR ESQUERDA	mm	—		
7.C	Posição da ventosa INFERIOR DIREITA	mm	215		
7.D	Posição da ventosa INFERIOR ESQUERDA	mm	70		
7.E	Posição do braço suporte ventosas	Posição	—		
8	Posição do expulsor	mm	240		
9	Primeiro Dobrador Interno (GDE ou PEQ)	Troca	GDE		
10	Segundo Dobrador Interno (GDE ou PEQ)	Troca	GDE		
11	Abertura dos tracionadores	mm	55		
12	Altura chapa de apoio superior	mm	140		

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

No segundo ponto crítico do processo de melhoria, houve uma avaliação da altura das caixas, revelando uma incompatibilidade significativa entre as dimensões dessas caixas e as capacidades da máquina em questão. Esse diagnóstico enfatizou a necessidade de uma análise aprofundada das especificações das caixas em relação às capacidades da máquina de montagem. Constatou-se que as dimensões das caixas não estavam alinhadas adequadamente com os requisitos da máquina, o que resultava em falhas no processo de montagem.

Figura 15 - Dimensões da caixa 1

DIMENSÕES INTERNAS (sem compensações)

COMPRIMENTO: 241 (+/- 2) mm

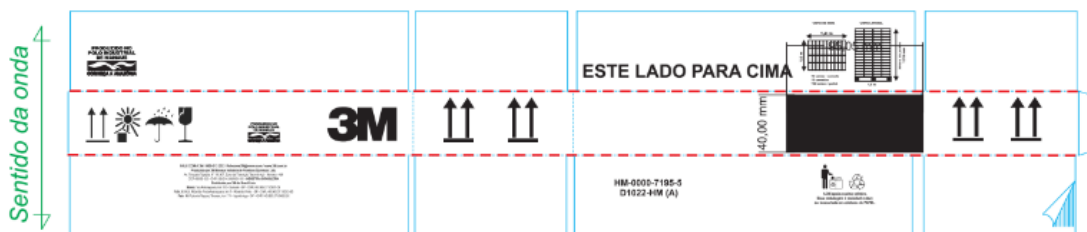
LARGURA: 111 (+/- 2) mm

ALTURA: 45 (+/- 2) mm

OBS.: Medidas Internas, o fornecedor deverá fazer as compensações

Picote: corte de 10 mm e espaçamento de 5 mm

Retângulo preto para impressão a laser: 95 mm x 40 mm



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 - Dimensões da caixa 2

DIMENSÕES INTERNAS (sem compensações)

COMPRIMENTO: 241 (+/- 2) mm

LARGURA: 222 (+/- 2) mm

ALTURA: 45 (+/- 2) mm

OBS.: Medidas Internas, o fornecedor deverá fazer as compensações

Picote: corte de 10 mm e espaçamento de 5 mm

Retângulo preto para impressão a laser: 95 mm x 40 mm



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Diante desse desafio, foram implementadas ações estratégicas, sendo cada uma delas verificada e executada pelos responsáveis designados. Essa abordagem sistemática e colaborativa garantiu que as correções necessárias fossem aplicadas

de maneira eficaz e que cada aspecto crítico fosse abordado de maneira abrangente. As melhorias e ajustes implementados, derivados das conclusões da avaliação da altura das caixas, produziram resultados tangíveis e avanços positivos no projeto como um todo.

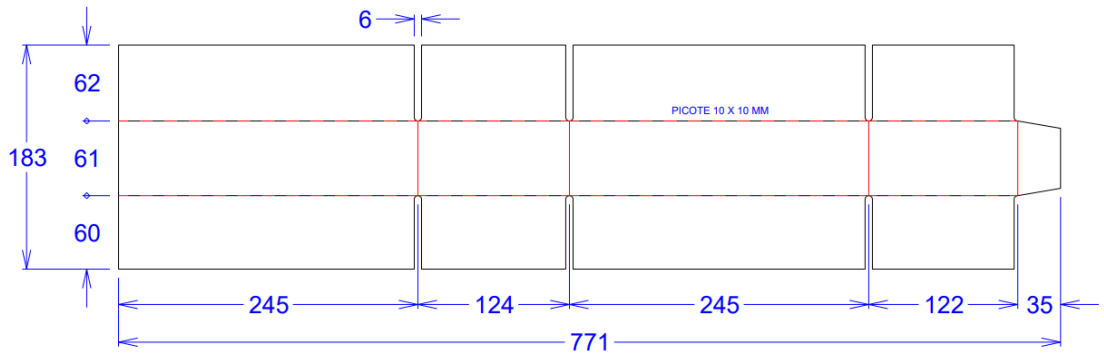
6.5. MODIFICAÇÃO DE EMBALAGENS E DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS

No processo de otimização da máquina, a necessidade de ajustar as dimensões das caixas exigiu uma estreita colaboração entre o fornecedor e o engenheiro de embalagem. O objetivo era modificar as características das embalagens de forma a atender aos padrões da máquina sem acarretar custos adicionais, alterações nos processos ou na logística.

