

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS - *CAMPUS* BETIM
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Gustavo Christian Louback

**OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO COM AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE:
Estudo de caso em uma fábrica de macarrão**

Betim
2025

GUSTAVO CHRISTIAN LOUBACK

**OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO COM AS FERRAMENTAS DA QUALIDADE:
Estudo de caso em uma fábrica de macarrão**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora do curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais *Campus* Betim, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Mecânica.

Orientador: Prof. Me. Rogério Eustáquio de Souza

Betim
2025

FICHA CATALOGRÁFICA

L886o Louback, Gustavo Christian

Otimização da manutenção com as ferramentas da qualidade: estudo de caso em uma fábrica de macarrão / Gustavo Christian Louback. – 2025.

62 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus Betim, 2025.

Orientação: Prof. Me. Rogério Eustáquio de Souza

1. Alimentos - Indústria. 2. Ferramentas da qualidade. 3. PDCA . 4. Manutenção industrial. 5. Engenharia Mecânica. I. Louback, Gustavo Christian. II. Título.

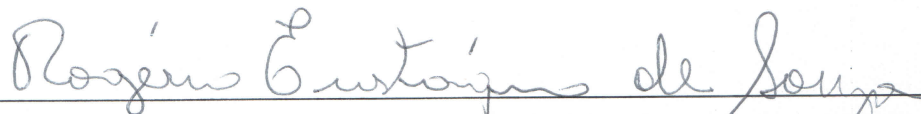
CDU: 658.58

Gustavo Christian Louback

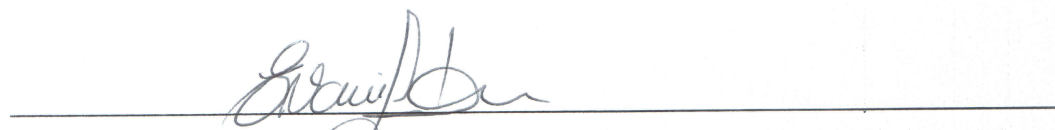
**OTIMIZAÇÃO DA MANUTENÇÃO COM AS FERRAMENTAS DA
QUALDADE: Estudo de caso em uma fábrica de macarrão**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia
Mecânica do Instituto Federal de Minas
Gerais Campus Betim como requisito
parcial à obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica.

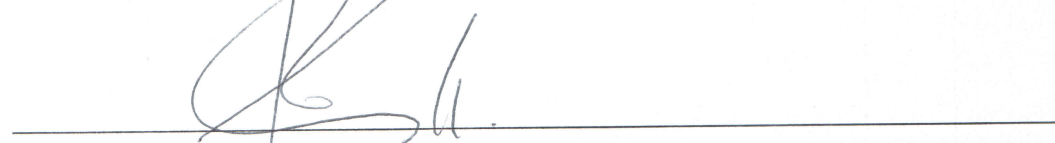
Aprovado em 12 de agosto de 2025, pela banca examinadora:



Prof. Msc. Rogério Eustáquio de Souza (Orientador) - IFMG Campus Betim



Prof. Msc. Evanilton José Alves Barbosa (Avaliador) - IFMG Campus Betim



Prof. Dr. Flávio Magno de Carvalho Fonseca (Avaliador) – IFMG Campus Betim

Primeiramente, agradece-se a Deus, por ser a base e a força, por guiar os passos e conceder sabedoria e resiliência para superar os desafios. A presença divina foi fundamental nos estágios desta jornada. Aos pais, expressa-se gratidão por todo o amor incondicional, apoio e incentivo. Eles sempre acreditaram no potencial e forneceram as ferramentas imprescindíveis para a concretização de sonhos. Este trabalho é também fruto da dedicação e do sacrifício deles. E, de forma muito especial, à namorada Ana Clara, cujo amor, paciência e motivação foram o combustível para prosseguir, mesmo diante as adversidades. Sua crença e sua recusa em permitir a desistência foram essenciais para a conclusão desta pesquisa. Ela é uma inspiração para o aprimoramento pessoal diário. A ela, um profundo agradecimento por tudo. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste projeto, os mais sinceros agradecimentos.

A Deus, que me fortaleceu e me concedeu sabedoria para agarrar as boas oportunidades da vida, e que me abrigou sob sua sombra. "Aquele que habita no abrigo do Altíssimo e descansa à sombra do Todo-poderoso pode dizer ao Senhor: Tu és o meu refúgio e a minha fortaleza, o meu Deus, em quem confio." (Salmos 91:1-2), e sei que continuará a guiar meus passos.

RESUMO

Este trabalho apresenta a aplicação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP), com base no ciclo PDCA, para reduzir o índice de retalho na linha de empacotamento da máquina Buhler Longa, em uma indústria alimentícia de massas localizada em Minas Gerais. A pesquisa foi desenvolvida por meio de um estudo de caso qualitativo, utilizando ferramentas da qualidade como Brainstorming, Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto e 5W2H. Após a identificação das causas principais do problema, foram propostas e implementadas soluções de baixo custo e alta viabilidade técnica. Os resultados mostraram uma redução significativa na taxa de retalho, de 0,52% para 0,45%, representando um aumento estimado de R\$72.641,06 por ano em faturamento. Além dos ganhos tangíveis, o projeto proporcionou melhorias no ambiente de trabalho, engajamento da equipe, ergonomia e padronização de processos, sendo parte das ações replicadas em outra linha de produção. O estudo demonstra a eficácia da utilização estruturada das ferramentas da qualidade na otimização de processos produtivos.

Palavras-chave: PDCA; MASP; indústria alimentícia; redução de retalhos; ferramentas da qualidade.

ABSTRACT

This assignment presents the application of the Problem Analysis and Solving Method (MASP), based on the PDCA cycle, to reduce waste in the packaging line of the “Buhler Longa” machine, in a pasta manufacturing food industry located in Minas Gerais, Brazil. The study is a qualitative case study and employed quality tools such as Brainstorming, Ishikawa Diagram, Pareto Chart, and 5W2H. After identifying the main causes of the problem, technically feasible and low-cost solutions were proposed and implemented. As a result, waste generation was reduced from 0.52% to 0.45%, representing a projected increase of R\$72.641,06 per year in revenue. Beyond tangible gains, the project also led to improvements in workplace organization, team engagement, ergonomics, and standardization of processes, with some actions being replicated in another production line. This study highlights the effectiveness of structured quality tools in optimizing manufacturing processes.

Keywords: PDCA; MASP; food industry; waste reduction; quality tools.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Como os problemas fluem dentro das organizações	20
Figura 02 – Sequência do giro do ciclo PDCA	22
Figura 03 – Etapas do ciclo PDCA	23
Figura 04 – Matriz de seleção de soluções – GUT	33
Figura 05 – Diagrama de Pareto para causa e efeitos	35
Figura 06 – Modelo de diagrama de espinha de peixe	36
Figura 07 – Etapas do trabalho realizado	40
Figura 08 – Fluxograma do empacotamento da Buhler longa	44
Figura 09 – Antes e depois das ações realizadas	50
Figura 10 – Padronização das ações no empacotamento da Mega Longa 2	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico de Pareto do retalho gerado por máquina da fábrica de massas	43
Gráfico 2 – Gráfico de retalho em relação a produção geral na Buhler longa	45
Gráfico 3 – Gráfico do método de captura de lacuna em relação a meta de retalho	46
Gráfico 4 – Gráfico do diagrama de Ishikawa	46
Gráfico 5 – Comportamento da geração de retalho em percentagem	51
Gráfico 6 – Comportamento da geração de retalho em Julho/2023	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Matriz de priorização dos principais problemas da fábrica de massas	42
Quadro 2 – 5W2H do histórico de retalho gerado	45
Quadro 3 – Teste de hipóteses das possíveis causas	47
Quadro 4 – Teste de viabilidade técnica e financeira	48
Quadro 5 – 5W2H para as soluções das causas	49
Quadro 6 – Ganhos tangíveis referente as ações realizadas no projeto	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA	13
1.2	OBJETIVOS.....	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos	14
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	GESTÃO DA QUALIDADE – DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO	15
2.1.1	- Revolução Industrial: A Qualidade Controlada pelos Mestres e Supervisores.....	15
2.1.2	- Primeira Guerra Mundial: Qualidade Controlada pelos Inspetores - Ênfase na Detecção de Defeitos	16
2.1.3	- A indústria Automobilística e a Produção em Massa	16
2.1.4	- Controle Estatístico da Qualidade - Ênfase no Processo.....	16
2.1.5	- Controle da Qualidade - A Prevenção de Defeitos	17
2.1.6	- Confiabilidade - Qualidade de Projeto.....	17
2.1.7	- Garantia da Qualidade	17
2.1.8	- Controle Total da Qualidade.....	17
2.1.9	- Controle da Qualidade no Japão.....	18
2.1.10	- Sistemas da Qualidade	18
2.1.11	- Problemas de Qualidade nas organizações.....	18
2.2	CICLO PDCA	21
2.2.1	Plan (planejar).....	23
2.2.2	Problema	24
2.2.3	Análise do fenômeno	25
2.2.4	Análise do processo.....	25
2.2.5	Plano de ação	26
2.2.6	Do (Executar)	29
2.2.7	Check (verificar).....	30
2.2.8	Act(atuar).....	30
2.3	SETE FERRAMENTAS DA QUALIDADE.....	31

3	METODOLOGIA.....	39
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5	CONCLUSÃO.....	55
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos representa um pilar fundamental na economia mundial, e dentro dela, a produção de massas alimentícias, como o macarrão, ocupa uma posição de destaque. Este produto, consumido mundialmente e apresentado em diversas formas, tem uma vasta variedade de massa longa uma de suas categorias mais apreciadas. Contudo, um desafio considerável no processo fabril da massa longa reside na geração de "retalho", este termo se da aos fragmentos de massa que não atendem aos critérios de qualidade estabelecidos para o produto final (SANTOS JUNIOR, 2014). Essa ocorrência não apenas eleva os custos operacionais, mas também impacta negativamente a eficiência da produção e pode afetar a percepção de qualidade por parte do consumidor final. A manutenção de padrões de qualidade rigorosos é imperativa para qualquer setor industrial, ganhando ainda mais relevância na produção alimentícia, onde a segurança alimentar e a satisfação do cliente são cruciais. Portanto, a minimização do retalho e de outras formas de desperdício torna-se um fator estratégico para a sustentabilidade econômica e a competitividade da empresa no mercado.

Conforme aponta Falconi (1992), o cenário globalizado impõe às organizações desafios constantes à sua perenidade, impulsionados por fatores como a rápida sucessão de lançamentos de novos produtos, os avançados níveis de qualidade e tecnologia incorporados aos equipamentos, a emergência de novos concorrentes e as crescentes exigências normativas impostas por diferentes nações. Nesse contexto adverso, a liderança empresarial se vê compelida a buscar estratégias que assegurem não apenas a sobrevivência da organização, mas também a conquista da preferência dos consumidores frente à concorrência. Para se manterem relevantes em um mercado caracterizado por clientes com expectativas cada vez mais elevadas, as empresas direcionam investimentos para programas focados no aprimoramento da qualidade de seus produtos e serviços, na satisfação das necessidades dos clientes e na otimização de custos, alcançada por meio da busca incessante pela melhoria contínua de seus processos produtivos e gerenciais.

Visando inserir-se nesse ambiente de processo contínuo de melhoria, uma determinada empresa do gênero alimentício, localizada em Contagem, Minas gerais, desenvolveu o projeto "Mão na Massa". Este projeto busca selecionar, anualmente, grupos de suas fábricas de massas, molhos, temperos e farinhas para competir nas

premiações do grande encontro promovido pela União Brasileira da Qualidade (UBQ). Baseado neste projeto, foi criado um grupo na fábrica de massas na área da manutenção, com o propósito de buscar novos conhecimentos para o desenvolvimento pessoal dos colaboradores e aprimoramento dos componentes técnicos da qualidade.

Portanto, a presente pesquisa visa descrever a implantação do Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) com base no ciclo PDCA para melhoria da qualidade, utilizado no Sistema de Gestão da referida indústria e propor melhorias na gestão buscando obter maiores resultados com o método implantado, onde as ferramentas da qualidade como o Brainstorming, Diagrama de Ishikawa e o Gráfico de Pareto, que são metodologias reconhecidas, irão auxiliar na detecção e correção de não conformidades de produção uma vez que, na medida em que os níveis de melhoria tornam-se cada vez mais refinados a cada giro do ciclo PDCA para a melhoria contínua (ANDRADE, 2003).

1.1 Justificativa

Baseado nos interesses pessoais e da empresa, o grupo foi criado devido aos fatores:

- Relevância econômica - Considerando a significativa economia de custos para a empresa, diminuir os retalhos de massa longa se torna primordial para a saúde financeira da mesma;
- Sustentabilidade - A redução de desperdícios está alinhada com práticas de produção mais sustentáveis, diminuindo o impacto ambiental da produção de alimentos. Além de atender às regulamentações ambientais, a empresa demonstra responsabilidade social e ambiental, que são valores cada vez mais apreciados pelos consumidores;
- Qualidade do produto - Quesito fundamental para atender aos padrões exigidos pelo mercado e aumentar a satisfação do consumidor;
- Contribuição acadêmica - A pesquisa oferece novas perspectivas e metodologias para a gestão da qualidade, ampliando o conhecimento sobre o tema.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo central deste trabalho consiste em otimizar a eficiência da linha de produção de massa longa em uma indústria alimentícia localizada no estado de Minas Gerais, aplicando ferramentas de gestão da qualidade para identificar a causa raiz, implementar ações corretivas e preventivas e promover a melhoria contínua dos processos. Além disso, busca-se avaliar a aplicação das ferramentas de *Lean Manufacturing* no setor de manutenção industrial, identificando seus impactos na eficiência operacional e na redução de desperdícios.

