



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA
GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA QUÍMICA

EDILTON DE ALBUQUERQUE CARVALHO JUNIOR

APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA REDUÇÃO DE DEFEITOS DE
QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE
PAPELÃO ONDULADO

João Pessoa

2023

EDILTON DE ALBUQUERQUE CARVALHO JUNIOR

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA REDUÇÃO DE DEFEITOS DE
QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PAPELÃO
ONDULADO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Coordenação do Curso de
Engenharia Química do Centro de
Tecnologia da Universidade Federal da
Paraíba como requisito complementar
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Química, sob orientação do
professor Dr. Genaro Cleruzi.

João Pessoa

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catálogo e Classificação

J95a Carvalho Junior, Edilton de Albuquerque.
APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA REDUÇÃO DE DEFEITOS DE
QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PAPELÃO
ONDULADO / Edilton de Albuquerque Carvalho Junior. -
João Pessoa, 2023.
49 f. : il.

Genaro Zenaide Clericuzi.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Melhoria Contínua. 2. Papelão Ondulado. 3. PDCA.
4. Ferramentas da Qualidade. I. Clericuzi, Genaro
Zenaide. II. Título.

UFPB/CT CDU 66.01(043.2)

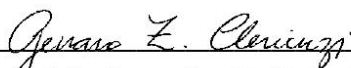
EDILTON DE ALBUQUERQUE CARVALHO JUNIOR

**APLICAÇÃO DO CICLO PDCA PARA REDUÇÃO DE DEFEITOS DE
QUALIDADE: ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA DE PAPELÃO
ONDULADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Coordenação do Curso de Engenharia Química
da Universidade Federal da Paraíba como
requisito complementar para obtenção do título
de Graduação em Engenharia Química, sob
orientação do professor Dr. Genaro Cleruzzi.

Aprovada em 27 de Outubro de 2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Genaro Zenaide Clericuzi

Orientador



Prof.^a. Dra. Karla Silva Menezes Gadelha de Sousa

Avaliador



Me. Rafael Batista de Aquino

Avaliador

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me permitiu viver esse sonho e tem me abençoado até aqui.

Aos meus pais, Edilton e Waldemira, que me deram a vida e o exemplo de como viver corretamente, por todo amor, zelo e compreensão, por sempre me apoiarem e dedicarem todos os esforços possíveis para que pudesse realizar meus sonhos, por representarem incentivo e força em qualquer situação da minha vida. Minha eterna gratidão.

A minha irmã, Maria Clara, pela cumplicidade e convivência. Sei que poderei contar com você por toda a vida.

A minha namorada, Biatriz, por todo seu amor e apoio na hora de me acalmar e todo suporte durante os momentos de necessidade.

Aos meus amigos que fiz durante essa jornada, que comigo compartilharam os prazeres e apereios dessa etapa da vida, vocês foram essenciais para minha caminhada dentro da graduação.

Aos docentes, por todo aprendizado e experiência compartilhadas ao longo desses anos, e em especial ao professor Genaro Zenaide por todo suporte e ter me acompanhado na realização deste trabalho.

Aos meus colegas de trabalho e estágio, por toda a experiência e vivência compartilhadas, aprendizado esse de grande importância na minha composição enquanto profissional.

A todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que esse momento acontecesse. Meus sinceros agradecimentos pelo afeto, ajuda apoio e compreensão.

“O homem que move montanhas, começa carregando pequenas pedras. ”

Provérbio Chinês

RESUMO

Atualmente, fornecer produtos de qualidade deixou de ser uma vantagem competitiva para as empresas. Atender às necessidades e desejos dos clientes se tornou um elemento-chave para as organizações no mercado. A qualidade de um produto não é mais um valor agregado, mas sim uma exigência essencial. Nesse contexto, percebemos a crescente demanda dos clientes, que estão se aproximando cada vez mais de uma mentalidade de "zero defeitos".

Diante disso, o estudo em questão foi iniciado com o foco na redução no índice de produtos não conformes, evidenciado pelo aumento do indicador de refugo global da fábrica, por meio do ciclo PDCA com base na metodologia de melhoria contínua.

O intuito desse trabalho é apresentar, de forma intuitiva e detalhada, um exemplo prático de execução do ciclo PDCA (Plan, Do, Check and Act) em conjunto com as ferramentas de gestão da qualidade, como: Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, 5 Porquês e 5W1H, com o objetivo de reduzir a variabilidade e a melhoria do processo produtivo. Após execução do projeto, os resultados demonstram uma identificação mais precisa da causa raiz do problema, além de fornecer diretrizes para monitorar a implantação das ações, demonstrando a eficácia do PDCA. Com esses valores, houve uma melhora considerável na quantidade de produtos refugados mensalmente, contribuindo assim para a satisfação do cliente.

Palavras chaves: Melhoria Contínua; Papelão Ondulado; PDCA; Ferramentas da Qualidade.

ABSTRACT

Currently, providing quality products has ceased to be a competitive advantage for companies. Meeting the needs and desires of customers has become a key element for organizations in the market. The quality of a product is no longer an added value but rather an essential requirement. In this context, we observe the growing demand from customers, who are increasingly adopting a "zero defects" mentality.

In light of this, the study in question was initiated with a focus on reducing the rate of non-conforming products, evidenced by the increase in the overall factory rejection indicator, through the PDCA cycle based on the continuous improvement methodology.

The purpose of this work is to present, in an intuitive and detailed manner, a practical example of executing the PDCA cycle (Plan, Do, Check, and Act) in conjunction with quality management tools such as Pareto Chart, Ishikawa Diagram, 5 Whys, and 5W1H, with the aim of reducing variability and improving the production process. After the project's execution, the results demonstrate a more precise identification of the root cause of the problem, providing guidelines to monitor the implementation of actions, thus demonstrating the effectiveness of PDCA. With these values, there has been a significant improvement in the quantity of rejected products monthly, thereby contributing to customer satisfaction.

Keywords: Continuous Improvement; Corrugated Cardboard; PDCA; Quality Tool

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo PDCA	19
Figura 2: Diagrama de Ishikawa	26
Figura 3: 5 Porquês	29
Figura 4: Etiqueta de Refugo	32
Figura 5: Fluxograma do Processo de Produção do Papelão Ondulado	37
Figura 6: Fluxograma da Onduladeira 1	38
Figura 7: Diagrama de Ishikawa para a Chapas Abauladas	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Refugo Global da Fábrica de Janeiro a Outubro de 2021	32
Gráfico 2: Pareto dos Defeitos de Janeiro a Outubro de 2021	33
Gráfico 3: Chapas Abauladas em kg de Janeiro a Outubro de 2021	34
Gráfico 4: Chapas Abauladas em kg de Janeiro a Outubro de 2021 por processo	35
Gráfico 5: Chapas Abauladas em kg de Janeiro a Outubro de 2021 na Onduladeira 1	36
Gráfico 6: Refugo Global da Fábrica de Janeiro de 2021 a Março de 2022	42
Gráfico 7: Chapas Abauladas em kg de Janeiro de 2021 a Março de 2022	43
Gráfico 8: Peso Médio em kg Mensal Antes do Projeto x Depois do Projeto	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: 5 Porquês	40
Tabela 2: Plano de ação 5W2H	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVO	15
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO	15
3. REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1 PDCA E SUAS ETAPAS	16
3.1.1 PLAN (PLANEJAR)	18
3.1.2 DO (FAZER)	20
3.1.3 CHECK (CHECAR)	21
3.1.4 ACT (AGIR)	22
3.2 FERRAMENTAS DE GESTÃO DA QUALIDADE	23
3.2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA	24
3.2.2 DIAGRAMA DE PARETO	25
3.2.3 5W2H	25
3.2.4 5 PORQUÊS	27
3.2.5 BRAINSTORMING	27
3.2.6 FOLHA DE VERIFICAÇÃO	28
4. METODOLOGIA	29
4.1 ESTUDO DE CASO	29
4.2 ETAPAS DO ESTUDO	29
4.3 PLAN (PLANEJAR)	30
4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	30
4.3.2 ANÁLISE DO FENÔMENO	34
4.3.3 ANÁLISE DO PROCESSO	35
4.4 DO (FAZER)	40
4.5 CHECK (CHECAR)	41
4.6 ACT (AGIR)	43
5. CONCLUSÃO	45
6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	47

1. INTRODUÇÃO

No cenário globalizado atual, a gestão se tornou um dos principais fatores competitivos, levando as empresas a adotarem práticas gerenciais para manterem e expandirem sua presença no mercado. Diante das constantes mudanças, as organizações buscam ferramentas e estratégias que assegurem êxito em seu desempenho e garantam espaço, incorporando conhecimentos e técnicas aos processos produtivos para um melhoramento contínuo e maior eficácia.

De acordo com Imai (2014), a implementação da melhoria contínua proporciona às organizações alcançar suas metas e obter a melhor solução para seus problemas por meio do aprimoramento do desempenho, resultando no aumento da produtividade e na redução dos custos. Para isso, Duppre (2015) relata que a combinação do ciclo PDCA com as ferramentas da qualidade pode resultar em uma diminuição dos custos na empresa, contribuindo para a otimização de seus processos. Esta abordagem é considerada uma das mais eficazes formas de aplicar melhorias, pois permite que as organizações visualizem suas ações e seu impacto nos resultados, sendo base para apoiar a tomada de decisão.

A melhoria contínua visa aumentar o desempenho por meio de uma abordagem estruturada, abrangendo todas as áreas da organização, incluindo fatores humanos como motivação e habilidades dos colaboradores. Essa abordagem implica na implementação contínua de pequenas ações, sem a necessidade de grandes investimentos, conforme destacado por Furukita (2017).

Segundo Corrêa (2012), o PDCA representa as etapas do ciclo, que são: Plan (Planejar), Do (Fazer), Check (Checar) e Act (Agir), sendo essencial uma boa execução de cada etapa para garantir o sucesso da implementação. Por meio dessa metodologia, se pode identificar as possíveis causas para a ocorrência das anomalias no processo, o que contribui na proposição de ações efetivas as quais atuam diretamente na causa raiz do problema e, não somente, gerando ações que atuem nas adversidades.

O uso do Ciclo PDCA, juntamente com a aplicação das ferramentas da qualidade, está implantado no cotidiano do ramo industrial, devido a necessidade de resolução dos defeitos

e a promoção da melhoria continua nos processos, o que garante a diminuição de falhas nos ciclos operacionais, levando as atividades a atingirem patamares de excelência. Com base nessas ferramentas, é possível solucionar problemas operacionais, que geram defeitos de qualidade e contribuem para insatisfação dos clientes.

A indústria objeto desse estudo, faz parte do ramo de papel e celulose, especificamente o segmento de embalagens de papelão ondulado. A empresa em questão apresentava problemas que interferiam na qualidade do produto final, evidenciado por meio do aumento no índice de produtos não conforme, não atingindo a meta proposta, e com isso gerando prejuízo financeiro e a insatisfação dos clientes. Com o intuito de trabalhar a melhoria desse indicador, escolheu-se para análise dentro do processo o de conversão de chapas em embalagens.

Dessa forma, este trabalho busca aprofundar o estudo da metodologia, descrevendo um estudo de caso na indústria em questão e a contribuição para uma evolução dos atuais modelos de gerenciamento das empresas dos mais variados setores de produção. Assim, objetivando a otimização da eficiência produtiva e a melhoria do produto final, demonstrando a aplicabilidade e a eficácia da utilização do ciclo de melhoria PDCA de forma detalhada.