O estudo aborda as implicações das modificações nas dimensões das embalagens, obtendo resultados de testes realizados para garantir a correta montagem. A análise inclui uma descrição detalhada das alterações nos parâmetros da máquina, ilustrada nas Tabelas 4 e 5, ressaltando a importância da comunicação entre os engenheiros de processo, produto e produção. Para evitar recorrências do problema, foi desenvolvido um plano de controle, conforme demonstrado na Figura 20.

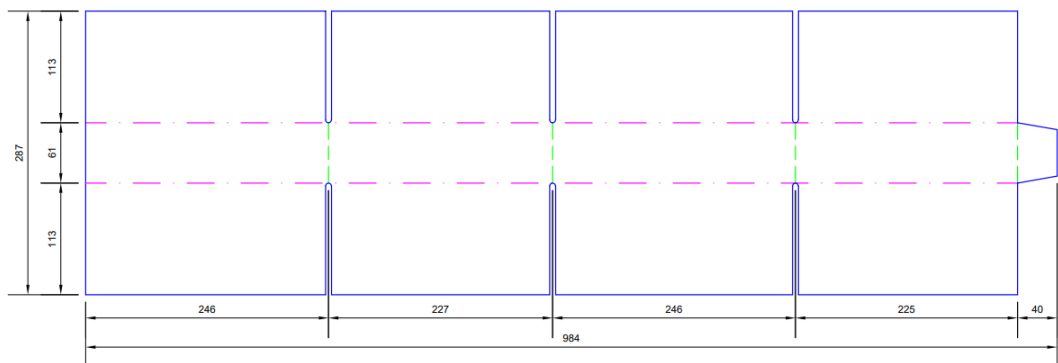
Para isso torna-se possível, houve uma comunicação entre o fornecedor e o time de embalagem para que a modificação das dimensões das caixas atendesse os padrões da máquina sem que implicassem no aumento do custo do produto, mudança de processo e processo logístico.

Figura 17 - Alteração das dimensões da caixa 1



Fonte: Elaboração do autor (2023)

Figura 18 - Alteração das dimensões da caixa 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Figura 19 - Amostra das caixas com novas dimensões



Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com o objetivo de assegurar que as caixas fossem montadas corretamente após a redefinição de suas dimensões, uma etapa crucial do projeto envolveu a realização de testes preliminares específicos para duas caixas representativas. Esses testes foram concebidos para validar a eficácia das alterações propostas e garantir que as novas dimensões fossem perfeitamente integradas ao processo de montagem. A colaboração estreita entre os engenheiros de processo, produto e produção desempenhou um papel fundamental nesse estágio, permitindo a troca de conhecimentos especializados e a obtenção de insights valiosos.

Tabela 4 - Alteração nos parâmetros da máquina para a caixa 1

<i>Máquina</i>	<i>Armadora Compactada GFX-02</i>		
<i>Caixa</i>	D1022-HM(A)		
<i>ITEM</i>	PARÂMETROS	UNIDADE	ALVO
1	Abertura das guias do magazine	mm	362
2.A	Altura da rampa de apoio de caixas do magazine	mm	260
2.B	Posição da rampa superior de apoio de caixas do magazine	mm	280
2.C	Escova de auxílio de esquadramento	S/N	N
3.A	Altura rampa de caixas direita	mm	50
3.B	Posição esquadrejador inferior	mm	245
3.C	Altura esquadrejador inferior	mm	50
4	Altura rampa das caixas esquerda	mm	37
5	Posição sensor do extrator de avanço	mm	130°
6	Posição do braço extrator	mm	0°
7.A	Posição da ventosa SUPERIOR DIREITA	mm	N
7.B	Posição da ventosa SUPERIOR ESQUERDA	mm	N
7.C	Posição da ventosa INFERIOR DIREITA	mm	210
7.D	Posição da ventosa INFERIOR ESQUERDA	mm	70
7.E	Posição do braço suporte ventosas	Posição	N
8	Posição do expulsor	mm	220
9	Primeiro Dobrador interno	Troca	GRD
10	Segundo dobrador Interno	Troca	GRD
11	Abertura dos Tracionadores	mm	55
12	Altura da chapa de apoio superior	mm	150
<i>Data</i>	7/25/2022		
<i>Edição</i>	2		

