



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO VICTOR DOS SANTOS MENEZES

**ANÁLISE DE PROBLEMAS ELÉTRICOS EM MÁQUINAS DE EMBALAGEM EM
LINHAS DE PRODUÇÃO DE MASSAS LONGAS: UMA APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS POWER E DA QUALIDADE**

Caruaru 2025

JOÃO VICTOR DOS SANTOS MENEZES

**ANÁLISE DE PROBLEMAS ELÉTRICOS EM MÁQUINAS DE EMBALAGEM EM
LINHAS DE PRODUÇÃO DE MASSAS LONGAS: UMA APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS POWER E DA QUALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Engenharia de
Produção da Universidade Federal de
Pernambuco - CAA, como requisito parcial
para a obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Área de concentração: Gestão da Produção

Orientador: Prof^a. Dr^a. Cristina Pereira Medeiros

Caruaru 2025

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

MENEZES, João Victor dos Santos.

ANÁLISE DE PROBLEMAS ELÉTRICOS EM MÁQUINAS DE
EMBALAGEM EM LINHAS DE PRODUÇÃO DE MASSAS LONGAS: UMA
APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS POWER E DA QUALIDADE / João Victor
dos Santos MENEZES. - Caruaru, 2025.

84p. : il., tab.

Orientador(a): Cristina Pereira MEDEIROS

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

Inclui referências.

1. MASP. 2. Manutenção. 3. Indicadores. 4. Embalagem. 5. Massas Longas.
I. MEDEIROS, Cristina Pereira. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

JOÃO VICTOR DOS SANTOS MENEZES

**ANÁLISE DE PROBLEMAS ELÉTRICOS EM MÁQUINAS DE EMBALAGEM EM
LINHAS DE PRODUÇÃO DE MASSAS LONGAS: UMA APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS POWER E DA QUALIDADE**

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

Aprovada em: 09/04/2025 às 10:15

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **CRISTINA PEREIRA MEDEIROS**
Data: 26/04/2025 11:11:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
 **THALLES VITELLI GARCEZ**
Data: 26/04/2025 17:43:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

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

Documento assinado digitalmente
 **DIEGO LUIZ CARNEIRO DE SOUZA SANTOS**
Data: 28/04/2025 19:31:28-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. MSc Diego Luiz Carneiro de Souza Santos (Examinador Externo)
Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI)

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus, sem Ele nada disso teria sido possível, por tudo que fez e continua a fazer por mim, toda força, coragem e determinação que me acrescentou durante toda minha vida.

Em seguida, agradeço a minhas mães, Sandra, minha mãe biológica, que sempre me deu todo o suporte necessário para que eu aqui chegasse e “Nina”, a qual sempre me deu toda força e cuidado necessários para que isso se tornasse alcançável. Agradeço também ao resto da minha família, meu irmão e meus primos, que sempre estiveram ao meu lado apoiando de todas as formas para que finalizasse minha graduação.

Gratidão também a minha namorada, Geisiane, que durante a graduação foi minha segurança e minha força diária, que esteve comigo nos momentos mais difíceis dela e sempre suportou comigo o processo. Arelada a ela, agradeço a minha sogra, Ana, que foi apoio e mãe quando preciso e tornou também esse processo menos custoso.

Agradeço também à minha orientadora, professora Cristina, que me deu toda a ajuda e confiança necessária para que eu pudesse realizar esse trabalho, mas que acima de tudo durante a graduação foi também uma mãe, um pilar que me fez crescer como aluno, profissional e pessoa.

Não posso deixar de agradecer aos meus colegas que tornaram todo o processo mais fácil, de maneira singular Thiago, Heitor, João Patrício e Pedro, sem eles eu não teria chegado onde cheguei.

Gratidão a toda equipe da empresa estudada, por possibilitar a elaboração do meu projeto final na empresa, em especial aos eletricitas Victor e Bernardo, que construíram todas as soluções do estudo comigo e foram o apoio necessário para construção do Trabalho de Conclusão de Curso.

E, por fim, agradeço a mim mesmo, por não ter desistido e por ter persistido em alcançar este objetivo.

RESUMO

A análise de perdas em sistemas produtivos, tanto em produtividade quanto em qualidade, tem se tornado essencial para o desempenho e competitividade das empresas. A redução dessas perdas possibilita a otimização dos processos, a garantia de produtos de alta qualidade e a minimização de custos e desperdícios. Este estudo aplicou ferramentas da qualidade e ferramentas Power para diagnosticar e solucionar problemas elétricos em uma linha de produção de massas longas, com foco no setor de embalagens. A pesquisa contou com a participação ativa de mantenedores diretamente envolvidos no processo, possibilitando a implementação de melhorias no sistema de manutenção e no desempenho dos equipamentos. A estruturação do estudo foi baseada na metodologia MASP (Método de Análise e Solução de Problemas), consolidada como uma alternativa eficaz ao PDCA na busca pelo controle de métodos e melhoria contínua. Para isso, foram aplicadas ferramentas da qualidade, como Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, 5 Porquês, 5W2H e Brainstorming, alinhadas a indicadores de processos. Além disso, foram utilizadas Power Apps e Power BI, permitindo a observação, identificação, análise, priorização e solução das causas dos problemas e a implementação de ações corretivas estratégicas. Os resultados demonstraram um impacto significativo nos indicadores de desempenho, com redução das falhas elétricas, melhoria da manutenção nas máquinas de embalagem Altopack, Enfardadeira e Stiavelli e diminuição da perda de embalagens, com diminuição de aproximadamente 50% de ocorrências de manutenção corretivas nas máquinas e diminuição de volume de mais de 10kg mensais de embalagens perdidas, nas duas linhas, evidenciando a eficácia da abordagem adotada. Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se a expansão da metodologia para outros setores da empresa, bem como a integração de novas tecnologias e o fortalecimento do engajamento dos colaboradores, garantindo a sustentabilidade e evolução dos processos produtivos.

Palavras-chave: MASP; Manutenção; Indicadores; Embalagens; Massas Longas.

ABSTRACT

Loss analysis in production systems, both in terms of productivity and quality, has become essential for the performance and competitiveness of companies. Reducing these losses enables process optimization, ensuring high-quality products, and minimizing costs and waste. This study applied quality and power tools to diagnose and solve electrical problems in a long pasta production line, focusing on the packaging sector. The research included the active participation of maintainers directly involved in the process, enabling the implementation of improvements in the maintenance system and equipment performance. The study was structured based on the MASP (Problem Analysis and Solution Method) methodology, consolidated as an effective alternative to PDCA in the search for method control and continuous improvement. To this end, quality tools such as the Ishikawa Diagram, Pareto Chart, 5 Whys, 5W2H and Brainstorming were applied, aligned with process indicators and Power tools, such as Power Apps and Power BI, allowing the observation, identification, analysis, prioritization and resolution of the causes of problems and the implementation of strategic corrective actions. The results demonstrated a significant impact on performance indicators, with a reduction in electrical failures, optimization of maintenance on the Altopack, Enfardadeira and Stiavelli packaging machines and a reduction in packaging loss, with a reduction of approximately 50% in corrective maintenance occurrences on the machines and a reduction of more than 10 kg of lost packaging per month, on both lines, demonstrating the effectiveness of the adopted approach. As a recommendation for future work, we suggest expanding the methodology to other sectors of the company, as well as the integration of new technologies and strengthening employee engagement, ensuring the sustainability and evolution of production processes.

Keywords: MASP; Maintenance; Indicators; Packaging; Long pasta.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 -	Representação do Ciclo PDCA.....	17
Figura 02 -	Fluxograma do processo de produção do espaguete	34
Figura 03 -	Análise de desempenho das linhas e oficinas, em novembro de 2024.....	38
Figura 04 -	Ocorrências por linha em novembro de 2024	38
Figura 05 -	Análise de ocorrências por oficina, em novembro de 2024.....	39
Figura 06 -	Análise de ocorrências por Equipamento, novembro de 2024...	40
Figura 07 -	Análise de desempenho das linhas e oficinas, último semestre de 2024	41
Figura 08 -	Motivos das ocorrências de manutenção na Altopack	42
Figura 09 -	Motivos das ocorrências de manutenção na Stiavelli.....	43
Figura 10 -	Motivos das ocorrências de manutenção na Enfardadeira	44
Figura 11 -	Diagrama de Ishikawa, do equipamento Stiavelli, Ajustes nas Balanças.....	46
Figura 12 -	Diagrama de Ishikawa, do equipamento Stiavelli, Correções nos mordentes	46
Figura 13 -	Diagrama de Ishikawa, do equipamento Altopack, Ajustes nas Balanças.....	47
Figura 14 -	Diagrama de Ishikawa, do equipamento Altopack, Correções nos mordentes	47
Figura 15 -	Diagrama de Ishikawa, do equipamento Enfardadeira, Ajuste de velocidade	48
Figura 16 -	Diagrama de Ishikawa, do equipamento Enfardadeira, Correções nos mordentes.....	49
Figura 17 -	Checklist de Manutenção Preventiva, empacotadoras	69

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 -	Fluxograma da Metodologia MASP	19
Quadro 02 -	Fluxograma da Metodologia MASP e ferramentas	32
Quadro 03 -	5 Porquês do equipamento Stiavelli.....	51
Quadro 04 -	5 Porquês do equipamento Altopack	51
Quadro 05 -	5 Porquês do equipamento Altopack	52
Quadro 06 -	5 Porquês do equipamento Enfardadeira	53
Quadro 07 -	Brainstorming do equipamento Stiavelli	55
Quadro 08 -	Brainstorming do equipamento Altopack	55
Quadro 09 -	Brainstorming do equipamento Altopack	56
Quadro 10 -	Brainstorming do equipamento Enfardadeira.....	56
Quadro 11 -	Matriz de Esforço/impacto adaptada, eletricista 01.....	58
Quadro 12 -	Matriz de Esforço/impacto adaptada, eletricista 02.....	59
Quadro 13 -	Matriz de Esforço/impacto adaptado, média final	59
Quadro 14 -	Plano de ação - Equipamento Stiavelli	61
Quadro 15 -	Plano de ação - Equipamento Altopack.....	62
Quadro 16 -	Plano de ação - Equipamento Enfardadeira	63

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 -	Status de execução, do equipamento Stiavelli.....	64
Gráfico 02 -	Status de execução, do equipamento Altopack	65
Gráfico 03 -	Status de execução, do equipamento Enfardadeira.....	66
Gráfico 04 -	Média diária de manutenções corretivas por equipamento	70
Gráfico 05 -	Percentual de manutenções corretivas por equipamento	71
Gráfico 06 -	Média de ocorrência diárias por equipamento	71
Gráfico 07 -	Média de horas de máquina parada diárias por equipamento .	72
Gráfico 08 -	Média diária de manutenções corretivas por equipamento	73
Gráfico 09 -	Percentual de manutenções corretivas por equipamento	73
Gráfico 10 -	Média de ocorrência diárias por equipamento	74
Gráfico 11 -	Média de horas de máquina parada diárias por equipamento .	75
Gráfico 12 -	Média diária de perda de embalagem.....	76
Gráfico 13 -	Percentual de perda por utilização de embalagem	77
Gráfico 14 -	Média diária de perda de embalagem.....	77
Gráfico 15 -	Percentual de perda por utilização de embalagem	77

LISTA DE ABREVIATURAS

APPS	Aplicativos
BI	Business Intelligence
BPM	Business Performance Management
DSS	Decision Support Systems
DW	Data Warehouse
ERP	Enterprise Resource Planning
MASP	Método de Análise e Solução de Problemas
OLAP	Online Analytical Processing
PDCA	Plan, Do, Check, Act
POP	Procedimento Operacional Padrão
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
5W2H	What, Why, Who, Where, When, How e How Much
6M	Máquina, Materiais, Mão de obra, Meio-ambiente, Método e Medidas

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
1.2	OBJETIVOS.....	15
1.2.1	OBJETIVO GERAL	15
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	PDCA.....	16
2.2	MASP.....	18
2.3	FERRAMENTAS DA QUALIDADE	21
2.4	DIAGRAMA DE PARETO	22
2.5	DIAGRAMA DE ISHIKAWA (ESPINHA DE PEIXE)	23
2.6	5 PORQUÊS.....	24
2.7	5W2H.....	25
2.8	BRAINSTORMING.....	26
2.9	INDICADORES DE PROCESSO.....	28
2.10	BUSINESS INTELLIGENCE (BI)	29
3.	METODOLOGIA.....	30
4.	ESTUDO DE CASO.....	33
4.1	DESCRIÇÃO DA EMPRESA	33
4.2	DESCRIÇÃO DO PROCESSO	34
4.2.1	EMBALAGEM	36
4.3	APLICAÇÃO DO MASP	37
4.3.1	IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	37
4.3.2	OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA.....	41
4.3.3	ANÁLISE DO PROBLEMA.....	44
4.3.3.1	ISHIKAWA	44
4.3.3.1.1	ISHIKAWA STIAVELLI.....	45
4.3.3.1.2	ISHIKAWA ALTOPACK.....	46
4.3.3.1.3	ISHIKAWA ENFARDADEIRA	48
4.3.3.2	5 PORQUÊS.....	49
4.3.3.2.1	5 PORQUÊS STIAVELLI.....	50

4.3.3.2.2 5 PORQUÊS ALTOPACK	51
4.3.3.2.3 5 PORQUÊS ENFARDADEIRA	53
4.3.3.3 BRAINSTORMING	54
4.3.3.3.1 BRAINSTORMING STIAVELLI	54
4.3.3.3.2 BRAINSTORMING ALTOPACK	55
4.3.3.3.3 BRAINSTORMING ENFARDADEIRA	56
4.3.3.4 MATRIZ ESFORÇO X IMPACTO	57
4.3.4 PLANO DE AÇÃO	60
4.3.4.1 PLANO DE AÇÃO STIAVELLI	60
4.3.4.2 PLANO DE AÇÃO ALTOPACK	61
4.3.4.3 PLANO DE AÇÃO ENFARDADEIRA	62
4.3.5 EXECUÇÃO	63
4.3.5.1 Treinamento dos Operadores e Implementação do Processo Padrão	67
4.3.5.2 Ajustes e Melhorias nas CANPP e CANPS	67
4.3.5.3 Desenvolvimento do Quadro de Manutenções Preventivas e Implementação do Checklist	68
4.3.6 VERIFICAÇÃO	69
4.3.6.1 LINHA X02	70
4.3.6.2 LINHA X04	72
4.3.6.3 AVALIAÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGEM	75
4.3.6.3.1 LINHA X02	75
4.3.6.3.2 LINHA X04	77
4.3.7 PADRONIZAÇÃO	78
4.3.8 CONCLUSÃO	79
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS	82

1. INTRODUÇÃO

A concorrência atual no mercado exige que as empresas aprimorem tanto o desempenho de seus produtos quanto os métodos de produção, buscando custos mais competitivos. Para se manterem ativas, é essencial implementar um eficiente gerenciamento dos processos produtivos, visando aumentar a produtividade e minimizar falhas e desperdícios. Isso inclui assegurar que os equipamentos estejam constantemente operacionais para sustentar a produção (Fogliatto, 2009).

O processo de controle de processos tem início a partir de grandes nomes que fizeram parte da história da indústria, como Frederick Taylor, Henry Ford e Taiichi Ohno, que impulsionaram seus negócios e ramos através de ideias que buscavam sempre a qualidade do produto final, o menor custo para a construção de seus produtos e a eficiência operacional (SOUZA, 2018).

Nesse contexto, com Kaoru Ishikawa, surgem as ferramentas da qualidade as quais tornam-se indispensáveis para identificar e analisar potenciais problemas, permitindo a implantação de melhorias que reduzam os desperdícios e incentivem o trabalho em equipe. Essas iniciativas são cruciais para adotar técnicas capazes de impulsionar a produção e otimizar os resultados (SOUZA, 2018).

Além das ferramentas da qualidade, a análise de dados e apresentação de informações no apoio a líderes de negócios, gerentes e outros usuários finais tem se tornado mais frequentes norteando a tomada de decisões de negócios (FETZNER; FREITAS, 2011). O *Business Intelligence* (BI) e suas ferramentas consistem em uma combinação de ferramentas e metodologias que permitem a criação de relatórios detalhados, a visualização clara de dados, a análise de informações e o suporte às decisões estratégicas. Essas práticas têm como objetivo aprimorar a competitividade das organizações, promovendo uma gestão mais informada e eficiente (Negash, 2004).

Do ponto de vista de análise de dados e aplicação de ferramentas da qualidade, este trabalho encontra oportunidade de estudo e aplicação em máquinas de embalagem de massas longas.

Visando aprimorar seus processos, uma importante indústria, responsável por atender grande parte da região Nordeste do Brasil com produtos alimentícios, através de sua equipe tática e estratégica, observou grande perda de embalagens nos

processos. Ao analisar custos, margens e receitas, a equipe percebeu a necessidade de intervir com certa intensidade no processo de embalagem das linhas de produção de massas longas da empresa, visando a diminuição desses desperdícios e consequente melhoria no processo.

Assim, com o objetivo de identificar os pontos principais para melhoria do processo e atingi-los de forma assertiva, alinhando ferramentas de BI e ferramentas da qualidade com base na metodologia de estruturação e solução de problemas MASP (Metodologia de Análise e Solução de Problemas), que tem seu vínculo atrelado a metodologia PDCA, foi realizado um estudo com base em indicadores de processos que contribuiu tanto para empresa influenciando diretamente os custos de produção.

1.1 JUSTIFICATIVA

A partir da análise detalhada de dados operacionais, utilizando ferramentas de tecnologia como Power BI e Power Apps, busca-se investigar as causas raiz desse problema, aproveitando-se de ferramentas da qualidade para contribuir com o alcance dessas causas e também com as suas soluções, relacionando indicadores de manutenção e produção com o desempenho dos equipamentos. A problemática das perdas de embalagem tem gerado debates intensos entre os gestores da empresa, pois impacta diretamente os índices de produtividade e eficiência. Os dados coletados indicam que a maior concentração de ocorrências de manutenção está nas linhas de massas longas. Dentro dessas ocorrências, as máquinas voltadas ao processo de embalagem são as que apresentam os maiores índices de ordens de serviço relacionadas à oficina de manutenção elétrica. Além disso, ao considerar o impacto das falhas no setor de manutenção, observa-se que o tempo de ocorrência e a quantidade dessas manutenções prejudicam significativamente o trabalho da equipe da oficina elétrica. Caso essas falhas sejam resolvidas, a equipe poderá direcionar esforços para melhorias em outras linhas ou atividades estratégicas, contribuindo para o aumento geral da eficiência operacional da fábrica.

Nesse contexto, o objetivo principal do trabalho é mapear as principais falhas elétricas e operacionais dessas máquinas e propor ações corretivas e preventivas baseadas em análises aprofundadas. O uso de ferramentas como Power BI possibilitará uma visualização clara e dinâmica dos dados, enquanto o Power Apps

será utilizado para o registro e acompanhamento das informações em tempo real. Essas tecnologias permitem a identificação de padrões ocultos e a relação entre variáveis que contribuem para os problemas enfrentados. Por outro lado, as ferramentas da qualidade visam alcançar não somente as principais raízes desses problemas, como também as suas melhores soluções. Espera-se que os resultados deste estudo ofereçam não apenas uma solução pontual para o problema identificado, mas também um modelo analítico que possa ser replicado em outras linhas de produção. Assim, este trabalho contribuirá para o aumento da eficiência operacional, a redução de custos e o aproveitamento estratégico da equipe de manutenção, atendendo às metas organizacionais e promovendo maior sustentabilidade no processo produtivo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo principal identificar e propor soluções para a redução das perdas de embalagem em uma linha de produção de massas longas, com foco nas máquinas responsáveis pelo processo de embalagem.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos o presente trabalho buscará

1. Mapear e analisar as principais falhas elétricas e operacionais das máquinas de embalagem na linha de produção de massas longas, identificando padrões e causas raiz que impactam a eficiência produtiva.
2. Utilizar ferramentas tecnológicas, como Power BI e Power Apps, para coletar, visualizar e monitorar dados operacionais em tempo real, facilitando a tomada de decisão baseada em dados.
3. Usufruir de ferramentas de qualidade para tratar anomalias no processo e com isso aumentar o rendimento de equipamentos e processos.
4. Propor e implementar ações corretivas e preventivas baseadas em ferramentas da qualidade, visando reduzir perdas de embalagem, otimizar processos e aumentar a eficiência operacional da fábrica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 PDCA

Para Slack et al. (1997), existe possibilidade de melhorias em toda operação ou processo. Da mesma forma, afirma ainda que na melhoria contínua o mais importante não é o impacto causado por cada ação e sim o fato dela ocorrer de forma constante, e quando isso ocorre a empresa conquista resultados muito mais expressivos de quando ocorre apenas uma grande melhoria.

Segundo Toledo (2013), o processo de melhoria contínua procura melhorar os equipamentos, os materiais, a utilização do pessoal e os métodos de produção, por meio da aplicação de sugestões e ideias dos integrantes das equipes de trabalho.

Hosken (2010) afirma que a solução de um problema só é possível por meio da análise de suas causas, propondo ações corretivas ou preventivas para tratá-las. Dessa forma, uma das ferramentas que auxiliam esse processo é o ciclo PDCA, que consiste em propiciar um perfeito sincronismo entre as ações, com o objetivo de buscar a padronização e a melhoria contínua.

Segundo Rocha (2019), a metodologia PDCA é uma ferramenta eficaz e de fácil implementação que permite às empresas melhorar continuamente seus processos, aumentar a eficiência e produtividade, diminuir custos e aumentar a qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

Por isso, a metodologia PDCA é amplamente utilizada nos processos de gestão, sendo baseada em quatro etapas, que se transformam em um processo cíclico: planejamento, implementar, monitorar e agir, conforme pode ser observado na Figura 01. Essa metodologia é muito importante para promover a melhoria contínua de processos e produtos nas empresas (Santos, 2020).

Figura 01 - Representação do Ciclo PDCA.



Fonte: DRB ASSESSORIA (2018).

Werkema (2013) define propriamente o Ciclo PDCA como um método de gestão representado por um caminho a ser seguido para que as metas estabelecidas pela organização possam ser atingidas. De acordo com Juran (1992), a conjuntura do ciclo PDCA pode ser melhor contemplada em sequência, com as seguintes definições para cada passo: Planejar – São estabelecidos os objetivos e os processos a serem controlados para alcançar os resultados desejados, visando atender os requisitos do cliente e as políticas do próprio sistema de gestão. Executar – É a fase de implementação dos processos. Verificar – É a fase que os processos e os resultados são registrados e avaliados quanto às políticas, objetivos e requisitos estabelecidos para o produto ou serviço. Atuar corretivamente – Esta fase inclui a seleção e tomada de ações corretivas para evitar a repetição da situação problema, indesejável ou não conforme com os requisitos estabelecidos.