2. OBJETIVO

O objetivo desse trabalho é descrever a aplicação da metodologia PDCA como uma orientação em uma situação real na busca de melhoria para o problema do índice de produtos defeituosos em uma indústria de embalagem de papelão ondulado.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Compilar e analisar dados do sistema e planilhas de controle manuais, buscando as possíveis causas que vem causando os defeitos de qualidade;
- Utilizar as ferramentas de gestão da qualidade para sistematização do processo de investigação e identificação das causas raízes;
- Aplicar ferramenta para implementação e acompanhamento de ações, com o intuito de mitigar e/ou eliminar as causas levantadas;
- Reduzir a quantidade de produtos refugados em até 15% nos próximos seis meses de início da implantação das melhorias;
- Implementar a melhoria continua na rotina da empresa estudada;
- Aumentar a produtividade, lucratividade, produtos conformes e satisfação do cliente.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 PDCA E SUAS ETAPAS

O ciclo PDCA, sigla que representa as etapas de Plan (Planejamento), Do (Execução), Check (Verificação) e Act (Ação), constitui um dos principais métodos de gestão da qualidade, sendo empregado na busca pela melhoria contínua dos processos. Essa abordagem visa facilitar a identificação, avaliação e resolução de questões organizacionais, sendo aplicável a uma ampla gama de processos e sendo reconhecida por sua eficácia na solução de problemas. (FORNARI, 2010).

O Ciclo PDCA, tem suas origens no trabalho pioneiro de Walter Shewhart, um estatístico norte-americano, que introduziu o conceito de controle estatístico de processos nas décadas de 1920 e 1930. A aplicação prática do PDCA, no entanto, ganhou destaque durante a reconstrução do Japão pós-Segunda Guerra Mundial. Quando, W. Edwards Deming, também um estatístico norte-americano e discípulo de Shewhart, foi fundamental na popularização do PDCA no contexto japonês. (DEMING, 1986). A contribuição significativa de Deming para a qualidade e eficiência na indústria japonesa é evidente em suas aulas e consultorias no início da década de 1950. Essa metodologia evoluiu ao longo do tempo, adaptando-se às necessidades das organizações modernas, e continua a ser uma ferramenta fundamental para a melhoria contínua e a gestão eficaz de processos em diversos setores.

Segundo Falconi (2014), essa metodologia é amplamente utilizada para guiar as organizações na busca de encontrar a melhor solução para os problemas, desenvolvimento de processos e gerenciamento dos projetos, o que torna viável o alcance das metas propostas pela empresa.

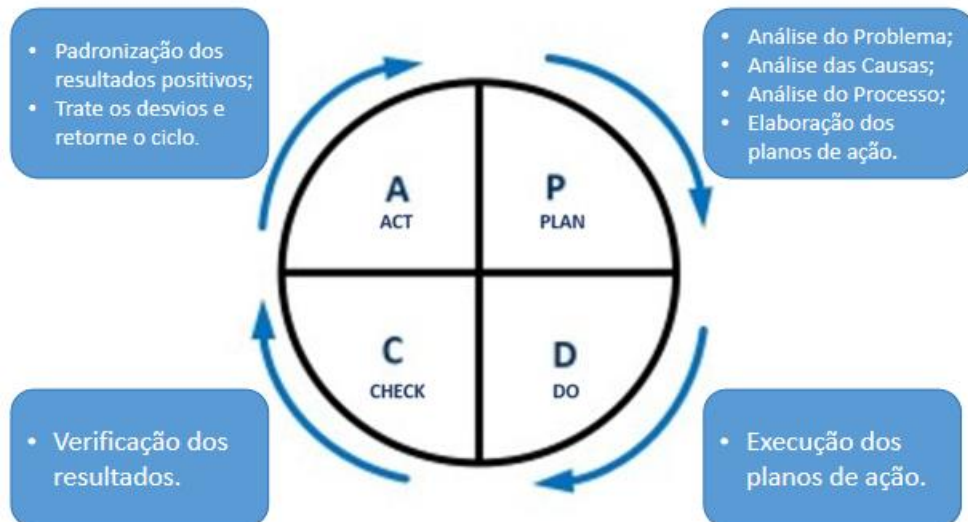
Em paralelo a isso, Campos (2004) relata que o alinhamento dos colaboradores com o método e a utilização de outras ferramentas de qualidade são cruciais para o sucesso do processo organizacional, proporcionando benefícios substanciais às empresas.

Este método direciona as ações de forma sistêmica envolvendo o planejamento, execução, monitoramento e ajuste contínuo de ações, resultando em melhorias notáveis na eficiência, eficácia e satisfação do cliente, promovendo uma cultura de melhoria contínua em toda a organização. (MARTINS, 1987). Assim, o ciclo PDCA é composto pelas seguintes etapas:

- Plan (Planejamento): Consiste na identificação o problema, investigando sua causa raíz e propondo ações para eliminá-las;
- Do (Execução): Execução das ações planejadas e coleta dos seus resultados;
- Check (Verificação): Comparação dos dados coletados após realização das ações com os previstos no planejamento;
- Act (Atuação): a partir do resultado da fase anterior, existem duas possíveis atuações, em caso de atingimento da meta é realizado a padronização dos procedimentos e ações. Caso contrário, as áreas problemáticas são revisitadas com o intuito de melhorá-las. O plano de ação é revisado para futuros trabalhos, priorizando a correção das causas e assim reiniciando o ciclo. (Falconi, 2013).

Através da Figura 1, percebe-se que a metodologia PDCA se dá de forma cíclica, em que a última etapa se integra à primeira, repetindo-se sequencialmente até alcançar o resultado desejado mediante a execução do ciclo. Conforme Napoleão (2018), esse resultado pode ser a realização de um objetivo ou meta, a resolução de um problema, ou até mesmo a implementação de aprimoramentos contínuos em um processo.

Figura 1 - Ciclo PDCA.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2023.

Esses passos são realizados de forma constante e repetitiva, tomando-se medidas para eliminar ou reduzir o problema original, tornando assim a gestão mais eficaz e eficiente em termos de resultados (SILVA et al., 2018).

3.1.2 PLAN (PLANEJAR)

A primeira etapa do ciclo PDCA se dá pelo Plan (Planejamento), que se caracteriza como uma etapa primordial para aplicação metodológica, onde será desencadeado todo o processo referente ao ciclo, ou seja, a eficácia futura do ciclo estará baseada em um planejamento bem elaborado e minucioso, o qual proverá dados e informações a todas as etapas restantes do método. No Planejamento será identificado o problema a ser tratado, bem como a atribuição da sua importância e investigadas suas características e origens.

O processo de planejamento marca o início do ciclo e visa identificar um problema que precisa ser resolvido ou eliminado. Tendo como finalidade o aprimoramento do processo, são exploradas questões como: definir metas específicas a serem alcançadas, analisar as causas do problema em questão, identificar os dados a serem coletados ao longo do processo,

e, por fim estabelecer prazos e alocar recursos para a implementação do plano de ação. Em suma, a elaboração cuidadosa de um planejamento é crucial, pois, precisa ser realizado com precisão e detalhamento, o que influenciará diretamente na eficácia do ciclo. (PAGANI et al. 2009; SILVA et al. 2017).

Um planejamento eficaz requer uma análise detalhada do processo atual, baseada em dados confiáveis, obtidas por meio de coleta de informações relevantes sobre o processo. Nessa etapa, é essencial definir métodos, custos, alocação eficiente de recursos e prazos realistas. (LEONEL, 2008)

De acordo com Campos (2004), essa etapa pode ser dividida em cinco momentos, que são:

- Identificação do Problema: efetuado sempre que a empresa se depara com um resultado indesejado originado do processo, ou seja, com um conjunto de causas. Para auxiliar nessa avaliação a folha de verificação e o gráfico de pareto são ferramentas estatísticas que podem ser úteis.
- Estabelecer Meta: o problema será oriundo do não atingimento da meta ou defeitos recorrentes durante o processo, o que representa a diferença entre o resultado atual e um valor desejado chamado meta. Toda meta deve sempre englobar três componentes essenciais: objetivo gerencial, prazo e valor.
- Análise do Fenômeno: análise minuciosa do problema em questão e de suas origens, realizada por meio da constatação de fatos e dados coletados.
- Análise do Processo: nessa fase do planejamento é imprescindível a utilização das ferramentas da qualidade, para um estudo preciso e clareza na identificação das causas que originaram o problema.
- Plano de Ação: é o resultado de todo o processo da fase de Planejamento, no qual estão detalhadas todas as ações propostas a serem executadas para alcançar a meta estabelecida inicialmente.

Na última parte dessa etapa, durante o planejamento das ações, deve-se ter o comprometimento de toda a equipe envolvida no projeto, afim de que as ações sejam realizadas de uma maneira clara e detalhada, pois sua implementação demandará recursos financeiros, pessoal e, em alguns casos, tempo para efetuar as alterações propostas, ainda segundo Campos (2004), é essencial assegurar que as medidas a serem adotadas abordem as causas fundamentais e não apenas os efeitos correspondentes. Por essa razão, é necessário que o planejamento se desenvolva cuidadosamente para que as mudanças propostas não resultem em novos problemas para serem solucionados. (FURUKITA, 2017)

3.1.2 DO (FAZER)

Após a estruturação do plano de ação na fase Plan, inicia-se a etapa Do, para a execução das ações planejadas. Nessa etapa, os objetivos levantados na fase anterior devem ser implementados, seguindo a filosofia de trabalho da organização.

Nessa etapa é fundamental a existência de um plano de ação bem estruturado, conforme detalhado na fase de planejamento. A etapa Do possibilita a execução do plano de forma gradual e organizada, visando aumentar a eficácia das medidas. Enquanto o planejamento busca a eficácia das ações levantadas, a execução se concentra na eficiência do processo produtivo, resultando em na eficácia real.

Inicialmente, o plano de ação deve ser apresentado para toda a equipe e responsáveis das ações, de forma clara por meio de reuniões periódicas, apresentando as ações, como elas têm que ser executadas, o que se espera delas, os prazos e o orçamento previsto. É recomendável avaliar quais ações demandam a participação de todos e que necessitam ser concluídas antes das demais, sendo de suma importância priorizar tais ações. Ao concluir esse momento, é crucial garantir a compreensão das ações pelos envolvidos e obter concordância da maioria em relação às medidas propostas (Campos, 2004). Isso assegura uma divulgação eficaz do plano de ação, abrangendo todos os setores da empresa e preparando-o para a execução.

Após a disseminação do plano de ação, a próxima etapa dessa fase consiste na execução das atividades propostas. Uma vez amplamente divulgado e compreendido por todos os envolvidos, o plano de ação será colocado em prática. Para tanto, durante a execução do

plano de ação, deve-se efetuar verificações periódicas no local em que as ações estão sendo efetuadas, a fim de manter o controle mais eficiente das ações e eliminar possíveis dúvidas que possam ocorrer ao longo da execução. (CAMPOS, 2004)

De acordo com Campos (2004), um item de controle é essencialmente um elemento de gerenciamento, que influencia diretamente no resultado do processo. Por meio da medição contínua desses itens, seja incorporada à gestão rotineira ou gerados ao estabelecer novas metas, proporciona um controle mais preciso das ações delineadas no plano. Esses itens de controle geram elementos de verificação no processo, que podem ser definidos como indicadores do desempenho dos componentes do processo, atuando sobre as causas do mesmo. Todas as ações e os resultados bons ou ruins devem ser registrados com a data em que foram executadas, para alimentar a etapa seguinte do ciclo, que é a de verificação.