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Tabela 5 - Alteração dos parâmetros da máquina para a caixa 2

<i>Máquina</i>	<i>Armadora Compactaa GFX-02</i>		
<i>Caixa</i>	D1023-HM(A)		
<i>ITEM</i>	PARÂMETROS	UNIDADE	ALVO
1	Abertura das guias do magazine	mm	475
2.A	Altura da rampa de apoio de caixas do magazine	mm	360
2.B	Posição da rampa superior de apoio de caixas do magazine	mm	330
2.C	Escova de auxílio de esquadreamento	S/N	N
3.A	Altura rampa de caixas direita	mm	80
3.B	Posição esquadrejador inferior	mm	248
3.C	Altura esquadrejador inferior	mm	50
4	Altura rampa das caixas esquerda	mm	75
5	Posição sensor do extrator de avanço	mm	130°
6	Posição do braço extrator	mm	13°
7.A	Posição da ventosa SUPERIOR DIREITA	mm	N
7.B	Posição da ventosa SUPERIOR ESQUERDA	mm	N
7.C	Posição da ventosa INFERIOR DIREITA	mm	215
7.D	Posição da ventosa INFERIOR ESQUERDA	mm	70
7.E	Posição do braço suporte ventosas	Posição	N
8	Posição do expulsor	mm	220
9	Primeiro Dobrador interno	Troca	N
10	Segundo dobrador Interno	Troca	N
11	Abertura dos tracionadores	mm	110
12	Altura da chapa de apoio superior	mm	215
<i>Data</i>	7/25/2022		
<i>Edição</i>	2		

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

Com o intuito de prevenir a recorrência do problema identificado, foi desenvolvido um abrangente plano de controle, conforme representado na figura 20. Este plano foi concebido para consolidar e formalizar as ações corretivas e preventivas adotadas durante o projeto de melhoria. Ao concluir a implementação das ações prioritizadas, notou-se melhoria no processo de montagem das caixas, evidenciando o êxito das medidas empreendidas.

A validação bem-sucedida das alterações propostas resultou não apenas na montagem adequada das caixas, mas também em um incremento mensurável na

eficiência do processo produtivo. Esse aumento de eficiência teve impactos diretos na utilização da máquina, permitindo a realocação estratégica dos operadores anteriormente envolvidos no trabalho manual. A consequente liberação de recursos humanos proporcionou a oportunidade de realocar esses operadores para outras áreas de trabalho, otimizando a distribuição de habilidades e maximizando a produtividade da equipe.

O alcance bem-sucedido da meta de utilização da máquina representa não apenas uma resolução pontual do problema, mas também um marco significativo no aprimoramento contínuo do processo produtivo. A implementação do plano de controle não apenas fortaleceu as bases para a prevenção de futuros contratemplos, mas também estabeleceu um modelo robusto para a gestão da qualidade e a manutenção da eficiência operacional ao longo do tempo. Esses resultados tangíveis não apenas atestam o sucesso do projeto de melhoria, mas também evidenciam o comprometimento da equipe em alcançar e manter padrões elevados de desempenho e eficácia no ambiente de produção.

Figura 20 - Plano de Controle

Plano de Controle			
No.	Ação	Status	Comentários
1	Adicionar nas especificações de embalagens as novas dimensões das caixas	Concluído	Engenheiro de embalagem realizou a adição na espec
2	Criar um documento de SETUP para que os operadores setem o parâmetros corretamente	Concluído	Documento criado e aprovado pelos engenheiros
3	Treinamento para os funcionários	Concluído	
4	Adicionar a matriz de qualificação para garantir que somente os funcionários treinados executem o SETUP	Concluído	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023)

6.6. ANÁLISE DE RESULTADOS E PADRONIZAÇÃO

Durante o processo de otimização da máquina de montagem de caixas de embalagens, houve a necessidade crucial de ajustar as dimensões das caixas, demandando uma estreita colaboração entre o fornecedor e o time de embalagem. O objetivo primordial era adaptar as embalagens aos padrões da máquina, assegurando uma montagem correta, sem incorrer em custos adicionais, alterações nos processos ou impactos logísticos.