Alves (2015) defende que o PDCA é aplicado principalmente nas normas de sistema de gestão e pode ser utilizado em qualquer organização de forma a garantir o sucesso nos negócios.

Já Bonef (2010), complementa que o ciclo PDCA é uma série de etapas apresentadas de forma cíclica para melhorar as atividades da organização, além de padronizar as informações de controle da qualidade, evitar erros lógicos na análise e possibilitar a informações mais facilmente compreendidas.

Para Quinquilo (2002), poucos instrumentos se mostram tão efetivos para a busca do aperfeiçoamento quanto este método de melhoria contínua, tendo em vista que ele conduz a ações sistemáticas que agilizam a obtenção de melhores resultados com a finalidade de garantir a sobrevivência e o crescimento das organizações. Assim, é possível perceber a qualidade da ferramenta e suas contribuições para melhorar processos e consequentemente melhorar a saúde das organizações.

2.2 MASP

Campos (1992) apresenta um método para resolução de problemas fundamentado na segmentação de cada fase do ciclo PDCA. O MASP, criado por esse autor, organiza-se em oito etapas principais: identificação do problema, observação, análise, elaboração do plano de ação, execução, verificação, padronização e conclusão. Segundo Carpinetti (2010), o MASP representa uma versão mais detalhada e aprimorada do ciclo PDCA.

Oribe (2008) complementa que esse método, ao seguir etapas pré-estabelecidas, permite definir o problema a ser trabalhado, investigar suas causas, planejar e implementar ações corretivas e, após sua execução, registrar e compartilhar os aprendizados gerados.

Rojas (2019) ressalta que adotar o MASP como estratégia corretiva implica na busca pelo aperfeiçoamento dos processos, exigindo o domínio das ferramentas da Qualidade para elevar a eficiência e eficácia da organização, e, consequentemente, a qualidade dos produtos ou serviços ofertados.

Adaptada para o Brasil por Vicente Falconi, essa metodologia se configura como uma abordagem estruturada para analisar e solucionar os problemas encontrados nos processos e rotinas das organizações (CARPINETTI, 2010)

Na visão de Rojas (2019), o caráter sistemático do MASP minimiza as chances de insucesso das equipes durante a coleta de dados, o levantamento de informações e a formulação de hipóteses. Dessa forma, a metodologia busca corrigir falhas nos processos, promovendo sua melhoria contínua.

Ao buscar observar todo o processo de funcionamento da metodologia, pode-se observar através do Quadro 01 (Adaptado de Campos), o comportamento de cada fase de aplicação do MASP.

Quadro 01 - Fluxograma da Metodologia MASP.

PDCA	FLUXOGRAMA	FASE	OBJETIVO
P	1	Identificação do Problema	Definir o problema e reconhecer sua importância
	2	Observação	Investigar as características e onde está o problema
	3	Análise	Descobrir as principais causas
	4	Plano de Ação	Realizar um plano para coibir as causas principais do problema
D	5	Ação	Bloquear as causas principais
C	6	Verificação	Verificar se o bloqueio foi efetivo
	?	O bloqueio foi efetivo?	
A	7	Padronização	Prevenir contra o reaparecimento do problema
	8	Conclusão	Utilização do processo como base para erradicar novos problemas

Adaptado de Campos (1992).

Para Nascimento (2011), é na primeira fase que se deve determinar o problema, delimitando sua área de atuação e reconhecendo os prejuízos ocasionados por ele ao processo por meio do levantamento do histórico de ocorrências, para posteriormente, facilitar a atuação sobre o mesmo. Segundo Campos (1992), o problema é o resultado indesejável de um trabalho.

Campos (1992) divide a identificação do problema em cinco atividades: escolha do problema, histórico do problema, mostrar perdas atuais e ganhos viáveis, fazer análise de Pareto e nomear responsáveis.

Segundo Santos & Gonçalves (2016), a observação (segundo ponto da ferramenta) do problema tem a finalidade de descobrir as características do problema, o que é feito através da coleta de informações sob diferentes pontos de vista, como: local, tempo, tipo, entre outros. Ainda de acordo com os autores, é importante passar um bom tempo nesta fase pois quanto maior a demora nela entendendo o problema, menor será o tempo necessário para solucioná-lo.

Segundo Campos (1992), as observações devem ser feitas não só no escritório, mas no próprio local da ocorrência do problema, para coleta de informações suplementares que não podem ser obtidas por meio de dados históricos. Nesta fase é onde se coleta informações para fazer a análise baseado em dados, e não somente em opiniões. Trata-se de uma fase de investigação, então, basicamente, deve-se observar as características do problema, para tanto, torna-se necessário coletar dados e verificar o comportamento do mesmo. (Rojas, 2019)

Ribeiro Neto (2013) compara esta etapa com uma investigação criminal, na qual os detetives comparecem ao local do crime e o estudam cuidadosamente, procurando evidências, o que se assemelha a um pesquisador ou equipe que busca a solução para um problema.

Na etapa 3, análise, devem ser levantadas as causas responsáveis por gerar o problema identificado e observado (ROJAS, 2019). Segundo Campos (1992), a análise do problema é definida em algumas atividades. A primeira delas é a definição de causas influentes, onde deve-se aplicar em grupo a ferramenta de brainstorming, diagrama de causa e efeito e 5 por quês. Em seguida, é feita a escolha das causas mais prováveis e análise destas causas (verificação das hipóteses) com base em fatos e dados e com uso de ferramentas como gráfico de Pareto e histograma. O objetivo principal desta fase é identificar quais são as causas que mais impactam o problema principal (WERKEMA, 2013).

O plano de ação é utilizado para orientar a solução de problemas. Todas as ações devem ser estabelecidas sobre as causas fundamentais e não sobre os efeitos, visto que o plano de ação consiste em estabelecer contramedidas para as causas principais (CAMPOS, 1992).

De acordo com Campos (1992), na fase de ação há as atividades de treinamento e a própria execução do plano, dando-se atenção especial às ações que precisam da ativa cooperação de todos.

Segundo Tofoli (2011), na etapa de verificação é necessário avaliar se os procedimentos foram bem compreendidos e se estão sendo executados corretamente após a realização de todas as ações propostas no plano de ação. Esta verificação deve ser contínua e pode ser feita tanto por meio de observações no local onde o problema foi identificado, quanto também através do monitoramento dos indicadores.

Estabelecer um novo procedimento é parte da fase da padronização, esse novo procedimento deve substituir ou complementar os procedimentos anteriores, a ferramenta 5W1H pode auxiliar bastante nesta etapa (NEVES, 2016).

Essa etapa será a responsável por evitar o retorno do problema, então dedicar-se a ela é fundamental, além do treinamento e da exposição visual do novo procedimento. O responsável deve acompanhar com mais firmeza a execução do novo procedimento, corrigindo possíveis erros e tirando dúvidas, deve-se ter em mente que apenas o treinamento não é suficiente para que o procedimento seja aplicado de forma correta, então acompanhá-lo nos primeiros meses é essencial para que torne o procedimento parte da cultura da equipe (RODRIGUEZ, 2016).

Por fim, o fechamento do ciclo ocorre basicamente com a revisão de todo o processo, buscando entender se houve gargalos durante o ciclo, de forma a buscar evitá-los futuramente, e buscar novos problemas para resolução futura (VARGAS et al., 2018). De acordo com Trivellato (2010), é nesta fase que ocorrem ações para corrigir itens que sofreram desvios do padrão, buscando causas e criando ações, com o intuito de não repetir os erros. Caso não sejam encontrados desvios, deve-se realizar medidas preventivas, para evitar erros futuros.

2.3 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

De acordo com Paladini (2012), os métodos da qualidade não apenas identificam as causas, quantidade e frequência das falhas de um processo, mas também auxiliam a gestão nas tomadas de decisões, com o objetivo de tornar os processos organizacionais mais eficientes. Nesse sentido, as ferramentas da

qualidade, conforme Corrêa et al. (2019), são técnicas efetivas capazes de gerar a coleta, o processamento e a organização clara dos dados disponíveis.

Para Sharma e Suri (2017), essas ferramentas têm mostrado grande relevância, uma vez que ajudam na melhoria de processos ao reduzir a variabilidade e aumentar a eficiência.

Além disso, os autores destacam algumas vantagens importantes dessas ferramentas, como a minimização do retrabalho, o aumento da satisfação do consumidor, a redução de custos, a identificação das causas raízes dos problemas e a melhoria do desempenho dos processos. Paladini (2012) acrescenta que as ferramentas da gestão da qualidade funcionam como mecanismos simples para selecionar, implantar ou avaliar modificações no processo produtivo, utilizando análises objetivas de partes bem definidas deste processo.

Por fim, Neto (2017) observou que as ferramentas da qualidade são amplamente utilizadas nas organizações para registrar e interpretar dados. Esses métodos, além de simples, são cruciais para que as organizações identifiquem as causas dos problemas, analisem a quantidade de falhas e compreendam as relações entre as causas e os problemas.

2.4 DIAGRAMA DE PARETO

Segundo Werkema (2021), o gráfico de Pareto torna evidente e visual quais problemas devem ser priorizados na execução dos projetos. Da mesma forma, o gráfico poderá auxiliar a identificar as principais causas de um problema. A análise de Pareto é uma ferramenta estatística que permite uma avaliação eficaz dos dados e facilita um processo de tomada de decisão mais confiável, determinando e priorizando os fatores que têm maior efeito no sistema estudado. Este método tem importância crucial na triagem de numerosos fatores que afetam a qualidade do produto final desejado, e a atenção deve ser direcionada primeiro para os fatores com maior influência.

Segundo Carpinetti (2016, p. 78) “o Princípio de Pareto é demonstrado através de um gráfico de barras verticais (Gráfico de Pareto) que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a ordem de importância de problemas, causas e temas em geral. Considerando que, de modo geral, os recursos são limitados, eles devem ser

aplicados onde os benefícios advindos da eliminação de problemas seja de maior impacto”.

Os gráficos de Pareto são representações gráficas que demonstram que 20% das causas são responsáveis por 80% dos efeitos. Esses diagramas identificam as questões mais cruciais que necessitam melhoria imediata, melhorando assim os processos e a qualidade do serviço. (Juran, 1992)

O diagrama de Pareto é um suplemento da ferramenta folha de verificação, uma vez que é um gráfico de barras que ajuda a detectar os problemas. O gráfico é composto por barras decrescentes, cada barra representando a frequência com que ocorre um erro em um processo (ALMEIDA, 2014).

Segundo Ferreira e Morgado (2019), o diagrama de Pareto é de grande utilidade na administração industrial, para análise de defeitos na manufatura de produtos e nos equipamentos que fazem parte do processo onde, habitualmente, representam custos elevados e também um importante desgaste na imagem da qualidade dos produtos e da empresa que os produz.

2.5 DIAGRAMA DE ISHIKAWA (ESPINHA DE PEIXE)

O diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe pode ser usado para determinar as causas raízes de um problema ou os fatores que afetam um evento específico.

Kaoru Ishikawa, foi o criador da ferramenta, por isso o nome diagrama de Ishikawa. O diagrama de causa e efeito foi apresentado por Ishikawa em 1943 a alguns engenheiros japoneses demonstrando que há inter-relacionamento entre vários fatores de um processo (CARPINETTI, 2012).

A ferramenta é usada para identificar e conectar efeitos indesejáveis a uma causa atribuível, que pode ser tratada pelas equipes de projeto com implementação de ações corretivas adequadas para eliminar a variação identificada.

O diagrama de Ishikawa é uma das 7 ferramentas da qualidade considerada de fácil entendimento, podendo ser utilizada por qualquer pessoa. O diagrama propõe 6 categorias, conhecidas como os 6M's: Máquina, Materiais, Mão de obra, Meio-ambiente, Método e Medidas, que representam as possíveis causas do problema ou efeito. Não necessariamente é preciso ou cabe utilizar todas as 6, cada processo deve

ser analisado de forma única, utilizando apenas as categorias que se encaixem no problema a ser solucionado (COUTINHO, 2019).

Essa é uma ferramenta que tem seu foco em identificar as causas raízes de um problema, associando o problema, com suas principais causas. No diagrama “espinha de peixe”, como também é conhecido por sua semelhança a um esqueleto de um marsupial, a partir da associação com as categorias, pode-se observar que todas essas partes têm em comum o início da escrita com a letra “M”, por isso, ele também é conhecido como diagrama 6 M. (COUTINHO, 2019)

Coutinho (2019) identifica quais causas se enquadram em cada tipo dos 6M. Inicialmente na máquina são os impedimentos devido a imperfeições dos equipamentos. Já na parte de material o mesmo se refere a possíveis problemas que as matérias primas podem causar no processo. Na mão de obra, o que está envolvido são os colaboradores que participam do processo, ou seja, que fazem a operação, estes podem errar e conseqüentemente comprometer o procedimento. O ambiente relaciona-se com os possíveis ruídos externos e internos que podem acarretar erros no processo, alguns exemplos que podem ser citados é o clima organizacional, assim como também a temperatura do local de operação. A medida são as métricas que controlam o processo, e como essas podem trazer prejuízos ao mesmo. Para a classe método, o que é observado é a referente a forma como o processo é contemplado.

Para realizar um diagrama de causa e efeito, é preciso identificar as oportunidades de melhoria ou erros que estão sendo analisadas, associar os dados ao problema, identificar com quem participa do processo, as causas que podem gerar efeitos indesejados, analisar as mesmas, desenhar o diagrama, de acordo com cada classe dos 6 M's e ao final, de forma principal, buscar ações que eliminem ou dirimam essas causas que trazem efeitos indesejados. (COUTINHO, 2019)

2.6 5 PORQUÊS

A técnica dos 5 Porquês foi criada na década de 1930 por Sakichi Toyoda, fundador das Indústrias Toyota. Desde então, essa ferramenta tem sido amplamente utilizada devido à sua simplicidade e eficiência. O método consiste em questionar sucessivamente, por até cinco vezes, o motivo pelo qual um problema ou defeito ocorreu, com o objetivo de identificar sua causa raiz. (SEBRAE, 2024).

Na prática, porém, não há uma regra fixa quanto ao número exato de perguntas. Pode ser necessário menos de cinco questionamentos ou, em alguns casos, mais de cinco, dependendo do contexto da situação analisada. Embora Toyota tenha indicado que cinco seria o número ideal, a quantidade pode variar conforme a complexidade do problema. É interessante o ponto de que a análise pode ser conduzida com menos perguntas (como três) ou mais, sempre com o propósito de identificar a verdadeira causa raiz. SEBRAE (2024).

A abordagem dos 5 Porquês é escolhida por sua eficácia na identificação de causas profundas, promovendo melhorias, redução de falhas, maior eficiência operacional e melhor gestão. Trata-se de um método científico amplamente utilizado no Sistema Toyota de Produção para revelar a verdadeira origem dos problemas, muitas vezes mascarada por sintomas superficiais (Ohno, 1997).

Além disso, a estrutura do método facilita sua compreensão, pois se baseia em perguntas simples que incentivam um raciocínio mais crítico diante dos desafios enfrentados. Como destacam Braz e Cazini (2019, p.17), a técnica envolve a realização de questionamentos até que a causa raiz seja identificada. Segundo Ferreira (2023), essa ferramenta pode ser aplicada em diferentes setores e problemas organizacionais, auxiliando na resolução de dificuldades ao encontrar suas verdadeiras origens.

2.7 5W2H

A ferramenta 5W2H tem como principal função a construção de um plano de ação, orientando as medidas necessárias para a melhoria de um processo. Trata-se de um mecanismo simples para planejar ações operacionais, abrangendo todas as informações essenciais para o acompanhamento e execução das atividades propostas (Reis; Paixão, 2021).

O método 5W2H consiste em um plano de ação estruturado a partir de sete perguntas, cujas iniciais derivam das palavras em inglês "What, Why, Who, Where, When, How e How Much" (O quê?, Por quê?, Quem?, Onde?, Quando?, Como? e Quanto?). Essa abordagem permite identificar problemas e suas causas raízes, funcionando como um checklist para organizar e estruturar as ações de um projeto (Gomes, 2018).

Originalmente utilizada na fábrica da Toyota, no Japão, essa ferramenta desempenhou um papel fundamental na eficiência operacional da montadora, contribuindo para torná-la uma referência em gestão e produtividade (Matias, 2022). Seu uso não se restringe apenas à definição das ações e dos responsáveis, mas também permite um acompanhamento contínuo do desenvolvimento das atividades, auxiliando na compreensão de objetivos, métodos, prazos, recursos e responsabilidades.

Um aspecto importante a ser considerado é que o 5W2H deve ser aplicado para tratar as causas de um problema, e não apenas seus efeitos. As ações planejadas precisam gerar impactos concretos, o que torna essencial a avaliação da viabilidade e eficiência de cada solução proposta (Freitas et al., 2020)

Embora tenha surgido na indústria automobilística japonesa, a aplicação do 5W2H se expandiu para diversas áreas, sempre com o propósito de supervisionar detalhadamente o desenvolvimento de projetos e planos de ação (Freitas et al., 2020). A ferramenta permite estruturar um processo de execução em etapas bem definidas, facilitando a identificação de falhas que possam comprometer os resultados esperados. Suas perguntas fundamentais orientam a resolução de problemas ao organizar ideias de forma clara e objetiva, podendo ser utilizada isoladamente ou em conjunto com outras metodologias de gestão da qualidade para aprimorar a tomada de decisão e a eficácia das ações implementadas (Freitas et al., 2020).

2.8 BRAINSTORMING

O brainstorming é uma dinâmica de grupo voltada para estimular o potencial criativo dos participantes. A proposta consiste em reunir um grupo para explorar a diversidade de pensamentos e experiências, gerando soluções inovadoras por meio da sugestão de ideias sobre um determinado tema. O objetivo dessa técnica é coletar o maior número possível de propostas, visões e possibilidades que contribuam para a resolução eficaz de um problema (Smith, 2020). O processo é estruturado em três etapas principais: (1) identificação dos fatos, (2) geração de ideias e (3) definição da solução.

Segundo Osborn (1987), a ferramenta é relativamente recente e tem como princípio a liberação da imaginação, sendo traduzida literalmente como "tempestade

cerebral". Trata-se de uma técnica de criatividade que permite identificar padrões de pensamento repetitivos e, ao mesmo tempo, ampliar as possibilidades de ideias de forma inovadora. Seu uso facilita a busca por soluções diversificadas, promovendo a geração de novas abordagens para problemas e desafios.

O criador do brainstorming, Osborn (1987), definiu alguns princípios fundamentais para a aplicação eficaz da técnica: (1) foco na quantidade – quanto mais ideias forem geradas, melhor; (2) evitar críticas durante a sessão – as ideias não devem ser julgadas imediatamente; (3) valorização de ideias incomuns – sugestões fora do convencional devem ser incentivadas; (4) combinação e aperfeiçoamento – as ideias podem ser aprimoradas e associadas para criar novas possibilidades; (5) transformação em ação – as sugestões devem ser aplicadas de forma concreta; e (6) evolução dos resultados – o líder da sessão deve acompanhar e demonstrar o progresso das ideias para motivar os participantes.

Osborn (1987) destaca que o brainstorming é uma ferramenta ágil, que exige poucos recursos materiais e, por meio da interação, possibilita diversas formas de solucionar problemas. Dentro do contexto da busca por melhorias e inovação, um olhar crítico e observador é essencial para levantar questionamentos e analisar todas as variáveis envolvidas.

Assim, o brainstorming se destaca como uma ferramenta eficaz para estimular o trabalho em equipe e fomentar a criatividade na resolução de problemas. Conforme Osborn (1987), essa técnica promove a participação ativa tanto de indivíduos quanto de grupos, sendo um método dinâmico e produtivo para explorar potencialidades e alcançar soluções inovadoras.

Assimilar micro ferramentas para priorizar atividades ou ideias ao brainstorming é uma prática que ocorre em variadas faces de projetos de melhoria contínua, uma dessas é a matriz esforço impacto que tem como principal objetivo otimizar a gestão do tempo, auxiliando na tomada de decisões estratégicas e no planejamento eficiente da execução de atividades, sendo assim uma metodologia importante que ajuda na consagração do próprio brainstorming.

2.9 INDICADORES DE PROCESSO

Os indicadores de desempenho são ferramentas essenciais para o monitoramento e desenvolvimento organizacional, pois permitem identificar falhas, diagnosticar possíveis causas de problemas e implementar melhorias nos processos. Eles acompanham a evolução da empresa e auxiliam na avaliação da eficácia das estratégias adotadas, indicando se há necessidade de ajustes ou replanejamento.

Esses indicadores são baseados em dados concretos, mas podem apresentar distorções caso as informações utilizadas não correspondam à realidade da organização. São resultados de múltiplos fatores e fornecem uma visão clara do desempenho empresarial.

A medição de desempenho contribui para identificar o cenário atual da empresa, compreender os fatores que influenciam seus resultados e definir ações corretivas ou estratégicas. Segundo Souza e Corrêa (2014), a primeira regra para uma avaliação eficiente é garantir que toda a empresa compreenda plenamente os conceitos e objetivos da medição de desempenho.

De acordo com Souza e Corrêa (2014), as métricas utilizadas devem ser de fácil compreensão, fornecer um retorno rápido e preciso, além de estarem alinhadas aos processos de negócio, focando na melhoria contínua.

Holanda (2007), em sua pesquisa, destaca que a medição de desempenho permite a obtenção de informações essenciais para a avaliação de processos e sistemas, possibilitando verificar se a empresa está alcançando suas metas e, se necessário, ajustar suas estratégias. Ele também ressalta diversas razões pelas quais as organizações devem investir nessa prática, tais como: aprimorar o controle das operações, fortalecer os sistemas de incentivo aos colaboradores, otimizar o planejamento, criar e conduzir estratégias eficientes, assegurar o cumprimento da missão empresarial e identificar problemas para que os gestores possam intervir de forma proativa.

Dessa maneira, observa-se a importância e necessidade de medir os processos e utilizar indicadores para obter informações concretas e corretas, para assim tomar decisões mais assertivas, melhorar funções, padrões e processos em geral.

2.10 BUSINESS INTELLIGENCE (BI)

O termo BI (Business Intelligence) surge da união das palavras em inglês *business*, que significa “negócio” e se relaciona com atividades comerciais voltadas ao lucro, e *Intelligence*, que representa a capacidade de compreender e solucionar problemas por meio da análise e reorganização de dados (CERQUEIRA, 2002).