Assim, Campos (2004), define que os componentes desse processo como sendo:

- Equipamentos;
- Insumos;
- Estocagem;
- Aferição dos equipamentos;
- Cumprimentos dos procedimentos operacionais.

Desse modo, deve-se monitorar constantemente os itens de verificação a fim de se garantir o domínio sobre os itens de controle. Portanto, “existe um relacionamento causa-efeito entre os itens de controle (efeitos) e os itens de verificação (causas)” (CAMPOS, 1996).

3.1.3 CHECK (CHECAR)

A terceira etapa do ciclo PDCA é onde ocorre a verificação da eficácia da implementação das ações no processo e do alcance das metas estabelecidas na etapa inicial. Essa análise irá se basear nas ações procedentes da etapa anterior, sendo estas comparados com os dados de referência do processo levantados durante a análise do fenômeno, na fase de planejamento, exprimindo quais ações obtiveram os melhores resultados, e quais não alcançaram a eficácia desejada, medidos pelos indicadores em questão. (PAGANI, 2009).

Para analisar as ações realizadas anteriormente são levantadas questões críticas, na qual incluem: avaliar a eficácia das ações em relação aos objetivos iniciais, o grau de desvio das ações planejadas e se foram aceitáveis e eficazes para atingir os objetivos. Além disso, é importante questionar se os problemas identificados podem ser superados e se as ações implementadas foram suficientemente eficazes para estabelecer um padrão. (CAMPOS, 2004)

Melo (2001), sugere uma abordagem organizada para analisar essas questões, subdividindo em três fases: comparação dos resultados, listagem dos efeitos e verificação da continuidade do problema. Essa sistematização busca confirmar a efetividade da ação.

Sendo crucial assegurar a uniformidade na mensuração de dados em ambas etapas. Além disso, é relevante a verificação da implementação integral de todas as ações e a avaliação dos impactos em termos financeiros. Caso os resultados alcançados estiverem em alinhamento com o esperado, o plano de ação pode ser considerado eficaz na solução do problema. Entretanto, se ocorrer o oposto e os resultados não atenderem às expectativas ou se demonstrarem insatisfatórios, é necessário retornar à fase de planejamento e proceder com a revisão do processo. (CAMPOS, 2004)

É fundamental identificar as causas que impediram o alcance dos objetivos, ajustar o plano de ação inicial com base nesse entendimento e abordar os novos problemas identificados. Se a checagem indicar que as metas foram alcançadas, avança-se para a próxima fase do ciclo. (LEONEL, 2008)

3.1.4 ACT (AGIR)

Com os resultados das etapas anteriores em mãos, caso sejam avaliados como positivos, de acordo com a metodologia, o próximo passo é a padronização das fases do processo.

Essa etapa é composta por duas fases. Inicialmente foi realizada a padronização do processo produtivo, que busca mitigar a recorrência do problema, garantindo a comunicação dos procedimentos a todos os colaboradores. A etapa seguinte é a conclusão, que implica

refletir sobre a implementação do ciclo PDCA em todo o sistema. Incluindo compartilhar todos os resultados alcançados e identificar potenciais obstáculos a serem eliminados para tornar futuras soluções mais eficazes, contribuindo assim para o processo de melhoria continua. (FALCONI, 1992).

A equipe precisa estar ciente de como identificar novos problemas e saber onde buscar informações em caso de dúvidas. Isso garante que o cumprimento do novo padrão e os resultados das ações sejam eficientes, resultando na eliminação definitiva do problema.(CAMPOS, 2004).

3.2 FERRAMENTAS DE GESTÃO QUALIDADE

Segundo Juran (1989), as ferramentas da qualidade são instrumentos indispensáveis para a busca da excelência organizacional, proporcionando às empresas os meios necessários para medir, controlar e aprimorar continuamente seus processos e produtos, a fim de atender às expectativas dos clientes e alcançar vantagem competitiva no mercado.

Deming (1982) enfatizava que o uso das ferramentas da qualidade não se limitava apenas à identificação e correção de defeitos, mas também à compreensão profunda dos processos, à redução da variabilidade e à busca constante pela excelência. Ele acreditava que as ferramentas estatísticas, eram essenciais para alcançar um desempenho consistente e de alto nível em qualquer organização. Em suma, as ferramentas são definidas como um método para melhorar a gestão e os processos, promovendo uma cultura de melhoria contínua, de tal forma, a escolha da ferramenta adequada deve ser feita com cautela, de acordo com a realidade do seu problema.

A aplicação das ferramentas utilizadas no estudo foi de suma importância para a empresa, conhecimento dos colaboradores e o avanço do ciclo PDCA. Elas desempenharam um papel crucial na melhoria das etapas envolvidas no processo de produção das embalagens de papelão ondulado. Ao identificar as falhas e anomalias que afetam o funcionamento ideal dos processos, foi possível planejar estratégias direcionadas para a busca contínua da excelência em qualidade. A seguir, apresentaremos uma explanação detalhada de todas as ferramentas de da qualidade que foram abordadas neste estudo de caso.

3.2.1 DIAGRAMA DE ISHIKAWA

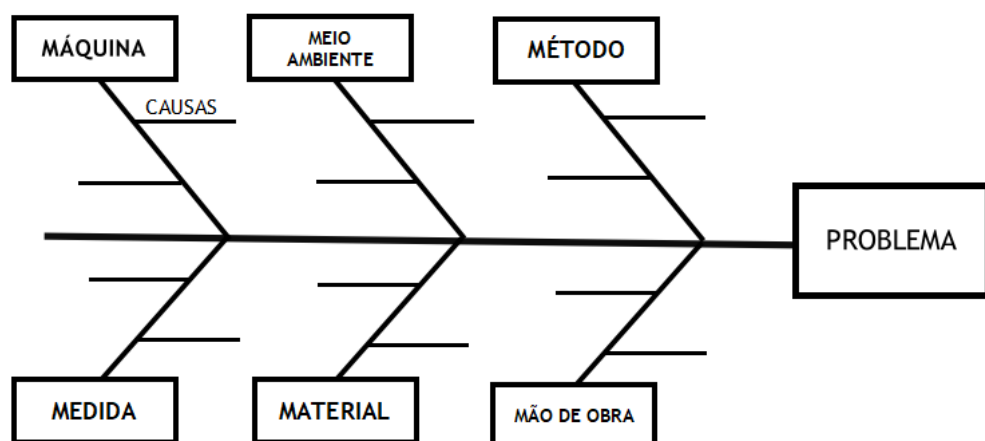
O Diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama de Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito, é uma ferramenta de qualidade amplamente utilizada para a identificação e análise das possíveis origens de um problema. Essa técnica foi desenvolvida pelo professor Kaoru Ishikawa, em 1943. (ISHIKAWA, 1990)

O diagrama consiste em um gráfico que se assemelha à espinha de um peixe, composto por uma linha central com ramificações. Tendo o efeito na extremidade direita da linha central, enquanto as causas são expressas nas ramificações, como “espinhas” laterais. (CAMPOS, 2004).

Essa ferramenta tem como objetivo relacionar as possíveis origens de um problema, levantadas durante o *Brainstorming*, com um determinado efeito, e agrupar de acordo com os 6Ms, que se dividem em: Mão de obra, Método, Material, Máquinas, Meio Ambiente e Métodos. (SILINGOVSKI, 2001)

A seguir, por meio da Figura 2, tem-se a representação do Diagrama de Ishikawa:

Figura 2 – Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

3.2.2 DIAGRAMA DE PARETO

O Diagrama de Pareto, também conhecido como Curva ABC, é uma ferramenta de análise e priorização que ajuda a identificar e focar nos principais elementos que contribuem para um problema, fenômeno ou conjunto de dados. O Diagrama de Pareto é assim chamado em homenagem a Vilfredo Pareto, um economista italiano que apresentou uma fórmula que mostrava a desigualdade na distribuição de salários. (MONTGOMERY, 2008)

Na área de Gestão da Qualidade, J.M. Juran introduziu um método que permite priorizar os problemas relacionados à qualidade, identificando as poucas causas vitais dentre as muitas triviais, nomeado por ele como Análise de Pareto. Foi possível evidenciar que, na maioria dos casos, a grande parte de defeitos, falhas, reclamações e seus custos estão relacionados a um número limitado de causas. Portanto, ao identificar e tratar essas causas principais, torna-se viável a eliminação de praticamente todas as perdas associadas a problemas de qualidade. (JURAN, 1993).

A análise de Pareto é um método utilizado na solução de problemas como forma de priorizá-los, sendo baseado no princípio 80/20, onde 80% dos problemas resultam em 20% das prováveis causas. (SCHERKENBACH, 1990). O Gráfico de Pareto é representado por barras verticais dispostas de forma decrescente, que representam as causas quantificadas, juntamente com uma curva que mostra as porcentagens acumuladas de cada uma delas. (WERKEMA, 2006).

Assim, é possível afirmar que a Análise de Pareto é empregada de forma precisa e direta para identificar de maneira eficaz os problemas de maior relevância e, quando necessário, facilitar sua subdivisão por meio da estratificação, transformando-os em questões menores que se tornam mais acessíveis de resolver. (CAMPOS, 2004).

3.2.3 5W2H

O 5W2H é uma ferramenta estruturada por questionamentos que visa identificar as ações e as atribuições dos responsáveis pela sua execução. Através de perguntas estruturadas, esse método proporciona uma orientação clara para a implementação das diversas ações necessárias. (PONTES, 2005).

Segundo Toledo (2017), esta metodologia representa uma abordagem que, embora simples, demonstra ser altamente eficaz no auxílio à obtenção de informações abrangentes e bem estruturadas relacionadas a um problema ou evento específico. Isso, por sua vez, possibilita uma compreensão mais abrangente e minuciosa da situação em análise.

De acordo com Behr (2008), o 5W2H tem como finalidade auxiliar, segmentar e organizar o planejamento de ações de um projeto ou atividade de produção, além de sanar dúvidas sobre o problema e suporte na tomada de decisões. A utilização dessa ferramenta simplifica a compreensão dos eventos e maximiza a extração de informações, uma vez que auxilia na obtenção de respostas que simplificam desafios e contribuem para a organização e sistematização de ideias.

O 5W2H consiste em responder a sete perguntas fundamentais em relação a um problema ou evento, com o intuito de coletar informações detalhadas para análise e orientar quanto a implementação das soluções, as quais são:

O que? (What?): Refere-se ao objetivo principal da ação, ou seja, o que será feito, de forma detalhada e individualizada.

Quem? (Who?): Identifica as pessoas e as funções responsáveis pela execução das tarefas e pela execução da ação ou projeto.

Quando? (When?): Define o cronograma, ou seja, quando a ação ou projeto será realizado, incluindo datas e prazos.

Onde? (Where?): Esclarece o local onde a ação ocorrerá.

Porque? (Why?): Indica a justificativa ou motivo que explica por que a ação ou projeto está sendo realizado.

Como? (How?): Detalha os métodos, processos e recursos necessários para executar a ação ou projeto.

