

Análise de processo de uma linha de produção de creme dental para redução de descarte de material

Process analysis of a toothpaste production line for material waste reduction

Análisis de proceso de una línea de producción de pasta de dientes para la reducción de desperdicio de material

Recebido: 02/11/2024 | Revisado: 15/11/2024 | Aceitado: 17/11/2024 | Publicado: 19/11/2024

Julia Bachini da Costa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4453-2822>

Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil

E-mail: bachinijulia@gmail.com

Janaina da Costa Pereira Torres de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6580-7687>

Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil

E-mail: janaina.oliveira@foa.org.br

Washington de Macedo Lemos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-9269-626X>

Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil

E-mail: Washington.lemos@educanvas.com.br

Julia de Oliveira e Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7642-9950>

University of North Carolina, Charlotte, Estados Unidos

E-mail: julia_oliveiras@icloud.com

Henrique Nilton Fernandes de Araujo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9693-7874>

Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil

E-mail: henrique.fernandes@unifoa.edu.br

Julia Cardoso Landim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9651-7076>

Centro Universitário de Volta Redonda, Brasil

E-mail: julia.landim1@unifoa.edu.br

Resumo

O objetivo desse trabalho é identificar uma das principais perdas produtivas de uma linha de produção de creme dental com a finalidade de otimizar o processo produtivo e com isso, reduzir a quantidade de resíduo industrial gerado. O trabalho utilizou diversas ferramentas de análise, como brainstorming, 5W2H e observação de tempos e movimentos, para identificar os principais problemas. A análise revelou que a linha de produção perdia uma quantidade significativa de tubos de creme dental ao final de cada ordem de produção, devido à ausência de um procedimento padrão e à falta de controle da produção. Para identificar as causas-raiz, foram empregados métodos como diagrama de Ishikawa e 5 porquês, o que identificou a produção excessiva como o principal fator contribuinte para o descarte dos materiais. O plano de ação, seguindo o ciclo PDCA (Planejar, Desenvolver, Checar e Agir), visou estabelecer procedimentos padronizados e criar um sistema de contagem e comunicação entre os equipamentos. Com a implementação dessas melhorias, houve uma redução de 78% na quantidade de material descartado e um aumento de 51 minutos na capacidade produtiva do operador. Este trabalho demonstra como a aplicação de metodologias e conceitos da Engenharia de Produção, como Análise de Processos, Gestão da Qualidade, Gerenciamento de Projetos, Controle de Produção.

Palavras-chave: Engenharia de Produção; Otimização; Processos Industriais; Gestão da Qualidade; Sustentabilidade.

Abstract

This investigation aims to identify one of the main production losses in a toothpaste production line to optimize the production process and thereby reduce the amount of industrial waste generated. The study used analytical tools like brainstorming, 5W2H, and Time and Motion Observation to identify the main problems. The analysis revealed that the line lost toothpaste tubes at the end of each production order due to the lack of a standard procedure and insufficient production control. To identify causes, we used methods like the Ishikawa Diagram and the “5 Whys”, which identified overproduction as the main contributing factor to material disposal. The action plan followed the PDCA cycle, established standardized procedures, and created a counting and communication system between the

equipment. Implementing these improvements, there was a 78% reduction in the amount of discarded material and a 51-minute increase in the operator's productive capacity. Project management was facilitated using the Gantt Chart, which helped identify and overcome bottlenecks throughout the study, despite a slight extension in the estimated delivery time. This paper demonstrates how using methodologies and concepts from Production Engineering, such as Process Analysis, Quality Management, Project Management, Production Control, and Sustainability, can lead to notable enhancements in the efficiency and sustainability of industrial operations.