1.2.2 Objetivos Específicos

- **Diagnosticar o processo produtivo:** Mapear detalhadamente o fluxo de produção da massa longa, identificando todos os pontos críticos e etapas susceptíveis à geração de retalhos;
- **Identificar as causas do retalho:** Utilizar ferramentas da qualidade, como o Diagrama de Ishikawa e Gráfico de Pareto, para identificar e classificar as causas raízes que contribuem para a geração de retalhos na produção;
- **Analisar dados de produção:** Coletar e analisar dados históricos e atuais de produção, quantificando a extensão do problema de retalho e identificando padrões ou tendências relevantes;
- **Desenvolver e implementar soluções:** Propor soluções baseadas na análise das causas raízes identificadas, implementando ações corretivas e preventivas utilizando o ciclo PDCA para estruturar o processo de melhoria contínua;
- **Avaliar a eficácia das ações implementadas:** Monitorar os resultados das ações implementadas, medindo a redução dos retalhos e avaliando o impacto nas diferentes métricas de eficiência do processo produtivo;
- **Propor um plano de melhoria contínua:** Desenvolver um plano de melhoria contínua, documentando as práticas eficazes adotadas e identificando novas oportunidades de otimização para sustentar e ampliar os ganhos obtidos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão da Qualidade – Desenvolvimento Histórico

Segundo Juran (1992, *apud* FERNANDES, 2011), nos conceitos atuais, qualidade significa se adequar ao uso. É atender às expectativas do cliente e dos consumidores tanto no que se refere aos aspectos econômicos quanto aos de segurança e desempenho, fazendo menção ao mais apropriado e não ao mais caro.

Fernandes (2011) enfatiza a importância da atenção dedicada à qualidade, embora não formalizada com os conhecimentos e ferramentas atuais, remonta a tempos ancestrais. O autor sugere que o discernimento humano sempre guiou a seleção de materiais mais adequados para a confecção de ferramentas eficazes ou armamentos superiores, seja para a caça ou para conflitos tribais, evidenciando uma aplicação intuitiva de princípios qualitativos.

A trajetória histórica dos sistemas de qualidade é delineada por Longo (1994) em um relatório para o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). O autor aponta que essa temática já era objeto de atenção nos Estados Unidos desde os anos 1930 e, a partir da década de 1940, ganhou relevância no Japão e em outras nações. Um marco significativo ocorreu nos anos 1950, com o advento da gestão da qualidade, que introduziu uma nova perspectiva na administração de processos. Esse movimento culminou no que Longo (1994) denominou "revolução gerencial silenciosa" japonesa, uma transformação paradigmática que foi fundamental para consolidar a posição do Japão como potência econômica global.

Em seu livro, Fernandes (2011) define alguns pontos de mudança dentro da evolução dos sistemas de qualidade, sendo eles: inspeção, controle estatístico da qualidade, garantia da qualidade, gestão da qualidade total (TQM) e gestão da qualidade estratégica e que são apontados abaixo.

2.1.1 - Revolução Industrial: A Qualidade Controlada pelos Mestres e Supervisores

Durante o período da Revolução Industrial (aproximadamente entre 1760 e 1840), a crescente demanda por produtos transformou o cenário produtivo. Os artesãos, detentores do conhecimento técnico, passaram a trabalhar para

empregadores que possuíam o capital e os meios de produção. Nesse contexto, emergiu a figura do supervisor, cuja responsabilidade incluía não apenas o controle das atividades dos artesãos, mas também a garantia da qualidade tanto da matéria-prima utilizada quanto dos produtos finalizados.

2.1.2 - Primeira Guerra Mundial: Qualidade Controlada pelos Inspetores - Ênfase na Detecção de Defeitos

Período de 1914 a 1918 em que houve um grande aumento na demanda de material bélico e para evitar que os produtos sem qualidade chegassem até o cliente, as pessoas que eram responsáveis inspecionavam 100% dos produtos o que gerava um grande custo e era um dificultador no processo.

2.1.3 - A indústria Automobilística e a Produção em Massa

Um ponto de inflexão ocorreu em 1913, quando Henry Ford introduziu o conceito de produção em massa. Ao trazer trabalhadores do campo para executar tarefas específicas e repetitivas, que exigiam apenas treinamento básico, Ford revolucionou a manufatura. Essa nova dinâmica evidenciou a necessidade de especialistas – como mecânicos, inspetores de qualidade, supervisores e engenheiros de produção – para gerenciar o trabalho. Simultaneamente, tornou-se necessário adotar métodos mais sofisticados de controle de qualidade, incluindo as técnicas de amostragem.

2.1.4 - Controle Estatístico da Qualidade - Ênfase no Processo

Na década de 1930, os trabalhos de Walter Shewhart, com a implementação das cartas de controle estatístico de processo e outras ferramentas, junto com às técnicas de amostragem propostas por Dodge e Roming, marcaram uma nova era. Essas inovações possibilitaram a inspeção por amostragem e, crucialmente, permitiram antecipar desvios no processo produtivo antes que gerassem produtos defeituosos. Como resultado dessas mudanças, consolidou-se o departamento de controle da qualidade nas organizações.

2.1.5 - Controle da Qualidade - A Prevenção de Defeitos

Em 1951 com a publicação do livro Quality Control, Armand V. Feigenbaum surgiu a necessidade de se criar uma área especializada no controle da qualidade e que pudesse auxiliar os outros departamentos nos assuntos relacionados a qualidade.

2.1.6 - Confiabilidade - Qualidade de Projeto

Durante a década de 1950, a ocorrência de diversas falhas em projetos e a necessidade de melhorias nos índices de confiabilidade impulsionaram o desenvolvimento de áreas especializadas. Assim, emergiu a Engenharia de Confiabilidade, que se consolidou nas empresas ao longo da década de 1960, com o objetivo de entregar produtos mais seguros e reduzir a incidência de acidentes.

2.1.7 - Garantia da Qualidade

No final dos anos 1950, após o término da Segunda Guerra Mundial e com o início da Guerra Fria, a questão da qualidade ganhou destaque especial. As organizações ainda não compreendiam que a maioria dos problemas de qualidade tinha origem em deficiências gerenciais. Os países membros da Organização do Tratado do Atlântico Norte (OTAN) começaram a exigir que seus fornecedores implementassem Programas de Garantia da Qualidade.

2.1.8 - Controle Total da Qualidade

Em 1961, com o lançamento da versão revisada da obra de Feigenbaum, denominada "Total Quality Control Engineering and Management", na qual ele promovia o conceito do Controle Total da Qualidade, tornou-se evidente a necessidade de envolver todos os departamentos da empresa na busca pela qualidade de seus produtos. Esta publicação também introduziu uma nova perspectiva, estabelecendo que o cliente é quem determina a qualidade do produto.

2.1.9 - Controle da Qualidade no Japão

Posteriormente, após o fim da Segunda Guerra Mundial em 1945, o Japão abandonou a produção de artigos baratos e de baixa qualidade para adotar sistemas de qualidade. Os principais responsáveis por essa transformação no pensamento japonês foram William Edwards Deming e Joseph M. Juran, ex-discípulos de estatística de Shewhart, em colaboração com o engenheiro japonês Kaoru Ishikawa. Somente em 1969, durante a Conferência Internacional de Controle de Qualidade realizada em Tóquio, o mundo tomou conhecimento da abordagem japonesa para lidar com os conceitos de qualidade, que se mostrou mais eficaz que o modelo norte americano.

2.1.10 - Sistemas da Qualidade

A partir de 1973, com a globalização econômica, surgiu a necessidade de estabelecer um padrão internacional para a Garantia de Qualidade Total. Para facilitar, coordenar e unificar as normas, foi estabelecida a International Organization for Standardization (ISO), uma fundação privada sem fins lucrativos criada em 1947, que buscou padronizar as normas internacionais. A certificação ISO 9000 constitui uma série de normas que asseguravam que o sistema de qualidade da empresa estava em conformidade com o padrão internacional.

A evolução dos Sistemas de Qualidade é tão relevante para os países que foram instituídas premiações para empresas que se destacam na Gestão da Qualidade, como o prêmio Deming do Japão e o prêmio Malcolm Baldrige dos Estados Unidos, que servem para estimular cada vez mais o desenvolvimento dos Sistemas de Qualidade. No Brasil, temos o Prêmio Nacional da Qualidade, estabelecido em 6 de maio de 1996 (FERNANDES, 2011).

2.1.11 - Problemas de Qualidade nas organizações

Para um problema ser analisado de modo efetivo, é crucial que exista um sistema de gestão aplicado no processamento da informação em uma sequência já estabelecida. A implantação de um método sistemático de análise lógica, requer

entender a diferenciação conceitual entre análise de problemas e decisão estratégica deve ser clara, bem como a necessidade de uma abordagem mais abrangente dos conceitos a cada um dos processos.

Conforme Juran (1992), um problema pode ser definido como o desfecho indesejado de um processo, representando um item de controle que falha em alcançar o nível esperado. Alternativamente, um problema configura-se como qualquer situação que demande uma solução por meio de uma sequência de ações direcionadas a um objetivo, onde a situação inicial é o ponto de partida e o objetivo representa o estado final desejado.

Portanto, pode ser entendido como problemas as situações que vão demandar decisões como: produtos sem padrões, circunstâncias insatisfatórias, objetivos não alcançados, baixo desempenho, desperdícios. Em suma, o os problemas é uma etapa crucial em qualquer processo.

Problemas também são oportunidades de melhoria, ou seja, ganhos de valor para cliente, reduções de custos, metas e índice de desempenho. Entretanto, é necessário um método organizado e estruturado em etapas, detalhadas uma a uma, com o intuito de que a análise e as melhorias propostas possam ser executadas.

Ao direcionar o foco para os problemas de qualidade no contexto industrial, é fundamental reconhecer que todas as organizações enfrentam desafios e que um problema, em sua essência, corresponde a qualquer resultado indesejado em um processo ou atividade. A falta de uma abordagem sistemática pode levar as empresas a um ciclo vicioso de soluções ineficazes e superficiais, decorrentes de análises inadequadas. Tais soluções, por sua ineficiência, geram resultados indesejados e contrariam os propósitos organizacionais. Frequentemente, situações imprevistas dão origem a problemas, mas as soluções desenvolvidas para superá-los podem, paradoxalmente, pavimentar o caminho para a inovação e o aperfeiçoamento contínuo dos processos. Assim, a capacidade de inovação, de buscar melhorias constantes e de gerenciar eficazmente os imprevistos constituem fatores determinantes para o sucesso da organização e para a manutenção de um ambiente operacional dinâmico e adaptável.

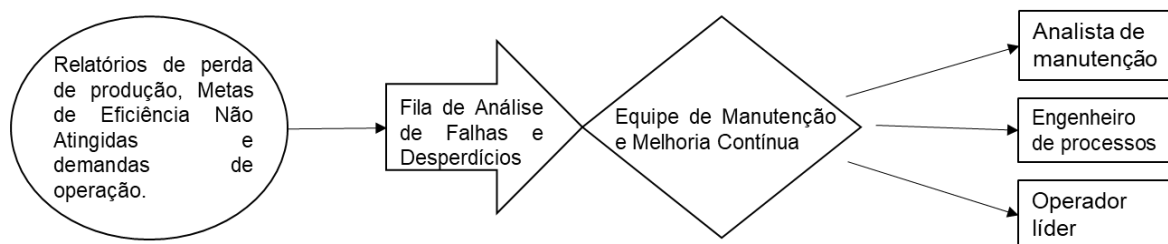
Aprofundando a análise sobre a gestão de problemas nas organizações, Bohn (2000) reitera que a quantidade de problemas frequentemente excede a capacidade e o tempo disponível das equipes para resolvê-los, levando, na melhor das hipóteses, à negligência das questões consideradas menores.

Nas suas observações, Bohn (2000, *apud* SANTOS, 2015) identificou alguns sintomas das organizações que sofrem desta síndrome e que são caracterizados por:

- Tempo insuficiente para solucionar todos os problemas, existem mais problemas do que solucionadores de problema; engenheiros, gerentes ou outros trabalhadores com conhecimento que possam lidar com os problemas;
- Soluções são incompletas, muitos problemas são “remendados” e não solucionados. Isto é, as causas superficiais são tratadas, mas as causas escondidas não são consertadas;
- Recorrência de problemas e desdobramento dos mesmos. As soluções incompletas causam ressurgimento de velhos problemas ou verdadeiramente criam novos, algumas vezes em outra parte da organização;
- A urgência relega a importância. O esforço no avanço da solução de problemas e das ações de longo prazo, como também de desenvolvimento de novos processos é repetidamente interrompido ou diferido pelos incêndios que devem ser apagados;
- Muitos problemas tornam-se crises. Normalmente os problemas queimam sem alarde até que eles explodam, frequentemente a explosão ocorre exatamente quando o tempo se esgotou. Nestes casos, são necessários esforços heroicos para solucioná-los;
- A performance cai. Tantos problemas solucionados inadequadamente e oportunidades deixadas de lado, que a performance cai em mergulho vertical.

Na Figura 01 apresentada por Santos (2015), com base em Bohn (2000) mostra como os problemas são transmitidos dentro da organização, sem as devidas soluções, isso deve-se ao fato de não existir um número de pessoas suficientes para realizar as tarefas. A decisão é relacionada na urgência, sem verificar a importância dos mesmos.

Figura 01 - Como os problemas fluem dentro das organizações



Fonte: Adaptado de Bohn (2000, *apud* SANTOS, 2015, p. 20).

Com base em suas observações, Bohn (2000) identificou um conjunto de sintomas característicos de organizações que padecem dessa sobrecarga de problemas. Primeiramente, constata-se a insuficiência de tempo e de pessoal qualificado – como engenheiros, gerentes ou outros colaboradores com conhecimento específico – para lidar com a totalidade dos problemas existentes. Em segundo lugar, as soluções aplicadas tendem a ser incompletas; muitos problemas são apenas “remediados” superficialmente, tratando as causas aparentes, mas sem abordar as raízes ocultas das falhas. Conseqüentemente, observa-se a recorrência de problemas antigos ou mesmo o surgimento de novos desafios, por vezes em áreas distintas da organização, como um efeito colateral das soluções paliativas.

Outro sintoma marcante é a prevalência da urgência sobre a importância, onde os esforços direcionados à solução proativa de problemas, ao desenvolvimento de novos processos e a ações de longo prazo são constantemente interrompidos ou adiados para “apagar incêndios” imediatos. Isso leva a um cenário onde muitos problemas, inicialmente menores, evoluem para crises de grande magnitude, explodindo quando o tempo para uma solução planejada já se esgotou e exigindo intervenções heroicas e reativas. Por fim, o acúmulo de problemas mal resolvidos e oportunidades perdidas resulta em uma queda acentuada no desempenho geral da organização.