Quanto? (How much?): Indica os recursos financeiros e orçamentários necessários para a execução da ação ou projeto

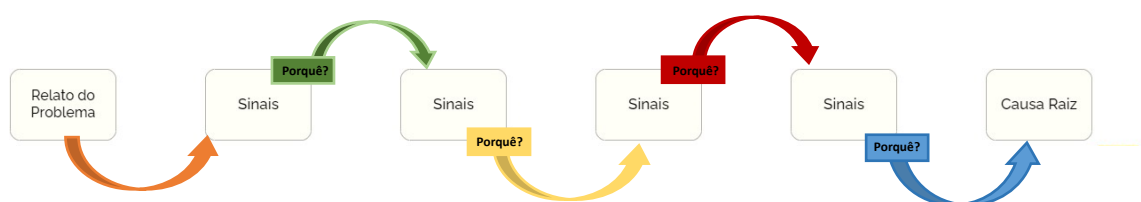
Com base nas considerações acima, é possível verificar a ferramenta 5W2H como um plano de ação direcionado para um problema específico, representando um mapeamento das atividades necessárias para a resolução desse problema.

3.2.4 5 PORQUÊS

O uso dos “5 Porquês” tem como propósito aprofundar a investigação além dos sintomas evidentes de um problema, visando identificar as causas raízes que deram origem a ele. Sua aplicação consiste que ao perguntar cinco vezes o encadeamento dos eventos, será possível encontrar a causa origem e não as fontes do problema. Uma vez que a causa raiz é determinada, são desenvolvidas ações para prevenir a recorrência do problema, buscando, assim, melhorias nas atividades. (CAMPOS, 2004)

A Figura 3, demonstra um modelo de aplicação ferramenta “5 Porquês”:

Figura 3 – 5 Porquês.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

3.2.5 BRAINSTORMING

De acordo com, Campos (2004), *Brainstorming* é um termo de origem inglesa utilizado para representar uma “tempestade de ideias”, sendo originado em 1938 por Alex Osborn, para instigar a criatividade de seus funcionários. Essa ferramenta tem como objetivo gerar o

máximo de ideias possíveis, relacionadas as causas ou soluções do problema, em um curto espaço de tempo.

Para sua aplicação é fundamental a presença de uma equipe multidisciplinar, para que possam contribuir durante o levantamento das possíveis causas, podendo ser oriundas das mais diversas fases do processo, ou propor soluções inovadoras para os problemas. Além disso, o *Brainstorming* enfatiza que quanto mais ideias forem geradas, maiores serão as probabilidades de identificar uma solução adequada para o problema. (MEIRELES, 2001)

3.2.6 FOLHA DE VERIFICAÇÃO

A folha de verificação, também conhecida como checklist, é uma ferramenta de coleta de dados que desempenha um papel fundamental, facilitando a organização e registro dos defeitos de forma sistemática. Sua aplicação é amplamente reconhecida em contextos que variam desde a gestão da qualidade até o gerenciamento de projetos. Referências teóricas importantes endossam o uso da folha de verificação, com Deming (1986) enfatizando sua relevância no Controle Estatístico de Processos (CEP) como meio para garantir a qualidade dos processos. A metodologia Lean Six Sigma, promovida por George (2002), incorpora a folha de verificação como uma ferramenta essencial para eliminar defeitos e reduzir desperdícios.

A versatilidade da folha de verificação a torna uma ferramenta de referência para profissionais que buscam coletar e analisar dados de maneira estruturada em uma variedade de contextos. Ela desempenha um papel crucial na transformação de informações em conhecimento, fornecendo uma base sólida para a tomada de decisões informadas e aprimoramento contínuo em processos e projetos em diversos setores.

4. METODOLOGIA

4.1 ESTUDO DE CASO

Conforme delineado por Martins (1987), o estudo de caso envolve uma análise aprofundada centrada em um tema específico, com o propósito de compreender integralmente o contexto que exerce influência direta sobre esse tema. A seleção dessa abordagem teve como intuito demonstrar a aplicação das ferramentas de qualidade na resolução de problemas. Para a apresentação dos resultados, optou-se por utilizar um fator multiplicativo, alinhando-se às diretrizes internas da empresa objeto de estudo.

4.2 ETAPAS DO ESTUDO

Este trabalho trata-se de um estudo de caso da aplicação de um ciclo PDCA com o auxílio das ferramentas da qualidade em uma indústria de papelão ondulado, com o objetivo de reduzir o índice de produtos defeituosos, e consequentemente as perdas do processo. Para isso, tomou-se como direcionador o histórico do indicador de refugo global da fábrica no ano de 2021.

O estudo de caso foi desenvolvido em conjunto com um time de melhoria, que era composto por uma equipe multidisciplinar, contando com colaboradores das mais diversas áreas, como: qualidade, manutenção, produção e os próprios operadores. Os encontros quinzenais desse time tiveram como propósito compreender deficiências no processo e buscar aprimoramentos ao longo de todo o ciclo.

A indústria fictícia, localizada no interior de Pernambuco, tem como atividade a produção de embalagens de papelão ondulado, onde são direcionadas tanto para o mercado nacional quanto para a exportação, atendendo uma ampla gama de clientes de diversos setores, como alimentício, farmacêutico e agricultura. A planta conta com duas onduladeiras e sete impressoras, sendo três corte e vinco e quatro flexográficas, possuem cerca de 450 funcionários, sendo estes desde operadores a diretores.

O desafio que impulsionou a escolha do tema deste estudo está localizado no âmbito de processos, especificamente na área das onduladeiras. A problemática reside no processo de

ondulação do papel, o que vem gerando produtos não conformes. Diante disso, é desenvolvido um modelo que visa facilitar a identificação das causas raízes dos problemas, a formulação de planos de ação sólidos e o acompanhamento das medidas de aprimoramento.

4.3 PLAN (PLANEJAR)

O primeiro passo para aplicação do PDCA se dá pela etapa de Plan (Planejar), onde será construído estrategicamente o ciclo para melhoria do processo, visando alcançar as metas propostas nesse estudo. Paralelo a isso, foram realizadas análises dos dados coletados durante o ano de 2021 para a identificação dos problemas e suas possíveis causas.

Assim, a etapa de planejamento foi dividida em três subetapas: Identificação do Problema, Análise do Fenômeno e Estudo do Processo. Para realização desses passos foram utilizadas ferramentas de gestão da qualidade para auxiliar, como Diagrama de Causa e Efeito, Brainstorming, 5 Porquês e Diagrama de Pareto.

4.3.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

No início da etapa de planejamento foi necessário efetuar a avaliação da extensão da situação atual do processo, para que pudesse identificar o problema a ser tratado. A coleta dos dados referente aos produtos refugados se deu por meio da etiqueta de refugo (Figura 4), onde, o operador ao identificar o produto não conforme, irá segregar, classificar o modo de defeito, pesar e registrar as informações na etiqueta, onde será gerado um relatório de refugo.

Figura 4 – Etiqueta de Refugo

ETIQUETA DE REFUGO			
☐ OND. 01	☐ OND. 02	DATA ____/____/____	
TURMA: ☐ A ☐ B ☐ C			
ORIGEM DOS REFUGOS			
☐ CHAPAS REJEITADAS ONDULADEIRA	☐ PROBLEMA COM PAPEL		
☐ REFUGO ÚMIDO/FACE SIMPLES	☐ REFUGO DE FORNECEDOR		
☐ TESOURA ROTATIVA / GUILHOTINA	☐ REFUGO DE MANUSEIO		
PREENCHIDO POR (NOME E MATRICULA):		CAUSA INFORMADA POR:	
CAUSA			
CBI/ Cliente:		PESO: _____ KG	NOME/ MATRICULA:
CHAPAS REJEITADAS ONDULADEIRA			
☐ Descolamento de capas	☐ Interna ☐ Externa	☐ Bolhas	
☐ Chapas Abauladas	☐ Para Cima ☐ Para Baixo	☐ Sujeria / Raspa (Impureza)	
☐ Ressecamento de capas	☐ Comprimento ☐ Largura	☐ Costela	
☐ Ajuste	☐ Em "S" ☐ Twist	☐ Desfoliação (Pinúlia)	
☐ Amassamento de ondas	☐ Interna ☐ Externa	☐ Papel Fichado	
☐ Ausência de miolo ou capas	☐ Falta de cola na lateral	☐ Papel Solto na Bobina	
☐ Enroscos	☐ Falta de uma onda no duplo	☐ Quebra de Papel	
☐ Chapas amassadas	☐ Manchas de óleo		
☐ Variação na medida do comprimento	☐ Marca de ranhura	LIMPEZA DE BOBINAS	
☐ Falta impermeabilizante	☐ Medidas (erradas)	☐ Limpeza de bobinas (início)	
☐ Abertura no corte do facão	☐ Ondas deformadas	☐ Limpeza de tubete (toco)	
☐ Ausência de parafina	☐ Papel colado invertido	☐ Bobina danificada no depósito	
☐ Ausência de vincos / Vinco falso	☐ Papel enado	☐ Tubete danificado	
☐ Chapas emendadas	☐ Rebarbas no corte das facas circulares		
☐ Cola branca	☐ Refile aderido nas chapas	REFUGO DE FORNECEDOR E BOBINA PSA	
☐ Excesso de cola	☐ Ruptura nos vincos	☐ Bobina danificada no transporte	
	☐ Sobra	☐ Tubetes ☐ PAUPER ☐ MAG DE PAPEL	
	☐ Teste fora do especificado	☐ Embalagens e Insumos	
REFUGO DE MANUSEIO			
☐ Forno de pallet	☐ Amarração	☐ Chapas Amassadas (Início ou final da Pilha/ empilhadeira/ inspeção)	
PESO: _____ KG	NOME/MATRICULA		DATA ____/____/____
Data da última modificação: 19/10/2015			

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

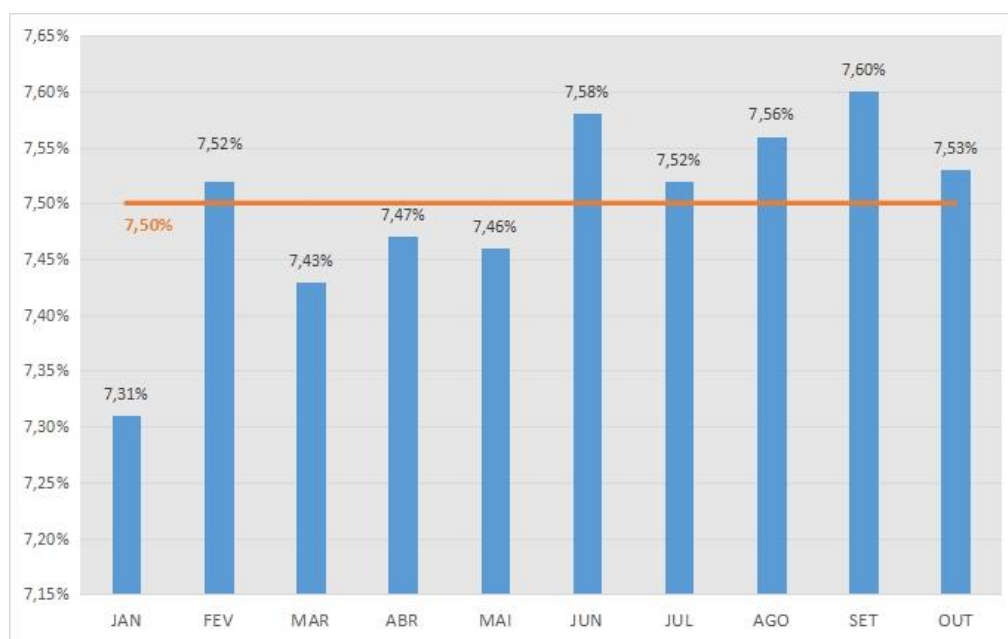
Assim, através da análise dos dados do relatório, foi possível identificar um aumento expressivo na quantidade de refugo nos últimos meses, fazendo com que o indicador de refugo global da indústria aumentasse progressivamente, não atingindo a meta estabelecida.