Para compreender a importância do Business Intelligence, é essencial analisá-lo no contexto empresarial. Nessa perspectiva, o BI tem como principal objetivo permitir que stakeholders, analistas, gerentes e executivos acessem dados de forma integrada e ágil, inclusive em tempo real. Esse acesso facilita a extração de insights valiosos, auxiliando na tomada de decisões estratégicas. Dessa forma, o uso eficiente dos dados possibilita a maximização da receita, a redução de custos e um direcionamento mais assertivo das decisões empresariais, promovendo o crescimento e a evolução do negócio (SCHAEDLER, 2021).

De acordo com Sharda et al. (2019), um sistema de BI é composto por quatro elementos fundamentais. O primeiro é o *Data Warehouse* (DW), um repositório onde os dados são armazenados para servir de base às análises. O segundo são as ferramentas de manipulação, que permitem estruturar, organizar e transformar os dados brutos em informações úteis. O terceiro componente é o *Business Performance Management* (BPM), que consiste em uma estratégia de avaliação de desempenho corporativo, sendo utilizado para converter metas e objetivos organizacionais em ações concretas. Por fim, a interface do usuário é o meio pelo qual os dados são apresentados e disponibilizados para os interessados, facilitando sua interpretação e uso.

O Business Intelligence se sustenta em diversas estruturas e ferramentas. Algumas das principais metodologias que o apoiam incluem ERP (Enterprise Resource Planning), *Decision Support Systems* (DSS), *Data Warehousing*, *Data Mining* e OLAP (Online Analytical Processing). Dentro desse contexto, uma das formas mais eficientes de visualização de dados é por meio dos *dashboards*, que fornecem uma visão ampla dos indicadores de desempenho. Esses painéis integram informações de diferentes áreas da empresa, permitindo comparações entre resultados planejados e alcançados por meio de gráficos e outras representações visuais (TURBAN, SHARDA; DELEN, 2010).

Todas as informações coletadas por uma empresa podem ser aproveitadas no BI. Dados internos contribuem para otimizar a eficiência operacional e melhorar processos internos, enquanto informações sobre clientes permitem aperfeiçoar o atendimento, responder rapidamente às suas demandas e desenvolver novos produtos e serviços (SCHAEDLER; MENDES, 2021).

É interessante observar que o BI também viabiliza a automação da geração de indicadores de desempenho, proporcionando maior agilidade e transparência na disseminação dos dados. Como resultado, as informações chegam de forma mais rápida e precisa aos gestores e usuários, garantindo maior confiabilidade nas decisões estratégicas.

Uma das ferramentas mais conhecidas no universo do BI é o *Power BI*, lançado em 24 de julho de 2015. Esse serviço de análise de negócios permite a unificação de dados provenientes de diversas fontes, possibilitando a criação de painéis interativos e relatórios dinâmicos que auxiliam na obtenção de insights valiosos para o negócio. Com a inserção de um banco de dados, é possível gerar gráficos, estatísticas e outras representações visuais de maneira ágil e intuitiva. Desenvolvido pela Microsoft, o *Power BI* segue os princípios do Business Intelligence, permitindo a manipulação e análise de dados para a tomada de decisões estratégicas. Além disso, possibilita a criação e manutenção de sistemas de monitoramento de desempenho, utilizando indicadores que fornecem uma visão clara e objetiva sobre os resultados da empresa (RAMALHO, 2019, p. 28).

Dessa forma, a aplicação do Business Intelligence revela-se essencial para a análise estratégica de indicadores e processos, tornando-se um diferencial na identificação ágil e precisa de oportunidades de aprimoramento. Sua utilização permite uma atuação mais eficiente, dinâmica e intuitiva, facilitando a tomada de decisões e impulsionando a evolução contínua da organização.

3. METODOLOGIA

O estudo de caso é uma metodologia de pesquisa qualitativa e quantitativa que visa compreender a fundo uma problemática específica dentro de uma organização, com foco em suas causas e soluções potenciais. Segundo autores como Yin (2015), o estudo de caso se caracteriza pela investigação de um fenômeno dentro de seu

contexto real, levando em consideração os múltiplos aspectos envolvidos no processo.

O estudo em questão, foi realizado com o objetivo de diminuir as perdas de embalagem e as paradas nos equipamentos do processo que trazem prejuízos a empresa. O estudo atentou-se para uma problemática que ressoa nos corredores da organização e entre os setores da mesma, sendo assim baseado em objeções qualitativas, tais como a pauta de reuniões com os stakeholders e lideranças, sobre o fato de ser uma parte custosa do processo, especificamente na produção de massas longas, onde há o maior volume de perdas, maior parte de paradas nos equipamentos e a menor margem de benefícios com a relação as mesmas.

Inicialmente, após entender que era necessário tratativas para o problema em questão, o estudo buscou a partir da utilização da metodologia MASP (Campos, 1992), derivada do PDCA, desenvolver ações que visam aumentar os ganhos do procedimento estudado e assim, através de dados, de maneira primária propôs mostrar de forma veemente e contundente que era necessário intervenções positivas no processo.

O processo de identificação do problema, foi apoiado pela coleta dos dados gerados a partir do aplicativo da Microsoft, Power Apps (Microsoft, 2023), onde atualmente os mantenedores realizam as ocorrências nos equipamentos e registram nele as informações necessárias sobre a atividade em questão. Porém, apenas o registro das operações não é suficiente para analisar o processo, tornando necessário o armazenamento de informações em um banco de dados e tratados a partir de um software, sendo usados neste estudo o Sharepoint e o Power BI (Microsoft, 2023), também ferramentas da Microsoft, que auxiliam no processo de visualização dos indicadores das paradas do equipamento

Após a constatação de problemas com as máquinas de embalagem, a fase de observação do problema buscou identificar onde e como surgem esses problemas, aplicando nesse processo o princípio de Pareto, através de gráficos, tendo assim um forte direcionamento para continuar a resolução de problemas encontrados.

Em seguida, na fase de análise do problema foram aplicadas ferramentas da qualidade em diferentes etapas da metodologia MASP: metodologias para apontar as causas raízes como 5 porquês (Ohno, 1997) e Diagrama de Ishikawa (Carpinetti,

2012), além do diagrama de Pareto (Werkema, 2021). A partir destas ferramentas foram montadas estratégias e indicadas possíveis soluções para tratar os problemas identificados na etapa anterior, proporcionando melhorias necessárias ao sistema. Para tal, foram utilizadas ferramentas brainstorming (OSBORN, 1987) e 5W2H (GOMES, 2018) para a nova fase do processo, construção do plano de ação, sendo acompanhadas de outras metodologias como matriz de esforço/impacto adaptada (BRANDÃO, 2019).

Em seguida, na execução, algumas das soluções apontadas nas fases anteriores foram implementadas, outras encontram-se em processo de análise para implementação e as restantes são sugeridas como trabalhos futuros devido a inviabilidade de tempo e/ou recursos: financeiros, de material e/ou humano para conclusão durante a execução deste trabalho.

O processo de verificação ocorre ao passo em que as ações são executadas e, a partir das observações realizadas, parte-se para o procedimento de padronização e conclusão do processo, visando novos pontos de melhoria ou até mesmo novos projetos, na tentativa propiciar a cultura da metodologia de melhoria contínua para a organização.

Quadro 02 - Fluxograma da Metodologia MASP e ferramentas.

FLUXOGRAMA	FASE	FERRAMENTA
1	Identificação do Problema	Coleta e Análise de Dados;
2	Observação	Diagrama de Pareto;
3	Análise	Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês, Brainstorming, Matriz Esforço/impacto;
4	Plano de Ação	5W2H;
5	Ação	Acompanhamento de Processos, Checklists de Preventivas;
6	Verificação	Média diária de Corretivas, Percentual de Manutenções Corretivas, Perda de Embalagem, Média de Ocorrências diárias, Horas de máquina parada;
NÃO ?	O bloqueio foi efetivo?	-
SIM 7	Padronização	Treinamentos e Procedimentos Padrões;
8	Conclusão	Novas aplicações, Melhoria Contínua;

Fonte: O autor (2025).

É importante salientar que todo o estudo foi desenvolvido e acompanhado pela equipe de manutenção elétrica de embalagem da fábrica, profissionais que não só contribuíram para o estudo, mas que fazem o processo acontecer e buscam sempre melhorá-lo.

Assim, este estudo foi cuidadosamente elaborado, unindo conhecimentos teóricos e práticos de forma estratégica, permitindo validar hipóteses, aprimorar métodos e gerar impactos que vão além dos resultados financeiros. Seus benefícios incluem o desenvolvimento intelectual, a inovação na pesquisa, a criação de novas abordagens e a ampliação do conhecimento na área. Além disso, fortalece a capacidade analítica e a tomada de decisões embasadas, destacando-se tanto pela relevância acadêmica quanto pelo potencial de aplicação prática, promovendo melhorias contínuas e impactos positivos em diversos setores.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A empresa do estudo é uma indústria matriz fabricante de produtos alimentícios, sendo localizada em Pernambuco, com um portfólio de produtos que variam desde produção de café, biscoitos, até a fabricação de massas especiais e longas. A produção de todos os seus produtos acontece na matriz. Atualmente, a matriz da empresa abriga diversos setores estratégicos, como Recursos Humanos, Departamento de Pessoal, Administração, Marketing, Produção, Vendas, Almoxarifado, Expedição, Logística, Qualidade, Segurança e Saúde do Trabalhador, entre outros.

Na unidade matriz, o processo de maior complexidade é o de fabricação de massas, pois é um processo longo e de forma contínua a qual precisa de padrões bem definidos, pois qualquer desajuste causará problemas ao produto final. Dessa forma, é um processo caro, com margens de rendimentos mais baixas e que requer uma operação eficiente e eficaz, possibilitando geração de ganhos à organização.

4.2 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Uma das principais partes do processo de fabricação é a de embalagem. Nela, é necessário ter equipamentos funcionando plenamente de forma em que o fluxo ocorra sem muitas interrupções e sempre em conformidade, pois esse é um processo custoso, sua matéria prima é dispendiosa e, por isso, é preciso ter máquinas e processos de operação eficientes e disponíveis para que a empresa possa embalar produtos em conformidade com as especificações.

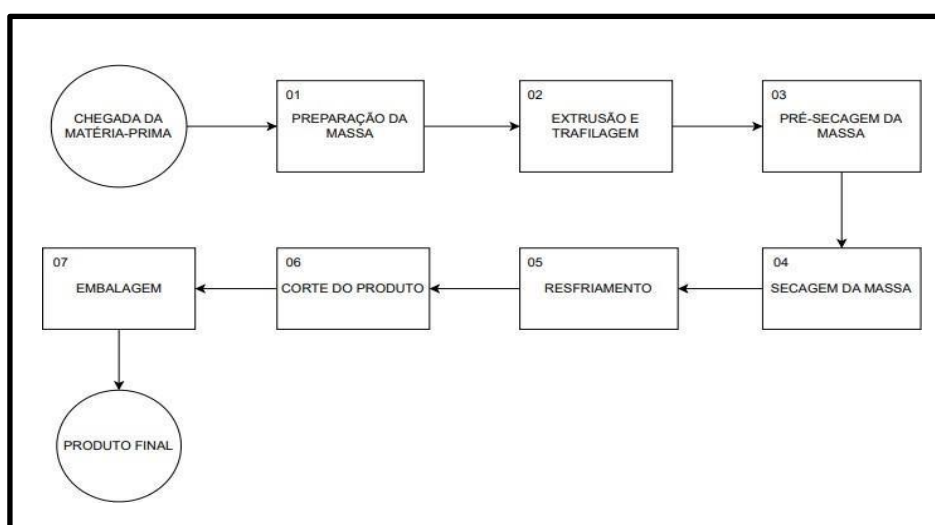
Tendo em vista a importância do processo de massas longas para empresa e observação dos indicadores de perdas e paradas no processo, o presente estudo analisa como melhorar o processo de embalagem a fim de diminuir suas paradas, as perdas operacionais e consequentemente melhorar os resultados da empresa.

Atualmente, a empresa dispõe de linhas de produção de massas longas e massas especiais ou curtas. As linhas são identificadas como X3 e X5 com relação às de massas curtas e X2 e X4 com associação às linhas de massas longas, que serão as abordadas no estudo.

As linhas de massas longas possuem capacidade produtiva nominal de 2.200 kg/h e fabricam diferentes tipos de produto, a depender do que é determinado pelo planejamento e controle da produção.

O processo de produção de massas longas funciona da maneira descrita a partir da Figura 02.

Figura 02 - Fluxograma do processo de produção do espaguete.



Fonte: O autor (2025).

Preparação da Massa - Etapa 01: Alguns ingredientes como farinha e água são direcionados à masseira, equipada com duplas hélices, por tubulação. Os ingredientes passam por uma mistura intensiva para homogeneização. A massa resultante é transferida para a masseira de vácuo, onde o ar é removido para evitar falhas no produto, assegurando consistência e qualidade.

Extrusão e Trafilagem - Etapa 02: A extrusão no processo de fabricação de macarrão envolve a passagem da massa, proveniente da masseira de vácuo, pela rosca de extrusão sob alta pressão, conduzindo-a através dos orifícios da trafil. A massa ao ser pressionada adquire a forma característica do tipo de macarrão desejado e é cortada por facas antes de entrar na etapa de pré-secagem.

Pré-Secagem - Etapa 03: Esta fase é crucial no processo, determinando a qualidade final da massa. É durante esse estágio que ocorre uma considerável perda de umidade em um curto intervalo de tempo.

Secagem - Etapa 04: Esta etapa, a mais extensa do processo, visa extrair a umidade restante. Além de desidratar, a etapa busca assegurar a estabilidade, transformando as características elásticas em plásticas na massa.

Resfriamento - Etapa 05: Dividida entre gradual e final, após a secagem, o macarrão passa pelo resfriamento para atingir a temperatura ambiente. Dado que o produto sai da etapa anterior em altas temperaturas, evitar um choque térmico brusco é crucial para evitar características sensoriais indesejáveis no alimento.

Corte - Etapa 06: A massa, proveniente do túnel de secagem, passa pelo processo de corte para atingir o comprimento ideal para embalagem. Nessa etapa, é removida a parte onde o macarrão se acumula, conhecida como "curva", e as extremidades são eliminadas para garantir uniformidade no produto final.

Embalagem - Etapa 07: Para garantir a eficiência do fluxo produtivo, é indispensável que os equipamentos operem de maneira plena, minimizando interrupções que possam comprometer a continuidade do processo. Para tanto, o processo de embalagem, alvo deste estudo, será discutido e apresentado na seção seguinte.

4.2.1 EMBALAGEM

Para o processo de embalagem, nota-se duas vertentes importantes.

A primeira trata-se do produto como unidade única, ou seja, o produto final, mas ainda não agrupado no que são chamados de fardos. Esse processo é fortemente dependente dos equipamentos que fazem o procedimento acontecer. Essas máquinas são divididas em duas para cada linha. Na X2 tem-se duas Altopack's, máquinas de fabricação italiana. Já na X4 tem-se uma Altopack e uma Stiavelli que também possui fabricação italiana. Apesar de constar duas máquinas para cada linha, apenas uma funciona no decorrer do processo, ou seja, uma é "titular", enquanto a outra é "reserva", de maneira aleatória.

Seus processos funcionam da seguinte maneira: o produto chega até a máquina e passa por um componente chamado descensor, que transporta as massas para as balanças com a ajuda de vibradores que estão presentes no equipamento e fazem a divisão do produto entre as balanças. Após estarem nas balanças, há outros vibradores que propiciam a descida do produto pelas balanças, as quais precisam estar bem ajustadas para que o peso do produto não ultrapasse seus limites de controle. Ao sair da balança, o produto é "soltado" pela máquina num processo de descida para o canal alimentador, onde seu mecanismo é movimentado pelo motor de passo. Esse processo é dividido em duas etapas: primeiro é lançado o peso grosso, ou seja, o produto em sua maior parte para ser embalado, a segunda parte é o que peso fino, que é necessário para completar a gramatura adequada de acordo com os limites de controle do processo, controlados pelas células de carga da máquina.

Em seguida, tem-se a fase final da embalagem, na qual o produto se encontra com o filme dentro do equipamento e, como os filmes são acoplados ao método através de bobinas, existe, portanto, a selagem longitudinal, ou seja, selagem embaixo para fechar por baixo do produto e a selagem transversal, nas pontas do produto. Durante a selagem transversal, os produtos são cortados através dos mordentes, para que saiam separados unitariamente e não colados. É importante relatar que esse processo de selagem requer um trabalho qualificado quanto a medida de temperatura, que precisa estar adequada para uma boa selagem e também para uma boa operação.

A segunda ramificação é referente às enfardadeiras, equipamentos que agrupam os produtos unitários em fardos, respeitando as quantidades indicadas nos Procedimentos Operacionais Padrão (POP). Os fardos são então paletizados para formar lotes, identificados por etiquetas essenciais para rastreabilidade do produto e vão para o processo de expedição.

O processo de enfardar os produtos é realizado de maneira simples com o auxílio do equipamento, conforme descrito a seguir: os produtos chegam a partir de uma esteira inclinada que passa para uma outra pequena esteira, chamada de esteira rápida. Nesta esteira está presente um sensor que realiza a contagem dos pacotes necessários para se completar um fardo, de acordo com o produto programado. Mais uma vez, como as embalagens são ocupadas na máquina por bobinas, existe então uma selagem vertical, nos lados do fardo, no qual o filme vai sendo tracionado e sendo puxado para baixo, até a quantidade de pacotes adequadas e, nesse sentido, acontece a selagem horizontal que fecha os polos do mesmo. O processo requer uma boa temperatura de selagem, sendo realizada a partir de fita resistiva, para que tudo ocorra da melhor maneira possível.

Assim é a operação de todo o processo de produção de massas longas na organização, um processo difícil, custoso e com necessidade de melhorias, pois os problemas aparecem de maneira frequente e isso gera dispêndios importantes para a empresa.

4.3 APLICAÇÃO DO MASP

A seguir serão apresentadas as etapas de aplicação do MASP para a solução de problemas na embalagem das massas.

4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

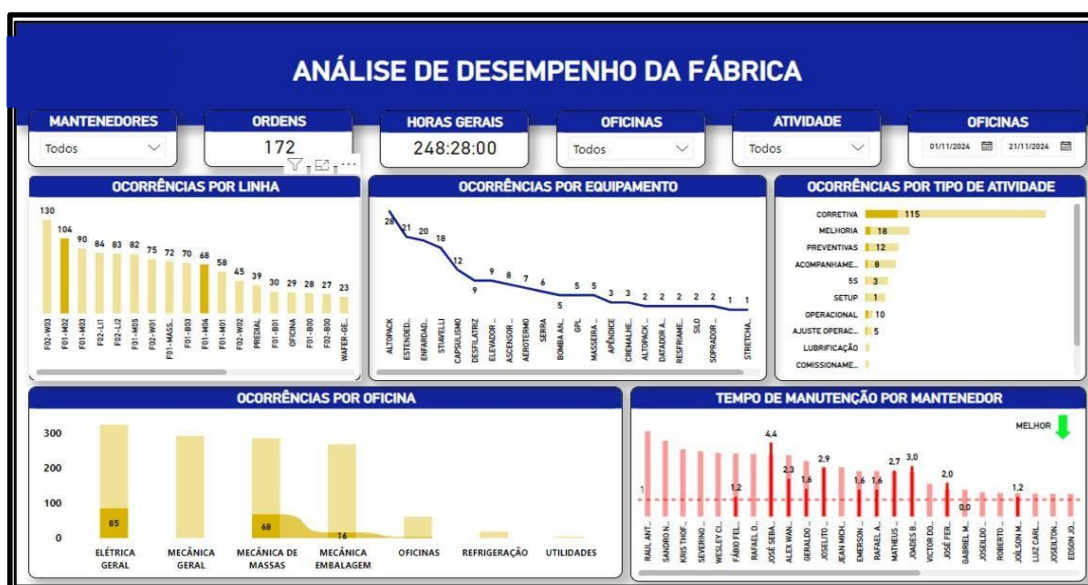
A perda de embalagem em todas as linhas de fabricação da empresa tem sido bastante debatida entre os diretores, coordenadores e supervisores da empresa, pois é um processo que leva a prejuízos de qualidade e custos para a empresa.

Com o auxílio da análise do controle de indicadores, por ser um fator de alta importância nos custos do produto e ter uma alta demanda relacionada ao processo

de embalagem, através da capacidade analítica foi notado uma problemática específica que contribui de forma direta para esse problema, conforme mostrado a seguir. Os dados foram obtidos através da dinâmica de softwares, como Power Apps e Power BI, onde os dados são coletados através do aplicativo gerenciado no Power Apps, com o armazenamento sendo realizado no SharePoint da empresa, e sua análise sendo descrita através das visualizações no Power BI.

Atualmente é possível observar informações em tempo real a respeito do funcionamento e da manutenção, conforme mostrado na Figura 03.

Figura 03 - Análise de desempenho das linhas e oficinas, em novembro de 2024.



Fonte: O autor (2025).

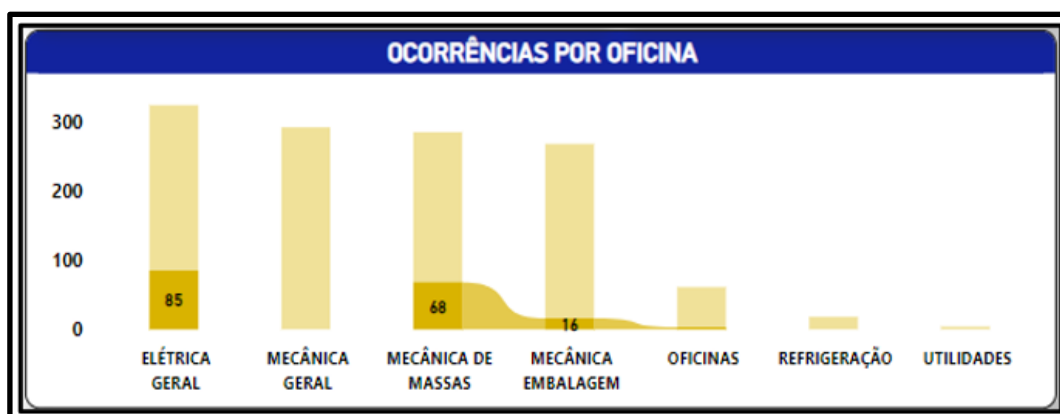
Figura 04 - Ocorrências por linha em novembro de 2024.



Fonte: O autor (2025).