2.2 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA é uma ferramenta de gestão que visa a melhoria contínua de processos através de quatro etapas iterativas: Planejar (Plan), Fazer (Do), Verificar (Check) e Agir (Act). Foi criado por Walter Shewhart na década de 20 e é atualmente utilizado como uma ferramenta de gestão para o planejamento, controle e a melhoria do processo (FONSECA, 2006). Sua disseminação global, contudo, ocorreu de forma mais expressiva a partir da década de 1950, impulsionada por sua aplicação em iniciativas de reconstrução no Japão pós-Segunda Guerra Mundial.

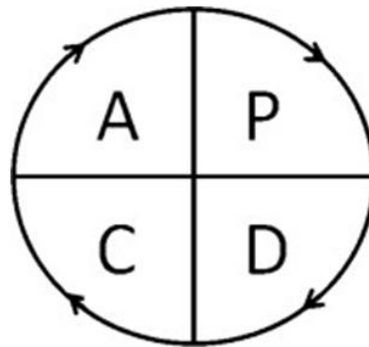
Foi nesse contexto que W. Edwards Deming, trabalhando na reestruturação industrial japonesa, aprimorou o método original de Shewhart, nomeando-o "Ciclo PDCA de Shewhart" em homenagem ao seu criador (DEMING, 1990).

Fonseca (2006) destaca que a aplicação sistemática do ciclo PDCA permite gerenciar processos produtivos sob a ótica da Gestão da Qualidade Total (TQM - Total

Quality Management). Complementarmente, Campos (2001) enfatiza que o ciclo PDCA funciona como um roteiro para o alcance de metas e objetivos, sendo sua utilização intrinsecamente ligada à existência de um objetivo claro e previamente estabelecido.

Slack (1996) reforça a visão do ciclo PDCA como um resumo das atividades que devem ser executadas repetidamente para fomentar a melhoria contínua. A aplicação cíclica e ininterrupta do PDCA, tendo como premissa indispensável o início pela etapa de Planejar (P). Conforme ilustrado na Figura 2, possibilita otimizar o aproveitamento dos processos de transformação. Isso se traduz em benefícios tangíveis como a redução de custos e o aumento da eficiência de todos os processos da organização.

Figura 02 - Sequência do giro do ciclo PDCA



Fonte: Werkema, 2014

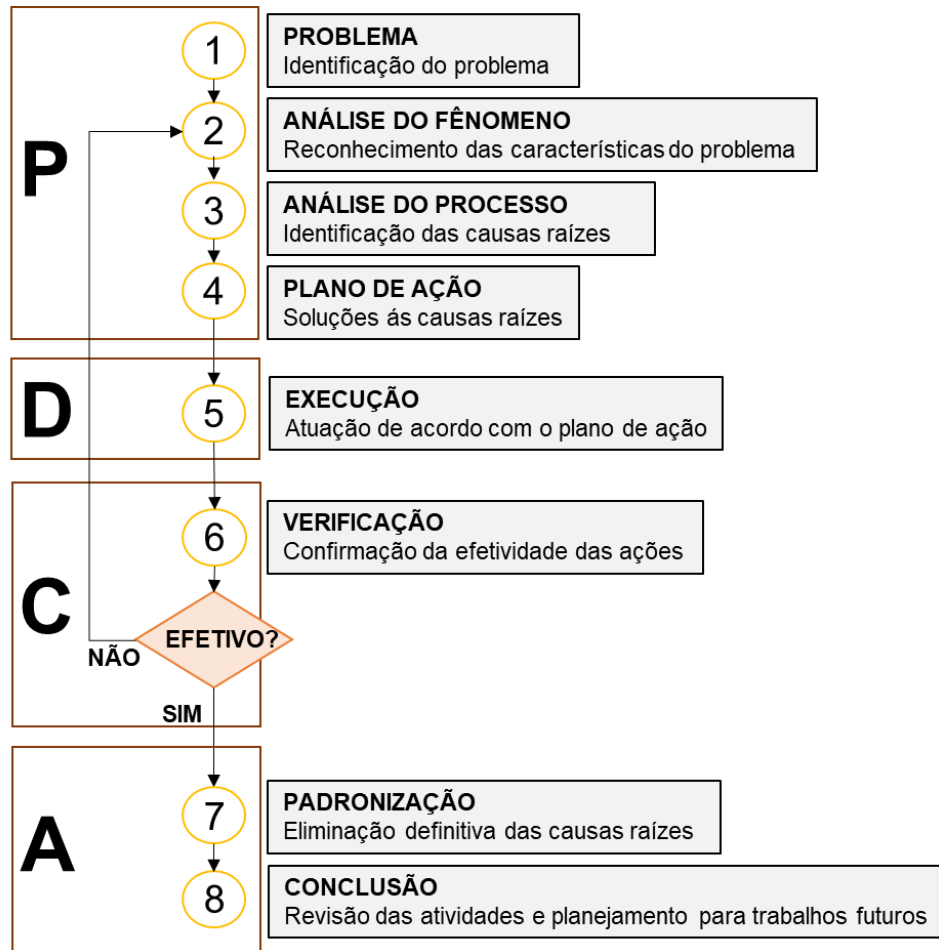
A natureza intrinsecamente dinâmica do ciclo PDCA pressupõe sua aplicação contínua; ao término de um ciclo completo, um novo deve ser iniciado. Inserido em uma cultura de melhoria contínua da qualidade, entende-se que um projeto concluído pode ser revisitado e explorado novamente, dando origem a um novo ciclo de definição e busca por metas aprimoradas. Ao final de cada giro, inicia-se uma análise mais aprofundada e complexa, com o objetivo de potencializar os resultados já alcançados (ANDRADE, 2003).

A metodologia PDCA oferece uma vasta gama de aplicações, abrangendo desde a definição de metas estratégicas de melhoria até a implementação de aprimoramentos contínuos no nível operacional. Independentemente do contexto de sua utilização, o ponto de partida deve ser sempre um planejamento cuidadoso e acurado. Esse planejamento deve culminar em ações eficientes, desenhadas para gerar resultados satisfatórios e que, por sua vez, possam servir de base para futuras

iniciativas de melhoria (ATTADIA; MARTINS, 2003).

A Figura 03 sintetiza as etapas que devem ser seguidas para o giro do ciclo PDCA.

Figura 03 - Etapas do ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Werkema, 2014

2.2.1 Plan (planejar)

A primeira etapa do ciclo PDCA é a etapa “P”, que se refere à fase de planejamento do projeto. Esta fase é considerada crítica, uma vez que suas definições influenciarão todas as etapas subsequentes. Um planejamento conduzido de maneira atenta e detalhada garantirá a eficiência do ciclo, pois esse fornecerá a base de informações para todos os módulos seguintes (BADIRU E AYENI, 1993).

Alguns pontos importantes devem ser abordados nesta etapa, incluindo a definição clara da meta a ser alcançada, a identificação das pessoas envolvidas no

projeto, o estabelecimento de um prazo para atingir o objetivo, a alocação dos recursos necessários e a especificação dos dados que precisarão ser coletados para a execução das atividades. É igualmente crucial a definição dos indicadores de desempenho que permitirão o monitoramento contínuo do progresso. Deve-se formalizar um plano de comunicação eficaz entre todos. Por fim, a metodologia de gerenciamento a ser adotada deve ser escolhida e documentada (WERKEMA, 2014).

2.2.2 Problema

Na perspectiva de Campos (1996), um problema é fundamentalmente um resultado indesejado dentro de um processo. A eficiência na resolução de um problema tende a aumentar à medida que se consegue delimitar sua área de impacto e aprofundar o conhecimento sobre ele por parte de todos os envolvidos, o que acarreta em uma identificação mais precisa do problema em si (ANDRADE, 2003). É de suma importância que a organização avalie o impacto do problema em todas as suas dimensões, permitindo assim um direcionamento adequado de recursos para sua solução, sempre considerando a viabilidade do projeto (WERKEMA, 2014).

Campos (1996) também ressalta que a meta definida nesta fase deve englobar três componentes essenciais: o objetivo gerencial, um prazo para sua concretização e o valor numérico almejado. O objetivo gerencial expressa a finalidade da meta. O valor numérico, por sua vez, deve ser representado de forma absoluta ou percentual. Finalmente, o prazo é um elemento indispensável para a efetivação da meta. Um princípio norteador na definição de metas é que elas devem ser realistas e alcançáveis.

É imprescindível considerar as circunstâncias operacionais da organização e levar em conta fatores imprevisíveis do processo ao definir a meta desejada. Uma abordagem recomendada para a definição de metas é a utilização do histórico de desempenho como referência (CAMPOS, 2001). Ademais, a meta estabelecida deve ser fruto de um consenso entre todos os participantes do projeto, assegurando que os esforços coletivos estejam alinhados a um único propósito (ANDRADE, 2003).

2.2.3 Análise do fenômeno

A análise do fenômeno consiste na investigação aprofundada das características específicas do problema, analisando sob múltiplas perspectivas com o intuito de identificar seu foco principal (WERKEMA, 2014). Para isso, é necessária a coleta de dados relevantes ao caso em estudo (ANDRADE, 2003). O levantamento do histórico de incidência do problema e a análise de ocorrências passadas também são práticas que facilitam a abordagem da questão (SOUZA, 1997).

Para explorar as diferentes facetas do problema, utiliza-se a técnica da estratificação, que pode ser aplicada em relação a variáveis como tempo, local, tipo e sintoma. Por exemplo, a manifestação do problema pode variar em diferentes momentos dentro do período analisado (tempo) ou apresentar resultados distintos dependendo da área afetada (local). Da mesma forma, o problema pode variar conforme o tipo de produto, matéria-prima ou material envolvido (tipo) (MELO; CARAMORI, 2001). A organização deve priorizar a perspectiva que melhor represente o problema, permitindo uma análise mais detalhada a partir do delineamento e da estratificação realizada (ANDRADE, 2003).

Melo e Caramori (2001) recomendam que a investigação do problema também seja conduzida diretamente no local de ocorrência (in loco). Isso permite coletar informações qualitativas que não podem ser obtidas apenas por meio de dados numéricos e verificar se as características previamente identificadas correspondem à realidade, possibilitando ajustes nas proposições conforme as observações feitas. Para garantir uma análise completa, que reflita a realidade do problema de forma abrangente, é fundamental o uso de ferramentas adequadas para coleta e análise de dados (WERKEMA, 2014).

Entre as ferramentas aplicáveis estão a estratificação, o diagrama de Ishikawa e o gráfico de Pareto, que serão abordados posteriormente.

2.2.4 Análise do processo

Esta fase tem como propósito identificar as causas fundamentais do problema sob investigação. Busca-se estabelecer correlações entre o fenômeno observado e possíveis desconformidades existentes no processo, com especial atenção ao foco

do problema detectado na etapa anterior (WERKEMA, 2014). Trata-se, essencialmente, de uma busca meticulosa pelas causas relevantes que originam o problema, realizada por meio de uma análise abrangente e minuciosa (CAMPOS, 1996).

Melo e Caramori (2001) enfatizam que a etapa de identificação do problema deve ser conduzida de maneira democrática e participativa, envolvendo todos os colaboradores da organização que estejam relacionados, direta ou indiretamente, com a questão. Cada indivíduo pode oferecer contribuições valiosas para a solução, destacando-se a importância da análise das causas e o valor agregado por diferentes perspectivas na identificação de causas plausíveis. Este processo colaborativo permite que todas as informações coletadas sobre o problema sejam convertidas em conhecimento aplicável, subsidiando o processo decisório.

Uma ferramenta de grande relevância para o levantamento das informações desejadas é a Análise de Causa e Efeito, também conhecida como Diagrama de Ishikawa. Esta ferramenta fundamenta-se na análise participativa das causas, utilizando a técnica do Brainstorming, que possibilita a exposição clara e detalhada das possíveis origens do problema. O Brainstorming caracteriza-se como uma reunião onde os participantes expressam suas opiniões de forma igualitária sobre o tema em discussão, sem qualquer tipo de censura ou desvalorização das contribuições, priorizando justamente a diversidade de perspectivas (GODOY, 2001).

Ao término do Brainstorming, é necessário realizar uma reflexão criteriosa sobre as causas identificadas, visando determinar aquelas mais significativas em relação ao problema. Após a priorização das causas pertinentes, inicia-se uma análise de coerência, com o intuito de avaliar as possibilidades de eliminação dessas causas, que servirão posteriormente como base para a elaboração do plano de ação contendo as medidas de contenção propostas (ANDRADE, 2003).

2.2.5 Plano de ação

O plano de ação é caracterizado pela criação de contramedidas destinadas a eliminar as causas fundamentais do problema (WERKEMA, 2014). Este documento deve apresentar o conjunto de ações que serão implementadas para mitigar as causas identificadas, detalhando os procedimentos para a melhoria. Em síntese, o plano de ação estabelece as metas e as intervenções necessárias para conduzir a organização

ao patamar desejado em termos de qualidade (ANDRADE, 2003).

Segundo Barros (2001), o plano de ação tem como objetivo viabilizar o alcance das metas no processo produtivo, maximizando as possibilidades de êxito. Para uma compreensão mais clara do plano de ação, cada tarefa definida para as causas encontradas deve ser estruturada segundo a metodologia "5W2H".

Esta técnica, conforme explicam Lisboa e Godoy (2012), permite identificar todos os envolvidos em um projeto, bem como as atividades com as quais eles se relacionam, facilitando o monitoramento e controle. A sigla representa as primeiras letras das sete perguntas que devem ser respondidas para cada tarefa, definidas por Werkema (2014) como:

- What (o que): se refere ao que será feito, assunto ou atividade que será realizada;
- When (quando): relaciona-se ao tempo de execução da tarefa, determinando-se o início e o fim;
- Who (quem): diz respeito à pessoa ou equipe responsável pela execução e monitoramento da tarefa;
- Where (onde): é a determinação do local em que será desempenhada a tarefa ou atividade;
- Why (por que): detalha-se o grau de importância da atividade e porque ela existe e deve ser realizada;
- How (como): descreve-se como a atividade deverá ser realizada, passo a passo, dentro do processo;
- How much (quanto custa): corresponde à determinação precisa dos custos envolvidos na execução da ação proposta. Essa dimensão visa quantificar financeiramente os recursos necessários, considerando despesas diretas e indiretas, tais como materiais, mão de obra, equipamentos, serviços terceirizados, treinamento e quaisquer outros insumos indispensáveis à implementação da atividade.