Com isso, o estudo teve como objetivo a diminuição dos produtos não conformes, ou seja, a redução da quantidade de refugo em quilo e consequentemente do indicador de refugo global da planta fabril. Tendo como principal meta a redução em até 15% do número médio de produtos refugados por mês ($\frac{\text{Quantidade de Produtos Refugados em kg}}{\text{Meses de Referência}}$), em comparação ao período anterior a implantação das ações, assim, aumentando a confiabilidade do processo e o nível de satisfação do cliente.

Inicialmente, o histórico do indicador de refugo global da fábrica dos últimos dez meses foi analisado, por meio dele os dados foram estratificados por quantidade, modos de defeitos e frequência, utilizados na elaboração dos gráficos a seguir.

A priori, os dados expostos no Gráfico 1 demonstram o dimensionamento do problema, constando a evolução do indicador de produtos refugados no período de janeiro a outubro de 2021. Na qual, se pode observar que a partir do mês de junho houve um crescente aumento no número, o que fez com que o indicador não atingisse a meta proposta de 7,50%, se prologando durante os cinco meses seguintes, onde foi observado nenhuma perspectiva de redução. Assim, demonstrando a falta de um método que ajude a investigar a causa raiz, visando criar soluções tangíveis e a monitorar o progresso das melhorias. Logo, nas próximas etapas do PDCA, serão propostos ferramentas e métodos para diminuição do refugo médio mensal gerado pela planta fabril.

Gráfico 1 – Indicador de Refugo Global da Fábrica.

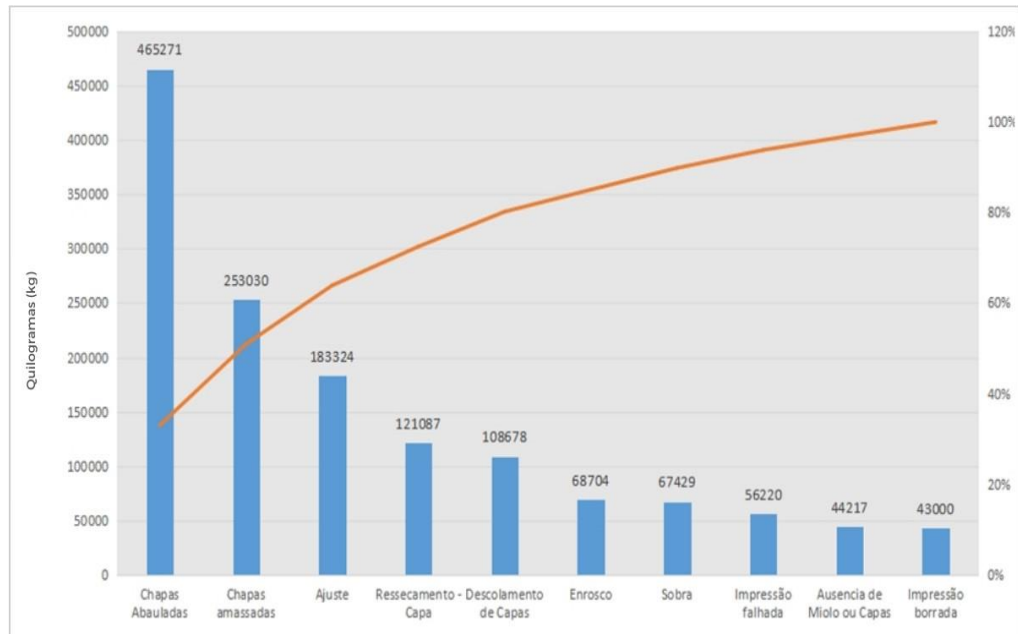


Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023

Explorando os modos de defeitos que mais impactaram no processo, por meio do Diagrama de Pareto (Gráfico 2) pode se ter uma visão mais clara do que vem causando o elevado número de refugo. No período de análise, chapas abauladas foi a não conformidade

mais prevalente, com cerca de 30% do refugo gerado, seguido de desvios como chapas amassadas, ajuste, ressecamento de capa ou descolamento.

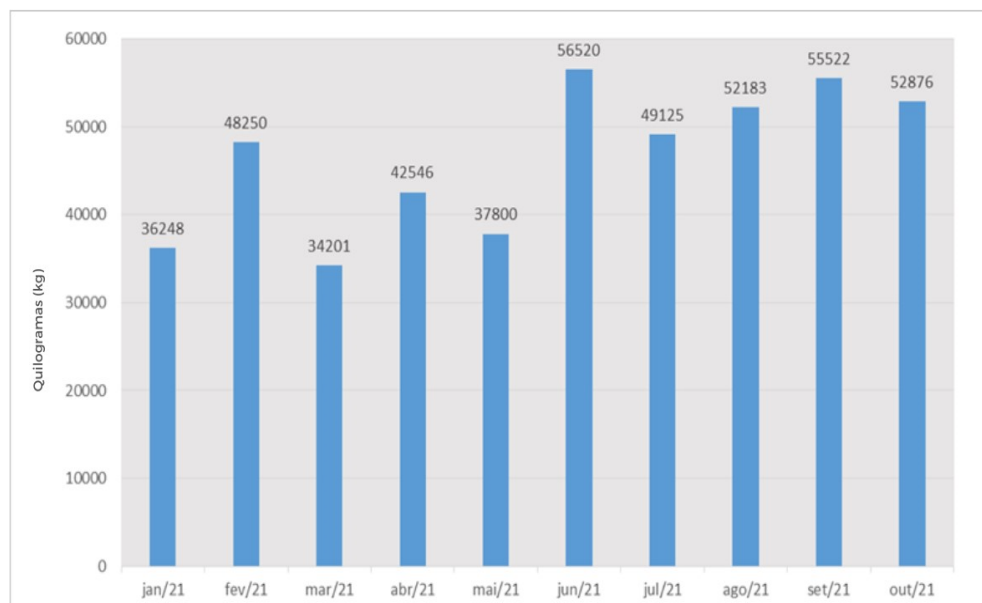
Gráfico 2 – Gráfico de Pareto dos Defeitos de Janeiro a Outubro de 2021.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023

Com a identificação do desvio mais prevalente, foi analisado a frequência de chapas abauladas refugadas no período em questão, onde, por meio do Gráfico 3 podemos ter uma visão mais ampla sobre a origem e reincidência desse defeito.

Gráfico 3 – Chapas Abauladas de Janeiro a Outubro de 2021.



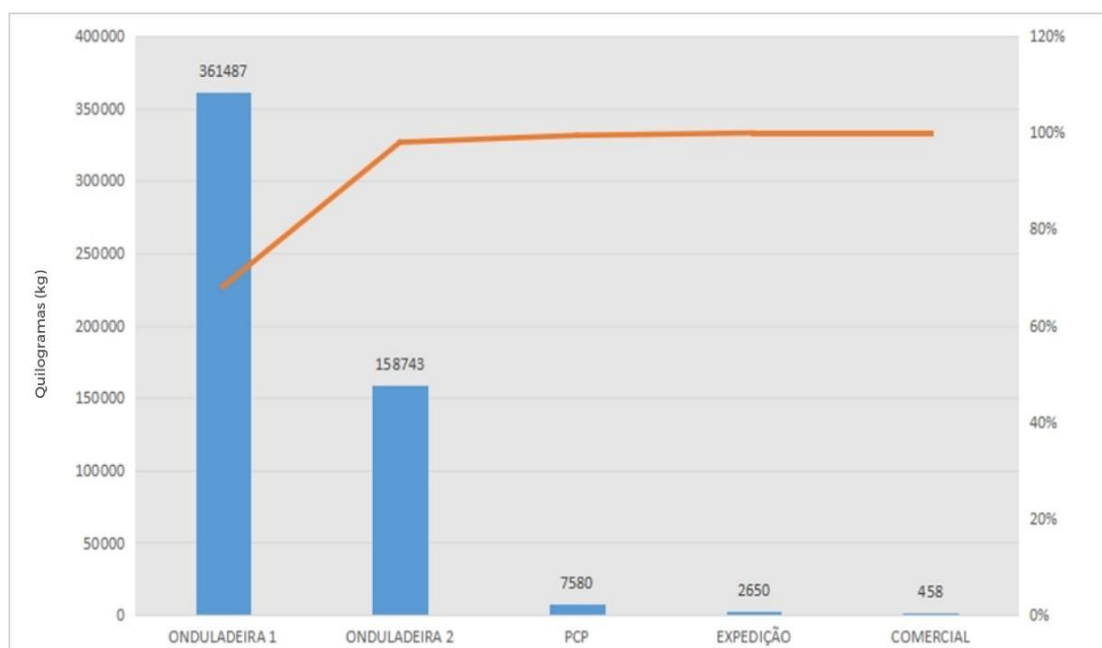
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

4.3.2 ANÁLISE DO FENÔMENO

Essa fase do estudo de caso foi essencial para identificar a predominância de fatores que vinham contribuindo para o abaulamento das chapas, para que assim, possamos ter um direcionamento quanto as razões que vem causando o aumento desse indicador.

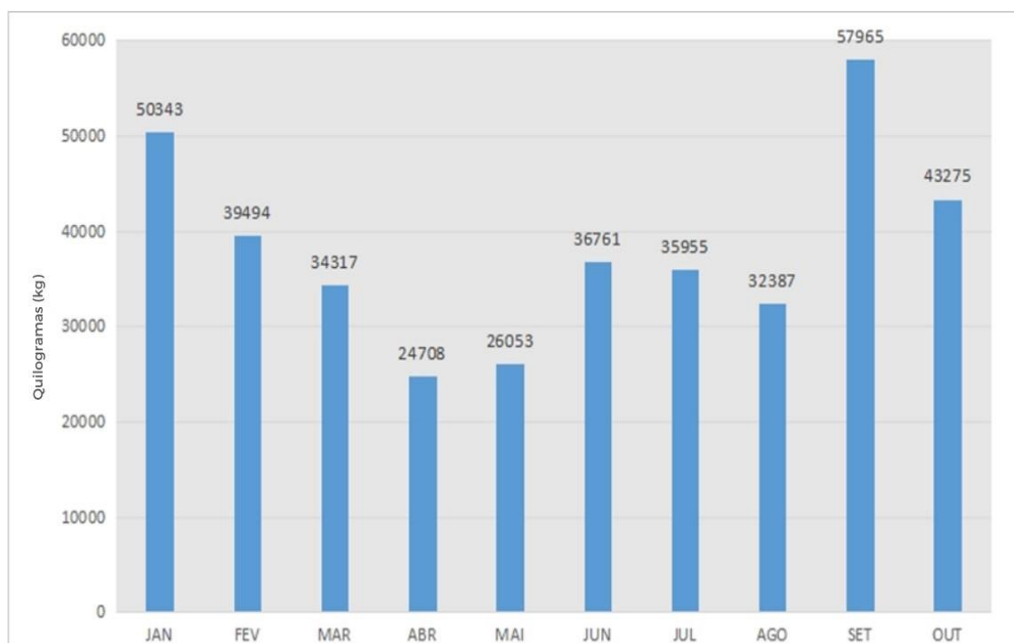
Ao utilizar o Gráfico de Pareto, disposto no Gráfico 4, pudemos constatar que as chapas abauladas são oriundas majoritariamente do processo de ondulação do papel, onde, cerca de 70% são originários da Onduladeira 1, enquanto os 30% restantes se distribuem entre a Onduladeira 2 e áreas administrativas. Como a Onduladeira 1 é responsável por mais da metade dos relatórios técnicos no período analisado, torna-se ainda mais evidente a necessidade de tomar medidas nesse setor.