Ao visualizar a Figura 04 é percebido o alto volume de ocorrências (Ordens de Serviço – Manutenções), nas linhas de massas longas, tanto na linha F01-M02, como na linha F01-M04. Ao observar a linha F01-M02, por exemplo, na Figura 05, pode-se perceber que a maior parte das ocorrências, nessas linhas, está relacionada à oficina de manutenção elétrica. Essa visualização representa o mês de novembro de 2024, que representa um marco fundamental no desenvolvimento deste estudo. Foi a partir dele que se iniciou o processo de observação sistemática dos dados, tornando-se o ponto de partida para a coleta e análise das informações. Esse período não foi escolhido aleatoriamente; sua relevância se consolidou pela identificação de um alto número de ocorrências na empresa, além de um número considerável de demandas relacionadas ao processo de embalagem, o que despertou atenção para possíveis padrões, causas e impactos relacionados aos eventos registrados.

Figura 05 - Análise de ocorrências por oficina, em novembro de 2024.



Fonte: O autor (2025).

Em seguida, a partir da Figura 06, no gráfico as ocorrências por equipamento, que dentre as quatro máquinas com maior número de incidência, três correspondem a máquinas do processo de embalagem, apenas em novembro, a Altopack, Stiavelli e Enfardadeira, nesta ordem. A partir disso, foi possível analisar mais a fundo todo o processo e sugerir melhorias, resultando em planos de ações a fim de reduzir as ocorrências.

Figura 06 - Análise de ocorrências por Equipamento, em novembro de 2024.



Fonte: O autor (2025).

A partir disso dos dados observados e do gráfico de ocorrências por linha, através da Figura 07, é possível perceber também que durante os últimos 6 meses de 2024, as linhas de massas longas foram as que mais apresentaram ocorrências, por parte da oficina de manutenção elétrica, de forma principal a linha F01-M02, sendo destaques as máquinas de embalagem novamente com um alto índice de ocorrências. Do ponto de vista dos procedimentos de manutenção, entende-se que além da questão de perda de embalagem, o tempo de ocorrência e a quantidade dessas ocorrências dificulta o trabalho de toda equipe da oficina elétrica, que poderia trabalhar mais voltada a melhorias em outras linhas ou outras atividades, caso tal problema seja resolvido ou ao menos diminuído.

Figura 07 - Análise de desempenho das linhas e oficinas, último semestre de 2024.



Fonte: O autor (2025).

4.3.2 OBSERVAÇÃO DO PROBLEMA

É fundamental nesta etapa buscar orientações estratégicas que contribuam para a tomada de decisão, direcionando o foco para o ponto principal do processo. Nessa fase, a busca por informações mais direcionadas e ricas é o seu ponto forte, para que sejam indicados os reais problemas, ou seja, um primeiro passo na busca por soluções eficientes.

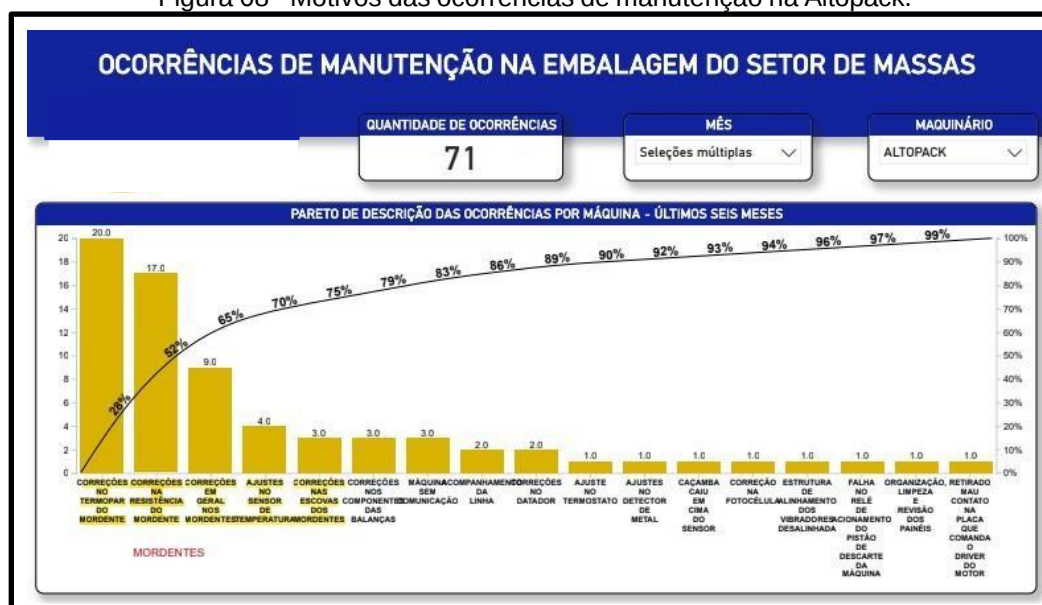
Essa fase é como uma consulta de um paciente ao médico, onde são relatados os problemas desse paciente e o profissional consegue através de boas informações o direcionamento correto para solucionar as dificuldades daquele “doente”.

Dessa forma, ao observar os dados e gráficos anteriores, se faz necessário ir mais a fundo e identificar onde e como surgem esses problemas. Para tal, foi realizada aplicação da ferramenta Gráfico de Pareto, para visualização de principais motivos das ocorrências, com o auxílio dos dados provenientes do aplicativo da manutenção. Além disso, foi realizada juntamente com o suporte de um eletricista o acompanhamento *in loco* do processo, para melhor compreensão dos problemas abordados.

Para cada máquina, identificada na etapa anterior como crítica para a manutenção no setor de embalagens, será apresentado o gráfico de Pareto.

A figura 08 apresenta os problemas que são gerados na máquina Altopack. Observa-se através do Princípio de Pareto que aproximadamente 80% dos problemas das máquinas Altopack's estão relacionados com os mordentes, que são responsáveis pelo processo de selagem e corte dos pacotes de produto. Problemas como correções no termopar do mordente, resistência, ajustes no sensor de temperatura e correções na escova do mordente, são comuns e afetam de forma significativa o equipamento em questão. Desta forma obtém-se que o principal foco do problema na Altopack são os mordentes e principalmente sua relação com o processo de selagem, envolvendo de maneira direta a medida de temperatura que pode estar afetando o desempenho da mesma.

Figura 08 - Motivos das ocorrências de manutenção na Altopack.

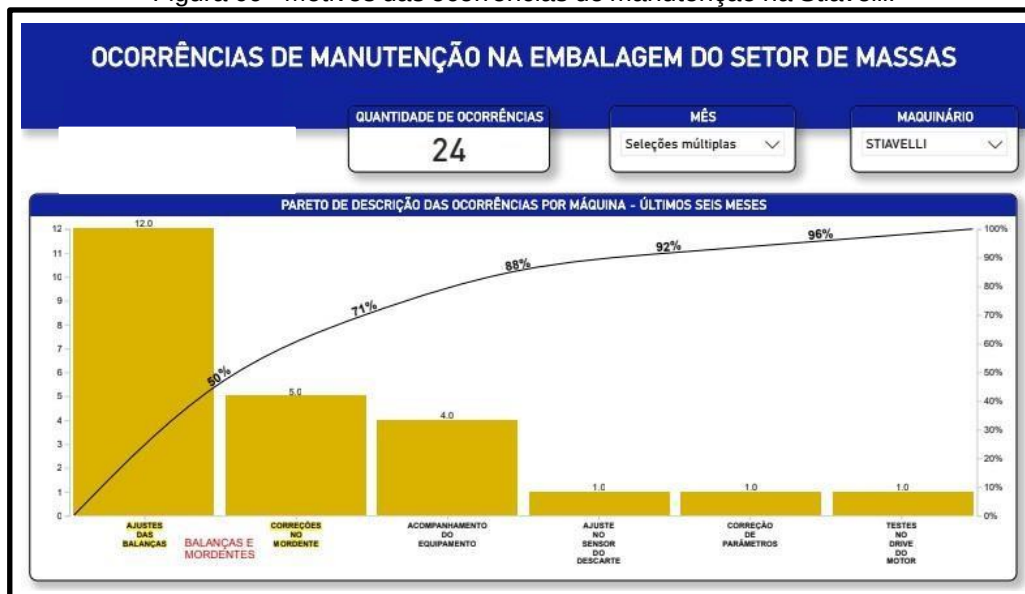


Fonte: O autor (2025).

No equipamento Stiavelli, a realidade é parecida, sendo demonstrado através da Figura 09. Pela teoria de Pareto, quase 80% dos problemas da Stiavelli estão relacionados com balanças e mordentes, responsáveis por determinar peso e pela selagem dos pacotes respectivamente. Os problemas são em teoria mais genéricos, mas que na prática, ao observar no *gemba*, onde o trabalho realmente acontece, se assemelham aos problemas da Altopack. Com a adição dos problemas das balanças,

a análise desses problemas dará um direcionamento do que deve ser tratado e do que deve ser solucionado para um melhor funcionamento desse equipamento.

Figura 09 - Motivos das ocorrências de manutenção na Stiavelli.

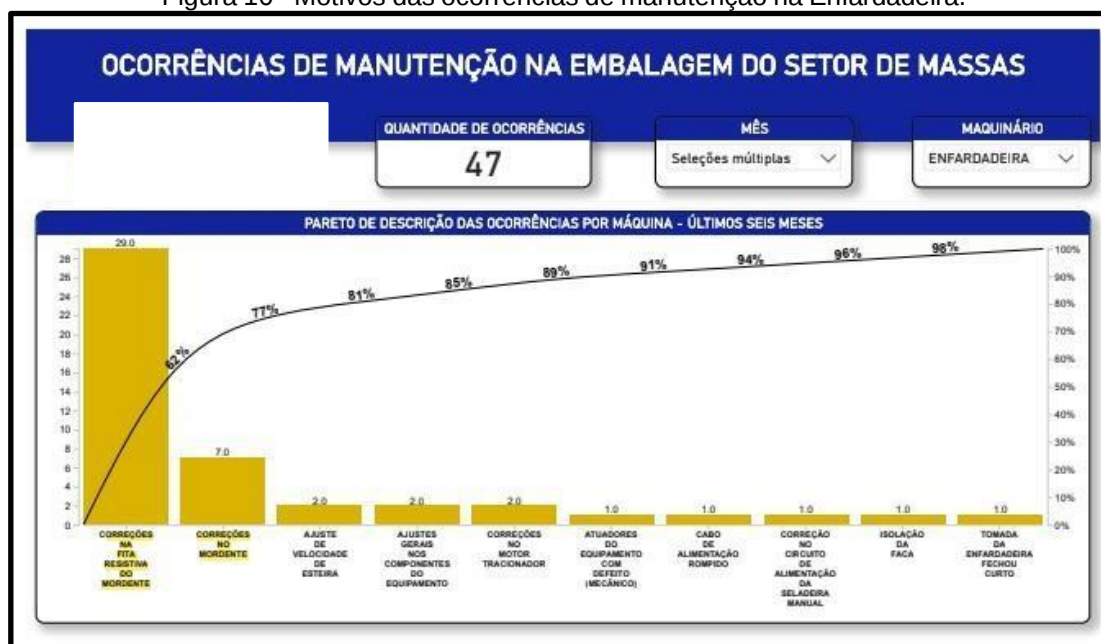


Fonte: O autor (2025).

Já na máquina enfardadeira (Figura 10) também se observa alto índice de manutenção com relação direta com os mordentes, sendo quase 80% com vinculação a problemas na fita resistiva do próprio mordente, além de outros problemas gerais atingindo o mesmo, evidenciando a necessidade de correções. Na prática, é possível observar que não se difere muito dos problemas relacionados às máquinas já abordadas, de forma principal com suas dificuldades com encadeamento com a temperatura.

A próxima etapa da aplicação da metodologia MASP norteará averiguação de forma mais assertiva a respeito das principais causas de parada de máquina obtidas na fase de observação do problema. Sendo assim, para melhorar o processo é preciso atuar diretamente nesses subconjuntos.

Figura 10 - Motivos das ocorrências de manutenção na Enfardadeira.



Fonte: O autor (2025).

4.3.3 ANÁLISE DO PROBLEMA

Na fase de análise, foram aplicadas ferramentas da qualidade fazendo o elo entre os achados na fase anterior e a busca por possíveis soluções. Nesta etapa, buscou-se auxílio de profissionais que lidam diariamente com o processo e com os equipamentos em questão, sendo eles três eletricitistas que participaram diretamente das aplicações das ferramentas mencionadas a seguir e contribuíram para solucionar os contratempos e consequentemente a elaboração de melhorias ao processo.

4.3.3.1 ISHIKAWA

Inicialmente, ao analisar as visualizações dos diagramas de Pareto, identificou-se que os principais problemas de cada máquina estavam diretamente relacionados a dois componentes críticos, ajustes nas balanças e correções nos mordentes. Diante disso, optou-se por uma abordagem mais aprofundada ao utilizar o Diagrama de Ishikawa, também conhecido como diagrama de causa e efeito ou espinha de peixe. Essa ferramenta permitiu mapear de forma estruturada todas as possíveis causas que poderiam contribuir para causas encontradas, considerando os diferentes fatores que influenciam o processo produtivo.

Para isso, foram elaborados dois diagramas para cada maquinário, garantindo uma análise minuciosa e detalhada das variáveis envolvidas. Cada um desses diagramas foi construído com base na metodologia dos 6M's – Método, Máquina, Medida, Meio Ambiente, Mão de Obra e Material – permitindo assim uma avaliação abrangente e sistêmica das possíveis origens dos problemas. Essa abordagem possibilitou não apenas identificar os principais modos de falha, mas também compreender como esses fatores poderiam ser ajustados para melhorar a operação, reduzir desperdícios e aumentar a eficiência do processo.

Ao conjugar essas análises com a observação prática, foi possível conjecturar diferentes cenários e posteriormente propor soluções estratégicas voltadas para a melhoria contínua. Dessa forma, o uso do Diagrama de Ishikawa se mostrou essencial para estruturar o diagnóstico das falhas, fundamentar a tomada de decisão e impulsionar ações corretivas mais eficazes, consolidando-se como uma ferramenta indispensável para a gestão da qualidade e a otimização do desempenho operacional.

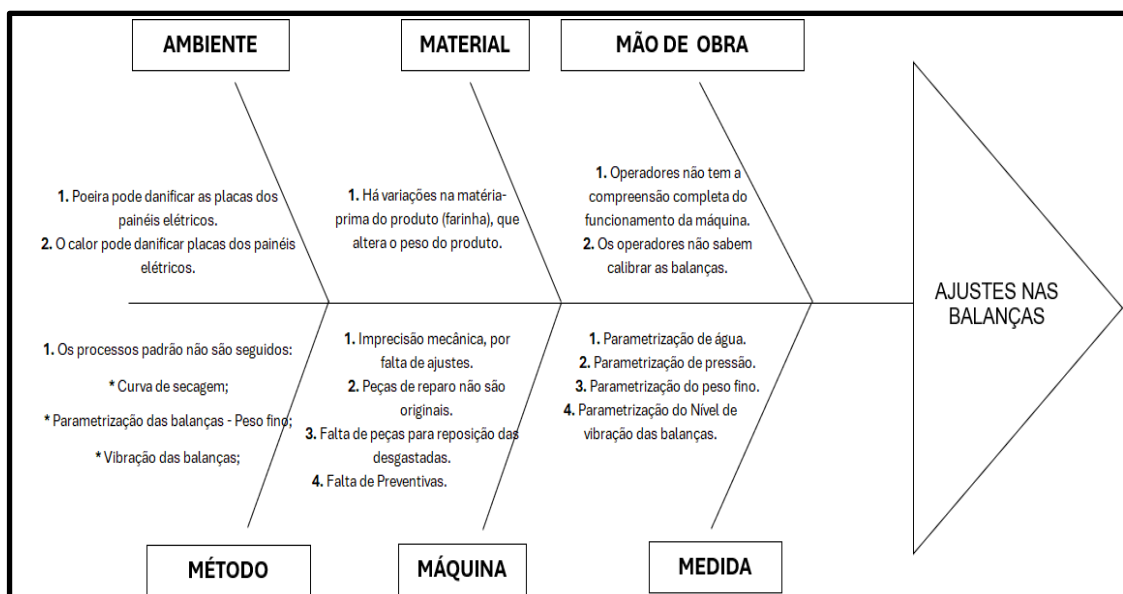
4.3.3.1.1 ISHIKAWA STIAVELLI

Na Stiavelli, em cada M da Metodologia 6M's foram apontadas situações específicas e interessantes que poderiam ser tratadas e conseqüentemente melhoradas. Os diagramas em questão estão dispostos nas Figuras a seguir e como é possível perceber, estão diretamente relacionados a dois problemas específicos como o ajuste das balanças e as correções nos mordentes, conforme abordado na fase anterior.

Nas figuras 11 e 12 é possível observar semelhanças, principalmente quando relacionado a máquinas, mão de obra, métodos e ambiente.

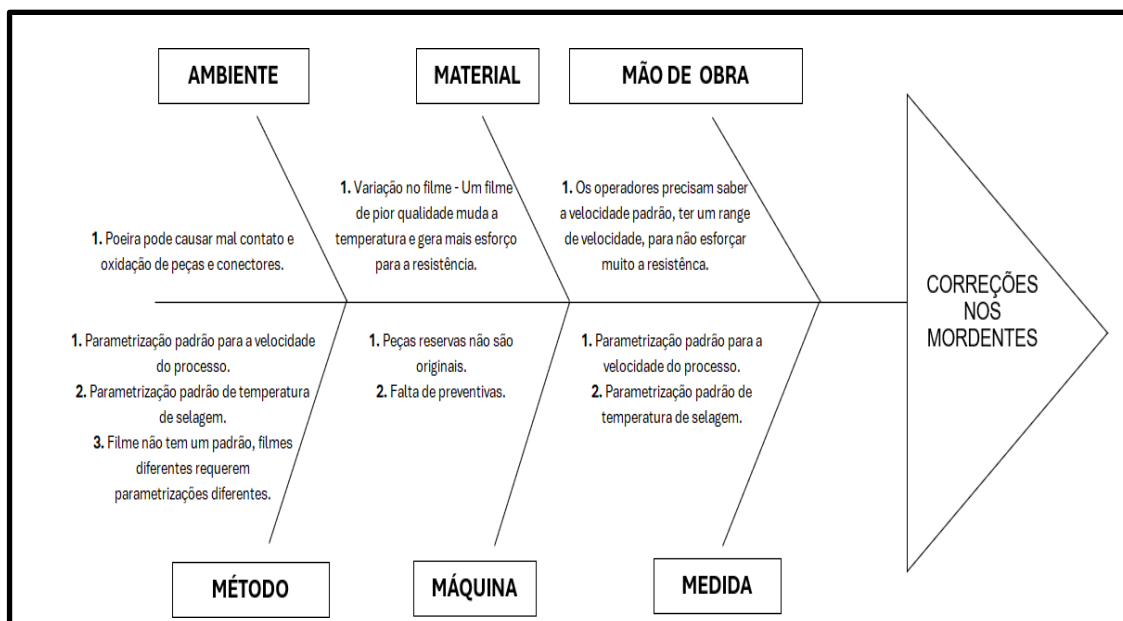
Nos resultados obtidos da entrevista e conseqüente criação da Espinha de peixe, é evidenciada a falta de um procedimento com padrões melhores definidos, tais como a falta de manutenções preventivas e de treinamento para os operadores, de maneira que a máquina Stiavelli apresente resultados pouco satisfatórios no processo de embalagem de massas longas na organização.

Figura 11 - Diagrama de Ishikawa, Stiavelli, Ajustes nas Balanças.



Fonte: O autor (2025).

Figura 12 - Diagrama de Ishikawa, Stiavelli, Correções nos Mordentes.



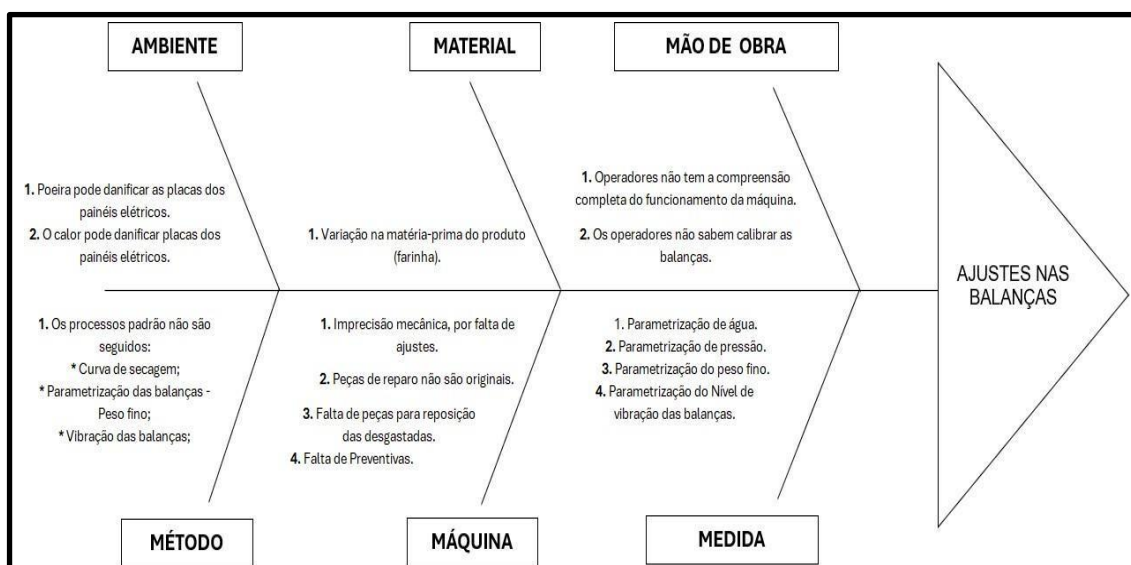
Fonte: O autor (2025).