Keywords: Manufacturing Engineering; Optimization; Industrial Processes; Quality Management; Sustainability.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo identificar una de las principales pérdidas de producción en una línea de producción de pasta de dientes para optimizar el proceso productivo y con ello reducir la cantidad de residuos industriales generados. El estudio utilizó herramientas analíticas como lluvia de ideas, 5W2H y observación de tiempo y movimiento para identificar los principales problemas. El análisis reveló que la línea perdía tubos de pasta de dientes al final de cada orden de producción debido a la falta de un procedimiento estándar y un control de producción insuficiente. Para identificar las causas, utilizamos métodos como el Diagrama de Ishikawa y los "5 Porqués", que identificaron la sobreproducción como el principal factor que contribuye a la eliminación de materiales. El plan de acción siguió el ciclo PDCA, estableció procedimientos estandarizados y creó un sistema de conteo y comunicación entre los equipos. Implementando estas mejoras, se logró una reducción del 78% en la cantidad de material desechado y un aumento de 51 minutos en la capacidad productiva del operador. La gestión del proyecto se facilitó mediante el diagrama de Gantt, que ayudó a identificar y superar los obstáculos a lo largo del estudio, a pesar de una ligera ampliación en el plazo de entrega estimado. Este artículo demuestra cómo el uso de metodologías y conceptos de Ingeniería de Producción, como Análisis de Procesos, Gestión de Calidad, Gestión de Proyectos, Control de Producción y Sostenibilidad, puede conducir a mejoras notables en la eficiencia y sostenibilidad de las operaciones industriales.

Palabras clave: Ingeniería de Producción; Optimización; Procesos Industriales; Gestión de Calidad; Sostenibilidad.

1. Introdução

No Brasil, com o crescimento da economia, o aumento do consumo e com o progresso socioeconômico fomentado nos últimos anos, houve um aumento considerável da produção de lixo industrial no país. De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações sobre a gestão de Resíduos Sólidos (SINIR) em 2020 as indústrias do Brasil geraram 1,9bi kg de resíduos sólidos industriais (SINIR, 2021).

Conforme o estudo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a produção industrial tem apresentado altas desde 2020, período pré-pandêmico quando o último estudo de resíduos sólidos industriais foi divulgado, dentre os setores que teve crescimento industrial estão as indústrias de bens de consumo semi e não duráveis, que mostrou o setor com dinamismo apontando uma alta de 2,1%, de acordo com o índice acumulado no ano de 2023 (IBGE, 2024).

Dentro da relação dos bens de consumos semi e não duráveis, encontram-se as empresas do setor de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (HPPC), que inclui a produção de produtos de saúde bucal. O 2º maior mercado no ranking de países que lançam produtos de HPPC anualmente, é o Brasil que fica atrás apenas dos Estados Unidos. Com isso, entende-se que a capacidade produtiva desses produtos possuem um impacto significativo na produção de lixo industrial (ABIHPEC, 2023).

Por isso a gestão de resíduos industriais é de extrema importância, pois podem ser prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana quando não gerenciados de maneira adequada.

Em 2 de agosto de 2010 criou-se a lei nº 12.305 referente à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010), que sugere uma gestão integrada da cadeia logística de forma que o produto final ou parte dele possa retornar à indústria. Para reforçar essa ideia, o próprio Ministério do Meio Ambiente apoiou a referida Lei, exigindo que as indústrias categorizem seus resíduos e adotem medidas para minimizar sua geração sempre que possível (Lisam Systems, 2024).

Durante o processo de produção, algumas falhas de processo podem resultar na geração de resíduos industriais. Esses resíduos devem ser descartados de acordo com as normas estabelecidas pela PNRS, requerendo no entanto, um processo de descarte adicional que consiste na identificação, descaracterização e segregação do material, o que impacta negativamente na

eficiência da linha de produção.

Portanto o objetivo desse trabalho é identificar uma das principais perdas produtivas de uma linha de produção de creme dental com a finalidade de otimizar o processo produtivo e com isso, reduzir a quantidade de resíduo industrial gerado.

2. Metodologia

De acordo com Almeida (2021b, p. 9), em seu livro “Metodologia do Trabalho Científico”, a metodologia, que é uma palavra que se origina de “método”, do latim *methodus*, significa o caminho ou meio para alcançar algo. Assim, o método é simplesmente o recurso que é usado para obter uma resposta.