Gráfico 4 – Gráfico de Pareto das Chapas Abauladas por processo de Janeiro a Outubro de 2021.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

A partir disso foi estratificado como o defeito de chapas abauladas se comportava durante o período de análise do indicador na Onduladeira 1, por meio do Gráfico 5, a partir desse ponto foi sendo acompanhado mensalmente, para realização da coleta dos dados.

Gráfico 5 – Chapas Abauladas em kg de Janeiro a Outubro de 2021 na Onduladeira 1.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023

4.3.3 ANÁLISE DO PROCESSO

Essa fase desempenhou um papel fundamental ao mapear as atividades do processo e identificar aquelas de maior criticidade. Isso permitiu a criação de um plano de ação eficaz para o controle dos indicadores sob análise.

Na Figura 5, encontra-se o fluxograma macro do processo de produção de papelão ondulado, onde foi possível identificar as etapas que poderiam estar interferindo no não atingimento da meta do indicador.

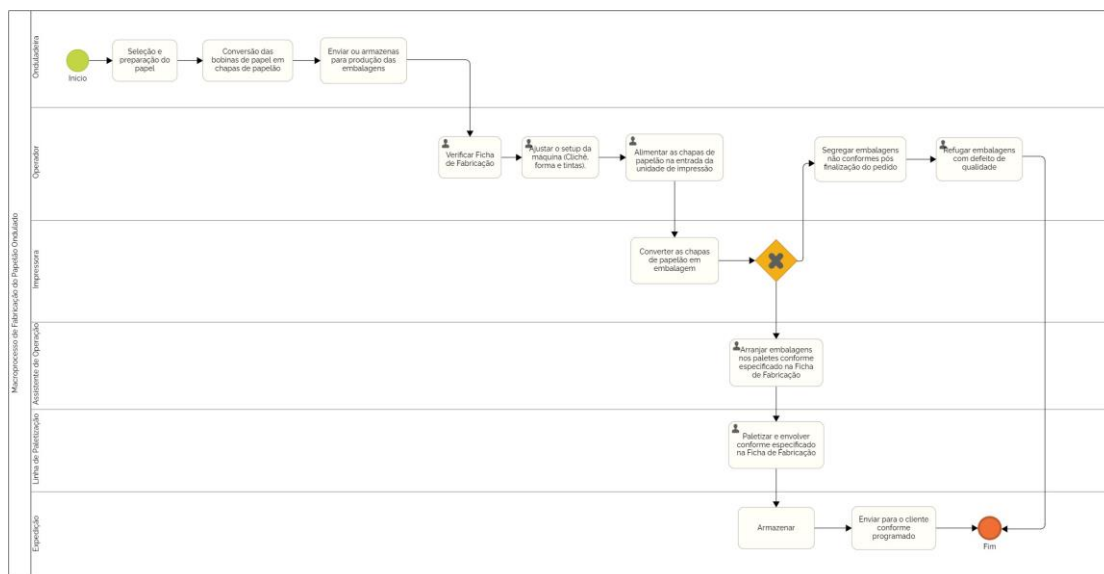
O processo se inicia com a seleção e preparação do papel, geralmente composto por fibras de celulose reciclada ou proveniente de polpas de madeira virgem. A polpa é transformada em folhas de papel plano, que são armazenadas na forma de bobina. Essas bobinas alimentam as onduladeiras que as convertem em chapas de papelão ondulado, conforme descrito detalhadamente na Figura 6.

Ao chegar nas impressoras, é verificado a ficha de fabricação, onde dispõe do desenho do projeto, cores e dimensão da embalagem, ajuste de *setup* e alimentação das chapas na impressora por parte dos operadores. Com a máquina abastecida, inicia-se o processo de

conversão, sendo alimentada até a conclusão do pedido. Durante a conversão das embalagens, o operador, por meio da aplicação de um checklist, realizará inspeções constantes em busca de identificar desvios de qualidade. As embalagens identificadas serão segregadas para posteriormente serem refugadas. Ademais, em caso de inconsistência sistêmica nas embalagens, os ajustes de setup são verificados.

No final da linha de produção, a medida que os amarrados de embalagens vão saindo da impressora, os ajudantes de operação organizam os mesmos no palete de acordo com o arranjo e acessórios de paletização, conforme descrito na ficha de fabricação. Por fim, o palete é enviado para linha de movimentação arquear e envolver, sendo armazenado para aguardar envio ao cliente.

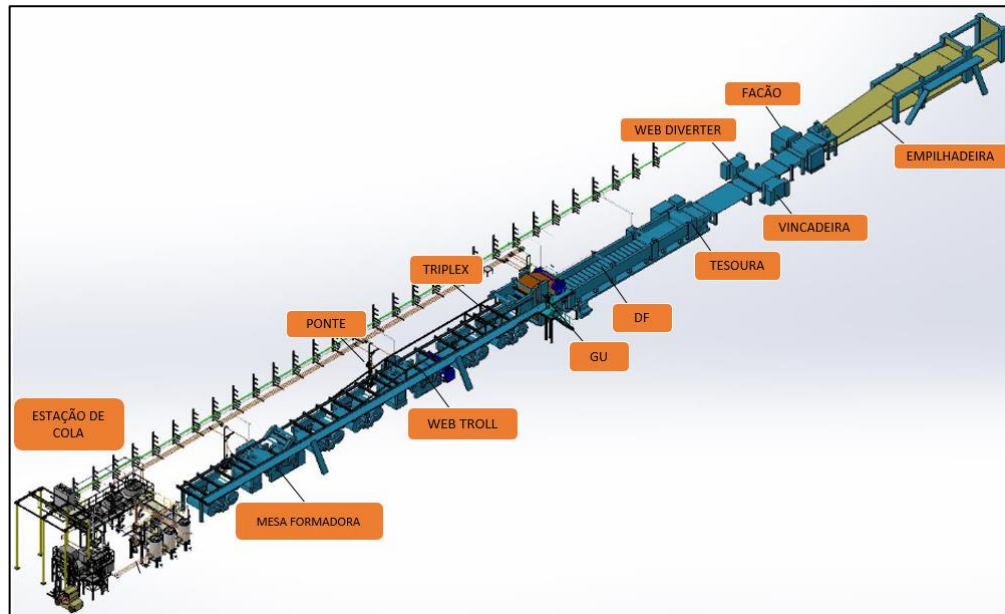
Figura 5 – Fluxograma do Processo de Produção do Papelão Ondulado.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023

A Figura 6 traz um detalhamento do processo de conversão da bobina de papel em chapa de papelão ondulado, que ocorre na onduladeira. O processo inicia-se com a alimentação de folhas de papel plano, que são pré-aquecidas para torná-las maleáveis. Em seguida, as folhas passam por rolos corrugadores que imprimem o característico padrão ondulado. Uma cola é aplicada para fixar as ondas, seguida pela fase de secagem. O papelão é então cortado nas dimensões desejadas, podendo passar por processos adicionais de acabamento.

Figura 6 – Mapeamento do Processo da Onduladeira 1.



Fonte: BHS Corrugated, 2021.

Após identificação das falhas mais recorrentes e os processos ao quais está mais suscetível ocorrer estes problemas, o próximo passo é a investigação da causa raiz da problemática em questão, no caso do estudo, o aumento de refugo por chapas abauladas. Inicialmente foram identificadas as causas potenciais, utilizando o diagrama de Ishikawa. Nessa ferramenta, as falhas foram classificadas como o efeito, e as causas em potencial foram identificadas através de um *Brainstorming* com a equipe operacional e supervisores de turno, além de auditorias *in loco*, buscando levantar as possíveis causas que geravam o abaulamento das chapas.

As causas levantadas foram trabalhadas no Diagrama de Ishikawa, onde, seguindo a metodologia dos 5M's para aplicação do diagrama, foram causas mais prováveis relacionadas a matéria prima, máquina, medição, método e mão de obra.

Durante a análise das causas, o método foi o elemento que apresentou mais possíveis causas relacionadas. Inicialmente foi identificado o tempo excessivo de chapas no salão, onde aguardavam a conversão em embalagens, a seguinte foi relacionada a baixa velocidade de operação da máquina, gerando instabilidade durante o processo.

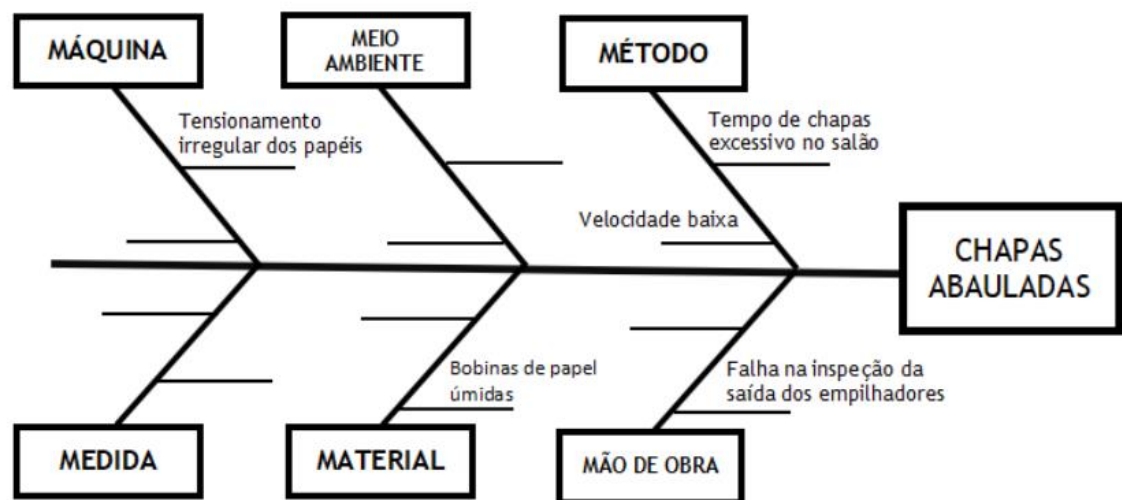
Em relação a matéria prima, foi levantado a umidade com que as bobinas de papel chegavam para alimentação, tornando a matéria prima sem as condições ideais para uso, assim, ocasionando desvios de qualidade.

No campo de máquina, o tensionamento irregular dos papéis onde devido à falta de paralelismo entre os rolos, ocasionando a quebra do papel durante a ondulação.

Por fim, voltado à mão de obra foi relacionado a falha na inspeção nas esteiras de saída dos empilhadores, fazendo com que produtos não conformes fossem alimentados para conversão nas impressoras.