Testes preliminares específicos foram conduzidos para validar as alterações propostas nas dimensões das caixas, envolvendo uma colaboração estreita entre engenheiros de processo, produto e produção. A Figura 17 e 18 ilustram as mudanças nas dimensões, enquanto a Figura 20 apresenta um plano de controle elaborado para prevenir recorrências do problema. As Tabelas 4 e 5 detalham as modificações nos parâmetros da máquina, evidenciando a importância da comunicação entre as diversas áreas envolvidas e para que os parâmetros fossem configurados corretamente, foi criado um documento operacional com o passo a passo para realizar esse procedimento, apresentado no apêndice 2. A realização de testes específicos e a definição criteriosa dos parâmetros foram fundamentais para garantir a correta montagem das caixas.

O desenvolvimento e implementação bem-sucedidos do plano de controle resultaram em melhorias significativas no processo de montagem das caixas, proporcionando não apenas uma resolução pontual, mas também representando um avanço notável no aprimoramento contínuo do processo produtivo. O sucesso dessas medidas permitiu uma realocação estratégica dos operadores, anteriormente envolvidos em trabalho manual, otimizando a distribuição de habilidades e maximizando a produtividade da equipe. Esses resultados tangíveis não apenas atestam o êxito do projeto de melhoria, mas também refletem o comprometimento da equipe em manter padrões elevados de desempenho e eficácia no ambiente de produção ao longo do tempo.

7. CONCLUSÃO

No decorrer deste estudo, a aplicação das ferramentas da qualidade, apresentadas no apêndice , revelou-se fundamental para o êxito do projeto de otimização do processo de empacotamento de embalagens em uma indústria. A utilização meticulosa e estratégica dessas ferramentas permitiu uma abordagem sistemática na identificação, análise e resolução de desafios enfrentados pela empacotadora.

A modificação das características das embalagens, com foco na conformidade com os padrões da máquina, foi conduzida de maneira a assegurar a eficácia do processo sem incorrer em custos adicionais ou perturbações nos processos e logística estabelecidos. A abordagem adotada, com base em métodos da qualidade, possibilitou uma análise minuciosa das dimensões das caixas 1 e 2, culminando em resultados de testes que validaram a correta montagem.

A descrição detalhada das alterações nos parâmetros da máquina, aliada à implementação de um plano de controle robusto, não apenas mitigou as recorrências do problema, mas também proporcionou um notável aumento na eficiência do processo. Este incremento operacional não só atendeu aos requisitos da máquina, mas também permitiu a realocação estratégica dos operadores envolvidos em atividades manuais para outras áreas, alinhando-se efetivamente com a meta de utilização da máquina.

Dessa forma, é possível concluir que a aplicação das ferramentas da qualidade não apenas desempenhou um papel crucial na resolução dos desafios identificados, mas também demonstrou ser uma abordagem eficaz para impulsionar melhorias contínuas no processo de empacotamento, resultando em benefícios tangíveis, como eficiência aprimorada e alocação otimizada de recursos humanos. Este estudo de caso destaca a importância da integração de práticas de qualidade em projetos de melhoria contínua, contribuindo para a excelência operacional e a competitividade da indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, Joana França de. Utilização do Ciclo PDCA para Análise de Não conformidades em um Processo Logístico. Monografia (graduação) – Universidade Federal de Juiz de Fora (MG), Curso de Engenharia de Produção, 2008. 60 p. Orientadora: Eliane da Silva Christo. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora.

BAMFORD, D. R.; Greatbanks, R. W. The use of quality management tools and techniques: a study of application in everyday situations. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 22, 2005.

CHANDLER, Alfred D. Jr. História da Indústria. São Paulo: Editora Nova Cultural, 1989.

FARIAS, Maria Luiza Araújo de. Implementação do ciclo PDCA com uso sequencial de ferramentas de qualidade para redução das rejeições internacionais de uma indústria metalúrgica. 2022.

FERNANDA MACIEL. Interpretar gráfico de dispersão. Blog da Profa. Fernanda Maciel, <https://blog.proffernandamaciel.com.br/interpretar-grafico-de-dispersao/>. Acesso em 01/12/2023.

FERRAMENTAS DA QUALIDADE: conceitos e aplicações, de José Carlos Fernandes e Maria Luiza de Oliveira. Editora Atlas, 2013.

FONSÊCA, Luís Eduardo Lins da. Projeto de melhoria da perda de filme de embalagem em uma indústria de detergente em pó com auxílio da metodologia PDCA/MASP. 2023. 73 f. il., aba. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Mecânica - Bacharelado, Recife, 2023.

FORD, Henry. A Produção em Massa. São Paulo: Editora Estação das Letras e Cores, 2011.

FURUKITA, Amanda Cristina. Application of PDCA Cycle to decrease cardboard packaging waste: A case study in a food industry. 2017. 54p. Work of Conclusion Course (Graduation in Chemical Engineering) – Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2017.