Este trabalho emprega uma abordagem de pesquisa aplicada, uma vez que os resultados obtidos têm aplicabilidade prática direta na resolução dos problemas enfrentados no contexto real da linha produtiva.

Quanto a abordagem do trabalho, esta se apresenta como quantitativo, porque foram obtidos os dados estatísticos e as fórmulas matemáticas em seu maior uso. Com esses dados foi possível analisar e interpretar a realidade da linha de produção. O objetivo desse método é identificar uma explicação sobre os eventos por meio de uma descrição quantitativa. Segundo Gil (2024), o método estatístico se destaca por apresentar um grau considerável de precisão, o que o torna amplamente aceito entre pesquisadores com foco em questões quantitativas.

Para enriquecer o estudo foi realizado o método observacional como principal método de coleta de dados. Para isso, realizou-se uma imersão na linha de produção por 7 (sete) dias em caráter observacional para melhor compreensão e entendimento de como a linha funciona. De acordo com Markoni e Lakatos (2022), este é um método bastante utilizado pois consiste na maior precisão dos estudos.

Gil (2024) destaca que muitos estudos utilizam o método observacional como principal enfoque, mas isso não impede o uso de outros métodos como apoio. Assim, este trabalho também se caracteriza como um estudo de caso, que, de acordo com Yin (2015), investiga de forma aprofundada fenômenos que não foram claramente evidenciados.

Segundo Slack, Brandon-Jones e Burgess (2023), o estudo de tempo é realizado para a melhorar a produtividade estabelecendo padrões de tempo e classificação dos movimentos utilizados ou necessários para a atividade, sendo assim, foi observado o procedimento de descarte de materiais após a finalização das ordens de produção, sendo realizadas 15 amostragens no total, com 5 amostragens para cada um dos 3 SKUs produzidos pela linha de produção.

De acordo com Kumar e Suresh (2008) essa técnica serve para registrar os tempos para cada elemento específico de uma atividade de trabalho sob condições específicas, definindo o tempo de execução e o nível de desempenho.

E quanto a visibilidade e a classificação dos passos de acordo com o seu Valor Agregado, seguiu o seguinte *colorcode*:

- NVAA – Sem Valor Agregado – Vermelho;
- SVAA – Médio Valor Agregado – Amarelo;
- VAA – Possui Valor Agregado – Verde.

Os dados foram coletados durante 6 dias, sendo estes selecionados criteriosamente de acordo com o planejamento de produção, de modo que fosse possível coletar as 5 amostras de cada um dos SKUs previamente determinados, o tempo de coleta e a manipulação do material cronometrada e identificada por atividade.

Após a coleta dos dados calculou-se a média aritmética a partir das amostras. A média aritmética foi obtida a partir de um conjunto de dados, somando-se esses dados e dividindo o resultado pelo número total da amostra, conforme Equação 1.

$$Média = \frac{Soma\ de\ todos\ os\ dados}{Número\ total\ de\ dados} \quad (Eq. 1)$$

Foram considerados quatro indicadores para analisar o descarte de resíduos gerados, sendo eles a Média de Ordens Produzidas (MOP), a Média de Material Descartado (MMD), o Tempo Médio de Descarte do Operador (TMDO) e a Capacidade Produtiva do Operador (CPO), conforme descritos a seguir:

- a) Média de Ordens Produzidas (MOP): cálculo da média de ordens produzidas para cada SKU, conforme Equação 2.

$$MOP = \bar{X} OPn (a. a.)$$

(Eq. 2)

Onde:

n = SKU produzido pela linha;

OP = Número de ordens produzidas.

- b) Média de Material Descartado (MMD): calcula a quantidade média de material descartado, conforme Equação 3.

$$MMD = \bar{X} PDn * \bar{X} MOPn(a. a.)$$

(Eq. 3)

Onde:

n = SKU produzido pela linha;

PD = Produto descartado por ordem;

MOP = Média de Ordens Produzidas.