Desta forma, a etapa de planejamento do ciclo PDCA é desenvolvida com o propósito de estabelecer as metas a serem alcançadas, por meio da definição das ações a serem executadas. Trata-se da etapa mais complexa e determinante do ciclo PDCA. Por isso, quanto maior o volume de informações utilizadas nesta fase, maior será a probabilidade de êxito no alcance das metas. Contudo, é importante notar que o número de ferramentas necessárias para a coleta, processamento e disposição dos dados aumenta proporcionalmente ao volume de informações empregadas

(WERKEMA, 2014).

Por essa razão, Campos (2001) cita que, afim de assegurar a eficiência do plano de ação proposto, a execução deve ser realizada em duas etapas, que se configuram pela etapa de treinamento e, em seguida, pela etapa de execução.

O treinamento inicial tem a finalidade de preparar os colaboradores para a futura execução das ações de maneira correta e assertiva, a fim de aproveitar ao máximo os efeitos das mesmas no processo (Andrade, 2003). No início deve-se realizar a apresentação do plano a todos os envolvidos, enfatizando as ações que cada colaborador que se relaciona diretamente com cada uma delas.

Dever ser feita de maneira democrática, priorizando os indivíduos ou grupos ligados a cada ação e, sobretudo, o mais importante, o motivo pelo qual a ação está sendo tomada, assegurando o conhecimento, por todos os envolvidos, sobre o impacto que essas causaram no problema a ser mitigado (Campos, 2001).

A execução das ações deve iniciar logo após a etapa de treinamento, realizando o acompanhamento no decorrer da execução de forma periódica, afim de assegurar o suprimento de eventuais dúvidas que possam surgir na prática.

Os resultados obtidos sejam eles de qualquer natureza, efetivos ou não, devem ser registrados para a futura checagem das ações (Campos, 2001).

A gestão à vista apresenta-se como uma forma interessante e efetiva de gerenciamento das informações relevantes por parte dos gestores ou responsáveis pelos setores. Esse sistema baseia-se na exposição dos índices que são considerados importantes, e pode ser feito através de gráficos, tabelas e diagramas, cabendo ao gestor escolher a forma que melhor represente as informações requeridas (Andrade, 2003).

De forma geral, o quadro deve apresentar a meta que deverá ser atingida e os valores reais colhidos no decorrer da execução das ações. O painel deve ser fixado no local de trabalho que se relaciona ao índice avaliado, de modo que qualquer pessoa possa ter acesso em tempo real aos dados coletados. Isso contribui para a criação de uma consciência coletiva sobre o problema, garantindo o envolvimento de todos na causa (Campos, 1996).

2.2.6 Do (Executar)

A fase de execução do ciclo PDCA, conforme descrito por Werkema (2014), concentra-se na implementação das ações planejadas na etapa anterior. O objetivo principal é intervir nas causas identificadas, coletando dados que permitirão a verificação da eficácia das medidas adotadas. Atingir a eficiência desejada por meio dessas ações depende diretamente de sua real efetividade (ANDRADE, 2003). Nesse sentido, Campos (2001) sugere que, para garantir a eficiência do plano de ação, a execução deve ser dividida em duas etapas: treinamento e, subsequentemente, a própria execução.

O treinamento inicial visa preparar os colaboradores para a correta e assertiva execução das ações futuras, maximizando os resultados do processo (ANDRADE, 2003). É fundamental que, no início, o plano seja apresentado a todos os envolvidos, destacando as responsabilidades de cada um. Essa apresentação deve ser democrática, enfatizando os indivíduos ou grupos relacionados a cada ação e, crucialmente, explicando o motivo da ação. Isso assegura que os participantes compreendam o impacto de suas contribuições na mitigação do problema (CAMPOS, 2001).

A execução das ações deve ter início logo após a fase de treinamento, com um acompanhamento periódico para esclarecer quaisquer dúvidas que possam surgir na prática. Todos os resultados obtidos, sejam eles positivos ou negativos, devem ser devidamente registrados para a posterior análise e checagem da efetividade das ações (CAMPOS, 2001).

A gestão visual emerge como uma ferramenta eficaz para o gerenciamento de informações relevantes por parte dos gestores. Este sistema se baseia na exposição de indicadores importantes, que podem ser apresentados por meio de gráficos, tabelas e diagramas, cabendo ao gestor selecionar a forma mais adequada para representar os dados (ANDRADE, 2003). Idealmente, o painel deve exibir a meta a ser alcançada e os valores reais coletados durante a execução das ações. A fixação desse painel no local de trabalho pertinente ao índice avaliado permite que qualquer pessoa tenha acesso em tempo real aos dados, fomentando uma consciência coletiva sobre o problema e garantindo o engajamento de todos na causa (CAMPOS, 1996).

2.2.7 Check (verificar)

Esta etapa consiste na verificação da efetividade das ações implementadas para a mitigação do problema identificado. Se as intervenções executadas não se mostrarem eficazes, ou se a meta estabelecida não for alcançada, deve-se retornar à fase de análise do fenômeno na etapa P (Plan) do ciclo PDCA.

Além disso, é fundamental documentar as ações, sua execução, os resultados obtidos e os obstáculos encontrados que impossibilitaram o alcance do resultado esperado. Por outro lado, caso se confirme a efetividade no bloqueio do problema, deve-se avançar para a próxima etapa do ciclo (WERKEMA, 2014).

Durante a avaliação desta fase, deve-se atentar para a análise detalhada dos indicadores definidos no planejamento e no monitoramento, juntamente com os dados coletados na fase de execução, destacando as ações que proporcionaram maior êxito no enfrentamento do problema (CLARK, 2001). Para isso, Badiru e Ayeni (1993) sugerem que algumas questões precisam ser avaliadas, como: a eficiência das ações em relação aos objetivos predeterminados; o motivo de um possível fracasso na execução de algumas das ações; a possibilidade de eliminação das dificuldades enfrentadas; e a consideração das ações executadas como potencial padrão no processo.

Nesta etapa, deve-se realizar a comparação entre os dados coletados antes e depois da execução das ações, com o intuito de comprovar a efetividade e avaliar o grau de impacto das intervenções. Em seguida, é necessário determinar os efeitos secundários gerados pela execução das ações, que podem ser tanto positivos quanto negativos. Os efeitos secundários identificados devem ser tratados através de providências adequadas a cada caso (MELO, 2001).

2.2.8 Act(atuar)

Esta etapa consiste em incorporar as ações implementadas que permitiram o alcance da meta estabelecida. As intervenções postas em prática que viabilizaram o alcance da meta passam a ser adotadas como procedimento padrão, devendo integrar o cotidiano do processo. Após a padronização das ações, deve-se então avançar para a fase de conclusão por meio da revisão das atividades implementadas e pela

identificação de possíveis aprimoramentos futuros (WERKEMA, 2014).

No processo de elaboração dos padrões, deve-se atentar para a criação de um modelo que possa ser interpretado por qualquer membro da organização. O padrão deve ser redigido da forma mais simples possível, evitando o surgimento de interpretações equivocadas. Este deve ser objetivo e conciso, sendo apropriado o uso de tabelas, figuras, fluxogramas ou qualquer recurso que facilite a compreensão pelos usuários (SOUZA, 1997).

Ademais, os padrões devem ser consultados periodicamente, a fim de inibir a reincidência do problema pelo descumprimento do mesmo. Dessa maneira, os padrões devem ser disponibilizados para o acesso de qualquer indivíduo que desempenhe uma atividade relacionada a ele (Melo e Caramori, 2001).

2.3 Sete ferramentas da qualidade

As ferramentas empregadas nos processos de gestão foram estruturadas principalmente a partir da década de 1950, fundamentadas em conceitos e práticas já existentes. Entre especialistas e usuários do setor, surgiram diversas classificações sobre como agrupar e utilizar determinadas ferramentas, como por exemplo, categorizando-as em ferramentas de controle ou de planejamento. Outras ferramentas, utilizadas com menor frequência ou mais aplicáveis a contextos específicos, integram o acervo característico da área, porém não recebem classificações especiais (MARSHALL, 2008).

- **Brainstorming**

O Brainstorming é uma metodologia frequentemente associada ao processo criativo, tendo sido desenvolvida por Alex F. Osborn em 1939, quando ele presidia uma importante agência de publicidade (MEIRELES, 2001, apud SANTOS, 2015).

Segundo Meira (2003, apud SANTOS, 2015), o Brainstorming, adaptado para o português como "tempestade de ideias", constitui um processo destinado à geração de ideias sobre um tema predefinido e à busca por soluções, onde o objetivo do grupo é produzir o maior número possível de ideias relacionadas a este tema, em um ambiente agradável e propício à ruptura de paradigmas.

Oliveira (2008, p. 30) afirma que: "O Brainstorming deve acontecer durante toda fase do planejamento estratégico, desde o momento de definir o tipo de negócio (quero fazer um carro, uma linha de alimentos, um shampoo, etc.) até a escolha do nome e do logotipo da marca (nome próprio, fantasia, símbolo, etc.)."

Um dos princípios fundamentais do Brainstorming é a suspensão de julgamentos. Assim, por mais inusitadas que as ideias possam parecer, não se permite criticá-las durante o processo. A geração de um grande volume de ideias é considerada altamente favorável, pois amplia as opções de resolução para um problema, e possivelmente aquela ideia que inicialmente parecia absurda pode ser refinada e transformar-se na solução ideal.

Segundo a metodologia apresentada por Lucinda (2010), a condução de uma sessão de Brainstorming produtiva é regida por cinco princípios basilares, concebidos para maximizar a geração de insights, são elas:

- Apresentar as ideias tal qual elas surgem na cabeça;
- Gerar o maior número possível de ideias;
- Selecionar as ideias relevantes para a solução do problema;
- Apresentar os resultados aos participantes.

- **Matriz de priorização**

Conforme Mandarini (2005, apud SANTOS, 2015), a sigla GUT representa, respectivamente, Gravidade, Urgência e Tendência em relação aos problemas identificados. A Gravidade avalia a criticidade do problema; a Urgência determina quão rapidamente as providências devem ser tomadas; e a Tendência projeta o que poderá ocorrer caso nenhuma providência seja adotada. Este método é recomendado para utilização sempre que se deseje avaliar múltiplas opções segundo critérios previamente estabelecidos.

A metodologia consiste na elaboração de uma matriz, na qual as opções são dispostas nas colunas e os critérios nas linhas, ou vice-versa. Desta forma, obtém-se a avaliação da matriz através do cruzamento das linhas com as colunas.

Para a interpretação dos resultados, costuma-se agregar uma escala numérica à matriz, que geralmente varia de um a cinco, conforme o grau de necessidade, podendo ter os valores de forma inversa, o que exige uma importante verificação do

sentido da escala, conforme demonstrado abaixo (Mandarini, 2005):

- Gravidade: de pouco grave – 1, até muito grave –5;
- Urgência: de pouco urgente –1, até muito urgente –5;
- Tendência: de melhorar –1, até piorar –5.

Mandarini (2005) apresenta, como exemplo ilustrativo, uma avaliação realizada em uma portaria de cargas que recebia numerosas reclamações de fornecedores sobre erros em pesagens. Foram identificadas cinco possíveis soluções para o problema, que foram então aplicadas na matriz GUT, conforme ilustra a Figura 04:

Figura 04 – Matriz de seleção de soluções – GUT

Critérios	S1	S2	S3	S4	S5
Prazo necessário para implementação (1-Muito → 5-Pouco)	2	4	3	4	5
Aceitação da solução pelos envolvidos (1-Pequena → 5-Grande)	2	5	3	5	2
Recursos necessários (1-Muito → 5-Pouco)	1	4	2	4	5
Efetividade na eliminação das causas (1-Baixa → 5-Alta)	5	4	3	5	4
Total de pontos	10	17	11	18	16

Fonte: Adaptado de Mandrini (2005, apud SANTOS, 2015).

- Solução 1: Fazer uma avaliação para adotar ações corretas;
- Solução 2: Realizar uma campanha interna de “erro zero” nas pesagens;
- Solução 3: Designar um responsável para acompanhar as pesagens;
- Solução 4: Treinar os encarregados do setor;
- Solução 5: Desenvolver um controle que permita avaliar qual colaborador comete mais erros.

Neste cenário, a aplicação da matriz se torna evidente na seleção das soluções mais promissoras. As três propostas que obtiveram as maiores pontuações, indicando sua relevância e impacto potencial, são:

- Solução 4: Treinar os encarregados do setor;

- Solução 2: Realizar uma campanha interna de “erro zero” nas pesagens;
- Solução 5: Desenvolver um controle que permita avaliar qual colaborador comete mais erros.

- **Gráfico de Pareto**

O diagrama de Pareto, concebido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, surgiu a partir de seus estudos sobre a distribuição de renda em seu país. Ele observou que a riqueza não se distribuía de forma equitativa, mas sim que aproximadamente 80% da riqueza nacional estava concentrada nas mãos de apenas 20% da população.

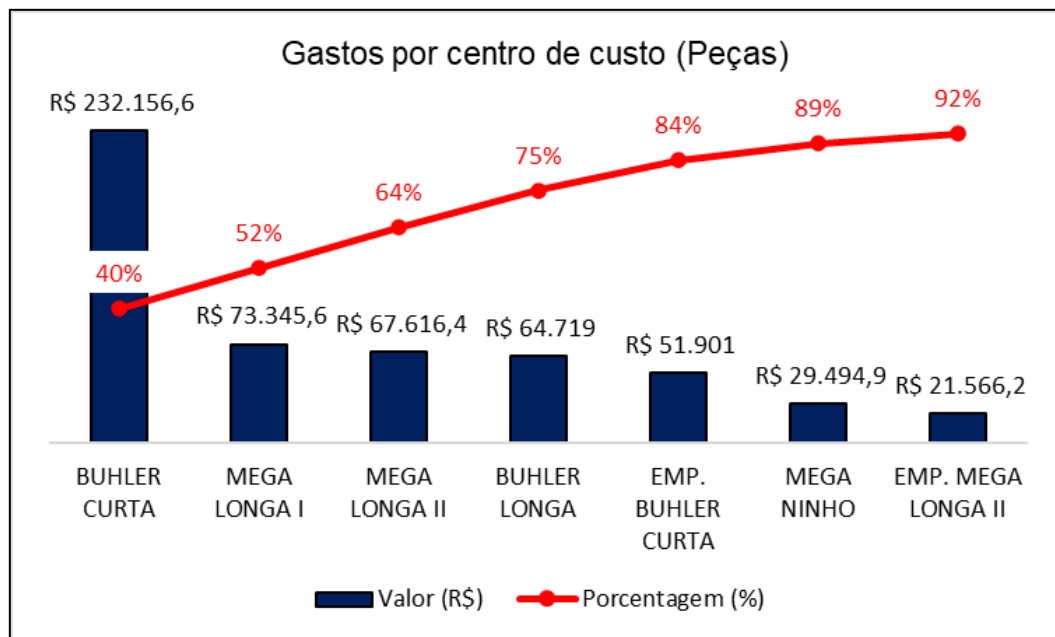
Essa constatação foi visualizada em um gráfico que, posteriormente, recebeu seu nome e se consolidou como uma ferramenta de qualidade amplamente reconhecida e utilizada. A adaptação desse diagrama para a resolução de problemas relacionados à qualidade foi realizada por Juran, uma figura proeminente na área da qualidade (PALADINI, 2012).