GOMES, E. (2021, 11 de junho). Descubra o que é o ciclo PDCA e como ele funciona. <https://gestaocomqualidade.com.br/gestao-qualidade/descubra-o-que-e-o-ciclo-pdca-e-como-ele-funciona/>. Acesso em 09/12/2023.

GESTÃO DA QUALIDADE: conceitos, modelos e sistemas, de Juran e Gryna. Editora Thomson, 2008.

HOBBSAWN, Eric J. A Revolução Industrial. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2006.

KAIZEN: a filosofia japonesa da melhoria contínua, de Masaaki Imai. Editora Campus, 1995.

MEREO. 5 Porquês: a técnica para encontrar a causa-raiz dos problemas. Mereo, <https://mereo.com/blog/5-porques/>. Acesso em 01/12/2023.

REALYVÁSQUEZ VARGAS, Arturo; GARCÍAALCARAZ, Jorge Luis; The PDCA Cycle for Industrial Improvement Applied Case Studies, 2023.

RODRIGUES, Marcus Vinícius. Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de produção Lean Manufacturing. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SELEME, Robson Controle da qualidade: as ferramentas essenciais [livro eletrônico] / Robson Seleme, Humberto Stadler. – Curitiba: Ibplex, 2012. – (Série Administração da produção).

VOITTO. 7 ferramentas da qualidade. Voitto, <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/7-ferramentas-da-qualidade>. Acesso em 01/12/2023.

WERKEMA, Cristina. Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas –
Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

APÊNDICE A – O CICLO PDCA APLICADO AO ESTUDO DE CASO (FRENTE E VERSO)

PDCA

COACHING REALIZADO

Assessoria	Atividade	Assessoria
------------	-----------	------------

Formulário desenvolvido em 2014 pelo Centro de Trabalho Post-IT, no âmbito do projeto de pesquisa em SBC/04

Identificação

Nome Projeto: **INTEGRAÇÃO** ID VMS: **100**

Colaborador: **POST-IT** ID Atividade: **100**

Data de Realização: **22/04/2022** ID Categoria: **100**

Realizado por: **POST-IT** ID CRI: **100**

Nome do responsável: **WANEISSA DE CASTRO**

Descrição

LÍDER: WANEISSA DE CASTRO
 TIME: PATRICK LIMA, LEANDRO LIMA, EDUARDO LIMA, JERFESSON CARVALHO.

Objetivo

1. O que é o problema? **DOWN TIME ELEVADO NO CENTRO DE TRABALHO POST-IT, NO PERIFÉRICO PACKFORM.**

2. Onde? **A INDÚSTRIA OCORRE NA ARMADORA DE CAIXA PACKFORM, ESPECIFICAMENTE NAS CAIXAS D322 E D323.**

3. Quando? **EM 2022, EM 30/03/2022, EM 30/04/2022, EM 15/05/2022, EM 02/05/2022.**

4. Quem? **WANEISSA DE CASTRO, EDUARDO LIMA, HUMBERTO.**

5. Como? **INSPEÇÃO DA HABILIDADE DO OPERADOR.**

6. Qual? **QUAL A PRINCIPAL CAUSA DO PROBLEMA?**

RECORRENTES E NÃO ESTABILIZADO.

Análise de Causa e Efeito (Ishikawa)

Matéria Prima	Mão de Obra	Meio Ambiente	Problema (efeito) DOWN TIME ELEVADO NO CENTRO DE TRABALHO POST-IT, NO PERIFÉRICO PACKFORM.
- CAIXA (ALTURA, ONDA, PICOTE)	- MÃO DE OBRA NÃO QUALIFICADA.	- UMIDADE DO AR (ALTA).	
N/A	- STANDARD INEFICIENTE.	- MAQUINA INADEQUADA.	
Medição	Método	Máquina	

Fonte: adaptado de...

ID	Quantidade	Ação	Responsável	Data	
				Plano	Real
1	2	AVALIAR O INCREMENTO DE UMA SEGUNDA ONDA NA CAIXA	WANEISSA/ALESSON	30/03/2022	30/05/2022
1	3	DEFINIR OS PARÂMETROS PARA ARMAÇÃO DA CAIXA	WANEISSA	30/04/2022	30/05/2022
1	4	ADICIONAR UM PONTO DE INSPEÇÃO NO PADRÃO PROVISÓRIO PARA O MOTOR DA ESTEIRA.	EDUARDO LIMA	28/04/2022	30/04/2022
1	4	ADICIONAR NO PLANO DE PREVENTIVA DAS ESTRUTURAS LATERAIS	HUMBERTO	30/04/2022	30/04/2022
2	1	AVALIAR O AUMENTO DA ALTURA DA CAIXA D322 E D323	WANEISSA	15/05/2022	15/05/2022
2	2	AVALIAR SE A QUANTIDADE DE BAR ESTÁ DE ACORDO.	WANEISSA	30/04/2022	02/05/2022