- c) Tempo Médio de Descarte do Operador (TMDO): mede o tempo que o operador realiza cada atividade relacionada ao descarte dos materiais remanescentes na linha, conforme Equação 4.

$$TMDO = \sum (\bar{X} Tn)$$

(Eq. 4)

Onde:

n = Formato do SKU produzido pela linha;

T = Tempo de execução de cada atividade em segundos;

- d) Capacidade Produtiva do Operador (CPO): mede o percentual produtivo do operador, conforme Equação 5.

$$CPO = \left(\frac{TP * 100}{t} - 100 \right) * -1$$

(Eq. 5)

Onde:

TP = Tempo utilizado para atividades de descarte de material;

T = 420 minutos (Tempo Produtivo do Operador).

Para a lógica de contagem do sistema foi considerado a Equação 6:

$$X = Y - y + \sigma^2$$

(Eq. 6)

Onde:

X = Quantidade de cartuchos solicitados pela encaixotadora;

Y = Quantidade de cartuchos necessários por SKU por caixa;

y = Quantidade de cartuchos já produzidos na linha quando o gatilho é acionado;

σ^2 = Erro padrão das perdas de processo + margem de erro, previamente calculados.

E foi considerado para Y :

Y = MMC de Zn, onde:

Z = Quantidade de cartuchos necessários para completar uma caixa;

n = SKU produzido pela linha.

Para facilitar essa análise existem as ferramentas da qualidade, que para Paladini (2023) “são dispositivos, procedimentos gráficos, numéricos ou analíticos, formulações práticas, esquemas de funcionamento, mecanismos de operação, enfim, métodos estruturados para viabilizar a implantação da Qualidade Total”, e Carpinetti (2016) complementa dizendo que o Controle Estatístico de Qualidade (CEQ) não engloba apenas gráficos de controle, mas também, outras ferramentas e técnicas de inspeção para aceitação.

O CEQ é a aplicação de diferentes técnicas estatísticas a diferentes tipos de processos ou serviços para verificar se todas e cada uma das partes do processo atende as exigências de qualidade, o CEQ tem um papel crucial na gestão da qualidade, pois possibilita o monitoramento e a análise sistemática dos processos de produção, identificando variações e desvios que podem impactar a qualidade do produto final. Logo, ele apresenta-se como uma ferramenta que possibilita uma maior confiabilidade ao processo, tendo em vista que permite avaliar o desempenho, e a minimizar a quantidade de produtos defeituosos produzidos e colocados no mercado sem que sejam percebidos (Carpinetti, 2016).

Segundo Montgomery (2017), o DMAMC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar) é um excelente esquema para a implementação da melhoria da qualidade e do processo, em 1968, Ishikawa organizou um conjunto de sete ferramentas do controle da qualidade com o intuito de facilitar os estudos dos profissionais da área buscando o DMAMC. São elas: Fluxograma; Diagrama de Ishikawa; Diagrama de Pareto; Folha de Verificação; Cartas de Controle; Histograma e Diagrama de Dispersão.

Com o passar do tempo novas ferramentas da qualidade foram criadas, hoje já não são apenas sete, e as novas demonstram ser tão eficientes quanto as categorizadas por Ishikawa. Dentre as “novas” ferramentas que foram criadas, algumas das mais conhecidas são: Método PDCA (*Plan, Do, Check, Act*) desenvolvido por Shewhart em 1930 e aprimorada por Deming em 1950, método FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*) desenvolvido pela NASA em 1960, metodologia Six Sigma (Seis Sigma) desenvolvida pelo engenheiro Bill Smith em 1980 e o método 5W2H (*What, Why, Where, When, Who, How, How Much*) criado por Taiichi Ohno e Eiji Toyoda em 1950, dentre outras disponíveis.

O diagrama Ishikawa ou diagrama de causa e efeito, criado em 1943 pelo japonês Kaory Ishikawa, é uma ferramenta que auxilia na identificação de possíveis causas para um determinado problema, analisando todos os fatores envolvidos com a execução do processo. Para realizar essa análise comumente utiliza-se de uma classificação das categorias de causas entre Máquinas, Materiais, Meio Ambiente, Mão-de-Obra, Método e Medida, sendo essa conhecida como os 6Ms.