Os diagramas de Pareto são empregados para identificar e classificar as causas mais significativas de problemas em processos de fabricação, independentemente de sua intensidade. Por exemplo, em um universo de 50 problemas que afetam a qualidade, como itens defeituosos, retrabalho, refugo, reclamações de clientes, acidentes de trabalho ou atrasos na entrega, a resolução de apenas oito a dez desses problemas pode resultar em uma redução de 80% a 90% das perdas que a empresa poderia enfrentar (PALADINI, 2012).

Conforme Werkema (1995), os "poucos vitais" representam um número reduzido de problemas, mas que geram impactos financeiros substanciais para a organização. Em contrapartida, os "muitos triviais", embora numerosos, correspondem a problemas de menor relevância. Existem duas categorias principais de gráficos de Pareto: os gráficos para efeitos e os gráficos para causas. Os gráficos de Pareto para efeitos são particularmente úteis quando a empresa busca identificar o problema principal. Esse problema pode estar relacionado às cinco dimensões da Qualidade Total: qualidade, custo, entrega, moral e segurança. A visualização gráfica facilita essa identificação.

Já os gráficos para causas permite uma identificação das principais causas do problema. Segundo Werkema (1995, p.85) estas causas fazem parte dos seguintes fatores que constituem um processo: equipamentos, insumos, medidas, condições ambientais, mão de obra e métodos. O gráfico da Figura 05 apresenta um modelo de Gráfico de Pareto:

Figura 05 – Diagrama de Pareto para causa e efeitos



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

- **Diagrama de causa e efeito**

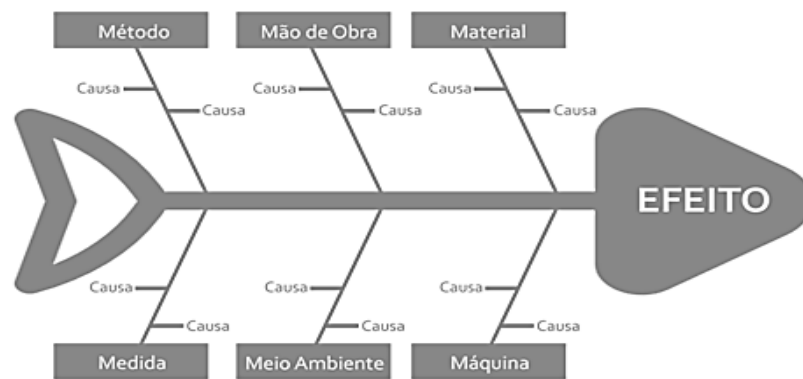
O Diagrama de Causa e Efeito, também conhecido como "Espinha de Peixe" devido à sua representação visual, ou ainda como Diagrama de Ishikawa, foi inicialmente proposto pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa em 1943, sendo aprimorado ao longo dos anos. Segundo Daychouw (2007), os problemas podem ser categorizados em quatro tipos principais, os "4M's": método, matéria, mão de obra e máquinas. Contudo, Miguel (2001) sugere a inclusão de mais dois "M's" considerados relevantes para o processo: medida e meio ambiente, totalizando os "6M's".

Meira (2003, apud SANTOS, 2015) explica que, para elaborar esse diagrama, é fundamental definir o problema central e posicioná-lo na "espinha de peixe". Em seguida, identificam-se as prováveis causas principais do efeito ou problema,

associando-as a cada uma das "espinhas" maiores. Posteriormente, essas causas são ramificadas em subdivisões primárias e secundárias, detalhando suas origens.

Conforme Miguel (2001), o resultado do diagrama vem de uma sessão de Brainstorming, servindo como um registro visual e uma representação das informações coletadas. Na Figura 06, é apresentado um modelo de diagrama de espinha de peixe:

Figura 06 – Modelo de diagrama de espinha de peixe



Fonte: Fundação Estudar, 2023.

Para Werkema (2014), o diagrama de causa e efeito é utilizado para expor a relação existente entre o processo (efeito) e os fatores (causas) do processo considerando que isso interfere no resultado examinado. Pode-se considerar o resultado analisado como sendo o problema que será eliminado, permitindo a aplicação da ferramenta para determinação das prováveis causas.

Possi (2006) destaca os seguintes pontos fortes do diagrama:

- É uma ferramenta eficaz para levantar direcionadores.;
- Facilita a comunicação;
- Permite um detalhamento aprofundado das causas.

No entanto, o autor também delimita alguns pontos frágeis:

- Não representa as inter-relações que podem ocorrer entre as diferentes causas;
- Não foca necessariamente as causas que devem ser sanadas de modo prioritário.

- **5W2H**

O método 5W2H consiste em sete perguntas essenciais para o planejamento de uma ação, fornecendo informações cruciais para o processo. O nome do método deriva dos termos em inglês: What (O quê), Who (Quem), Why (Por quê), Where (Onde), When (Quando), How (Como) e How Much (Quanto), (DAYCHOUW, 2007).

Daychouw (2007) ainda ressalta que o 5W2H pode ser aplicado em diversas áreas do conhecimento, auxiliando no planejamento. Exemplos incluem:

- Planejamento da Qualidade: Identificar os padrões de qualidade relevantes para o projeto e determinar como atendê-los.
- Planejamento das Aquisições: Definir quais necessidades do projeto podem ser supridas pela contratação de produtos ou serviços externos (terceirização).
- Planejamento de Riscos: Reconhecer os riscos a serem considerados no projeto.

Essa técnica envolve a descrição escrita do problema, abordando como ele afeta o processo e as pessoas, e as situações indesejáveis que ele gera. Ao adaptar as perguntas, o 5W2H também pode ser utilizado como um plano de ação para implementar as soluções escolhidas (FALCONI, 2004).

- **Cinco Porquês**

A metodologia da qualidade “5 Porquês” é uma técnica de resolução de problemas amplamente utilizada em ambientes de produção e serviços para identificar e resolver problemas de forma eficaz. O termo "5 Porquês" vem do japonês e representa a prática de perguntar "por quê" cinco vezes para chegar à raiz de um problema.

Baseia-se na filosofia de que a maioria dos problemas tem uma causa raiz que pode ser identificada e resolvida. Ao perguntar "porquê" repetidamente, é possível identificar a causa raiz do problema e implementar soluções eficazes.

A técnica “5 Porquês” envolve os seguintes passos:

- Definição do problema - investigar de forma clara e objetiva o problema que deseja tratar;
- Perguntar "Por quê?" - para compreender a causa iminente do problema;
- Responder e repetir - para analisar a resposta e chegar à causa raiz;

- Chegar à causa raiz - para garantir que não haja mais causa óbvia, o que pode acontecer antes ou depois de 5 perguntas, continue perguntando;
- Desenvolver soluções - após identificada a causa raiz, trace soluções eficazes e implemente-as.

De acordo com Ohno (1988), a técnica “5 Porquês” é uma ferramenta poderosa para identificar e resolver problemas de forma eficaz. Ao perguntar “porquê” repetidamente, é possível identificar a causa raiz do problema e implementar soluções eficazes”.

A ferramenta “5 Porquês” é muito utilizada de forma integrada com outras ferramentas de qualidade, como o diagrama de Ishikawa e a análise de causa-raiz. Ao associar essas ferramentas, Facilita-se a análise e a resolução eficiente de problemas.

- **Fluxograma**

O fluxograma é uma ilustração sequencial de todas as etapas de um processo. É bastante utilizado tanto na programação computacional, quanto na gestão da qualidade, pois permitem uma visão geral e de fácil entendimento de como funciona o processo. A estrutura do fluxo permite uma visão global do processo, quanto pode enfatizar as operações e ações ou decisões críticas (PALADINI, 2012).

Paladini (2012, p. 369) explicam como um fluxograma pode ser utilizado:

- Representa o fluxo de operações;
- Facilita a compreensão;
- Identifica pontos críticos;
- Auxilia na análise e otimização;
- Facilita a comunicação.

A visão de um fluxograma possibilita rápida localização de pontos que representam operações cruciais, que requerem, por exemplo, atenção especial; controle mais rigoroso ou monitoramento com características próprias. Os fluxogramas tendem a empregar símbolos padrões que irão identificar cada operação básica ou secundária de um processo (PALADINI, 2012; MARSHAL JUNIOR *et al.*, 2010).

3 METODOLOGIA

Conforme Azevedo (1998), ao iniciar qualquer investigação, questionamentos cruciais se fazem presentes: Qual a contribuição da pesquisa para a ciência? Que benefícios ela trará à comunidade? O que motivou o pesquisador a escolher este tema?

Para Parra (2002), independentemente da área de estudo, a pesquisa bibliográfica é indispensável para obter um conhecimento prévio sobre o estágio atual do assunto. Contudo, Santos (1999) enfatiza a relevância da pesquisa bibliográfica, pois ela está presente em todo processo investigativo. Quase tudo que se pretende pesquisar já foi abordado de alguma forma, seja de maneira básica, idêntica ou correlata.

A Metodologia Científica estabelece as diretrizes para a produção de conhecimento, fornecendo técnicas, instrumentos e objetivos para aprimorar o desempenho e a qualidade de um trabalho científico. As técnicas, em uma ciência, são os meios adequados para executar as operações de interesse. Cervo (2002) complementa que o conjunto dessas técnicas gerais constitui o método. Assim, métodos são técnicas suficientemente abrangentes para se tornarem procedimentos comuns a uma área ou a todas as ciências (CERVO, 2002).

Este trabalho é um estudo de caso com uma abordagem qualitativa de natureza aplicada. O problema central que motivou esta investigação reside na ocorrência de ineficiências e desperdícios na linha de fabricação de massa longa, que impactam diretamente a produtividade e a qualidade do produto final. Diante deste cenário, busca-se responder à seguinte indagação: como a implementação das ferramentas da qualidade otimizam os resultados de um projeto de melhoria contínua em uma linha de fabricação de massa longa?

A pesquisa foi realizada em uma indústria alimentícia de massas, misturas e molhos que se localiza no estado de Minas Gerais. De forma mais aprofundada, a análise ocorrerá no setor de produção de macarrão longo fabricado na unidade, sendo realizada a coleta de dados através de visitas diárias no turno central de operação de cada dia.

A coleta dos dados e discussão do assunto contará com o apoio de todos os setores da empresa, incluindo os indivíduos que se relacionam diretamente com o problema observado.

A Figura 07 apresenta as etapas da pesquisa que foi desenvolvida no decorrer do presente trabalho:

Figura 07 – Etapas do trabalho realizado



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O trabalho será iniciado com a coleta de dados, durante os três turnos de operação, seguindo os seguintes indicadores: o volume total de produção em quilogramas; a quantidade de retalho gerado em quilogramas; tempo de parada da linha por problemas relacionados ao retalho; e número de intervenções de manutenção. Os dados foram registrados em planilhas padronizadas pelos operadores de linha, com supervisão do coordenador de turno, e posteriormente validados pela equipe de controle de qualidade. Além disso, foram realizadas observações diretas in loco do processo produtivo, com foco na identificação de causas potenciais de geração de retalho. As observações foram documentadas através de relatórios estruturados e fotografias do processo.

Utilizando-se as ferramentas da qualidade, o Brainstorming foi escolhido por sua natureza colaborativa e de rápido entendimento, essencial para a fase inicial de levantamento de problemas e hipóteses em um cenário onde as causas não eram imediatamente evidentes, permitindo a participação multidisciplinar e a coleta de diversas perspectivas. Subsequentemente, o Gráfico de Pareto foi aplicado para a priorização quantitativa, permitindo identificar a máquina que gerava o maior volume de retalho com base em dados estatísticos, o que o tornou uma ferramenta incontestável para direcionar os esforços de melhoria de forma eficiente.

Em seguida, foi realizada uma avaliação do processo a partir de um fluxograma, a fim de verificar a confiabilidade dos dados obtidos. Para aprofundar a investigação das causas do problema priorizado, o Diagrama de Ishikawa foi selecionado por sua capacidade de organizar e categorizar visualmente as potenciais causas facilitando a compreensão das inter-relações e garantindo uma análise sistemática. A identificação da causa raiz fundamental foi então realizada por meio dos Cinco Porquês, que permitiu ir além dos sintomas superficiais e encontrar a origem do problema no chão de fábrica, sendo mais ágil e adequada que ferramentas mais complexas como a Análise de Árvore de Falhas para a natureza do problema.

Com base nos dados e informações colhidas, iniciou a etapa de definição das ações para mitigação do problema por meio da ferramenta 5W2H, pois sua estrutura detalhada elimina ambiguidades e atribui responsabilidades claras, garantindo uma implementação bem-sucedida e sendo mais focada na clareza da tarefa individual. Seguida pela execução e coleta dos dados de forma simultânea pelos responsáveis pré definidos.