4.3.3.1.2 ISHIKAWA ALTOPACK

A análise da máquina Altopack é semelhante ao que se observa na Stiavelli, até por serem equipamentos que têm estilos e métodos de operação muito semelhantes. Dessa forma, os principais problemas relacionados a Altopack foram com os componentes balanças e mordentes. A Figura 13 e Figura 14 apresentam

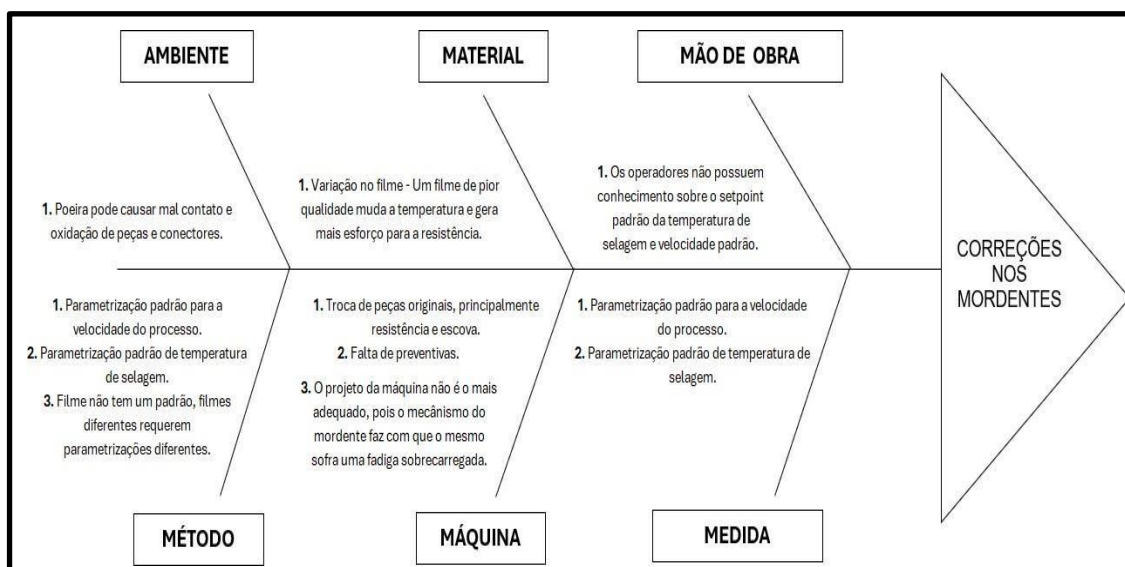
problemas como a falta de padrões mais precisos, de treinamento para a mão de obra, falta de manutenções preventivas e também a preocupação com o filme como matéria prima utilizada no processo, são situações que deveriam ser melhoradas, segundo os mantenedores que foram entrevistados e que atualmente interferem de maneira significativa no processo. O processo de construção do diagrama teve novamente o auxílio dos eletricitistas.

Figura 13 - Diagrama de Ishikawa, Altopack, Ajustes nas Balanças.



Fonte: O autor (2025).

Figura 14 - Diagrama de Ishikawa, Altopack, Correções nos Mordentes.



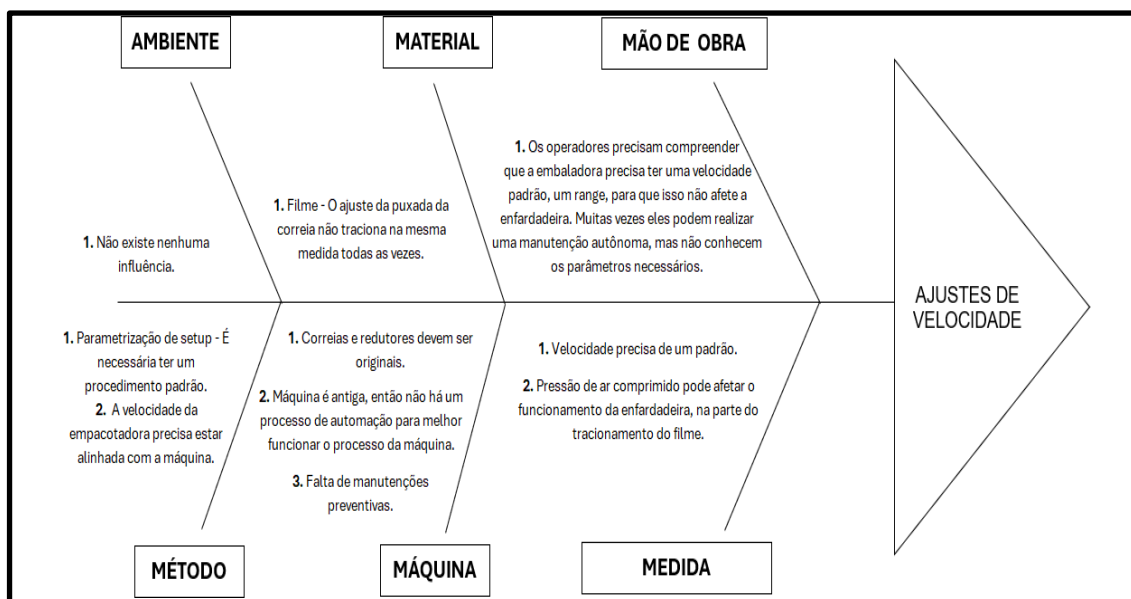
Fonte: O autor (2025).

4.3.3.1.3 ISHIKAWA ENFARDADEIRA

Na enfardadeira o procedimento ocorreu da mesma forma que as demais, evidenciando algumas diferenças nos resultados encontrados. Nessa máquina as principais dificuldades observadas foram com relação aos ajustes de velocidade do equipamento e as correções nos mordentes.

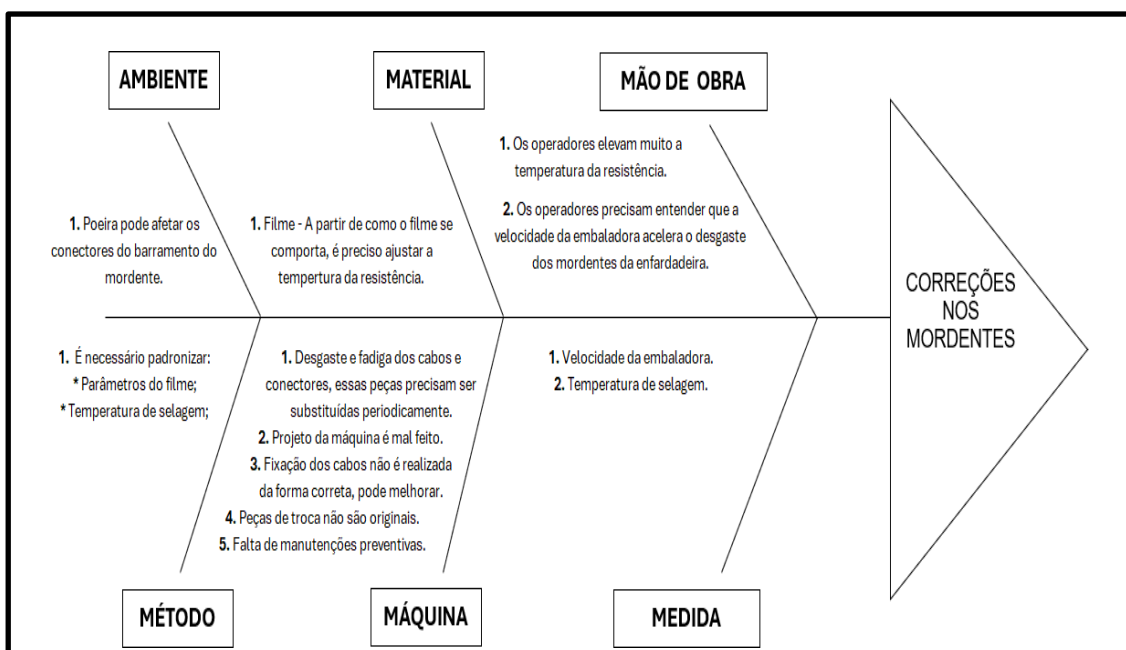
A partir das análises já estabelecidas, é possível evidenciar que problemas nos mordentes são críticos nesse maquinário de embalagem. A partir da Figura 15 e Figura 16 é evidenciado que a falta de treinamento para os operadores, dificuldades com os filmes, falta de padrões mais precisos e adequados ao processo e a não realização de manutenções preventivas também prejudicam de forma frequente o desempenho desse equipamento, gerando perdas e consequentemente prejuízos à organização.

Figura 15 - Diagrama de Ishikawa, Enfardadeira, Ajustes de Velocidade.



Fonte: O autor (2025).

Figura 16 - Diagrama de Ishikawa, Enfardadeira, Correções nos Mordentes.



Fonte: O autor (2025).

Em resumo, na Stiavelli, foram identificados problemas recorrentes no ajuste das balanças e nos mordentes das máquinas de embalagem, causados principalmente pela falta de padrões definidos, treinamentos insuficientes, ausência de manutenções preventivas e dificuldades com o filme utilizado no processo.

A máquina Altopack apresentou desafios semelhantes, evidenciando que esses fatores afetam diretamente a eficiência operacional.

Na enfardadeira, além das falhas nos mordentes, ajustes de velocidade também foram problemáticos. Para uma análise mais eficaz, o estudo prosseguiu com a aplicação dos 5 *Porquês* a fim de identificar a causa raiz dos problemas, permitir a implementação de soluções mais assertivas, reduzir perdas e melhorar a produtividade da organização.

4.3.3.2 5 PORQUÊS

Com base na compreensão obtida em conjunto com as partes envolvidas no processo e na análise do impacto das ações, identificou-se a necessidade de uma investigação mais aprofundada. O objetivo não se restringiu apenas à identificação dos problemas, mas à determinação de suas causas raízes. Para isso, aplicou-se a

metodologia dos 5 Porquês, fundamentada no trabalho de FONSÊCA (2022), que propõe uma adaptação da ferramenta, transformando o último “porquê” em uma ação, e não apenas em uma causa.

Essa abordagem mostrou-se altamente eficaz. Durante as entrevistas, as ideias de melhoria surgiam naturalmente, enriquecendo significativamente o brainstorming e fornecendo uma base sólida para sua condução. A análise teve como ponto de partida os problemas identificados nos diagramas de Pareto, sendo conduzida de maneira criteriosa, com o apoio dos próprios eletricitas. Assim, foram examinados detalhadamente os fatores que compõem os 80% das adversidades que impactam negativamente o desempenho das máquinas.

4.3.3.2.1 5 PORQUÊS STIAVELLI

Na Stiavelli, foram identificados diversos fatores que, de forma sutil, comprometem a operação das balanças e dos mordentes. Os principais problemas estavam relacionados a falhas operacionais, sendo a falta de treinamento adequado dos operadores um dos aspectos mais críticos. Muitas vezes, eles não possuem o conhecimento necessário para realizar ajustes no processo, o que prejudica a continuidade e o desempenho do maquinário.

Além disso, a falta de manutenção adequada e a escassez de peças também se mostraram fatores determinantes para o mau funcionamento dos equipamentos. Esses problemas impactam diretamente a eficiência operacional, dificultando tanto a operação quanto a durabilidade das máquinas. Toda a análise detalhada pode ser observada no Quadro 03.

Quadro 03 - 5 Porquês do equipamento Stiavelli.

EQUIPAMENTO	PROBLEMA	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	AÇÃO A SER TOMADA
STIAVELLI	AJUSTE DAS BALANÇAS	Variação na qualidade da massa; Inexperiência dos operadores (falta de treinamento); Falhas operacionais;	Falhas no processo que interferem diretamente no peso da massa e consequentemente necessita de mais ajustes; Operadores não conseguem ajustar as balanças;			Padronização no processo e consequentemente no produto; Oferecer treinamento periódico aos operadores;
	CORREÇÕES NOS MORDENTES	Queima das resistências; Rompimento dos cabos;	Resistências com vida útil menor, pois não são originais; Cabos estão fadigados;	Necessidade de importar peças originais (dificuldade); Cabos não são trocados periodicamente;	Alto custo para importação e demora para chegar; Indisponibilidade de parada para manutenção; Falta de cabo adequado;	Importar as peças originais e manter um estoque satisfatório; Adquirir cabos adequados para o fim; Criação de rotina de preventivas;

Fonte: O autor (2025).

Como ações de melhoria do processo, os participantes do estudo identificaram a necessidade de melhorar padrões no processo e de treinamento para os operadores, além da criação de uma rotina de manutenções preventivas, com os recursos adequados para que essa seja realizada da forma mais conforme possível. Assim, o processo tende a melhorar e trazer resultados para todos os indicadores da empresa, incluindo as áreas de manutenção, produção, qualidade e custos.

4.3.3.2.2 5 PORQUÊS ALTOPACK

Na Altopack, a investigação foi aprofundada devido à diversidade de problemas identificados. Durante a análise, diversos pontos de melhoria foram levantados, porém alguns se destacaram pela recorrência e impacto no sistema, exigindo uma avaliação mais detalhada e a proposição de ações corretivas.

Os principais fatores críticos observados foram falhas no projeto da máquina, que comprometem sua operação e dificultam o processo produtivo, além da ausência de manutenções preventivas, agravada pela falta de recursos adequados para sua execução eficiente. Com base nessas causas raiz, os eletricitistas desenvolveram ações estratégicas para otimizar o desempenho do maquinário e aprimorar a eficiência do sistema. O estudo completo pode ser consultado nos Quadros 04 e 05.

Quadro 04 - 5 Porquês do equipamento Altopack.

EQUIPAMENTO	PROBLEMA	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	AÇÃO A SER TOMADA
ALTOPACK	CORREÇÕES NO TERMOPAR DO MORDENTE	Quebra do cabo;	Movimentos repetitivos geram fadiga no cabo; Cabo inadequado; Ausência de pontos de fixação dos cabos;	O projeto da máquina exige a movimentação do cabo; Máquina não prevê pontos de fixação;	Falha de projeto; Dificuldade de implementar pontos de fixação; Falta de preventivas e inspeções;	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias; Aquisição de peças originais; Verificar soluções de melhoria para implementar;
	CORREÇÕES NA RESISTÊNCIA DO MORDENTE	Quebra do cabo; Queima de resistência; Desgaste nas escovas condutoras;	Movimentos repetitivos geram fadiga nos cabos; Resistência não original não tem duração satisfatória; Peças de contato das escovas desgastadas;	Projeto da máquina exige a movimentação do cabo; Indisponibilidade de estoque de resistências originais; Desgaste natural das peças e falta de preventiva;	Falha de projeto da máquina; Burocracia para importar peças originais;	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias; Aquisição de peças originais; Criar rotinas de inspeção e preventivas;
	CORREÇÕES E AJUSTES EM GERAL NO MORDENTE	Quebra do cabo; Queima de resistência; Desgaste nas escovas condutoras;	Movimentos repetitivos geram fadiga nos cabos; Resistência não original não tem duração satisfatória; Peças de contato das escovas desgastadas;	Projeto da máquina exige a movimentação do cabo; Indisponibilidade de estoque de resistências originais; Desgaste natural das peças e falta de preventiva;	Falha de projeto da máquina; Burocracia para importar peças originais;	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias; Aquisição de peças originais; Criar rotinas de inspeção e preventivas;

Fonte: O autor (2025).

Quadro 05 - 5 Porquês do equipamento Altopack.

ALTOPACK	AJUSTES NO SENSOR DE TEMPERATURA	Rompimento do cabo termopar;	Movimentos repetitivos geram fadiga no cabo;	Máquina necessita dos movimentos e não possui pontos de fixação para o cabo;	Falta de inspeções e preventivas; Falha de projeto da máquina;	Criar rotinas de inspeções e preventivas; Contatar o fabricante do equipamento e verificar possíveis melhorias;
	CORREÇÕES NAS ESCOVAS DO MORDENTE	Desgaste das escovas;	Peças de contato das escovas e danificadas;	Falta de preventivas e inspeções; Falta de peças reservas;	Indisponibilidade de parada de máquina para manutenção;	Criação de plano de preventivas e inspeções; Adquirir peças para a reposição;
	CORREÇÕES NOS COMPONENTES DAS BALANÇAS	Falhas de drivers de controle; Falha nos campos;	Componentes eletrônicos danificados;	Vida útil dos componentes chegando ao fim;	Peças antigas e muitas vezes após o reparo outros componentes da placa apresentam defeito;	Aquisição de placas e motores novos e criação de rotina de inspeções e preventivas;
ALTOPACK	MÁQUINA SEM COMUNICAÇÃO	Falhas de drivers de controle; Falha nos campos;	Componentes eletrônicos danificados;	Vida útil dos componentes chegando ao fim;	Peças antigas e muitas vezes após o reparo outros componentes da placa apresentam defeito;	Aquisição de placas e motores novos e criação de rotina de inspeções e preventivas;

Fonte: O autor (2025).

Com a identificação das causas raiz, foram propostas soluções estratégicas para mitigar os impactos negativos no processo. As principais medidas incluem a implementação de um plano estruturado de manutenções preventivas, com a disponibilização de peças sobressalentes, garantindo a execução eficiente e padronizada das intervenções.

Além disso, foi recomendada a revisão e aprimoramento do projeto da máquina, incluindo a comunicação direta com o fabricante para viabilizar ajustes

técnicos que otimizem a operação. Essas ações visam reduzir o desgaste e a fadiga dos componentes, garantindo maior confiabilidade e eficiência ao sistema.

4.3.3.2.3 5 PORQUÊS ENFARDADEIRA

A enfardadeira apresenta particularidades específicas, e as causas raiz dos problemas no sistema da máquina foram devidamente identificadas. Dentre os principais pontos críticos levantados, destacam-se a ausência de um plano estruturado de manutenções preventivas e a falta de peças de reposição adequadas para a realização dessas intervenções de forma eficiente.

Além disso, foi observada a falta de padronização nos processos operacionais, resultando em variações na velocidade e na parametrização da máquina, o que compromete sua eficiência e desempenho. A necessidade de estabelecer diretrizes técnicas para a correta execução dos procedimentos é fundamental para otimizar a operação. A análise detalhada pode ser consultada no Quadro 06.

Quadro 06 - 5 Porquês do equipamento Enfardadeira.

EQUIPAMENTO	PROBLEMA	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	PORQUE OCORRE?	AÇÃO A SER TOMADA
ENFARDADEIRA	CORREÇÕES NA FITA RESISTIVA DO MORDENTE	Rompimento da fita resistiva;	Desgaste natural pelo uso; Desgaste nas peças de fixação da fita;	Uso constante do equipamento; Falta de manutenção periódica (preventiva);	Indisponibilidade de paradas para preventivas; Indisponibilidade de peças;	Foco nas manutenções preventivas; Troca de peças desgastadas;
	CORREÇÕES EM GERAL NOS MORDENTES	Terminal quebrando nas resistências dos mordentes; Rompimento dos cabos;	Desgaste devido ao movimento dos cabos, o que força também os terminais; Colocação de terminal de forma inadequada;	Cabos fadigados; Terminais disponíveis inadequados; Necessidade de liberar rapidamente o equipamento; Falta de preventiva;	Fim da vida útil dos cabos; Indisponibilidade de parada do equipamento para preventivas; Falta de peças;	Realização de preventivas; Adquirir peças e cabos adequados ao uso; Criar rotina de manutenções e inspeções;
	AJUSTE DE VELOCIDADE DE ESTEIRA	Necessidade de ajuste de processo;	Variação de velocidade da linha;	Variações no processo;		Padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha;

Fonte: O autor (2025).

Assim, de maneira correlata, as ações determinadas para possíveis melhorias do processo são a implementação de um plano de manutenção preventiva estruturado, garantindo a disponibilidade de peças para intervenções no momento adequado, evitando falhas inesperadas. Além disso, é fundamental a criação e padronização de procedimentos operacionais, estabelecendo parâmetros claros para velocidade e ajustes da máquina, assegurando maior eficiência e redução de

desperdícios. Também se recomenda o treinamento contínuo dos operadores para que possam atuar de forma proativa na identificação de problemas e na correta parametrização do equipamento. Com essas ações, espera-se melhorar a performance da enfardadeira, reduzindo falhas e aumentando a produtividade do processo.

4.3.3.3 BRAINSTORMING

Com o suporte dos eletricitas, foi conduzido um brainstorming direcionado à identificação e análise dos problemas elétricos que impactam o desempenho das máquinas. Durante a sessão, foram revisadas soluções previamente discutidas, como a implementação de inspeções preventivas e a substituição programada de componentes desgastados. Além disso, ressaltou-se a importância de treinamentos específicos para capacitar os operadores na identificação de falhas elétricas básicas e na operação dos equipamentos dentro dos parâmetros recomendados, reduzindo o tempo de inatividade e otimizando a disponibilidade das máquinas.

A troca de conhecimento entre os eletricitas permitiu aprofundar a compreensão das falhas elétricas recorrentes e reforçar a necessidade de um programa estruturado de manutenção elétrica, essencial para garantir maior eficiência e confiabilidade ao processo produtivo.

4.3.3.3.1 BRAINSTORMING STIAVELLI

Na Stiavelli, o brainstorming, detalhado no Quadro 07, acrescentou as análises previamente realizadas na metodologia dos 5 Porquês. Os principais pontos abordados incluíram a padronização dos processos, o aprimoramento do treinamento dos operadores e a gestão eficiente das manutenções preventivas.

Como desdobramento, propôs-se a criação de um quadro de manutenção preventiva, estruturado como um checklist, para garantir a execução sistemática das intervenções necessárias. Além disso, sugeriu-se a implementação de um histórico detalhado de ações preventivas, proporcionando um referencial técnico robusto para mitigar falhas indesejadas e aumentar a confiabilidade operacional.

Quadro 07 - Brainstorming do equipamento Stiavelli.

EQUIPAMENTO	PROBLEMA	AÇÃO A SER TOMADA
STIAVELLI	AJUSTE DAS BALANÇAS	Padronização no processo e consequentemente no produto; Oferecer treinamento periódico aos operadores; Automatização de parâmetros na masseira (Alto custo); Treinamento e inspeção; Quadro de preventivas;
	CORREÇÕES NOS MORDENTES	Importar as peças originais e manter um estoque satisfatório; Adquirir cabos adequados para o fim; Criação de rotina de preventivas; Redução de velocidade da máquina (estabelecendo um limite padrão); Quadro de preventivas; Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);

Fonte: O autor (2025).

4.3.3.3.2 BRAINSTORMING ALTOPACK

Na análise do equipamento Altopack, apesar da maior diversidade e complexidade dos problemas identificados, as soluções propostas mantêm alinhamento com as abordadas na Stiavelli. Entre as principais ações destacam-se a implementação de rotinas estruturadas de manutenção preventiva e a capacitação técnica dos operadores para otimizar o manuseio dos equipamentos.

Além disso, um ponto amplamente debatido foi a necessidade de melhores recursos, como a disponibilização de peças adequadas para garantir a efetividade das manutenções preventivas. Também foi sugerida a possibilidade de reprojeto o sistema da máquina, com o objetivo de aprimorar a operação dos componentes, reduzindo o desgaste e a fadiga dos mesmos. Toda a estruturação dessas diretrizes está detalhada nos Quadros 08 e 09.

Quadro 08 - Brainstorming do equipamento Altopack.

EQUIPAMENTO	PROBLEMA	AÇÃO A SER TOMADA
ALTOPACK	CORREÇÕES NO TERMOPAR DO MORDENTE	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias; Aquisição de peças originais; Verificar soluções de melhoria para implementar; Limite padrão de velocidade; Reprojeto da linha;
	CORREÇÕES NA RESISTÊNCIA DO MORDENTE	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias; Aquisição de peças originais; Criar rotinas de inspeção e preventivas; Limite padrão de velocidade; Comprar resistências originais; Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);
	CORREÇÕES E AJUSTES EM GERAL NO MORDENTE	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias; Aquisição de peças originais; Criar rotinas de inspeção e preventivas; Limite padrão de velocidade; Reprojeto da linha;

Fonte: O autor (2025).