Carpinetti (2016), explicou que para elaboração do diagrama de Ishikawa, deve-se realizar um *brainstorming* com o time levantando todas as possíveis causas para o problema relatado, em seguida essas causas deverão ser divididas entre as classificações dos 6Ms.

Para Toledo *et al.* (2017), o diagrama de Ishikawa é uma representação visual que organiza, de maneira lógica e em ordem de relevância, as possíveis causas que contribuem para um efeito ou problema específico.

Conforme Oliveira (2018), esta ferramenta consiste em um *checklist* muito útil para identificar problemas e causas que dão origem a efeitos sentidos. Essa ferramenta permite que sejam analisados todos os ângulos de um problema.

Trata-se de uma ferramenta prática, destinada a auxiliar na análise e compreensão de um processo, problema ou ação a serem realizadas, podendo ser usado em três etapas na solução de problemas: Diagnóstico, Plano de Ação e Padronização (SEBRAE, 2022).

- Diagnóstico: auxilia na investigação de um problema ou processo, trazendo clareza nas informações coletadas;

- Plano de Ação: cria-se um checklist que indica as atividades, os prazos e as responsabilidades de todos envolvidos no trabalho;
- Padronização: auxilia na padronização de procedimentos que devem ser seguidos como exemplo.

A sigla é formada pelas palavras em inglês: what (o quê), who (quem), where (onde), when (quando), why (por que) e how (como). A checklist tem como objetivo fazer perguntas para explorar o tema em profundidade, respondendo as perguntas:

- WHAT (O quê)?
 - Que operação é essa?
 - Qual é o assunto?
 - O que deve ser medido?
- WHO (Quem)?
 - Quem conduz essa operação?
 - Qual é o departamento responsável?
- WHERE (Onde)?
 - Onde a operação será conduzida?
 - Em que lugar?
- WHEN (Quando)?
 - Quando essa operação será conduzida?
 - A que horas?
 - Com que periodicidade?
- WHY (Por que)?
 - Por que essa operação é necessária?
- HOW (Como)?
 - Como conduzir essa operação?
 - De que maneira?
- HOW MUCH (Quanto Custa)?
 - Quais os custos envolvidos?

Oribe (2022) informa que apesar de ser uma técnica simples, essa ferramenta é uma forma de obter informações a respeito de determinada característica que tem realmente influência no problema.

O 5 Porquês é uma abordagem científica que ganhou destaque no sistema Toyota de Produção, a técnica consiste em realizar a pergunta “Por quê?” repetidas vezes desde o problema, até se identificar a causa raiz (Santos; Ferreira, 2021).

O método PDCA, do inglês Plan, Do, Check and Act, que significa Planejar, Desenvolver, Verificar e Agir, tem como principal objetivo planejar tarefas simples ou complexas promovendo a melhoria contínua dos processos.

Anteriormente conhecido como ciclo de Shewhart, levando o nome do seu criador, que desenvolveu a ferramenta na década de 20, a ferramenta possuía apenas três passos: Especificação, Produção e Inspeção. Depois, em 1951, Deming acrescentou o passo de Reprojetoar.

Após alguns anos de inovações, hoje o então conhecido Ciclo PDCA é uma ferramenta de melhoria contínua, é tido como um processo cíclico, que significa que após a última etapa o ciclo pode recomeçar com novas metas e etapas,

promovendo a melhoria constante. Também pode ser aplicado a qualquer processo, auxilia na identificação e eliminação de problemas envolvendo todos os níveis da organização, de acordo com Blokdyk (2021).

Almeida (2021a) definiu o PDCA como uma ferramenta com o objetivo manter a qualidade de qualquer serviço, além da sua usabilidade para soluções de problemas e identificação de pontos de atividades que precisam ser alterados. Ainda de acordo com a perspectiva do autor, essa ferramenta é de extrema importância para o controle de qualidade e para tanto é importante seguir todos os quatro passos que a ferramenta traz, e caso o resultado ainda não seja satisfatório, é possível repensar suas estratégias e replanejar.