Após a aplicação das ações, o confronto dos dados foi realizado por meio de uma análise quantitativa comparativa, confrontando os indicadores de desempenho mensurados antes e depois da implementação das ações de melhoria. A análise consistiu no cálculo da variação absoluta e percentual das métricas, como o volume de produção, a geração de retalhos e o faturamento. A eficácia das intervenções foi validada pela comparação direta entre os resultados consolidados na linha de base e os resultados obtidos no cenário pós-implementação, permitindo verificar objetivamente se os efeitos desejados foram alcançados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, foi realizado um Brainstorming para levantar os problemas da fábrica de massas. Após a identificação de 16 problemas, sendo eles classificados como baixa, média ou alta complexidade, afunilou-se chegando em 7 problemas de média complexidade e que foram levados para a Matriz de Priorização (Quadro 1), onde foram utilizados os índices de Autonomia (A), Gravidade (G) e Retorno (R), possibilitando maior assertividade na escolha do problema a ser trabalhado:

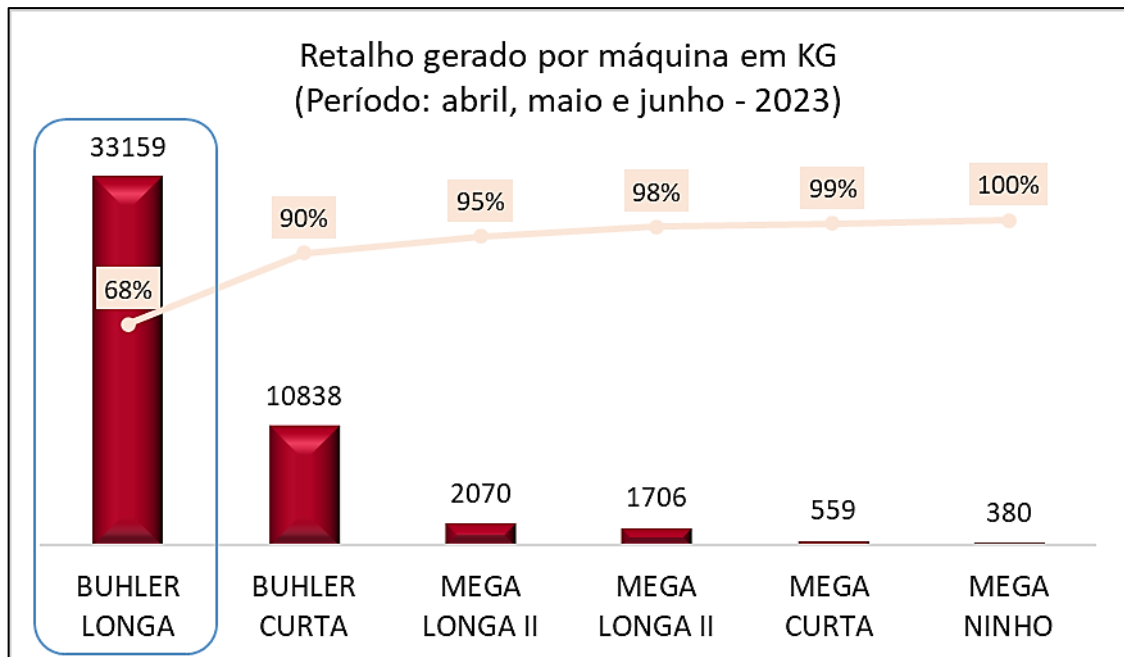
Quadro 1 – Matriz de priorização dos principais problemas da fábrica de massas

Matriz de Priorização							
Item	Descrição do Problema	Autonomia - A	Gravidade - G	Retorno - R	Total	Priorização	Observação
1-	Quebra excessiva de Contenedores (Prensa Mega Ninho).	3	5	4	60	1	Resolvido pela empresa
2-	Vazamento de farinha (Prédio de Mistura).	3	4	5	60	1	Resolvido pela empresa
3-	Desperdício de água na sala de bombas de vácuo megas.	3	4	5	60	1	Empresa já utiliza poços artesanais
4-	Excesso de queda de produto empacotamento.	4	3	4	48	4	Problema priorizado
5-	Condição de reparo de Contenedores (Prensa Mega Ninho).	5	3	3	45	5	
6-	Falta de planejamento e padronização nas paradas de limpeza (semanais / bimestrais).	2	5	4	40	6	
7-	Condição inadequada para a remoção do dispositivo "Cabeça de Dinossauro" (Prensa Mega Curta).	4	3	3	36	7	

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A fim de identificar a principal fonte de geração de retalho entre as máquinas do empacotamento, utilizou-se o Gráfico de Pareto (Gráfico 1), tornando-se possível afirmar que a Buhler Longa é a responsável pelo maior volume do retalho gerado no empacotamento.

Gráfico 1 - Gráfico de Pareto do retalho gerado por máquina da fábrica de massas

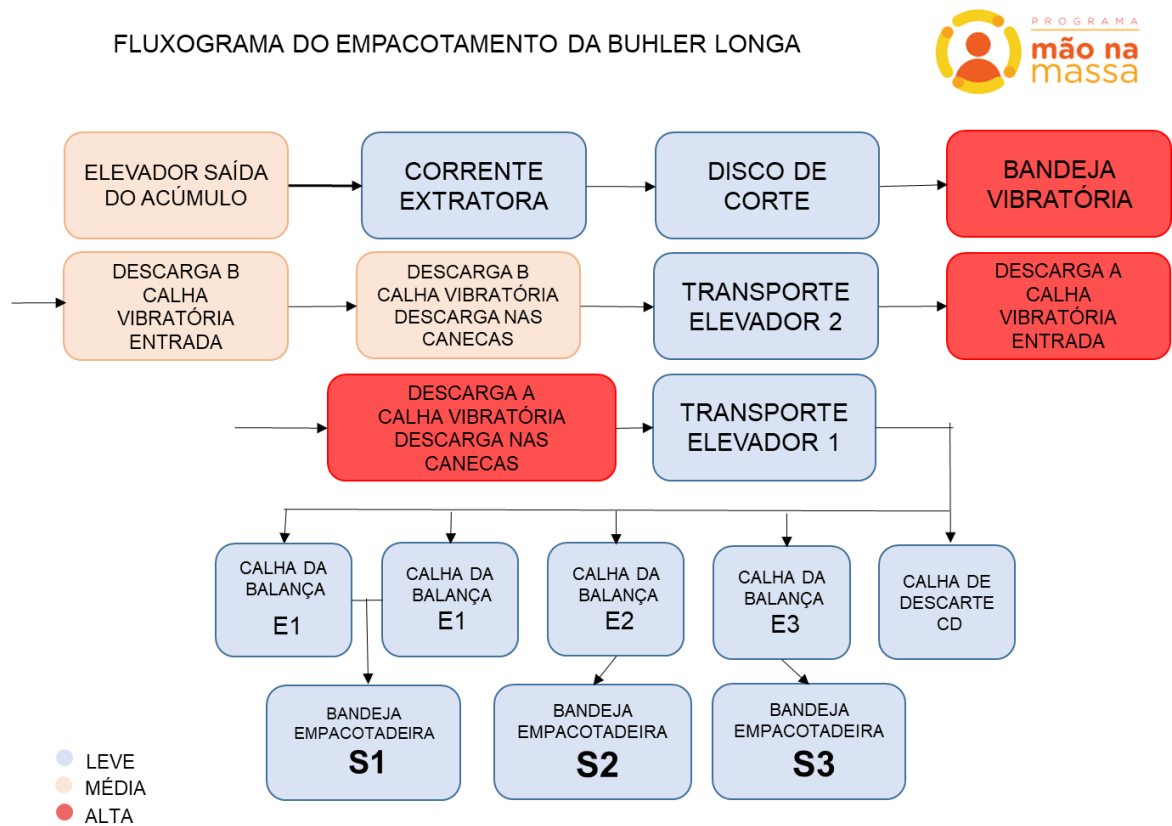


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

O problema identificado - excesso de queda de produto no empacotamento da Buhler Longa, impacta diretamente na elevação do custo do produto e na diminuição da margem, pois gera um aumento na utilização da mão de obra para realizar o retrabalho e uma redução do potencial produtivo da fábrica, impactando na entrega dos pedidos na data e no prazo correto, além da utilização do espaço físico que seria destinado ao produto acabado.

A partir disso, foi criado um fluxograma da linha Buhler longa com o intuito de tornar mais claro os pontos a serem observados conforme Figura 8:

Figura 8 – Fluxograma do empacotamento da Buhler longa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Durante a etapa de observação, o grupo realizou um Gemba Walk, uma prática de gestão que consiste em ir ao 'local real' onde os processos ocorrem, a fim de analisar in loco os pontos com maior volume de geração de retalhos e que estavam dentro do campo de atuação e autonomia da equipe.

Após observação, o grupo decidiu dedicar os seus esforços para atacar os problemas da Descarga A, Descarga B e da bandeja vibratória (trabato). Definidos os pontos de atuação, o grupo solicitou ao Programador de PCP (Planejamento e controle de produção) o histórico de retalho gerado no empacotamento da Buhler Longa, no período de dezembro de 2022 até abril de 2023. O grupo utilizou a ferramenta 5W2H na observação, conforme Quadro 2:

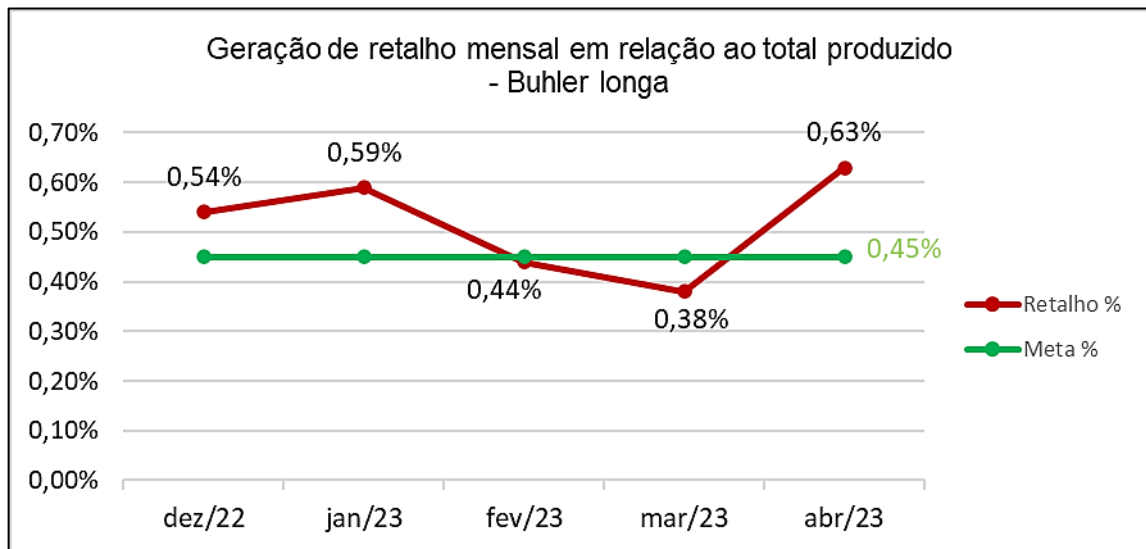
Quadro 2 – 5W2H do histórico de retalho gerado

O que?	Quem?	Onde?	Quando?	Quantas vezes?	Qual o impacto?
Excesso de retalho gerado pela Buhler Longa no empacotamento.	Operadores, auxiliares e manutentores.	Descarga A Descarga B e Bandeja vibratória (impureza do trabato) do Empacotamento Buhler Longa da fábrica de Massas.	Sempre que funciona o empacotamento.	No período observado, são gerados em média 0,52% de retalho do macarrão produzido na Buhler longa.	Gasto de mão de obra, espaço físico e custo com reprocesso.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Observou-se que no período de dezembro/22 a abril/23 a quantidade de retalhos gerada foi de 0,52% em relação a cima da produção do mesmo período, conforme indicado no Gráfico 2. O que corresponde a **32.424** quilos de produto bom que deixou de ser empacotado no período de 5 meses.

Gráfico 2 – Gráfico de retalho em relação a produção geral na Buhler longa

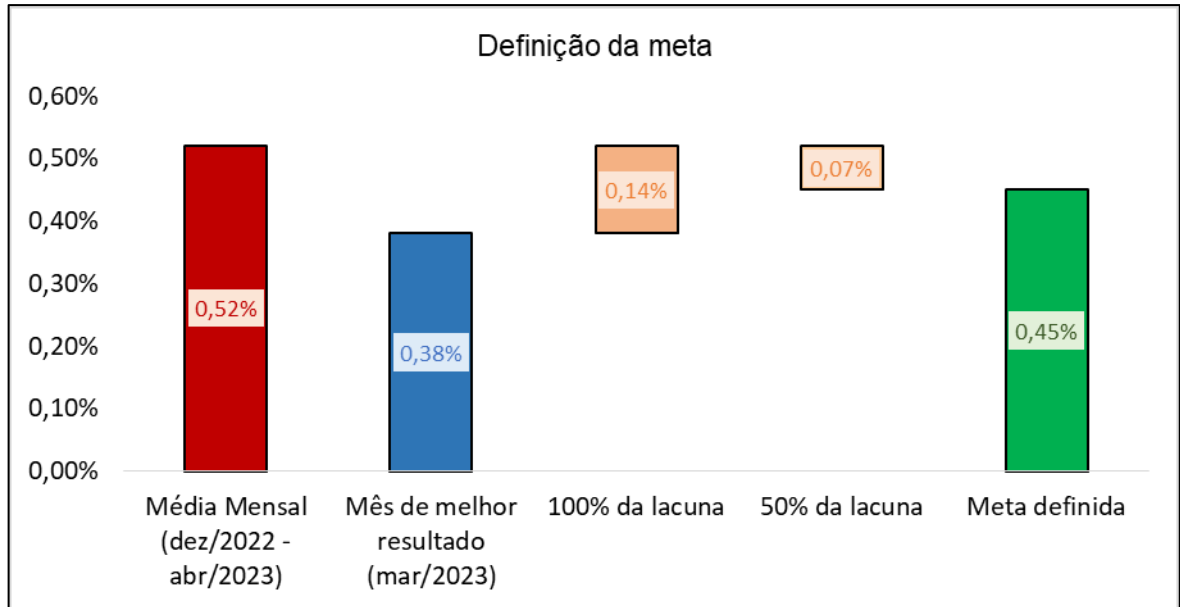


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A meta do projeto foi estabelecida utilizando o Método de captura da Lacuna (Gráfico 3), à partir da análise dos dados conforme gráfico anterior. Foi considerado o melhor resultado do período, sendo março de 2023 o mês de referência.

Sendo assim, observa-se a lacuna de 0,14%, obtida pela diferença da média do período estabelecido, 0,52%, e o melhor resultado constatado, 0,38%.