Quadro 09 - Brainstorming do equipamento Altopack.

ALTOPACK	AJUSTES NO SENSOR DE TEMPERATURA	Criar rotinas de inspeções e preventivas; Contatar o fabricante do equipamento e verificar possíveis melhorias; Limite padrão de velocidade; Comprar resistências originais;
	CORREÇÕES NAS ESCOVAS DO MORDENTE	Criação de plano de preventivas e inspeções; Adquirir peças para a reposição; Quadro de preventivas; Limite padrão de velocidade; Comprar escovas originais;
	CORREÇÕES NOS COMPONENTES DAS BALANÇAS	Aquisição de placas e motores novos e criação de rotina de inspeções e preventivas; Comprar peças novas;
	MÁQUINA SEM COMUNICAÇÃO	Aquisição de placas e motores novos e criação de rotina de inspeções e preventivas; Comprar peças novas; Preventivas e melhorias nas Canpp e Canps;

Fonte: O autor (2025).

4.3.3.3 BRAINSTORMING ENFARDADEIRA

Para a enfardadeira, reforçou-se a importância de padronizar o processo, estabelecer uma rotina estruturada de manutenções preventivas com os recursos adequados para sua execução e garantir que os operadores compreendam plenamente o funcionamento do equipamento. Esses fatores são fundamentais para a eficiência do sistema como um todo e para a otimização do desempenho do maquinário. A análise detalhada dessas diretrizes e suas respectivas ações estão apresentadas no Quadro 10.

Quadro 10 - Brainstorming do equipamento Enfardadeira.

EQUIPAMENTO	PROBLEMA	AÇÃO A SER TOMADA
ENFARDADEIRA	CORREÇÕES NA FITA RESISTIVA DO MORDENTE	Foco nas manutenções preventivas; Troca de peças desgastadas;
	CORREÇÕES EM GERAL NOS MORDENTES	Realização de preventivas; Adquirir peças e cabos adequados ao uso; Criar rotina de manutenções e inspeções; Quadro de preventivas;
	AJUSTE DE VELOCIDADE DE ESTEIRA	Padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha; Ajustar parâmetros de setup;

Fonte: O autor (2025).

O brainstorming validou e expandiu as conclusões obtidas na análise dos 5 Porquês, reforçando a necessidade de padronização dos processos, capacitação dos operadores e uma gestão eficiente das manutenções preventivas.

- Stiavelli: destacou-se a implementação de um checklist e a criação de um histórico de manutenções preventivas para reduzir falhas e garantir maior previsibilidade nas intervenções.
- Altopack: além das manutenções preventivas e treinamentos, discutiu-se a necessidade de melhorar a qualidade dos recursos utilizados, como peças mais duráveis, e a viabilidade de reprojeter o sistema para minimizar desgaste e fadiga dos componentes.
- Enfardadeira: enfatizou-se a padronização dos processos operacionais e a conscientização dos operadores sobre a importância do correto manuseio do equipamento.

Com essas iniciativas, espera-se um aumento na eficiência operacional, redução de falhas e um desempenho otimizado dos equipamentos.

4.3.3.4 MATRIZ ESFORÇO X IMPACTO

A matriz utilizada para a priorização das ações no estudo foi adaptada com base nos conceitos do autor da pesquisa, fundamentando-se na matriz Esforço/Impacto. O objetivo dessa adaptação foi estruturar e hierarquizar as propostas de melhoria de maneira estratégica e eficiente.

A tabela resultante, construída a partir de um brainstorming, foi aprimorada com a inclusão de duas colunas adicionais, nas quais os eletricitas, participantes ativos do estudo, atribuíram notas de 0 a 5 para cada sugestão. Essas notas representavam, respectivamente, o esforço necessário para a implementação da melhoria (viabilidade) e o impacto potencial da mesma. A escala de pontuação permitiu destacar as propostas mais relevantes, priorizando aquelas que apresentavam maior impacto e menor esforço de execução. Para definir a ordem de prioridade, foi calculada a média das avaliações atribuídas pelos eletricitas, e, com base nesses dados, as ações foram organizadas em um plano específico para cada maquinário.

A escolha dessa ferramenta se deu pela sua abordagem estratégica, que enfatiza o impacto direto das propostas, sua simplicidade e clareza, além de oferecer uma visualização objetiva das prioridades. Em comparação com outras metodologias de priorização, essa abordagem se mostrou mais flexível e alinhada à necessidade de uma avaliação pragmática e mensurável para o contexto do estudo.

Como resultado, foram definidas três ações prioritárias para a Stiavelli, três para a enfardadeira e quatro para a Altopack, todas voltadas para a otimização do desempenho dos equipamentos. Dentre as principais iniciativas, destacam-se as melhorias nas **"CANPP"** e **"CANPS"**, onde as placas CANPS são um conjunto de cinco placas responsáveis pelo controle da balança na máquina. Elas gerenciam o funcionamento dos motores de passo, garantindo precisão nos movimentos, além de realizar a aquisição de dados dos sensores de posição, monitorando e ajustando os deslocamentos conforme necessário.

A placa CANPP principal é a unidade central da balança, sendo a única desse tipo no sistema. Sua função é estabelecer a comunicação com o CLP da máquina, receber e processar os sinais das células de carga e coordenar toda a rede de comunicação entre as placas CANNPS, utilizando o protocolo CAN para a troca de dados em tempo real, identificadas como fundamentais para a otimização dos processos operacionais. Esse método de priorização garantiu que as ações mais viáveis e estratégicas fossem implementadas de maneira estruturada, promovendo maior eficiência e confiabilidade dos maquinários.

No Quadro 11 e Quadro 12, encontram-se as notas atribuídas por cada eletricitista entrevistado, seguidas pelo Quadro 13, que apresenta a média das avaliações e as ações priorizadas individualmente.

Quadro 11 - Matriz de Esforço/impacto adaptada, eletricitista 01.

MÁQUINA	AÇÕES A SER TOMADA	Esforço	Impacto	Total
Enfardadeira	Foco nas manutenções preventivas (substituição de peças desgastadas e melhorias);	4	4	4
Enfardadeira	Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	3	4	3,5
Enfardadeira	Padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha e treinar os operadores;	5	2	3,5
Stiavelli	Padronização no processo e consequentemente no produto;	5	4	4,5
Stiavelli	Oferecer treinamento periódico aos operadores;	5	4	4,5
Stiavelli	Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	3	3	3
Stiavelli	Foco nas manutenções preventivas;	4	4	4
Stiavelli	Automatização de parâmetros na masseira (Alto custo)	1	5	3
Stiavelli	Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);	3	4	3,5
Altopack	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias;	0	5	2,5
Altopack	Aquisição de peças originais;	3	5	4
Altopack	Foco nas manutenções preventivas;	4	4	4
Altopack	Limite padrão de velocidade;	3	5	4
Altopack	Reprojeto da linha;	0	5	2,5
Altopack	Melhoria das canpp e canps;	4	4	4
Altopack	Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);	3	4	3,5

Fonte: O autor (2025).

Quadro 12 - Matriz de Esforço/impacto adaptada, eletricitista 02.

MÁQUINA	AÇÕES A SER TOMADA	Esforço	Impacto	Total
Enfardadeira	Foco nas manutenções preventivas (substituição de peças desgastadas e melhorias);	4	4	4
Enfardadeira	Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	5	4	4,5
Enfardadeira	Padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha e treinar os operadores;	5	5	5
Stiavelli	Padronização no processo e consequentemente no produto;	3	4	3,5
Stiavelli	Oferecer treinamento periódico aos operadores;	5	5	5
Stiavelli	Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	3	4	3,5
Stiavelli	Foco nas manutenções preventivas;	5	4	4,5
Stiavelli	Automatização de parâmetros na masseira (Alto custo)	1	3	2
Stiavelli	Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);	3	4	3,5
Altopack	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias;	3	4	3,5
Altopack	Aquisição de peças originais;	3	4	3,5
Altopack	Foco nas manutenções preventivas;	5	4	4,5
Altopack	Limite padrão de velocidade;	3	4	3,5
Altopack	Reprojeto da linha;	1	3	2
Altopack	Melhoria das canpp e canps;	4	4	4
Altopack	Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);	3	4	3,5

Fonte: O autor (2025).

Quadro 13 - Matriz de Esforço/impacto adaptado, média final.

MÁQUINA	AÇÕES A SER TOMADA	Esforço	Impacto	Total
Enfardadeira	Foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas;	4	4	4
Enfardadeira	Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	4	4	4
Enfardadeira	Padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha e treinar os operadores;	5	3,5	4,25
Stiavelli	Padronização no processo e consequentemente no produto;	4	4	4
Stiavelli	Oferecer treinamento periódico aos operadores;	5	4,5	4,75
Stiavelli	Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	3	3,5	3,25
Stiavelli	Foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas;	4,5	4	4,25
Stiavelli	Automatização de parâmetros na masseira (Alto custo)	1	4	2,5
Stiavelli	Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);	3	4	3,5
Altopack	Contatar o fabricante e verificar possibilidades de melhorias;	1,5	4,5	3
Altopack	Aquisição de peças originais;	3	4,5	3,75
Altopack	Foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas;	4,5	4	4,25
Altopack	Padrão de velocidade no processo;	3	4,5	3,75
Altopack	Reprojeto da linha;	0,5	4	2,25
Altopack	Melhoria das canpp e canps;	4	4	4
Altopack	Filme com um parâmetro de temperatura de selagem melhor (menor ponto de fusão);	3	4	3,5

Fonte: O autor (2025).

Sendo assim definidas as ações de foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas, adquirir peças originais e cabos adequados ao uso e padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha e treinar os operadores, para melhoria do processo na Enfardadeira. Já na Stiavelli, uma maior padronização no processo e consequentemente no produto, oferecer treinamento periódico aos operadores e foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas. Por fim, na Altopack a definição determinou as seguintes atividades a serem realizadas: Aquisição de peças originais, foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas, determinar padrão de velocidade no processo e Melhoria das "CANPP" e "CANPS".

4.3.4 PLANO DE AÇÃO

Após a realização do brainstorming e a priorização das ações com a Matriz Esforço-Impacto, o plano de ação foi estruturado utilizando a metodologia 5W2H. Essa abordagem define de forma clara e objetiva: *o que* será feito, *por que* é necessário, *onde* será aplicado, *quando* acontecerá, *quem* será responsável, *como* será executado e *qual* será o custo envolvido.

A metodologia 5W2H assegura que cada ação priorizada seja minuciosamente detalhada e corretamente direcionada, facilitando sua execução de forma eficiente. Dessa maneira, a equipe terá um roteiro bem estruturado para abordar os problemas identificados, otimizando os processos e garantindo resultados mais eficazes na produção.

O plano foi desenvolvido levando em consideração as especificações e necessidades de cada equipamento, garantindo que as soluções propostas sejam adequadas e alinhadas aos desafios específicos de cada máquina.

4.3.4.1 PLANO DE AÇÃO STIAVELLI

No maquinário em questão, as atividades a serem realizadas incluem a padronização dos processos, garantindo maior uniformidade e qualidade no produto final. Para isso, será implementado um treinamento periódico para os operadores, capacitando-os com as melhores práticas e atualizações necessárias para a execução eficiente de suas funções. Além disso, será dado um foco especial às manutenções preventivas, utilizando checklists específicos para assegurar que todas as ações necessárias sejam realizadas de forma organizada e eficiente. Essas medidas contribuirão para a melhoria contínua dos processos e maior confiabilidade dos equipamentos. A caracterização do plano de ação desse equipamento, está apresentada no Quadro 14.

Quadro 14 - Plano de ação - Equipamento Stiavelli.

STIAVELLI							
O QUE?	PORQUE?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?	COMO?	QUANTO CUSTA?	STATUS
Padronização no processo e consequentemente no produto;	Trazer aos operadores maior facilidade de execução do processo e ao produto uma qualidade maior e menor variabilidade.	Produção, Qualidade e Manutenção	Stiavelli	Até 06/25	Criação de parâmetros e procedimentos operacionais	R\$ 0,00	Não Iniciado
Oferecer treinamento periódico aos operadores;	Os operadores são a chave do processo e precisam se adequar ao mesmo e compreender a necessidade de realizá-lo da melhor forma possível	Produção e Manutenção	Stiavelli	Até 03/25	Rotina de treinamentos, visando sempre estar reciclando os operadores quanto ao funcionamento do processo	R\$ 0,00	Em andamento
Foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas;	Manter o foco nas manutenções preventivas por meio de um checklist estruturado garante a identificação antecipada de problemas, prolongando a vida útil dos equipamentos e reduzindo custos com reparos inesperados.	Manutenção Elétrica e PCM	Stiavelli	Imediato	Rotina de manutenções, com base em checklist e geração de histórico para determinar o momento certo para substituição de componentes nos maquinários	A depender das peças que serão substituídas (Necessidade de cotação)	Iniciado

Fonte: O autor (2025).

4.3.4.2 PLANO DE AÇÃO ALTOPACK

Para a Altopack, as atividades previstas incluem a aquisição de peças originais, garantindo a qualidade e durabilidade dos equipamentos utilizados no processo. Além disso, será dado um enfoque especial às manutenções preventivas, utilizando um checklist específico para assegurar que todas as ações sejam realizadas de forma organizada e eficiente. Também será estabelecido um padrão de velocidade no processo, visando otimizar a produção e manter a eficiência operacional. Por fim, serão implementadas melhorias nas "**CANPP**" e "**CANPS**", buscando aperfeiçoar a estrutura e o desempenho dos equipamentos, contribuindo para a melhoria contínua dos processos industriais. Tais realizações, assim como o status de execução, são relatados no Quadro 15.

Quadro 15 - Plano de ação - Equipamento Altopack.

ALTOPACK							
O QUÊ?	PORQUE?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?	COMO?	QUANTO CUSTA?	STATUS
Aquisição de peças originais;	Componentes de equipamentos possuem vida útil e as originais possuem vida útil e desgastes menores, além de facilitar a manutenção ou troca deste.	Almoxarifado de Compras, PCM, Manutenção e Supervisão	Altopack	Imediato	Através de compras diretas com o fornecedor do equipamento ou com distribuidores autorizados.	A depender das peças que serão substituídas (Necessidade de cotação)	Iniciado
Foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas;	Manter o foco nas manutenções preventivas por meio de um checklist estruturado garante a identificação antecipada de problemas, prolongando a vida útil dos equipamentos e reduzindo custos com reparos inesperados.	Manutenção Elétrica e PCM	Altopack	Imediato	Rotina de manutenções, com base em checklist e geração de histórico para determinar o momento certo para substituição de componentes nos maquinários	A depender das peças que serão substituídas (Necessidade de cotação)	Iniciado
Padrão de velocidade no processo;	Trazer aos operadores maior facilidade de execução do processo e ao produto uma qualidade maior e menor variabilidade.	Produção, Qualidade e Manutenção	Altopack	Até 06/25	Criação de parâmetros e procedimentos operacionais	R\$ 0,00	Não Iniciado
Melhoria das canps e canps;	Os cujos componentes são essenciais para o funcionamento adequado da máquina, mas precisam estar em pleno funcionamento e precisam de melhorias de manutenção	Manutenção Elétrica	Altopack	Imediato/ Já realizado	Reparo e substituição de peças nesses componentes, para que voltem a operacionalizar de uma melhor maneira	R\$ 200,00	Já realizado

Fonte: O autor (2025).

4.3.4.3 PLANO DE AÇÃO ENFARDADEIRA

As atividades a serem realizadas na enfardadeira, reproduzidas no Quadro 16, incluem a implementação de um checklist de manutenções preventivas, garantindo que os equipamentos estejam sempre em boas condições de funcionamento e evitando falhas inesperadas. Além disso, será realizada a aquisição de peças originais e cabos adequados ao uso, assegurando maior durabilidade e eficiência no processo. Também será feita a padronização das etapas do processo, visando manter uma velocidade constante na linha de produção e aprimorar o desempenho operacional. Para isso, será fundamental o treinamento dos operadores, capacitando-os para operar a máquina de forma eficiente e segura.

Quadro 16 - Plano de ação - Equipamento Enfardadeira.

ENFARDADEIRA							
O QUÊ?	PORQUE?	QUEM?	ONDE?	QUANDO?	COMO?	QUANTO CUSTA?	STATUS
Foco nas manutenções preventivas - Checklist de Preventivas;	Manter o foco nas manutenções preventivas por meio de um checklist estruturado garante a identificação antecipada de problemas, prolongando a vida útil dos equipamentos e reduzindo custos com reparos inesperados.	Manutenção Elétrica e PCM	Enfardadeira	Imediato	Rotina de manutenções, com base em checklist e geração de histórico para determinar o momento certo para substituição de componentes nos maquinários	A depender das peças que serão substituídas (Necessidade de cotação)	Iniciado
Adquirir peças originais e cabos adequados ao uso;	Componentes de equipamentos possuem vida útil e as originais possuem vida útil e desgastes menores, além de facilitar a manutenção ou troca deste.	Almoxarifado de Compras, PCM, Manutenção e Supervisão	Enfardadeira	Imediato	Através de compras diretas com o fornecedor do equipamento ou com distribuidores autorizados	A depender das peças que serão substituídas (Necessidade de cotação)	Não Iniciado
Padronizar as etapas do processo, buscando manter uma velocidade constante na linha e treinar os operadores;	Trazer aos operadores maior facilidade de execução do processo e ao produto uma qualidade maior e menor variabilidade.	Produção, Qualidade e Manutenção	Enfardadeira	Até 06/25	Criação de parâmetros e procedimentos operacionais	R\$ 0,00	Não Iniciado

Fonte: O autor (2025).

Dessa maneira, as atividades planejadas para a Stiavelli, Altopack e Enfardadeira envolvem semelhanças entre si e apresentam direção importante no processo de melhoria contínua do sistema de embalagem de massas longas na organização. As atividades são distribuídas em padronização de processos, treinamentos para operadores, implementação de manutenções preventivas com checklists e a aquisição de peças originais para garantir a qualidade e eficiência dos equipamentos. Além disso, busca-se otimizar a velocidade das linhas de produção e melhorar componentes específicos. Com essas iniciativas, espera-se aumentar a confiabilidade dos processos, reduzir falhas e aprimorar a produtividade geral.

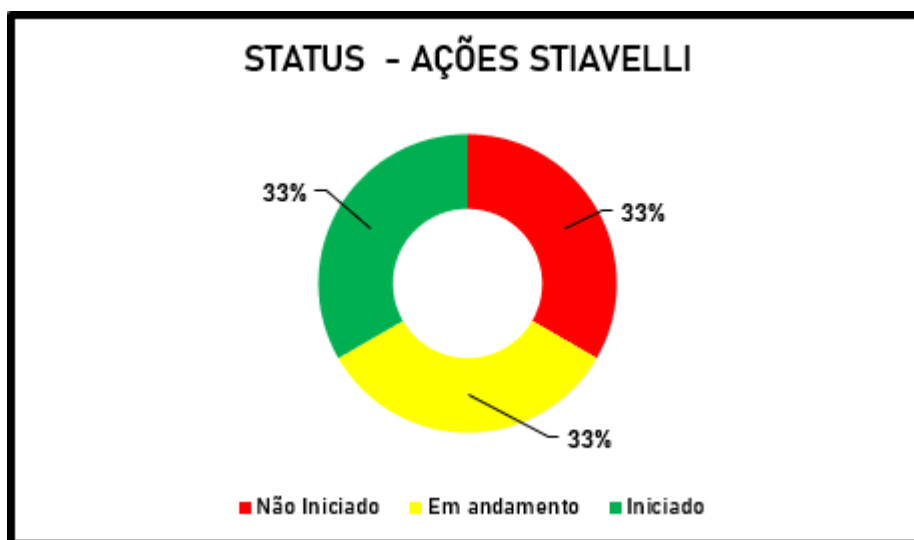
4.3.5 EXECUÇÃO

Algumas das atividades descritas no plano de ação estão em fase de execução, outras levam um tempo maior para serem trabalhadas, pois necessitam de planejamento e levam um tempo para total execução.

Iniciando pela Stiavelli, pode-se observar através do Gráfico 01 e do plano de ação que a mesma possui 33% de atividades que estão iniciadas, 33% estão em andamento, ou seja, apesar de não estarem sendo executadas, já estão sendo organizadas, assim como 33% atividades que não foram de forma alguma iniciadas, pois são envolvidas por um difícil processo.

Para a Stiavelli, o foco tem sido nas manutenções preventivas, a qual os eletricitistas já iniciaram durante a última parada da linha de produção, sendo feitas ajustes, correções e prevenções para melhoria do fluxo do processo da empacotadora Stiavelli. Esse processo ainda não envolveu o checklist de preventivas, pois ele só foi revogado após a realização dessa manutenção. Em andamento, está a construção do treinamento, que envolve alguns outros setores e um planejamento adequado para que o mesmo possa trazer resultados positivos para o processo. Já a padronização do processo, com toda parametrização de máquinas, índices de qualidade adequados e todo o procedimento operacional adequado, ainda não foi totalmente iniciado, pois envolve muitas variáveis e é preciso um estudo muito detalhado para apontar a melhor distribuição do processo para que o próprio seja executado da melhor maneira.

Gráfico 01 - Status de execução, do equipamento Stiavelli.



Fonte: O autor (2025).

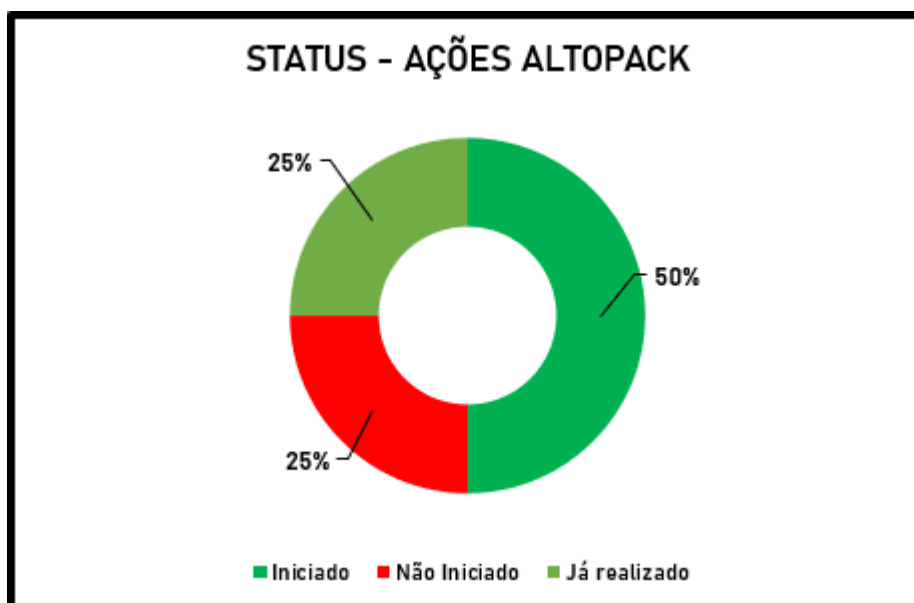
Na máquina Altopack, conforme apresentado no Gráfico 02, 50% das ações já foram executadas. Observa-se a primeira ação implementada com sucesso: a melhoria e manutenção das **CANPP** e **CANPS**. Esses componentes são responsáveis por garantir a fluidez do processo, pois recebem as informações das programações das máquinas e fornecem a força necessária para a execução das operações. Em outras palavras, tratam-se de placas de controle dos motores das balanças, e sua performance deve estar sempre otimizada para garantir o bom andamento do processo.