De acordo com Besner & Hobbs (2008), o gráfico de Gantt é a ferramenta principal para gestão de projetos, sendo uma das ferramentas mais utilizadas para planejamento e controle de projetos, sendo a quarta ferramenta mais utilizada dentre mais de setenta disponíveis.

A ferramenta do gráfico de Gantt é intuitiva, muito simples e prática, ela apresenta uma visualização da duração das etapas e atividades de um trabalho/projeto, e por sua simplicidade essa ferramenta auxilia na capacidade de lidar com a complexidade de coordenar um número grande de tarefas interdependentes, conforme disse Geraldí *et al* (2011).

De acordo com Gantt, em 1919, criador da ferramenta, a construção do gráfico consiste em dividir o trabalho em pequenas etapas, para que sejam delegadas facilmente, de acordo com o *timeline* do trabalho e garantindo a sua execução. Este, consiste de barras horizontais, normalmente pode ser montado com utilização de *colorcode* que mostra quais etapas foram finalizadas, estão em aberto, atrasadas e quanto cada uma demora.

Para Soares (2008), antes da implementação do gráfico, deve-se compreender a estrutura e a divisão do projeto, dos processos e das atividades que são interdependentes e dependentes entre si, porque tudo isso deve ser levado em consideração na hora da construção do gráfico.

O *brainstorming* ou Tempestade de ideias foi definido por Meireles (2001), como uma ferramenta que busca soluções de forma criativa, onde um grupo de pessoas gera o máximo de ideias possíveis relacionadas a um tema previamente escolhido.

Algumas etapas devem ser seguidas Behr, Moro e Estabel (2008), afirmaram que o *brainstorming* possui cinco etapas, a saber: Na primeira etapa, classificada como introdução, faz-se uma apresentação do problema a ser analisado pelo grupo. A segunda etapa é a criação de ideias, onde o grupo deverá sugerir suas ideias para sanar o problema, é nessa etapa em que acontece a tempestade de ideias, que se dá o nome à ferramenta. A terceira, é a etapa de revisão das sugestões, para não ficar dúvidas quanto ao que foi levantado, feita a revisão segue-se para a fase de seleção, quarta etapa, onde as ideias que não forem adequadas serão eliminadas. Por fim, a quinta etapa consiste em ordenar as ideias levantadas priorizando as ideias mais factíveis.

O *brainstorming* pode ser categorizado de duas maneiras, estruturado e não-estruturado. Os *brainstorming* estruturados são rodadas em sequências, onde cada pessoa deve contribuir com uma ideia ou “passar a vez” para a próxima, essa categoria de *brainstorming* visa priorizar todos os participantes que estão envolvidos, permitindo que todos possuam voz ativa na sugestão de ideias, ao contrário do *brainstorming* não estruturado, onde os membros podem dar ideias livremente, sua vantagem é criar um ambiente mais descontraído e facilitar o fluxo de ideias entre o grupo.

Para Maximiano (2010), projeto é um empreendimento temporário ou uma sequência de atividades que possuem claramente etapas de começo, meio e fins programados, e que tem por objetivo fornecer algum produto singular.

Para Motta (2004), a gerência é a arte de pensamento, de decisão e de ação, disse ainda que é a maneira de fazer acontecer, de se obter os resultados. Os resultados que podem ser definidos como previstos, analisados e avaliados, e que só são alcançados por meio de uma interação humana constante.

Kerzner (2020), identificou que mais ou cedo ou mais tarde as empresas acabam por entender os conceitos básicos e a necessidade de gerenciar seus projetos, concluindo que para se chegar à excelência na área empresarial só conseguem mediante a implantação e execução bem-sucedida de processos e metodologias de gerenciamento de projetos.