Gráfico 3 – Gráfico do método de captura de lacuna em relação a meta de retalho

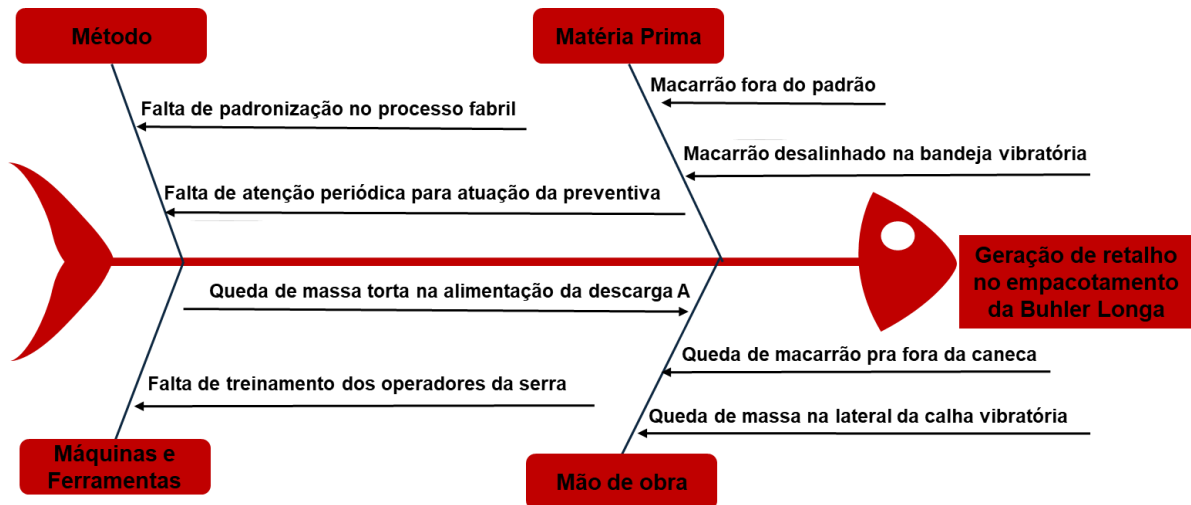


Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Com a redução de 0,07% do retalho gerado, haverá um possível aumento de produção de 10 toneladas por ano. O que poderá proporcionar um aumento de faturamento de R\$ 72.641,06 por ano.

Após a definição da meta, iniciou-se o processo de análise do problema. O grupo realizou um brainstorming para levantar as possíveis causas. As 8 possíveis causas levantadas foram levadas para o Ishikawa (Gráfico 4):

Gráfico 4 – Gráfico do diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Em seguida foram submetidas ao Teste de Hipóteses (Quadro 3), a fim de verificar se eram prováveis ou improváveis. Apenas 4 foram consideradas prováveis e foram submetidas aos 5 porquês, para encontrar as causas raízes do problema.

Quadro 3 – Teste de hipóteses das possíveis causas

TESTE DE HIPÓTESES		
Possível Causa	Observação/Análise	Conclusão
1 - Falta de padronização no processo fabril	Foi comprovado que a massa não conforme não é apontada como retalho gerado no empacotamento.	Invalidado
2 - Falta de paradas periódicas da máquina para a atuação preventiva dos equipamentos	Foi comprovado que existem inspeções e manutenções preventivas regularmente.	Invalidado
3 - Queda de massa torta na alimentação da descarga A	Foi comprovado que a massa realmente cai desalinhada.	Validado
4 - Queda de massa na lateral da calha vibratória	Foi observado no local que existe queda de produto na lateral da calha.	Validado
5 - Macarrão desalinhado na bandeja vibratória	Foi observado no local que a massa realmente cai desalinhada na bandeja.	Validado
6 - Queda de macarrão para fora da caneca	Foi observado que existe um vão entre o flap e a calha para evitar o atrito.	Validado
7 - Produto fora do padrão	Avaria não é contabilizada como sendo do empacotamento.	Invalidado
8 - Falta de padronização operacional da serra	Todos os colaboradores passam por treinamentos.	Invalidado

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Para as 4 causas prováveis, foram encontradas 6 causas raízes abaixo descritas:

- Parte superior do funil de alimentação da calha é estreita e não atende o volume de massa;
- Não há dispositivo para conter a massa no final da bandeja vibratória;
- O produto gruda na vara;

- Existe um vão entre o ponto de descarga e a bandeja vibratória;
- Falta de contenção da massa na lateral da bandeja vibratória;
- Existe uma separação entre a parte fixa e móvel da máquina (calha vibratória e transportador).

Uma vez definidas as causas raízes, o grupo levantou possíveis soluções para bloqueá-las. Foi elaborada uma análise de viabilidade das soluções à partir do Teste de Viabilidade Técnica e Financeira, conforme o Quadro 04:

Quadro 4 – Teste de viabilidade técnica e financeira

Problema	Causa	Causa Raiz	Possível Solução	Viabilidade Técnica	Viabilidade Financeira
Geração de retalho na bandeja vibratória	Queda de massa desalinhada na bandeja	Porque o produto gruda na vara.	Colocar haste para balançar a massa	Ok	Ok
		Porque tem um vão entre o ponto de descarga e a bandeja vibratória.	Colocar chapa de contenção na guia	Ok	Ok
		Porque falta contenção da massa na bandeja vibratória.	Colocar manta para segurar a massa ao longo da bandeja	Ok	Ok
	Queda de massa boa na lateral da calha vibratória	Porque não temos dispositivo para conter a massa no final da bandeja vibratória.	Colocar manta para segurar a massa ao longo da bandeja	Ok	Ok
	Queda de macarrão para fora da caneca	Necessário existir uma separação entre calha e transportador.	Colocar manta de contenção entre a abertura do flap e calha	Ok	Ok
	Queda de massa torta na alimentação da descarga A	Parte superior do funil de alimentação da calha é estreita e não atende ao volume de massa.	Colocar funil maior com uma chapa central para diminuir a altura da queda	Ok	Ok

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Após análise das possíveis soluções, foi constatado que todas eram viáveis em todos os quesitos por serem ações simples, de baixo custo, que não interferem em outros processos e não tem qualquer impacto negativo em termos de segurança e autonomia da máquina. Assim sendo, foi elaborado o plano de ação, seguindo um planejamento e a distribuição das ações na ferramenta 5W2H para as soluções consideradas viáveis em todos os quesitos, conforme exposto no Quadro 05:

Quadro 5 – 5W2H para as soluções das causas


Possível Solução	O que	Como	Onde	Porque	Quanto	Responsável	Prazo	Status
Colocar haste para balançar a massa	Montar croqui do projeto	Desenhando como a haste ficará na máquina	No Computador	Para colocar a haste de maneira correta	R\$ 17,20	Gustavo	26/abr	Ok
	Colocar haste de deslocamento para movimentar a massa	Fixando uma haste de altura ajustável	Capelinha	Para induzir a vibração massa da vara	R\$ 160,00	Caíque	09/mai	OK
Colocar chapa de contenção na guia	Montar croqui do projeto	Desenhando onde a chapa será fixada na guia e o seu tamanho	No Computador	Para instalar a guia corretamente	R\$ 17,20	Gustavo	26/abr	Ok
	Colocar chapa na guia	Fixando a chapa de acordo com o projeto	Na guia	Para conter a massa	R\$ 248,00	Gustavo	09/mai	Ok
Colocar manta para segurar a massa ao longo da bandeja	Confeccionar manta para colocar na bandeja vibratória	Cortando a manta nas medidas da bandeja	Manutenção	Para conter a massa	R\$ 200,00	Cleberson	20/mai	Ok
	Instalar manta na bandeja	Fixando a manta de acordo com o projeto	Na bandeja vibratória	Para conter a massa	R\$ 75,00	Leonardo	20/mai	Ok
Colocar manta de contenção entre a abertura do flap e calha	Instalar manta	Fixando a manta no final da calha	Entre o flap e a calha	Para conter a massa	R\$ 75,00	Gustavo	30/mai	Ok
Colocar funil maior com uma chapa central para diminuir a altura da queda	Montar croqui da chapa	Desenhando onde a chapa será fixada na calha e o seu tamanho	No Computador	Para instalar a chapa corretamente	R\$ 17,20	Gustavo	20/mai	Ok
	Substituir o funil	Substituindo o funil de acordo com o projeto	Calha vibratória A	Para reduzir a altura de queda	R\$ 197,80	Gustavo	20/mai	Ok

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024

Contudo, todas as ações foram executadas conforme o planejado, dentro do prazo previsto, com os profissionais treinados para implementar as mudanças.

Os custos com a execução das ações foram de R\$1.007,40. Os resultados foram acompanhados e registrados, conforme Figura 09:

Figura 9 – Antes e depois das ações realizadas

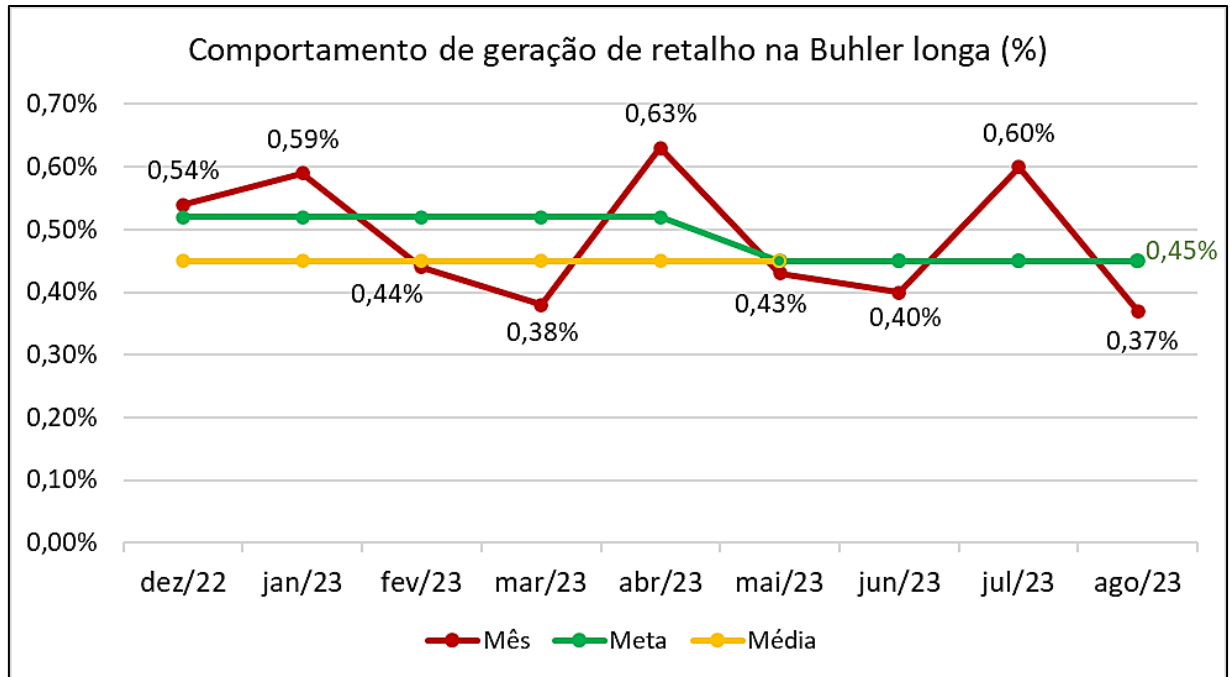
ANTES	DEPOIS
<p>Por que o produto gruda na vara ?</p> 	<p>Foi instalado uma haste para balançar a massa.</p> 
<p>Por que tem um vão entre o ponto de descarga e a bandeja vibratória ?</p> 	<p>Foi instalado uma chapa de contenção na guia.</p> 
<p>Por que falta contenção de massa na bandeja vibratória ?</p> 	<p>Foi instalado uma manta para estabilizar a massa ao longo da bandeja.</p> 
<p>Por que tem um espaço entre o flap de dosagem e a calha ?</p> 	<p>Foi instalado mantas de contenção entre a abertura do flap e a calha vibratória.</p> 
<p>Por que a queda de massa é muito alta ?</p> 	<p>Foi instalado um funil maior com uma chapa central para desacelerar a queda do produto.</p> 

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A meta estabelecida para o projeto foi reduzir em 0,07% a geração de retalho no empacotamento da Buhler Longa até 31/08/23. Partindo da média mês de 0,52% com o objetivo de chegar a no máximo 0,45% no mês. Ou seja, quanto menor o percentual frente a produção, melhor.

Após executar as ações planejadas e acompanhar os resultados dos meses de maio, junho, julho e agosto de 2023, foi possível comparar os resultados obtidos com a meta estabelecida a partir do Gráfico 5.

Gráfico 5 – Comportamento da geração de retalho em porcentagem



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Com as ações implantadas e bloqueio das causas raízes, podemos constatar conforme o gráfico acima, que a média da geração de retalho no empacotamento da Buhler Longa no período foi de 0,45%, o que quer dizer que o grupo atingiu a meta estabelecida. A redução de 0,07% na geração do retalho no mês representa um aumento de produção de 965 quilos por mês.

Frente ao preço médio dos produtos fabricados na linha, que é de R\$ 6,27/kg, temos a oportunidade de aumentar o nosso faturamento em R\$ 72.641,06 no ano.

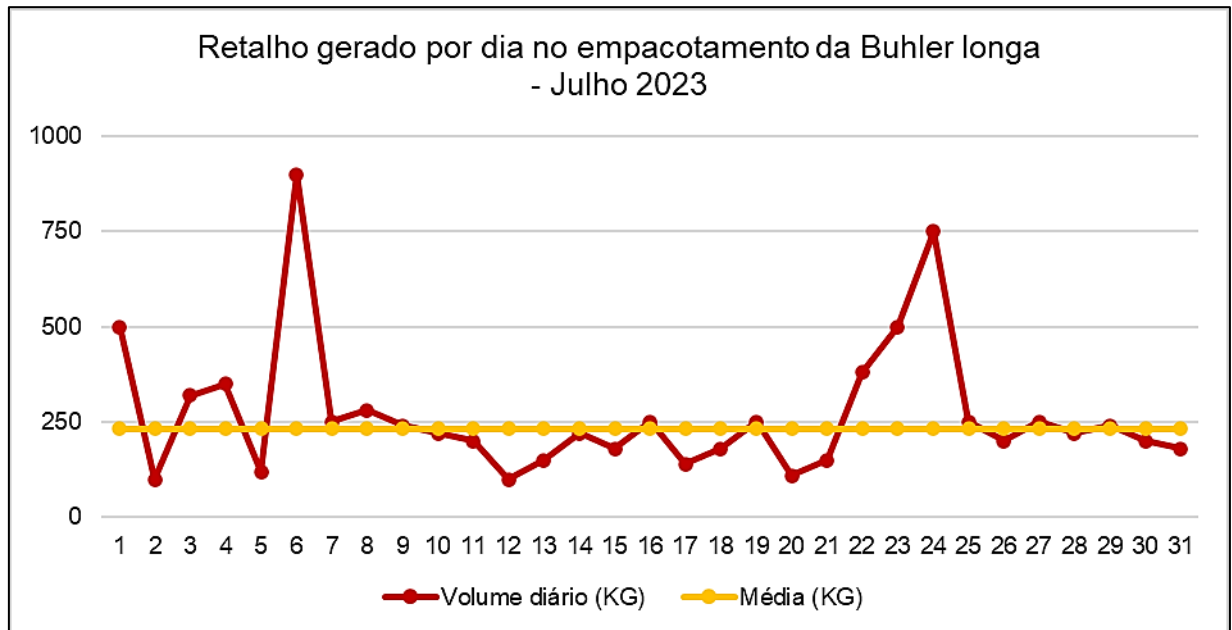
No mês de julho tivemos um descolamento frente aos outros meses. Por esse motivo, mesmo o grupo tendo atingido a meta, optamos em realizar um estudo a fim de identificar o porquê deste resultado.