Assim, de acordo com as informações coletadas no diagrama, visível na Figura 7, foi possível analisar de forma detalhada as causas, efeitos e consequências no processo produtivo, buscando identificar a causa raiz.

Figura 7 - Diagrama de Ishikawa para a Chapas Abauladas.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Com as possíveis causas já determinadas, foi aplicada a ferramenta dos "5 Porquês" com o objetivo de aprofundar as causas raízes. A Tabela 1 apresenta os questionamentos sobre as possíveis causas do problema.

Tabela 1 – 5 Porquês.

FENÔMENO	PORQUÊ?	PORQUÊ?	PORQUÊ?	PORQUÊ?	PORQUÊ?
Tensionamento irregular dos papéis	Falha na aplicação de tensionamento dos papéis	Dispositivo de correção do tensionamento travado	Defeito mecânico no sistema de compensação de tensão dos rolos		
Velocidade baixa	Início de ajuste da máquina	Instabilidade no processo	Falta de tempo hábil de correções durante o processo	Sequência curta	
Tempo de chapa no salão excessivo	Ausência de acompanhamento dos pedidos que estão no salão	Planejamento não acompanha o indicador	Indicador não existe atualmente		
Falha na inspeção nas saídas dos empilhadores	Chapas com desvio de qualidade sendo enviadas para as impressoras	Operação não inspeciona as pilhas de um mesmo ajuste após paradas de máquina	Rotatividade alta de colaboradores nesta função		
Bobinas de papel úmidas	Armazenadas em local inadequado	Telhado com goteiras			
	Ausência de inspeção durante o recebimento e armazenamento das bobinas	Colaboradores não foram capacitados	Ausência de procedimento operacional		

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Com a aplicação da ferramenta, foi possível a identificação das prováveis causas raízes para os problemas em questão, assim, nos porquês iniciais de alguns fenômenos foram observados que a ausência de inspeção, monitoramento dos pedidos, somado as condições de armazenamento das chapas eram as raízes, a implementação e reestruturação dos mesmos resolveria grande parte das dores da planta fabril.

Além disso, por meio dos “5 Porquês” ficou evidenciado que o defeito mecânico no sistema de compensação de tensão de rolos, devido ao travamento do dispositivo de correção, iria minimizar uma grande adversidade, visto que, sem o funcionamento correto desse maquinário, geraria uma falha na aplicação no tensionamento dos papéis e o planejamento as sequências mais longas, otimizando o tempo da equipe para realizar as correções durante o processo, assim, mantendo o mesmo estável.

Por fim, a rotatividade de colaboradores e a falta de instruções adequadas para os novatos, afeta diretamente na rotina de trabalho, ocasionando paradas de máquina e ausência de inspeção.

4.4 DO (FAZER)

Após a utilização das ferramentas da qualidade para estratificar e analisar as possíveis causas, foi utilizado o 5W2H (O que?, Quem?, Quando?, Onde?, Como?, Porque? e Quanto custa?), para criar um plano de ação que visou atingir as causas raízes do problema encontrado, originando assim 6 ações, conforme demonstrado na Tabela 2, na qual a conclusão das mesmas foi programada ao longo dos cinco meses de implantação do PDCA, sendo designada para cada membro do grupo de melhoria com a responsabilidade sobre as ações.

Definida a periodicidade de quinzenalmente ser realizada a gestão e atualização do plano de ação, onde, no caso de qualquer ação não ter sido executada na data inicialmente planejada, era solicitado ao responsável pela ação que fornecesse justificativas para o atraso e, adicionalmente, que propusesse uma contramedida acompanhada de uma nova data estimada para a conclusão da ação.

Tabela 2 – Plano de ação 5W2H.

Defeito	O que?	Onde?	Porque?	Quem?	Quando?	Como?	Quanto?
Defeito mecânico no sistema de compensação de tensão dos rolos	Criar plano de inspeção	Onduladeiras	Avaliar as condições de funcionamento dos rolos	Manutenção	15/09/2021	Elaborando plano de inspeção de acordo com o recomendado pelo fabricante	-
Sequência curta	Alinhar junto ao PCP metragem mínima de 6000m	PCP (Planejamento e Controle de Produção)	Garantir pedidos com metragem mínima antes de sequência inferiores a 2000m	PCP (Planejamento e Controle de Produção)	05/09/2021	Solicitar formalmente via e-mail e validado com a alta gestão	-
Não há esse indicador atualmente	Criar indicador para monitoramento das chapas entre 12-24h no salão por amostragem diária	PCP (Planejamento e Controle de Produção)	Acompanhamento do tempo de chapas no salão	PCP (Planejamento e Controle de Produção)	12/09/2021	Criando indicador baseado nos tempos de monitoramento	-
Alta rotatividade de empilhadores nesta função	Treinar backups desses empilhadores	Expedição	Disseminar o conhecimento sobre qualidade das chapas	Qualidade	15/09/2021	Treinamento sobre defeitos de qualidade das chapas oriundas das onduladeiras	-
Ausência de procedimento operacional	Criar ferramenta para inspeção e acompanhamento das condições de armazenamento	Galpão de Bobinas	Local inadequado para armazenamento das bobinas	Galpão de Bobinas	25/09/2021	Criação de checklist para acompanhamento das condições do galpão	-
Telhado com goteiras	Reforma no telhado do galpão de bobinas	Galpão de Bobinas	Local inadequado para armazenamento das bobinas	Galpão de Bobinas	20/09/2021	Reforma pedrial	R\$ 75.000,00

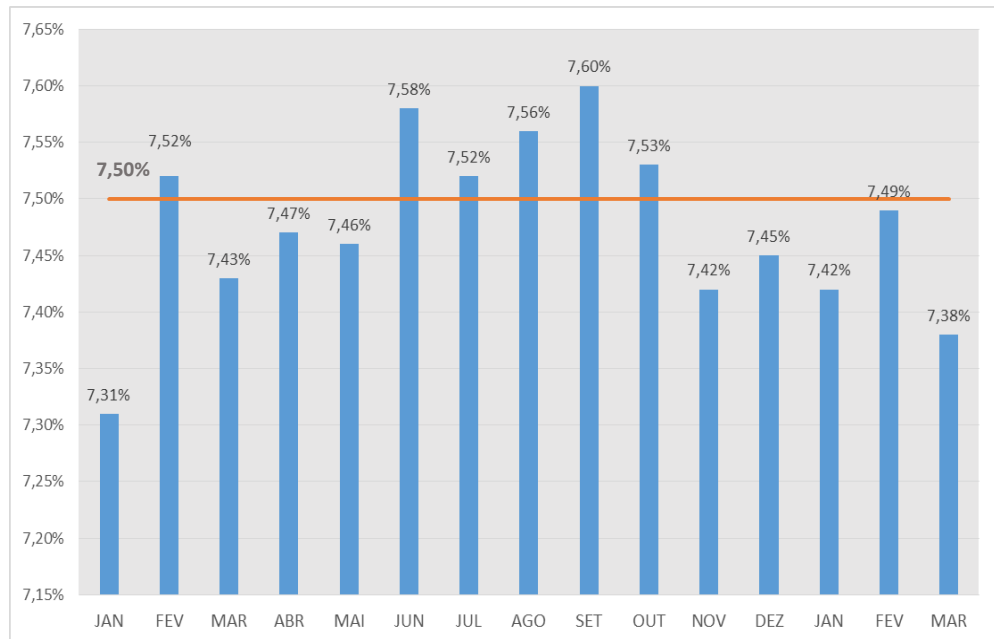
Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

O plano de ação dispões de práticas corretivas e avaliativas, nas quais não necessitaram de um investimento pré-definido, visto que a grande maioria das mesmas podem ser realizadas internamente por seus próprios colaboradores. Esse plano foi compartilhado junto à diretoria da fábrica. No qual, a clareza e a organização do plano de ação permitiram que os membros da alta direção compreendessem com facilidade as ações propostas de forma estruturada e detalhada, destacando como isso facilitaria a implementação das ações, o monitoramento dos resultados ao longo do tempo e sua relação direta com os objetivos estabelecidos. Os colaboradores expressaram satisfação com o plano de ação apresentado, reconhecendo sua qualidade e sua capacidade de enfrentar as causas fundamentais do problema identificado, com a redução do refugo a fábrica terá uma diminuição expressiva de custos, além de aumento na confiabilidade nas fases do processo e garantia de qualidade dos produtos ofertados.

4.5 CHECK (CHECAR)

Nesta fase do ciclo foi realizada a verificação das ações, para garantir que o trabalho estava sendo executado de acordo com o planejado e se os indicadores em análise estavam alinhados com os valores desejados.

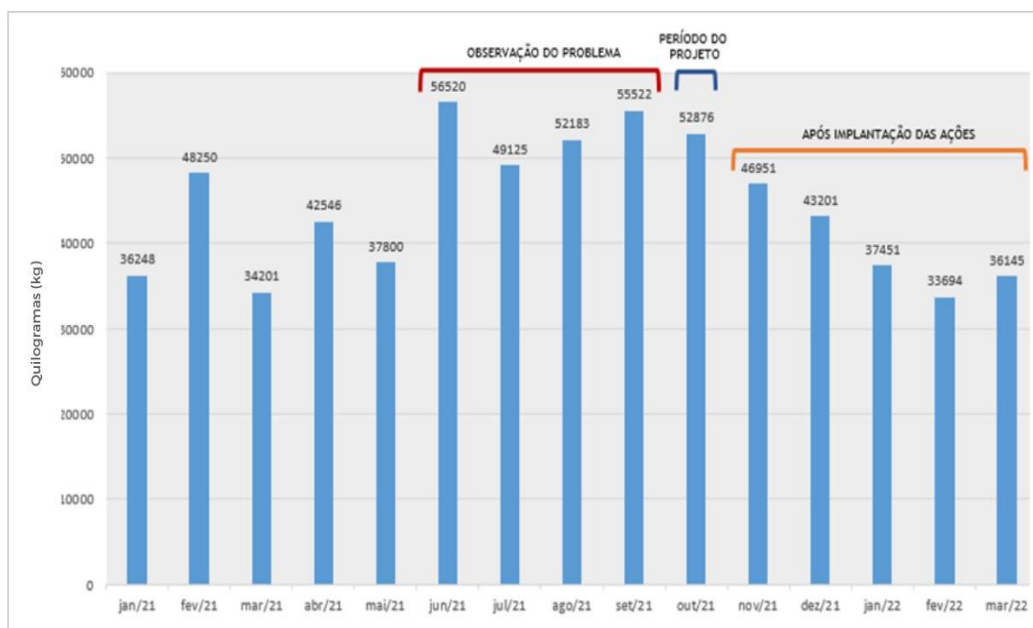
Após cinco meses de implementação das melhorias do processo, de estudos e realização das ações propostas, foi possível constatar por meio dos resultados, que tanto as ferramentas escolhidas para identificação das causas quanto as ações realizadas para o estudo de caso foram as mais adequadas e os resultados mostram ser favoráveis como podemos verificar por meio da queda do indicador de refugo global, no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Indicador de Refugo Global da Fábrica de Janeiro de 2021 a Março de 2022.

Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Por meio do gráfico acima, é evidente o resultado positivo do estudo. O objetivo proposto para este projeto foi alcançado, no qual a partir da implementação das ações, em Novembro, foi possível visualizar uma vertiginosa baixa no indicador de refugo, atingido uma média de refugo de 7,42% nos cinco meses seguintes a iniciação do ciclo.