Para assegurar isso, algumas peças originais das **CANPP** e **CANPS** foram adquiridas. Essa é uma ação que foi iniciada, mas não totalmente concluída, pois ainda há outras peças essenciais para o processo que necessitam de manutenção e substituição. Se realizadas de forma adequada pelos eletricitistas, essas intervenções proporcionaram uma execução mais eficiente do processo.

Todo esse esforço faz parte da implementação do quadro de manutenções preventivas, que está sendo fortemente implantado nas máquinas empacotadoras das linhas de massas longas. Assim, essa ação representa mais uma etapa no processo de melhoria da Altopack.

Porém, uma atividade ainda não iniciada, assim como na Stiavelli, refere-se à padronização da velocidade do processo. A velocidade de operação é crítica, pois, proporcionalmente à sua variação, as resistências precisam ajustar sua capacidade para garantir a selagem adequada dos pacotes. Se a velocidade ultrapassar certos limites, as resistências tendem a se desgastar mais rapidamente, o que pode causar falhas no processo, comprometendo tanto a quantidade quanto a qualidade do produto final. No entanto, essa é uma ação que depende de um estudo detalhado e de integração com outros setores para identificar o equilíbrio ideal entre manutenção, qualidade e produção.

Gráfico 02 - Status de execução, do equipamento Altopack.



Fonte: O autor (2025).

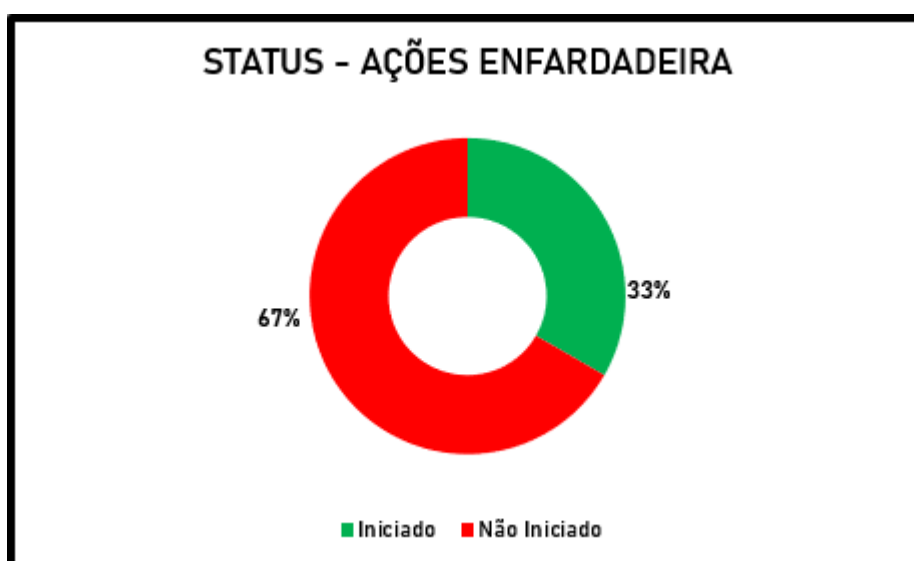
Para a enfardadeira, conforme apresentado no Gráfico 12, observa-se que as ações de manutenção preventiva foram iniciadas, embora ainda em estágio inicial (33%), o que impede a percepção de melhorias significativas nos resultados do processo. No início de fevereiro, alguns pequenos componentes foram substituídos, porém, o percentual de execução ainda está abaixo do necessário para otimizar o desempenho do equipamento.

Atualmente, o foco está na aquisição de cabos e outros componentes de melhor qualidade, uma medida que espera impactar positivamente a performance da máquina.

De forma semelhante à Altopack, uma atividade ainda não iniciada consiste na padronização da velocidade do processo, pois sua implementação exige um tempo maior e depende de variáveis externas. A velocidade operacional é um fator crítico, pois, à medida que aumenta, as resistências precisam ajustar sua capacidade de atuação para garantir a selagem eficiente dos pacotes. Caso a velocidade ultrapasse um limite adequado, há um risco elevado de desgaste acelerado das resistências, comprometendo tanto a durabilidade do equipamento quanto a qualidade do processo.

Contudo, essa questão requer um estudo aprofundado e a colaboração de outros setores para definir um equilíbrio ideal entre manutenção, qualidade e produção.

Gráfico 03 - Status de execução, do equipamento Enfardadeira.



Fonte: O autor (2025).

4.3.5.1 Treinamento dos Operadores e Implementação do Processo Padrão

O treinamento dos operadores está sendo estruturado para enfatizar a importância da manutenção autônoma, capacitando-os a identificar e corrigir problemas simples de forma independente. Além disso, destaca-se a necessidade de desenvolvimento e aplicação de Procedimentos Operacionais Padrão (POPs), que servirão como diretrizes para a correta parametrização das máquinas e a inserção dos filmes de embalagem nos equipamentos. Dessa forma, busca-se garantir a execução dos processos conforme as especificações técnicas e requisitos de qualidade estabelecidos.

A implementação de um processo operacional padronizado é uma tarefa complexa, pois exige a colaboração entre diferentes setores da empresa. Áreas como produção, qualidade e manutenção desempenham papéis essenciais para assegurar o sucesso das operações. A atuação conjunta desses setores permite a realização de processos produtivos eficientes, alinhados às normas e padrões técnicos, garantindo a excelência operacional e evitando impactos negativos na qualidade final do produto.

4.3.5.2 Ajustes e Melhorias nas CANPP e CANPS

Durante o processo de ajustes e melhorias nas CANPS e, conseqüentemente, nas CANPP, foram realizados testes e a substituição de componentes eletrônicos críticos. A aquisição desses novos componentes foi precedida por um estudo detalhado, que demonstrou a necessidade da atualização e a viabilidade econômica da ação. Os componentes antigos, já desgastados, foram substituídos com o objetivo de otimizar o desempenho do sistema, assegurando um fluxo de operação contínuo e livre de falhas.

É importante ressaltar que a substituição completa das CANPP e CANPS por novas unidades seria um desafio significativo, tanto devido aos complexos processos de importação quanto à descontinuação de alguns modelos. Por esse motivo, a adoção de estratégias de manutenção preventiva e aprimoramento contínuo desses componentes é fundamental para prolongar sua vida útil e mitigar riscos de falha.

4.3.5.3 Desenvolvimento do Quadro de Manutenções Preventivas e Implementação do Checklist

Para fortalecer a gestão da manutenção preventiva, foi desenvolvido um checklist de controle, conforme ilustrado na Figura 17. Esse checklist tem como principal objetivo monitorar a utilização dos componentes críticos e gerar um histórico estruturado, permitindo a identificação do momento ideal para substituições, limpezas e, quando necessário, a realização de retrofit nos equipamentos.

A manutenção preventiva será executada periodicamente, conforme o planejamento estratégico de cada linha de produção, consolidando-se como uma estratégia essencial para garantir maior confiabilidade e eficiência operacional. Embora essa metodologia já esteja demonstrando resultados positivos dentro da organização, ainda há necessidade de uma integração mais eficaz entre os setores envolvidos.

A construção do checklist contou com a participação ativa dos eletricitistas envolvidos no estudo, garantindo sua aplicabilidade prática e alinhamento com as necessidades reais do processo. A colaboração desses profissionais foi essencial para que o checklist fosse estruturado de maneira eficiente e adaptado à rotina operacional da empresa.

A aquisição de peças originais é uma das atividades mais desafiadoras no estudo, devido à sua complexidade. Embora a importância dessa prática seja reconhecida pelos supervisores, o custo elevado é um fator limitante significativo. Em muitos casos, é necessário importar as peças, e algumas já estão descontinuadas, o que dificulta ainda mais a obtenção. Algumas peças inclusive já estão sendo compradas, porém essas possuem em sua semelhança o custo mais baixo e a facilidade de encontrar fornecedores próximos.

As restrições orçamentárias frequentemente impedem a compra dessas peças essenciais ou obrigam a priorização de itens específicos. Isso impacta diretamente a eficiência da manutenção e a operação do sistema. Por isso, é crucial buscar alternativas, como fornecedores locais ou soluções mais simples, para minimizar o impacto da escassez de peças e garantir a continuidade da operação sem comprometer a qualidade.

Figura 17 - Checklist de Manutenção Preventiva, empacotadoras.

LOGOMARCA		CHECKLIST DE PREVENTIVAS - EMPACOTADORAS - MASSAS LONGAS	
Linha: _____		Nº da OS: _____	
Equipamento: _____			
Data: ____/____/____		ASS. PCM: _____	
Mantenedor: _____			
ANALISAR	CONFIRMAÇÃO		OBSERVAÇÃO
Cabos elétricos estão em bom estado?	☐ SIM ☐ NÃO		
Terminais estão em pleno funcionamento?	☐ SIM ☐ NÃO		
Os colâctores estão funcionando corretamente?	☐ SIM ☐ NÃO		
Foi realizado teste de temperatura?	☐ SIM ☐ NÃO		
Resistência está em bom estado?	☐ SIM ☐ NÃO		
Termopar está operando de maneira conforme?	☐ SIM ☐ NÃO		
Houve testes de movimento das balanças?	☐ SIM ☐ NÃO		
Recalibração de peso realizada da maneira correta?	☐ SIM ☐ NÃO		
Situação dos vibradores é boa?	☐ SIM ☐ NÃO		
OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES			
CHECKLIST DE QUALIDADE E 5S		OBSERVAÇÕES	
Todo material utilizado foi recolhido, limpo e guardado?	☐ SIM ☐ NÃO		
O local foi deixado limpo e sem sujeidade?	☐ SIM ☐ NÃO		
Houve contaminação/sujeidade no equipamento?	☐ SIM ☐ NÃO		
Pecas em manutenção foram recolocadas corretamente?	☐ SIM ☐ NÃO		
RQ-MAN-01-200/00			

Fonte: O autor (2025).

4.3.6 VERIFICAÇÃO

Como última etapa da metodologia MASP, foi realizado um estudo comparativo entre os resultados dos últimos 3 meses do ano de 2024 e os primeiros meses do ano 2025, tendo em vista que boa parte das atividades de melhoria já foram realizadas. Assim, os gráficos mostrados na sequência buscam comparar os indicadores antes e depois da execução parcial do que foi proposto neste trabalho para o funcionamento e melhoria do processo de embalagem das linhas de massas longas.

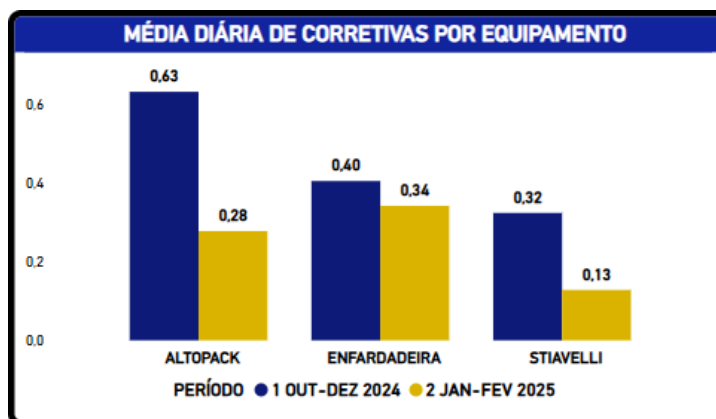
4.3.6.1 LINHA X02

Inicialmente, foi realizado o estudo referente a média diária de corretivas por cada equipamento objeto deste estudo. Para a linha X02, Gráfico 04, ao comparar os dois períodos trabalhados, é relevante a diminuição de paradas em todos os equipamentos analisados durante o período em que as melhorias são implementadas.

A máquina Stiavelli reduziu mais de 50%, antes apresentando 0,32/dia e após a execução parcial deste estudo passou a apresentar 0,13/dia de ocorrências de manutenção corretiva. Esse é um ganho importante para setores de manutenção e produção, que ganham tempo e produtividade ao receber esse benefício.

A Altopack também apresentou redução significativa nas manutenções preventivas, enquanto os ganhos na Enfardadeira ainda são discretos, em comparação com as outras duas máquinas estudadas.

Gráfico 04 - Média diária de manutenções corretivas por equipamento.

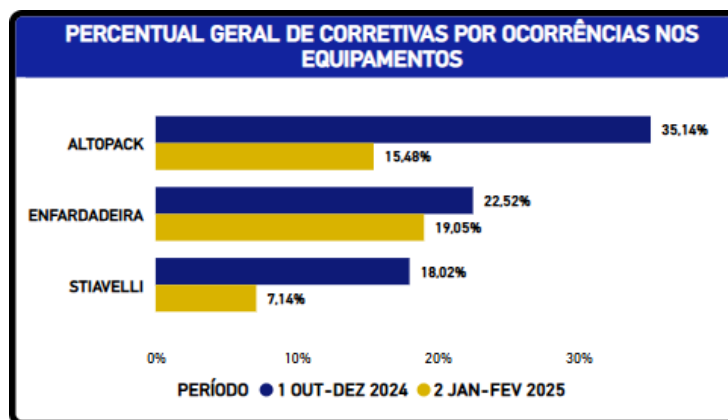


Fonte: O autor (2025).

Para a linha X02 também foi verificado o percentual de corretivas por ocorrências gerais no equipamento, Gráfico 05. Mais uma vez, pode observar-se ganhos importantes em todos os equipamentos, destacando positivamente a Altopack e a Stiavelli, que tinham índices de 35% e 18% e posteriormente apresentaram índices de 15% e 7% respectivamente. Em outras palavras, as quebras de equipamento com a linha em funcionamento diminuiriam consideravelmente, um ganho importante para o setor produtivo da empresa e para o setor de manutenção.

A média de ocorrências diárias, Gráfico 06, também diminuiu, o que era de se esperar pelo fato de as corretivas já terem diminuído, ponto positivo também para o estudo, mostrando a importância de manutenções preventivas e um cuidado a mais com os processos.

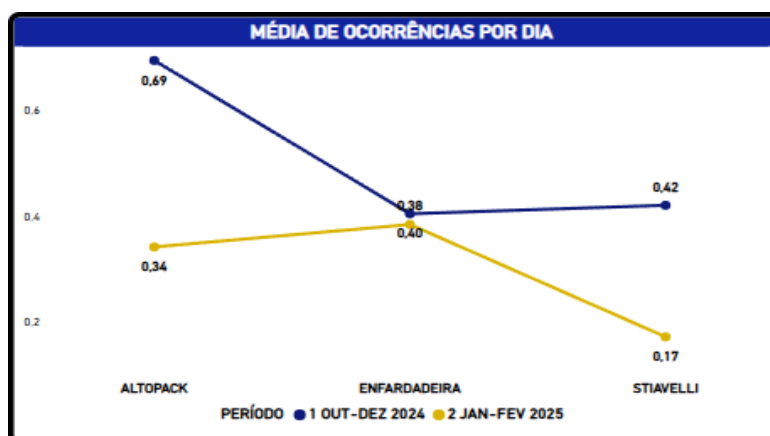
Gráfico 05 - Percentual de manutenções corretivas por equipamento.



Fonte: O autor (2025).

Do ponto de vista das horas de máquina parada, Gráfico 07, analisou-se a média de horas de máquina parada por dia, o que mais uma vez atestou que o estudo apresentou melhorias ao processo, destacando a Stiavelli como uma máquina que passou de 0,44 horas paradas/dia para 0,11 horas paradas/dia.

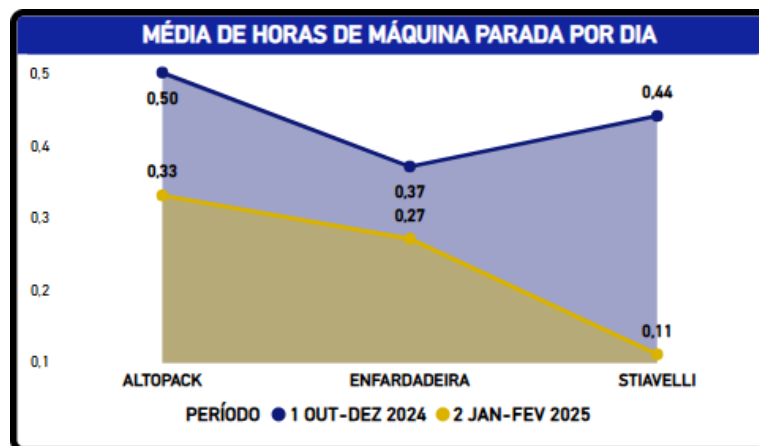
Gráfico 06 - Média de ocorrência diárias por equipamento.



Fonte: O autor (2025).

Do ponto de vista das horas de máquina parada, Gráfico 07, analisou-se a média de horas de máquina parada por dia, o que mais uma vez atestou que o estudo apresentou melhorias ao processo, destacando a Stiavelli como uma máquina que passou de 0,44 horas paradas/dia para 0,11 horas paradas/dia.

Gráfico 07 - Média de horas de máquina parada diárias por equipamento.

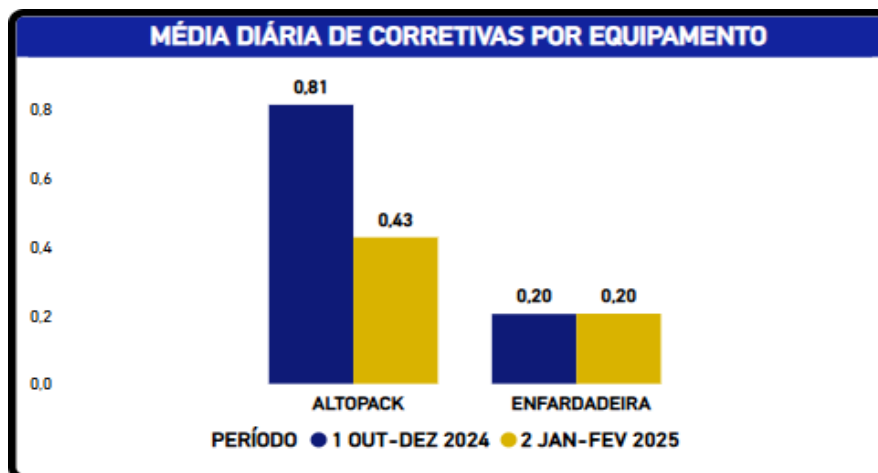


Fonte: O autor (2025).

4.3.6.2 LINHA X04

Os resultados obtidos na linha X04, ao comparar os dois períodos analisados, observa-se uma queda na média de ocorrências de corretivas diariamente, Gráfico 08, em todos os equipamentos a partir do período que as melhorias começaram a ser implementadas e o processo passou a receber maior atenção. Destaca-se, em especial, o desempenho das Altopack's, que registraram uma redução próxima a 50% nas ocorrências de manutenção corretiva. Apesar de a enfardadeira apresentar atualmente ganhos mínimos, considera-se que o estudo conseguiu apontar as principais causas de paradas, bem como gerar insights de melhoria, cujos resultados são esperados serem mais significativos com o passar dos meses de implementação das ações sugeridas. Desta forma, representa um avanço significativo para as áreas de manutenção e produção, proporcionando mais eficiência, economia de tempo e aumento da produtividade.

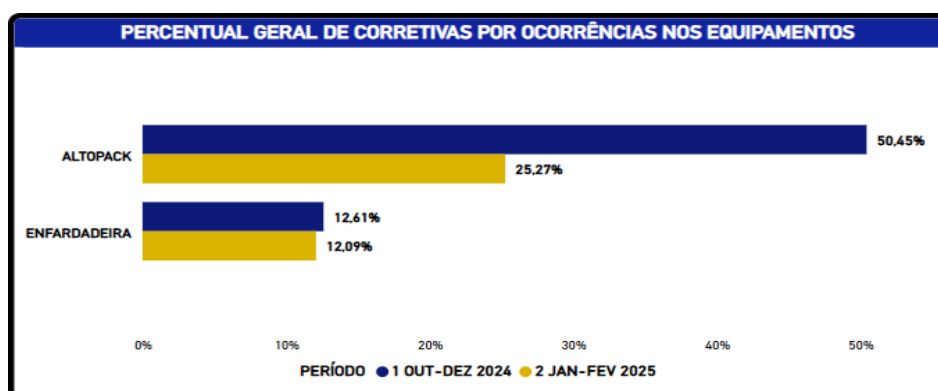
Gráfico 08 - Média diária de manutenções corretivas por equipamento.



Fonte: O autor (2025).

Em seguida, na linha X04 verificou-se a proporção de manutenções corretivas em relação ao total de ocorrências nos equipamentos, Gráfico 09. Os resultados demonstraram avanços significativos em todas as máquinas, com destaque para as Altopack's. Após as melhorias, esses índices caíram de 50% das ordens, para apenas 25%. Isso indica uma redução expressiva nas falhas durante a operação, proporcionando benefícios diretos tanto para a produção quanto para a equipe de manutenção, que agora lida com menos interrupções e maior eficiência no trabalho. A enfardadeira possuiu ganhos mínimos, todavia ainda não houve um trabalho mais aprofundado no processo, o que deve ser feito de forma imediata para conseguir ganhos melhores.

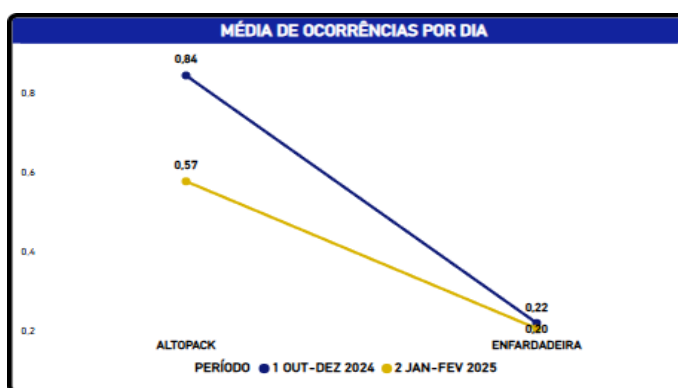
Gráfico 09 - Percentual de manutenções corretivas por equipamento.