Constatamos que esta variação ocorreu devido a fatores externos ao projeto, pois houve uma produção elevada do produto espaguete de nº 3, que naturalmente gera um volume maior de retalho em função do processo produtivo, dada a sua menor espessura e maior fragilidade, que o tornam mais suscetível a quebras durante

as etapas de corte, secagem e transporte interno, bem como as paradas de máquinas corretivas.

Observou-se no mês de julho 3 picos de geração de retalho, conforme representados no Gráfico 6:

Gráfico 6 – Comportamento da geração de retalho em Julho/2023



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Se expurgamos os dias em que tivemos as ocorrências citadas (01, 06 e 24 de julho) temos uma média de 231,35 quilos de retalho gerado por dia, o que frente a produção nesta linha corresponde a 0,50% no mês.

Considerando os dados apresentados, o resultado do projeto no período de maio a agosto de 2023 foi de 0,43%, o que reforça a efetividade das ações implementadas para a redução da geração de retalhos no empacotamento da linha Buhler Long, conforme o Quadro 6.

Quadro 6 – Ganhos tangíveis referente as ações realizadas no projeto

Descrição	Resultado do Projeto – Média 0,45%	Cenário com ajuste do mês de julho – Média 0,43%
Ganho do projeto em %	0,07%	0,09%
Média de retalho gerado por mês no período de apuração antes da implementação das ações (kg)	6.339	6.339
Média de produção mês (kg)	1.402.794	1.402.794
Aumento de produção mês (kg)	955	1.316
Aumento de produção ano (kg)	11.585	15.791
Preço médio dos produtos da Buhler Longa (R\$)	6,27	6,27
Possível aumento de faturamento mês (R\$)	6.053,42	8.250,98
Possível aumento de faturamento ano (R\$)	72.641,06	99.011,74

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Além dos ganhos tangíveis, verificou-se os seguintes ganhos intangíveis:

- Quebra de paradigmas;
- Redução da utilização do espaço físico;
- Redução das intervenções direta dos operadores e manutentores na máquina para a retirada do excesso de retalho;
- Redução do esforço ergonômico e da fadiga em virtude do reprocesso do retalho;
- Facilidade nas inspeções diárias.

Com o objetivo de garantir o controle e a manutenção dos resultados obtidos, foi realizada a alteração da Instrução Operacional IO-GQ-02-013 e os funcionários foram treinados.

Foi replicado no empacotamento da Mega Longa 2, uma das ações validadas no nosso projeto, conforme demonstrado na Figura 10. Instalou-se uma manta de contenção entre a abertura do flap e a calha, com o mesmo objetivo de diminuir a geração de retalho na linha de transporte.

Figura 10 – Padronização das ações no empacotamento da Mega Longa 2



Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

As ações validadas na Buhler Longa serão replicadas na Mega Longa 2, sendo consideradas melhorias e trocas dos componentes abaixo:

- Colocar haste para balançar a massa;
- Colocar funil maior com uma chapa central para diminuir a altura da queda do produto.

5 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo central a otimização da eficiência da linha de produção de massa longa em uma indústria alimentícia, por meio da aplicação sistemática de ferramentas de gestão da qualidade. O alcance deste objetivo geral foi demonstrada pela efetividade das ações implementadas e pelos resultados quantitativos e qualitativos obtidos, que validam a abordagem metodológica adotada e a relevância do estudo para o contexto industrial.

A abordagem metodológica empregada permitiu o cumprimento de cada um dos objetivos específicos delineados. Inicialmente, o diagnóstico detalhado do processo produtivo foi realizado através do mapeamento minucioso do fluxo de produção da massa longa. Esta etapa, crucial para a compreensão do sistema, possibilitou a identificação precisa dos pontos críticos e das etapas mais suscetíveis à geração de retalhos, fornecendo uma base sólida para as análises subsequentes.

Com o processo compreendido, identificar as causas do retalho foi atingido pela aplicação estruturada de ferramentas da qualidade, como o Brainstorming, a Matriz GUT, o Diagrama de Ishikawa e o Gráfico de Pareto. A utilização dessas ferramentas permitiu uma análise aprofundada, resultando na classificação e priorização das causas raízes que contribuíam significativamente para o problema da geração de retalhos. A profundidade dessa análise foi essencial para direcionar as soluções de forma assertiva.

Para embasar as decisões, com a análise dados de produção, foi cumprido por meio da coleta e análise criteriosa de dados históricos e atuais. Essa análise quantificou a extensão do problema do retalho e revelou padrões e tendências relevantes, fornecendo a evidência empírica necessária para a validação das causas identificadas e para a mensuração do impacto das intervenções propostas.

No que tange ao desenvolvimento e implementação de soluções, foi efetivado com a proposição e execução de ações corretivas e preventivas baseadas nas causas raízes identificadas. A estruturação do processo de melhoria contínua foi pautada no ciclo PDCA (Plan-Do-Check-Act), garantindo uma abordagem sistemática e iterativa. Exemplos notáveis incluem a alteração da Instrução Operacional IO-GQ-02-013 e o treinamento intensivo dos funcionários, que foram fundamentais para a internalização das novas práticas e a sustentabilidade das melhorias.

A avaliação da eficácia das ações implementadas, correspondente ao quinto objetivo, demonstrou o sucesso do projeto. O monitoramento contínuo dos resultados, evidenciado no Quadro 6, comprovou uma redução expressiva do índice de retalho, que reduziu de uma média de 0,52% para 0,45%. Este resultado não apenas valida a eficácia das intervenções, mas também se traduz em um ganho financeiro anual estimado de R\$72.641,06 para a empresa. Adicionalmente, foram observadas melhorias intangíveis significativas, como a redução do retrabalho, a diminuição do esforço físico dos colaboradores, a otimização da organização processual e a facilitação das inspeções, impactando positivamente a eficiência operacional e o ambiente de trabalho.

Por fim, propor um plano de melhoria contínua, foi concretizado pela demonstração da replicabilidade das ações desenvolvidas. A implementação bem-sucedida de uma das soluções na linha Mega Longa 2 e a proposição de planos para expandir essas iniciativas para outras linhas de produção solidificam a visão de um processo de melhoria contínua. Este aspecto é crucial para a perenidade dos ganhos e para a identificação de novas oportunidades de otimização, garantindo que as práticas eficazes sejam documentadas e disseminadas.

Em síntese, a aplicação estruturada do Método de Análise e Solução de Problemas e das ferramentas da qualidade, em conjunto com o engajamento proativo da equipe, revelou-se um fator determinante para a otimização da manutenção e produção. Os resultados obtidos, tanto tangíveis quanto intangíveis, reforçam a importância da melhoria contínua como um pilar estratégico para a competitividade e sustentabilidade no setor industrial de alimentos.

Para trabalhos futuros, com base nos resultados e nas limitações identificadas neste estudo, sugere-se a expansão da aplicação das metodologias utilizadas para outras linhas de produção, visando verificar a replicabilidade e adaptabilidade dos resultados. Adicionalmente, um estudo de custo-benefício mais aprofundado, que considere todos os custos de implementação e os benefícios a longo prazo, poderia fornecer uma visão mais completa do retorno sobre o investimento. Por fim, a proposição e o desenvolvimento de um sistema de gestão da qualidade mais integrado, que utilize plataformas digitais para o acompanhamento de indicadores. Essas sugestões visam não apenas dar continuidade ao trabalho de otimização de processos, mas também contribuir para o avanço do conhecimento na área de gestão da qualidade oferecendo novas perspectivas para interessados no tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, Fábio Ferreira de. **Ciclo PDCA e ferramentas da qualidade na gestão de processos**: metodologia básica para implementação da melhoria contínua. São Paulo: Atlas, 2003.

ATTADIA, Luis Carlos de Lima; MARTINS, Roberto Antonio. **Medição de desempenho como base para evolução da melhoria contínua**. Revista Produção, v. 13, n. 2, p. 33-41, 2013. Disponível em: <https://prod.org.br/article/doi/10.1590/S0103-65132003000200004>. Acesso em: 02 fev. 2025.

AZEVEDO, Israel Belo de. **O prazer da produção científica**: diretrizes para a elaboração de trabalhos acadêmicos. 6. ed. Piracicaba: UNIMEP, 1998.

BADIRU, Adedeji Bodunde; AYENI, Babatunde J. **Practitioner's guide to quality and process improvement**. London: Chapman & Hall, 1993. Disponível em: <https://archive.org/details/practitionersgui0000badi>. Acesso em 05 mar. 2025.

BARROS, Claudius D'Artagnan C. **Excelência em serviços**: uma questão de sobrevivência no mercado. Rio de Janeiro: Quality mark, 2001.

BOHN, Roger E. **Stop fighting fires**. Harvard Business Review, v. 78, n. 4, p. 82-91, jul. /Ago. 2000. Disponível em <https://hbr.org/1999/11/fighting-the-urge-to-fight-fires>. Acesso em: 02 fev. 2025.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Controle da qualidade total**: no estilo japonês. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CAMPOS, Vicente Falconi. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. 6. ed. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 2001.

CERVO, Amado Luiz. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CLARK, Kim B. **Project scope and project performance**: the effect of parts strategy and supplier involvement on product development. *Management Science*, v. 35, n. 10, p. 1247-1263, 2001. Disponível em: <https://sjbae.pbworks.com/f/clark+1989.pdf>. Acesso em 01 mar. 2025.

DAYCHOUW, Merhi. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento**. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.

DEMING, William Edwards. **Qualidade**: a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

FALCONI, Vicente. **Controle da qualidade total**: no estilo japonês. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 1992.

FALCONI, Vicente. TQC - **Controle da qualidade total**: no estilo japonês. Nova Lima: INDG, 2004.

FERNANDES, Waldir Alves. **O movimento da qualidade no Brasil**. São Paulo: Érica, 2011.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2006.

FUNDAÇÃO ESTUDAR. **Diagrama de Ishikawa**: o que é, para que serve e como fazer. Na Prática, [s. l.], 23 maio 2023. Disponível em: <https://napratica.org.br/diagrama-de-ishikawa/>.

GODOY, Leoni Pentiado. **Ferramentas para análise e solução de problemas**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/6555>. Acesso em 10 mar. 2025.

GODOY, Leoni Pentiado; LISBOA, Teresinha Covas. **Técnicas para análise e solução de problemas**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

JURAN, Joseph Moses. **Juranonquality by design**: the new steps for planning quality into goods and services. New York: Free Press, 1992.

LONGO, Carlos Alberto. **Economia do setor público**. São Paulo: Atlas, 1994.

LUCINDA, Marco Antonio. **Qualidade**: fundamentos e práticas para cursos de graduação. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.

MANDARINI, Mário Bittencourt. **Sistemas de gestão da qualidade**. São Paulo: IOB Thomson, 2005.

MARSHALL, Isnard Junior. **Gestão da qualidade e processos**. Rio de Janeiro: FGV, 2008.

MEIRA, Roberta Cristina. **Criatividade e inovação**: ferramentas para o sucesso empresarial. São Paulo: Érica, 2003.

MEIRELES, Manuel. **Ferramentas administrativas para identificar, observar e analisar problemas**: organizações com foco no cliente. São Paulo: Arte & Ciência, 2001.

MELO, Sebastião Nunes; CARAMORI, Sílvia Sande. **Gestão da qualidade**: princípios e ferramentas essenciais. Viçosa: UFV, 2001.

MELO, Sebastião Nunes. **Ferramentas da qualidade**: aplicação na atividade florestal. Viçosa: UFV, 2001.

MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick. **Qualidade**: enfoques e ferramentas. São Paulo: Artliber, 2001.

OHNO, Taiichi. **O sistema Toyota de produção**: além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1988.

OLIVEIRA, R. N. A. **Marca própria**. Rio de Janeiro: Brasport, 2008.

PALADINI, E.D. **Gestão da qualidade**: teoria e prática. 2ª ed. 11. reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

PARRA, Paulo Henrique Assis. **Gestão da qualidade na indústria**: conceitos, ferramentas e casos práticos. São Paulo: Atlas, 2002.

POSSI, Marcus. **Gerenciamento de projetos**: guia do profissional. Rio de Janeiro: Brasport, 2006.

SANTOS, Filipe Vieira Oliveira dos. **Ferramentas da qualidade para prevenções de falhas aplicadas à indústria automotiva**. Campinas: Universidade São Francisco, 2015. Disponível em:
<https://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/2713.pdf>. Acesso em 21 mai. 2025.

SANTOS, Joel José dos. **Análise de custos**: remodelado com ênfase para sistema de custeio marginal, relatórios e estudos de casos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SANTOS JÚNIOR, José Jorge Silva. **Análise do processo de secagem industrial de espaguete em secadora de fluxo contínuo e a influência da matéria-prima sobre a qualidade do produto final**. 2014. Disponível em:
<https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/18561/4/DEFESA%20FINAL%20PARA%20ENCADERNACAO%2020.07.2014.pdf>

SILVA, João Martins da. **O ambiente da qualidade na prática**: 5S. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 2001.

SLACK, Nigel. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 1996.

SOUZA, Roberto de. **Metodologia para desenvolvimento e implantação de sistemas de gestão da qualidade em empresas construtoras de pequeno e médio porte**. 1997. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13032025-143813/pt-br.php>. Acesso em: 26 jun. 2025.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014