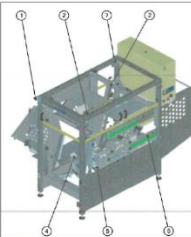




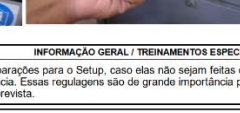
Parâmetros		Plano	Real
Falta de habilidade?			
Falta de conhecimento?			
Falta de recursos?			
Falta de comunicação?			

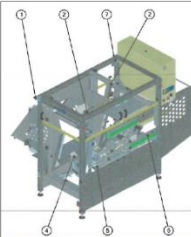




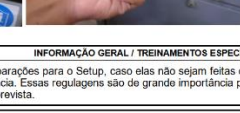
PDCA

ID	Parâmetros	Ocorrência (O) / Defeito (D)	1ª Fase					2ª Fase					Causa Raiz		
			1ª	2ª	3ª	4ª	5ª	1ª	2ª	3ª	4ª	5ª			
1	CAIXA	<input checked="" type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> D	POQUE ÉLA RAZA	ESQUADREJADOR ESTÁ INADEQUADO PARA AS DIMENSÕES DA CAIXA	NÃO ARMA/PREPARA PARA PROBLEMA STOP.	NÃO FOI PROVISÓRIO PARA DIMENSÃO DA CAIXA	O PROJETO É ANTERIOR À IMPLEMENTAÇÃO DA CAIXA	O PROJETO É ANTERIOR À IMPLEMENTAÇÃO DA CAIXA							
				ESPRESSURA DA CAIXA INADEQUADA	NÃO MANTÉM A POSIÇÃO APÓS A VIGIÇÃO DA VENTOSA	POSSUI SOMENTE UMA ONDA									
				POQUE ÉLA AMASSA	CONVITE DAS ESTRUTURAS LATERAIS ESTÁ MUITO BAIXO	ERRO NO SETUP	FAZIA OPERACIONAL								
					ESTEIRA PODE ESTAR NÃO FUNCIONANDO	MOTOR TRAVADO	FALTA DE LUBRIFICAÇÃO E LIMPEZA	FALTA NA PREVENTIVA / PADRÃO PROVISÓRIO							
2	MÁQUINA INADEQUADA	<input checked="" type="checkbox"/> O <input type="checkbox"/> D	ABERTURA DE CAIXA INEFICIENTE	VENTOSA NÃO É CENTRALIZADA NA PAREDE DA CAIXA	CONVITE BARRA DO MANGUINHO NÃO É ADEQUADO PARA ALTURA DA CAIXA	CAIXA MUITO BAIXA	CAIXA MUITO BAIXA								
				ESQUADREJADOR AMASSA A CAIXA	FORÇA EXERCIDA PELA MÁQUINA É EXCESSIVA	QUANTIDADE DE BAR É INADEQUADA PARA PUNÇÃO									

1. O primeiro passo é definir o "problema" a ser resolvido.
 2. O segundo passo é definir o "problema" a ser resolvido.
 3. O terceiro passo é definir o "problema" a ser resolvido.
 4. O quarto passo é definir o "problema" a ser resolvido.
 5. O quinto passo é definir o "problema" a ser resolvido.