Ademais, podemos evidenciar o resultado promissor do ciclo de melhoria por meio da redução do volume de chapas abauladas não conformes, sendo possível constatar por meio do Gráfico 7, que traz uma comparação dos valores antes, durante e após a execução das ações.

Gráfico 7 – Chapas Abauladas em kg de Janeiro de 2021 a Março de 2022.

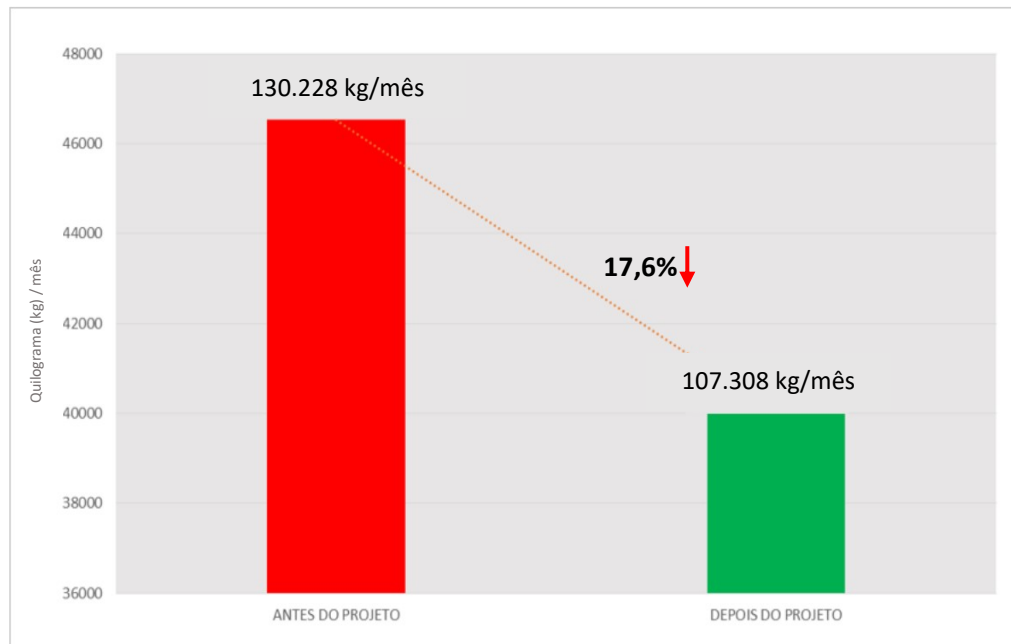
Fonte: Elaborado pelo Autor ,2023

Assim, com os resultados positivos obtidos com a implementação das melhorias, surge o desafio da padronização dessas iniciativas. Consolidar os êxitos alcançados demanda agora a criação de diretrizes que possam ser aplicadas de maneira consistente em diversas áreas. Essa padronização não apenas documenta as lições aprendidas, mas também promove uma cultura organizacional coesa, onde cada membro da equipe compreende e contribui para os objetivos estratégicos com base em metodologias estabelecidas. Ao enfrentar o desafio da padronização, a organização não apenas perpetua seu êxito recente, mas também cria os fundamentos para uma melhoria contínua e sustentável.

4.6 ACT (AGIR)

Após implantação das melhorias, obteve-se o resultado médio mensal de produtos refugados de 107.308 kg/mês, de Novembro de 2021 a Março de 2022, em comparação com 130.228 kg/mês no período que antecedeu o início do projeto, de Janeiro a Outubro de 2021, assim, tendo uma redução de 17,6%, o que representa em números uma diminuição de 22.920 kg/mês mensalmente de produtos refugos com esse modo de defeito, conforme podemos ver no Gráfico 8, com isso, alcançando uma melhoria significativa para empresa, seja em desperdício, qualidade e satisfação do cliente.

Gráfico 8 – Peso Médio em kg mensal antes do projeto x depois do projeto.



Fonte: Elaborado pelo Autor, 2023.

Se faz de suma importância destacar as ferramentas de qualidade seja na identificação de problemas, na análise das causas ou planejamento das ações. Isso contribui significativamente para realizar análises de forma coesa e precisa. Com base nos dados citados acima, podemos concluir que a implementação da metodologia PDCA para reduzir o índice de refugo global da fábrica é aplicável e altamente promissora, sendo imprescindível a padronização para as demais áreas da empresa.

5. CONCLUSÃO

Conduzido em uma indústria de produção de embalagens de papelão ondulado, o estudo em questão utilizou a metodologia de melhoria contínua, através do ciclo PDCA, na busca pela diminuição do índice de produtos não conformes. Ao iniciar o estudo, foi mapeado detalhadamente o processo de conversão do papel em chapa, fornecendo uma compreensão do cenário prévio e após execução do projeto.

Para isso, foi imprescindível ter uma base de dados bem consolidada, pois através dela e das ferramentas de gestão da qualidade, foram realizadas as análises para evidenciar os defeitos prevalentes, bem como as causas raízes ligadas a ele e posteriormente a criação de ações de melhoria consistentes.

Inicialmente, a fase de planejamento proporcionou a estruturação de um cronograma estratégico do projeto e a compreensão do dimensionamento do problema ao expor os números relacionados ao refugo. Ainda nessa etapa, foi realizado a investigação as principais causas que ocasionaram o problema, por meio das ferramentas da qualidade. Onde, utilizou-se o Diagrama de Pareto para priorizar as não conformidades mais prevalentes, o Brainstorming para levantar os possíveis defeitos, Diagrama de Ishikawa afim de identificar as causas que possam gerar tais defeitos e os 5 Porquês para investigar a causa raiz do problema.

Durante a segunda etapa do ciclo, foi elaborado o plano de ação, com o auxílio do 5W1H, onde propôs solucionar as causas origens do problema identificadas na fase anterior. As ações levantadas no decorrer dessa etapa foram de curto ou médio prazo, visto que o tempo se tornou um fator crucial para obtenção de resultados satisfatórios. Na fase seguinte, foi checada a eficácia dessas ações, onde pudemos constatar que os resultados eram promissores.

Na última etapa, o Act (Agir), pudemos garantir que todas as melhorias encontradas durante o projeto fossem padronizadas para as demais fases do processo, além da estruturação de um processo para tratativa de não atingimento da meta do indicador.

Os valores obtidos são empolgantes, o resultado alcançado superou a meta proposta de redução da quantidade de produtos refugados, onde foi atingido uma redução de 17,6% quando realizamos um comparativo com os primeiros meses do ano em estudo. Por fim, a aplicação das ferramentas da qualidade e do ciclo PDCA foi extremamente enriquecedora para todos os colaboradores do projeto. Através do uso dessas abordagens, a equipe adquiriu conhecimento sobre como identificar, analisar e propor ações de forma sistemática e eficaz. Assim, através dos resultados obtidos, foi possível constatar que o propósito de descrever a aplicação prática da metodologia em situação real foi alcançado com sucesso, mostrando assim que é possível sua implementação em outras situações.

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BEHR, A; MORO, E. L. S.; ESTABEL, L. B. **Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de biblioteca.** Ci. Inf., Brasília, v. 37, n. 2, p. 32-42, maio 2008.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 8. ed. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2004.

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** Belo Horizonte: Editora Fundação Christiano Ottoni, 1996.

CORRÊA, H. L.; CORRÊA, C. A. **Administração de produção e operações: Manufatura e serviços, uma abordagem estratégica.** 3 ed. São Paula: Atlas, 2012

DEMING, W.E.: **Out of Crisis**, MA: MIT Center for Advanced Engineering Study, Boston, 1986.

DEMING, William Edwards. **Qualidade: a revolução da administração.** Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1982.

DUPPRE, T. C. CORBINE, R. S. CORRER, I. FRANCISCATO, L. S. Aplicação de ferramentas da qualidade visando a redução dos índices de refugo de peças: pesquisa-ação em uma empresa do setor de autopeças. **Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP)**, Anais do ENEGEP, 2015.

FALCONI, V. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia.** 6ª ed. Belo Horizonte: DG, 1992

FALCONI, V. **Gerenciamento Pelas Diretrizes.** FALCONI, 2013.

FALCONI, V. **TQC Controle da Qualidade Total.** 8ª Edição. Editora FALCONI, 2014.

FURUKITA, A.C. **Aplicação do Ciclo PDCA para redução de embalagens de .papelão: estudo de caso em uma indústria alimentícia**. 2017. Dissertação (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017

FORNARI JÚNIOR, C. C. M. **Aplicação da ferramenta da qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no desenvolvimento de pesquisa para a reutilização dos resíduos sólidos do coco verde**. INGEPRO, v. 2, n. 09, p 104-112, set. 2010.

GEORGE, M. L. **Lean Six Sigma: Combining Six Sigma Quality with Lean Production Speed**. McGraw-Hill, 2002.

IMAI, M. **Gemba-Kaizen: Estratégias e técnicas do Kaizen no piso de fábrica**. São Paulo: IMAM, 2007.

ISHIKAWA, K. (Translator: J. H. Loftus); **Introduction to Quality Control**, 1990.

JURAN, J.M. **Controle da Qualidade: Hand Book (Métodos estatísticos clássicos aplicados à qualidade)**. Vol. III São Paulo: Mac Graw Hill, 1993.

LEONEL, P.H.; **Aplicação Prática da Técnica do PDCA e das Ferramentas da qualidade no Gerenciamento de Processos Industriais para Melhoria e Manutenção de Resultados**. Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

MARTINS, G. A. **Manual para elaboração de monografia e dissertações**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 1987.

MELO, C. P.; CARAMORI, E. J. **PDCA Método de melhorias para empresas de manufatura: versão 2.0**. Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2001.

MEIRELES, M.; **Ferramentas Administrativas Para Identificar Observar E Analisar Problemas: Organizações com foco no cliente**. Série Excelência Empresarial, V.2, São Paulo: Ed. Arte e Ciência, 2001

MONTGOMERY, DC; RUNGER, GC. **Estatística aplicada e probabilidade para engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2008 (5ª Edição).

NAPOLEÃO, B. M. 5S. **Ferramentas da Qualidade**. 2018. Disponível em: <https://ferramentasdaqualidade.org/5s/#:~:text=O%205S%20surgiu%20no%20Jap%C3%A3o,durante%20a%20crise%20p%C3%B3s%20guerra>. Acesso em: 30 ago.2022.

PAGANI, R.N.; RESENDE L.M.; MARÇAL R.F.M., **Proposta de Aplicação do Método PDCA na Estruturação de um SPL na Região dos Campos Gerais, Pr, Brasil**. Revista Produção Online, 2009.

PONTES, B.R. **Avaliação de Desempenho: nova abordagem**. São Paulo: LTR, 2005.

SILVA, R. K. V, et al. **Gestão da qualidade - Os principais marcos e como influenciaram as empresa**. Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada, Volume 1, Número 1, 2016.

SILINGOVSKI, R.R.L. A “Gestão da Qualidade” na administração e organização da Unidade de Informação 4 da rede de bibliotecas UNOESTE de Presidente Prudente. UEL, 2001.

SCHERKENBACH, W. **O caminho de Deming para a qualidade e produtividade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1990. 149p.

TOLEDO, J.C.; BORRÁS, M.A.A; MARGULH, **Qualidade – Gestão e Métodos**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 2017.

WERKEMA, C. **Ferramentas estáticas básicas para gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Werkema, 2006.