Fonte: O autor (2025).

Houve também uma redução na média de ocorrências diárias, Gráfico 10, o que era previsível, considerando a queda no número de manutenções corretivas. Esse resultado reforça a eficácia do estudo, evidenciando a relevância das manutenções preventivas e a necessidade de uma atenção maior aos processos, contribuindo para um funcionamento mais estável e eficiente dos equipamentos.

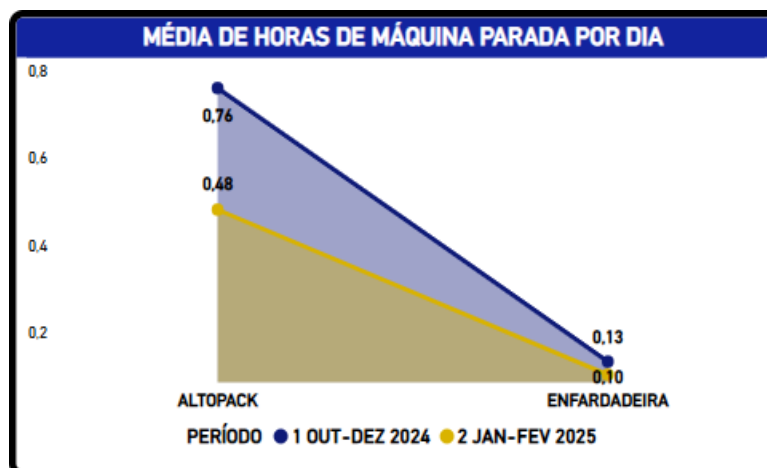
Gráfico 10 - Média de ocorrência diárias por equipamento.



Fonte: O autor (2025).

A média de horas de máquina parada por dia, Gráfico 11, também apresentou uma redução significativa, confirmando mais uma vez os impactos positivos do estudo no processo. O destaque fica para a Altopack, que reduziu seu tempo de inatividade de 0,76 horas/dia para apenas 0,48 horas/dia, demonstrando um avanço expressivo na eficiência operacional. A enfardadeira também teve um ganho considerável saindo de 0,13h/dia para 0,1h/dia, algo que pode e deve ser melhorado, mas que mostra que o planejamento e atenção mais detalhada leva a processos mais bem definidos.

Gráfico 11 - Média de horas de máquina parada diárias por equipamento.



Fonte: O autor (2025).

4.3.6.3 AVALIAÇÃO DE PERDAS DE EMBALAGEM

Um aspecto essencial para a análise comparativa do estudo foi a avaliação dos indicadores de perda de embalagem. Além do monitoramento desses indicadores, o estudo analisou a média diária de desperdício e a relação percentual entre embalagens perdidas e utilizadas, possibilitando uma compreensão mais detalhada do impacto no processo produtivo.

Para a realização da análise comparativa, foram considerados os dois últimos meses de 2024 e os dois primeiros meses de 2025, período em que foram implementadas as transformações nos equipamentos com base nas conclusões do estudo.

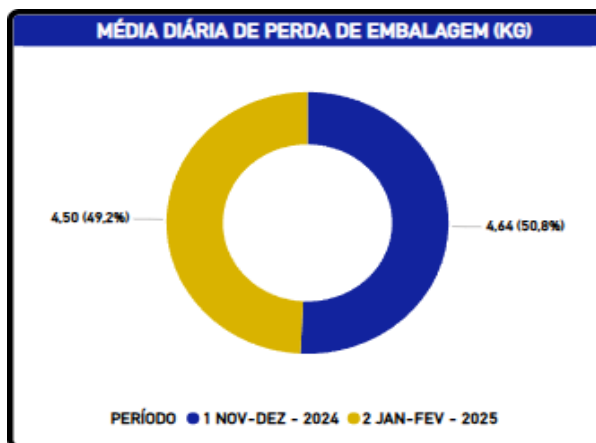
4.3.6.3.1 LINHA X02

Os dados analisados evidenciam uma redução significativa no volume diário de perdas de embalagem, conforme demonstrado no Gráfico 12. Antes das melhorias implementadas nos equipamentos de embalagem, a média diária de desperdício era de aproximadamente 4,64 kg. Após as otimizações e ajustes, esse valor foi reduzido para 4,5 kg diários.

Essa redução, embora aparentemente pequena, representa uma melhoria contínua na eficiência operacional, contribuindo para um uso mais racional dos materiais e trazendo impactos diretos para as equipes de produção e manutenção.

Com menos desperdício, os processos se tornam mais eficientes, sustentáveis e alinhados às boas práticas de manufatura.

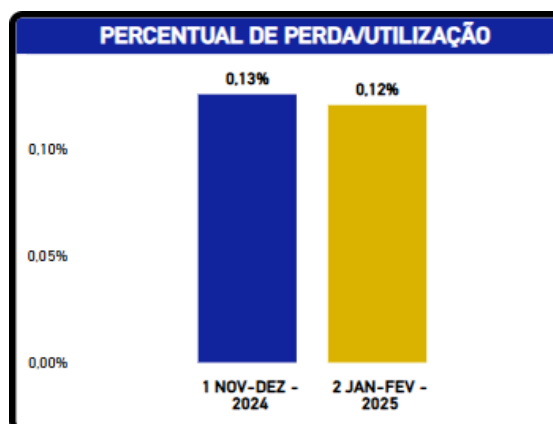
Gráfico 12 - Média diária de perda de embalagem.



Fonte: O autor (2025).

Além da diminuição no volume de perdas, a análise do percentual de embalagens desperdiçadas em relação ao total utilizado, Gráfico 13, também apresentou um desempenho levemente superior no período avaliado. Isso demonstra que as ações implementadas não só reduziram o desperdício em volume, um ganho mensal de aproximadamente 5 kg a menos de perda de embalagem, mas também tiveram um impacto positivo nos indicadores de eficiência operacional.

Gráfico 13 - Percentual de perda por utilização de embalagem.

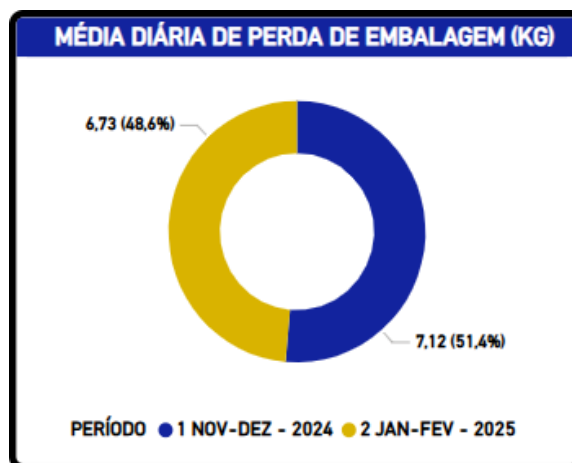


Fonte: O autor (2025).

4.3.6.3.2 LINHA X04

Na linha X04, pode-se perceber uma considerável melhora tanto em termos de volume. Antes da implementação das ações de melhoria, diariamente era perdido aproximadamente 7,12 kg e, após as melhorias e atividades realizadas nos equipamentos de embalagem, 6,73 kg diários em média, o que está demonstrado no Gráfico 14, representando mais benefícios para as equipes de produção e manutenção.

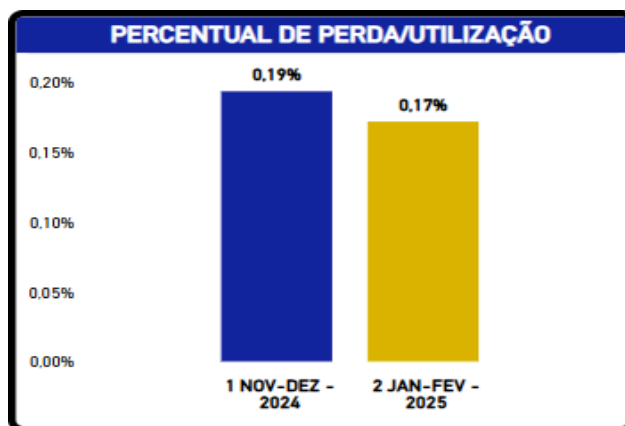
Gráfico 14 - Média diária de perda de embalagem.



Fonte: O autor (2025).

Além disso, é importante visualizar também o percentual de embalagens perdidas para a quantidade utilizada, Gráfico 15, houve também um melhor resultado ao comparar-se os dois períodos trabalhados, o que implica que o trabalho trouxe situações positivas também nesse ambiente de indicadores.

Gráfico 15 - Percentual de perda por utilização de embalagem.



Fonte: O autor (2025).

Dessa forma, o estudo priorizou a avaliação do antes e depois dos problemas gerais em cada máquina, as adversidades relacionadas às ocorrências geradas para e pela oficina elétrica de forma individual e o percentual de manutenções corretivas em relação às horas de parada da máquina.

Além disso, buscou-se analisar o índice de perda de embalagem, com foco principalmente no volume e em seu valor médio e constatou através de dados e visualmente que apesar de poucas atividades realizadas, o processo já alcançou melhores índices e tem conseguido ser mais eficiente.

4.3.7 PADRONIZAÇÃO

Seguindo a abordagem estruturada da metodologia MASP (*Método de Análise e Solução de Problemas*), a próxima etapa deste estudo deve priorizar a padronização dos procedimentos que demonstraram eficácia. A formalização dessas práticas garantirá a prevenção de recorrências de falhas, assegurando a sustentação dos ganhos obtidos e evitando oscilações nos indicadores de desempenho.

Para isso, é fundamental fortalecer a regularidade das manutenções preventivas, estabelecendo um cronograma baseado em dados históricos. Esse planejamento deve ser complementado pela implementação de um checklist detalhado, com foco especial nas máquinas de embalagem analisadas no estudo. Dessa forma, será possível aprimorar a confiabilidade operacional, minimizar tempos de inatividade e maximizar a eficiência dos processos produtivos.

Além disso, a análise contínua dos indicadores de desempenho permitirá a identificação de novos pontos de melhoria, garantindo que as ações implementadas sejam constantemente avaliadas e aprimoradas. A adoção de metodologias de gestão visual e indicadores-chave de desempenho (KPIs) facilitará o monitoramento e a tomada de decisões estratégicas com base em dados concretos.

Ao consolidar e expandir as práticas bem-sucedidas deste estudo, a organização não apenas fortalece seus processos internos, mas também promove uma cultura de melhoria contínua e inovação. O engajamento dos colaboradores, aliado à padronização e otimização de metodologias, cria um ambiente propício para a evolução sustentável dos processos. Dessa forma, a empresa se posiciona de maneira mais competitiva no mercado, assegurando maior eficiência operacional,

redução de desperdícios e otimização de recursos, fatores essenciais para o crescimento e a excelência a longo prazo.

4.3.8 CONCLUSÃO

Este estudo fundamentou-se na aplicação de metodologias de melhoria contínua, promovendo impactos positivos tanto na eficiência dos processos quanto na disponibilidade dos equipamentos. Os resultados obtidos evidenciam uma redução significativa nas manutenções corretivas, além de uma diminuição na perda de embalagens, considerando os equipamentos analisados. Esses avanços reforçam a eficácia e a relevância das práticas implementadas, demonstrando seu potencial para a otimização dos processos industriais.

Diante desse êxito, torna-se evidente a necessidade de ampliar a aplicação desse estudo para outros setores da organização, bem como para diferentes oficinas de manutenção. A replicação dessas práticas contribuiria para a elevação dos indicadores de desempenho e para a construção de um ambiente produtivo mais eficiente e estruturado. Essa iniciativa já está em pauta, impulsionada pelos resultados expressivos obtidos até o momento.

Para projetos futuros, recomenda-se expandir o envolvimento dos colaboradores na identificação de oportunidades de melhoria e na implementação das ferramentas adotadas. Um maior número de participantes proporciona uma visão mais ampla e integrada, enriquecendo as soluções propostas. Além disso, a introdução de novas ferramentas metodológicas pode agregar diversidade de abordagens, favorecendo a inovação e aprimorando ainda mais os processos produtivos e de manutenção da empresa.

Ao consolidar e expandir essas práticas bem-sucedidas, a organização não apenas fortalece seus processos internos, mas também promove uma cultura sustentável de melhoria contínua e inovação. O engajamento dos colaboradores, aliado à padronização e adoção de metodologias estratégicas, cria um ambiente propício para a evolução dos indicadores de desempenho. Dessa forma, a empresa se posiciona de maneira mais competitiva no mercado, garantindo maior eficiência operacional, redução de desperdícios e otimização de recursos, fatores essenciais para a sustentabilidade e o crescimento organizacional a longo prazo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo analisar a aplicação de metodologias de melhoria contínua no processo de embalagem de uma linha de produção de massas longas, com foco na melhoria do desempenho do maquinário, redução de falhas e aprimoramento da eficiência operacional. Os resultados obtidos demonstraram que a avaliação de dados e a posterior implementação do MASP e de ferramentas da qualidade proporcionaram impactos positivos, comprovando sua eficácia e viabilidade para a continuidade desses procedimentos na organização.

Os dados indicaram uma redução nas manutenções corretivas e na perda de embalagens, mesmo em curto espaço de tempo. À medida que outras ações de melhorias sejam implementadas, espera-se que os índices apresentados neste estudo possam apresentar maior evidência na redução das paradas de máquinas. Além disso, considera-se que os indicadores que foram abordados no estudo devem ser usados posteriormente para continuação do acompanhamento dos resultados.

Acrescenta-se que a melhoria do processo produtivo gerou benefícios transversais a diversos setores da empresa, promovendo maior estabilidade operacional e melhoria na eficiência geral da linha de produção.

A pesquisa contribui diretamente para o aprimoramento das práticas industriais, podendo servir como referência para outras empresas interessadas na implementação de metodologias de melhoria contínua. No contexto interno, a metodologia adotada pode e deve ser expandida para outros setores da indústria, garantindo benefícios sustentáveis e de longo prazo.

É válido ressaltar que o estudo foi aplicado a um número restrito de equipamentos, o que pode limitar a generalização dos resultados para outros segmentos produtivos. As ferramentas da qualidade apresentadas apontaram outras máquinas como possibilidades de ampliação de estudo. Para pesquisas futuras, sugere-se a ampliação do escopo da metodologia, abrangendo outros setores da empresa e explorando a integração de novas tecnologias para aprimorar os processos de manutenção. Além disso, recomenda-se maior envolvimento da equipe operacional, pois a participação ativa dos operadores favorece a identificação de novas oportunidades de melhoria, fortalece o engajamento da equipe e impulsiona a cultura organizacional voltada à inovação.

Dessa forma, conclui-se que a adoção de metodologias de melhoria contínua representa um avanço estratégico para a eficiência industrial, reforçando a importância de sua aplicação para a evolução sustentável do setor.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S. P. **Qualidade e Satisfação de clientes: O caso de uma empresa de metalomecânica**. Universidade de Coimbra, 2014.
- ALVES, Érika Andrade Castro. **O PDCA como ferramenta de gestão da rotina**. XI CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. Agosto de 2015.
- BEZERRA, A. A. **Os desafios cognitivos do business intelligence em um ambiente corporativo: estudo de caso do Grupo Provider**. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.
- BONEF, P. do A. **Processo de melhoria contínua para o setor nexa da ONG Junior Achievement: implantação do ciclo PDCA**. Monografia (Graduação em Administração), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2010.
- BRANDÃO, R. **Matriz Esforço x Impacto: Aprenda a priorizar suas atividades**. 2019. Disponível em: <<https://www.escoladnc.com.br/blog/conheca-a-matriz-de-esforco-e-impacto/>>. Acesso em: 25 mar. 2025.
- CAMPOS, Vicenti Falconi. **TQC: Controle da qualidade total (no estilo japonês)**. Belo Horizonte: Editora Bloch, 1992.
- CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- CERQUEIRA, J. N. C. **Afinal, o que é BI?**. Carreira & Sucesso, São Paulo, p. 1-2, out. 2002.
- CORRÊA, B. et al. **MASP application in identifying the causes of delays in deliveries of UC's links projects**. Journal of Engineering and Technology for Industrial Applications, Manaus, v. 4, n.13, p. 115-124, 2019.
- COUTINHO, Thiago. **Diagrama de Ishikawa: Conheça essa ferramenta da qualidade!**. 2019. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/diagrama-de-ishikawa>. Acesso em: 04 fev. 2025.
- DRB ASSESSORIA. **PDCA – Planejamento, Execução, Verificação, PDCA – Planejamento, Execução, Verificação e Ação**. DRB Assessoria, 2018. Disponível em: <<https://www.drb-assessoria.com.br/PDCA.htm>>. Acesso em: 24 mar. 2025.
- FERREIRA, G.L.; MORGADO, T.S.V. **Melhoria dos processos produtivos através da aplicação das ferramentas de gestão de produção: estudo de caso em uma empresa do ramo de navegação**. Brazilian Journal of Development. Curitiba, 2019.
- FETZNER, M. A.; FETZNER, M. A. M.; FREITAS, H. M. R. **Business Intelligence (BI) implementation from the perspective of individual change**. Journal of Information Systems and Technology Management, São Paulo, v. 8, n. 1, pp. 25-50, 2011.
- FOGLIATTO, Flávio Sanson, RIBEIRO, José Luís. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**, Rio de Janeiro: Elsevier, 2009, p. 233 - 250.
- FONSÊCA, L Eduardo Lins. **Projeto de melhoria da perda de filme de embalagem em uma indústria de detergente em pó com auxílio da metodologia PDCA/MASP**. Recife, 2023.

FREITAS, L. R., Maia, G. L., Costa Filho, J. L. L. D., & Carneiro, J. M. (2020). **Aplicação da metodologia de análise e solução de problemas em um centro de distribuição de cosméticos**. Simpósio de Engenharia de Produção, XXVII, Bauru, São Paulo, Brasil.

GOMES, A. C. N., Ferreira, A. R. D. S. V., & Silva, E. B. (2018). **A aplicação das ferramentas da qualidade em estabelecimentos de Food Service**. XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. “A Engenharia de Produção e suas contribuições para o desenvolvimento do Brasil”. Maceió, Alagoas, Brasil. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_259_491_35855.pdf

HOLANDA, F. M. A. **Indicadores de desempenho: uma análise nas empresas de construção civil do município de João Pessoa – PB**. Dissertação (Mestrado em Ciências Contábeis), Programa Multinstitucional e Inter-Regional de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, João Pessoa, 2007.

JURAN, J. M. **Juran planejando para a qualidade**. São Paulo: Pioneira, 1992.

MICROSOFT. **Página principal Microsoft**. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-pt?msocid=2cd485c1b417697a35ff90bab57c684f>.> Acesso em: 25 mar. 2025.

NASCIMENTO, A. F. G. **A utilização da metodologia do ciclo PDCA no gerenciamento da melhoria contínua**. 2011. Dissertação (Pós-graduação em Gestão Estratégica de Manutenção, Produção e Negócios) - Faculdade Pitágoras, São João Del Rey, 2011.

NETO, Rubens Mendonca de Souza. GALDINO, Derycly Douglas Eufrazio. DANTAS,

NEVES, R. **Aplicação do método de análise e solução de problemas: estudo da variabilidade das resistências à compressão no cimento do tipo Portland**. 2016. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016.

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

ORIBE, C. Y. **Quem resolve problemas aprende? A contribuição do método de análise e solução de problemas para a aprendizagem organizacional**. Dissertação (Pós-Graduação em Administração) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

OSBORN, Alex F. **O poder criador da mente: princípios e processos do pensamento criador e do Brainstorming**. Traduzido por E. Jacy Monteiro. São Paulo: Editora Ibrasa, 1987.

PALADINI E. P. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2012.

RAMALHO, Alex Vinícius Oliveira. **Automatização de indicadores utilizando software de Business Intelligence**. 2019. Monografia. Curso de Engenharia de Controle e Automação. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2019.

REIS, T. S.; PAIXÃO, J. N. V. **Balanceamento da linha de produção de óculos, aplicando ferramentas da qualidade**. MARTINS, E. R. Engenharia de produção engenharia de produção - planejamento e controle da produção em foco. Guarujá: Científica Digital, 2021. p. 69-83.

ROCHA, M. (2019). **A importância do PDCA na gestão de qualidade**. Revista Conhecimento Online, v. 1, n. 1, p. 45-52.

RODRIGUES, B. **Análise da aplicação do MASP para redução dos níveis de consumo de matéria-prima em uma indústria fabricante de pás aerogeradores**. 2016. 76f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ROJAS, P. **MA SP – Método de Análise e Solução de Problemas**. Professor Pablo Rojas, 2019.

SANTOS, R. (2020). **O PDCA na gestão da qualidade total**. Revista Qualidade em Foco, v. 2, n. 2, p. 10-18.

SCHAEDLER, Andrew; MENDES, Giselly Santos. **Business intelligence**. Inter Saberes Editora, 2021. 20,21

SHARDA, R.; DELEN, D.; TURBAN, E. **Business intelligence e análise de dados para gestão do negócio**. Grupo A, 2019.

SHARMA, H; SURI, N.M. **Implementation of Quality Control Tools and Techniques in Manufacturing Industry for Process Improvement**. International Research Journal of Engineering and Technology, Tamilnadu, v.4, n.5, p.1581-1587, 2017.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Editora Atlas, 1996.

SMITH, R. **Red, Green, Blue: A Speedy Process for Sorting Brainstorm Ideas**. 2020.

SOUZA, Jean Carlos Litz. **A influência de Henry Ford, Frederick Winslow Taylor e Jules Henry Fayol no sistema de gestão empresarial**. Anais do Encontro Anual de Produção Científica (Enaproc), 2018.

TOFOLI, E. T. **Proposta de um Modelo de Alinhamento da Metodologia Seis Sigma com o Gerenciamento Matricial de Receita**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2011.

TRIVELLATO, A. A. **Aplicação das Sete Ferramentas Básicas da Qualidade no Ciclo PDCA para melhoria contínua: estudo de caso numa empresa de autopeças**. 2010. 72 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

VARGAS, A. et al. **Applying the Plan-Do-Check-Act (PDCA) Cycle to Reduce the Defects in the Manufacturing Industry. A Case Study**. Applied Sciences, Geneva v.8, n.1, p. 1-17, 2018.

WERKEMA, C. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. 1. ed. Rio de Janeiro: GEN | Grupo Editorial Nacional. Publicado pelo selo Editora Atlas., 2021.

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

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.