APÊNDICE B – PROCEDIMENTO OPERACIONAL PARA PARÂMETROS DA MÁQUINA

STANDARD OPERACIONAL															
INSTRUÇÃO PARA:	Setup da Armadora de caixa PackForm	ID	ED	ÁREA	MÁQUINA	PÁGINA									
		BR-MFG-STD-06829	3	CBG	PackForm	1 de 4									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Etapa</th> <th style="width: 95%;">Etapa principal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"> Abrir o magazine </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CHAVE</td> <td> 1.1 - Abrir o magazine até o máximo, abrir no comprimento para gerar espaço para fazer o Setup. 1.2 - Verificar altura e Posição da Rampa Superior de Apoio de Caixas no Magazine - Abrir o magazine até o máximo e deixar o Apoio livre. Subir e soltar a Rampa Superior de Apoio de Caixa do Magazine para gerar espaço para fazer o Setup. 1.3 - Posicionar o Esquadrejador Inferior. Deixar solto o suporte do esquadrejador inferior para não ter interferência na hora que for regular a largura do Magazine. 1.4 - Posicionar o Expulsor, abrir o expulsor até o máximo no comprimento, recuando a haste do cilindro manualmente movimentando o extrator no sentido contrário do cilindro, para abrir espaço para regular os conjuntos da área de extração. 1.5 - Fazer a abertura dos tracionadores, abrir os volantes até o máximo, necessário abrir os tracionadores para facilitar na hora da regulagem. 1.6 - Subir a chapa do apoio superior até o máximo, isso irá abrir espaço para que o operador possa regular a caixa no tracionador. </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RAZÃO</td> <td>Para fazer as verificações corretas</td> </tr> </tbody> </table>					Etapa	Etapa principal	1	Abrir o magazine	CHAVE	1.1 - Abrir o magazine até o máximo, abrir no comprimento para gerar espaço para fazer o Setup. 1.2 - Verificar altura e Posição da Rampa Superior de Apoio de Caixas no Magazine - Abrir o magazine até o máximo e deixar o Apoio livre. Subir e soltar a Rampa Superior de Apoio de Caixa do Magazine para gerar espaço para fazer o Setup. 1.3 - Posicionar o Esquadrejador Inferior. Deixar solto o suporte do esquadrejador inferior para não ter interferência na hora que for regular a largura do Magazine. 1.4 - Posicionar o Expulsor, abrir o expulsor até o máximo no comprimento, recuando a haste do cilindro manualmente movimentando o extrator no sentido contrário do cilindro, para abrir espaço para regular os conjuntos da área de extração. 1.5 - Fazer a abertura dos tracionadores, abrir os volantes até o máximo, necessário abrir os tracionadores para facilitar na hora da regulagem. 1.6 - Subir a chapa do apoio superior até o máximo, isso irá abrir espaço para que o operador possa regular a caixa no tracionador.	RAZÃO	Para fazer as verificações corretas	
		Etapa	Etapa principal												
1	Abrir o magazine														
CHAVE	1.1 - Abrir o magazine até o máximo, abrir no comprimento para gerar espaço para fazer o Setup. 1.2 - Verificar altura e Posição da Rampa Superior de Apoio de Caixas no Magazine - Abrir o magazine até o máximo e deixar o Apoio livre. Subir e soltar a Rampa Superior de Apoio de Caixa do Magazine para gerar espaço para fazer o Setup. 1.3 - Posicionar o Esquadrejador Inferior. Deixar solto o suporte do esquadrejador inferior para não ter interferência na hora que for regular a largura do Magazine. 1.4 - Posicionar o Expulsor, abrir o expulsor até o máximo no comprimento, recuando a haste do cilindro manualmente movimentando o extrator no sentido contrário do cilindro, para abrir espaço para regular os conjuntos da área de extração. 1.5 - Fazer a abertura dos tracionadores, abrir os volantes até o máximo, necessário abrir os tracionadores para facilitar na hora da regulagem. 1.6 - Subir a chapa do apoio superior até o máximo, isso irá abrir espaço para que o operador possa regular a caixa no tracionador.														
RAZÃO	Para fazer as verificações corretas														
    		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA</th> <th style="width: 50%;">FERRAMENTAS ENVOLVIDAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protetor auricular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Óculos de segurança</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sapato de segurança</td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	FERRAMENTAS ENVOLVIDAS	Protetor auricular		Óculos de segurança		Sapato de segurança					
EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	FERRAMENTAS ENVOLVIDAS														
Protetor auricular															
Óculos de segurança															
Sapato de segurança															
<p style="text-align: center; font-size: small;">INFORMAÇÃO GERAL / TREINAMENTOS ESPECÍFICOS</p> <p style="font-size: x-small;">Os procedimentos de pré-Setup são preparações para o Setup, caso elas não sejam feitas de forma adequada, durante o Setup algumas peças do equipamento podem causar interferência. Essas regulagens são de grande importância para que possa ser feita uma regulagem limpa e organizada de acordo com a sequência prevista.</p>						<p style="font-size: x-small;">ÚLTIMA REVISÃO</p> <p style="text-align: center;">31/1/2022</p>									

STANDARD OPERACIONAL															
INSTRUÇÃO PARA:	Setup da Armadora de caixa PackForm	ID	ED	ÁREA	MÁQUINA	PÁGINA									
		BR-MFG-STD-06829	3	CBG	PackForm	1 de 4									
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Etapa</th> <th style="width: 95%;">Etapa principal</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"> Abrir o magazine </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">CHAVE</td> <td> 1.1 - Abrir o magazine até o máximo, abrir no comprimento para gerar espaço para fazer o Setup. 1.2 - Verificar altura e Posição da Rampa Superior de Apoio de Caixas no Magazine - Abrir o magazine até o máximo e deixar o Apoio livre. Subir e soltar a Rampa Superior de Apoio de Caixa do Magazine para gerar espaço para fazer o Setup. 1.3 - Posicionar o Esquadrejador Inferior. Deixar solto o suporte do esquadrejador inferior para não ter interferência na hora que for regular a largura do Magazine. 1.4 - Posicionar o Expulsor, abrir o expulsor até o máximo no comprimento, recuando a haste do cilindro manualmente movimentando o extrator no sentido contrário do cilindro, para abrir espaço para regular os conjuntos da área de extração. 1.5 - Fazer a abertura dos tracionadores, abrir os volantes até o máximo, necessário abrir os tracionadores para facilitar na hora da regulagem. 1.6 - Subir a chapa do apoio superior até o máximo, isso irá abrir espaço para que o operador possa regular a caixa no tracionador. </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">RAZÃO</td> <td>Para fazer as verificações corretas</td> </tr> </tbody> </table>					Etapa	Etapa principal	1	Abrir o magazine	CHAVE	1.1 - Abrir o magazine até o máximo, abrir no comprimento para gerar espaço para fazer o Setup. 1.2 - Verificar altura e Posição da Rampa Superior de Apoio de Caixas no Magazine - Abrir o magazine até o máximo e deixar o Apoio livre. Subir e soltar a Rampa Superior de Apoio de Caixa do Magazine para gerar espaço para fazer o Setup. 1.3 - Posicionar o Esquadrejador Inferior. Deixar solto o suporte do esquadrejador inferior para não ter interferência na hora que for regular a largura do Magazine. 1.4 - Posicionar o Expulsor, abrir o expulsor até o máximo no comprimento, recuando a haste do cilindro manualmente movimentando o extrator no sentido contrário do cilindro, para abrir espaço para regular os conjuntos da área de extração. 1.5 - Fazer a abertura dos tracionadores, abrir os volantes até o máximo, necessário abrir os tracionadores para facilitar na hora da regulagem. 1.6 - Subir a chapa do apoio superior até o máximo, isso irá abrir espaço para que o operador possa regular a caixa no tracionador.	RAZÃO	Para fazer as verificações corretas	
		Etapa	Etapa principal												
1	Abrir o magazine														
CHAVE	1.1 - Abrir o magazine até o máximo, abrir no comprimento para gerar espaço para fazer o Setup. 1.2 - Verificar altura e Posição da Rampa Superior de Apoio de Caixas no Magazine - Abrir o magazine até o máximo e deixar o Apoio livre. Subir e soltar a Rampa Superior de Apoio de Caixa do Magazine para gerar espaço para fazer o Setup. 1.3 - Posicionar o Esquadrejador Inferior. Deixar solto o suporte do esquadrejador inferior para não ter interferência na hora que for regular a largura do Magazine. 1.4 - Posicionar o Expulsor, abrir o expulsor até o máximo no comprimento, recuando a haste do cilindro manualmente movimentando o extrator no sentido contrário do cilindro, para abrir espaço para regular os conjuntos da área de extração. 1.5 - Fazer a abertura dos tracionadores, abrir os volantes até o máximo, necessário abrir os tracionadores para facilitar na hora da regulagem. 1.6 - Subir a chapa do apoio superior até o máximo, isso irá abrir espaço para que o operador possa regular a caixa no tracionador.														
RAZÃO	Para fazer as verificações corretas														
    		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA</th> <th style="width: 50%;">FERRAMENTAS ENVOLVIDAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Protetor auricular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Óculos de segurança</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sapato de segurança</td> <td></td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>		EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	FERRAMENTAS ENVOLVIDAS	Protetor auricular		Óculos de segurança		Sapato de segurança					
EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA	FERRAMENTAS ENVOLVIDAS														
Protetor auricular															
Óculos de segurança															
Sapato de segurança															
<p style="text-align: center; font-size: small;">INFORMAÇÃO GERAL / TREINAMENTOS ESPECÍFICOS</p> <p style="font-size: x-small;">Os procedimentos de pré-Setup são preparações para o Setup, caso elas não sejam feitas de forma adequada, durante o Setup algumas peças do equipamento podem causar interferência. Essas regulagens são de grande importância para que possa ser feita uma regulagem limpa e organizada de acordo com a sequência prevista.</p>						<p style="font-size: x-small;">ÚLTIMA REVISÃO</p> <p style="text-align: center;">31/1/2022</p>									