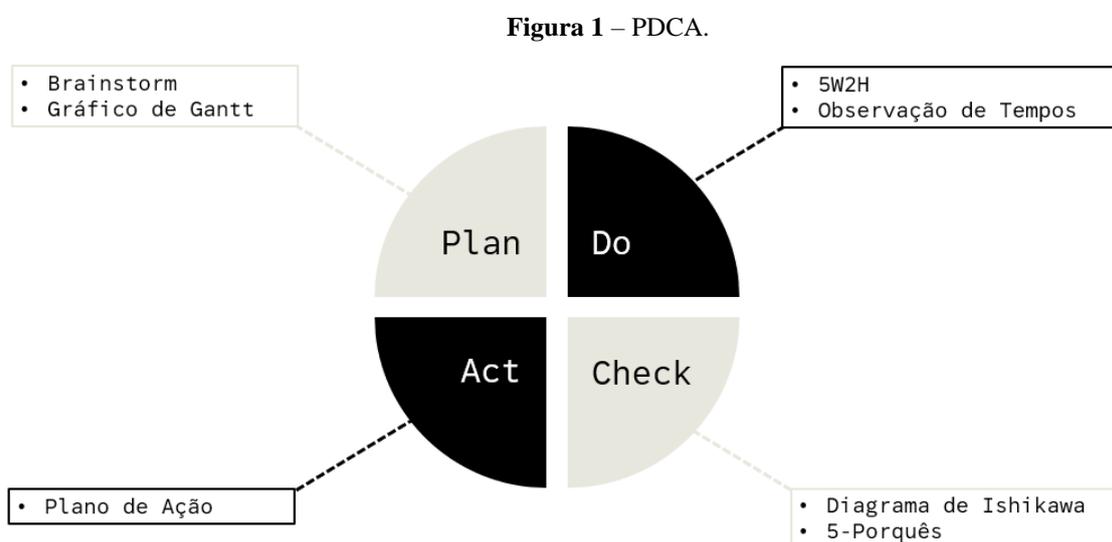
Entende-se com isso que gerenciar projetos é fundamental na busca para atender os objetivos, os prazos e os custos, além de possibilitar o gestor a enxergar possíveis gargalos e reduzir seus impactos.

Para gerenciamento do trabalho deste estudo, utilizou-se do Ciclo de PDCA e do gráfico de Gantt.

3. Resultados e Discussão

A linha de produção estudada, engloba somente as etapas de envase e empacotamento dos tubos produzidos, sendo considerado para caráter deste trabalho somente os tubos no formato de 70 gramas.

Para início criou-se um planejamento seguindo a metodologia do PDCA, conforme ilustra a Figura 1. Este plano foi elaborado para uma compreensão das etapas do trabalho e otimização do tempo de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como se observa na Figura 1, a primeira etapa do trabalho consiste no planejamento e identificação do problema a ser analisado.

Nesta etapa inicial, realizou-se um *brainstorming* com o time de liderança das duas linhas de produção da área, o time de liderança levantou os principais problemas já conhecidos, conforme apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 - Problemas levantados pelo time de liderança.

Linha de produção	Problema levantado
LPOC LINHA 1	Descarte de materiais ao final das ordens
LPOC LINHA 1	Perda produtiva na fabricação do formato CGAA_36IT
LPOC LINHA 1	Documentação de linha manual
LPOC LINHA 1	Descarte de tubos na envasadeira 2
LPOC LINHA 2	Descarte de materiais ao final das ordens
LPOC LINHA 2	Documentação de linha manual

LPOC LINHA 2	Paradas de encaixotadora
LPOC LINHA 2	Falta de pessoal

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Foi observado durante esta etapa, como apresentado no Quadro 1, que as duas linhas sofrem do mesmo problema de descarte de materiais ao final das ordens de produção, os demais problemas levantados não foram considerados para fins deste trabalho.

Para a escolha da linha de produção utilizou-se o critério da linha de produção que apresentava mais estabilidade em seus resultados e menos *setup* de máquinas, com a finalidade de facilitar o estudo e a análise. Com isso, a linha escolhida foi a LPOC LINHA 2, linha onde são produzidas as pastas de dentes nos formatos de 70 g em 8 formatos de pacote distintos, seguindo os *SKUs* identificados no Quadro 2.

Quadro 2 - Identificação e SKUs.

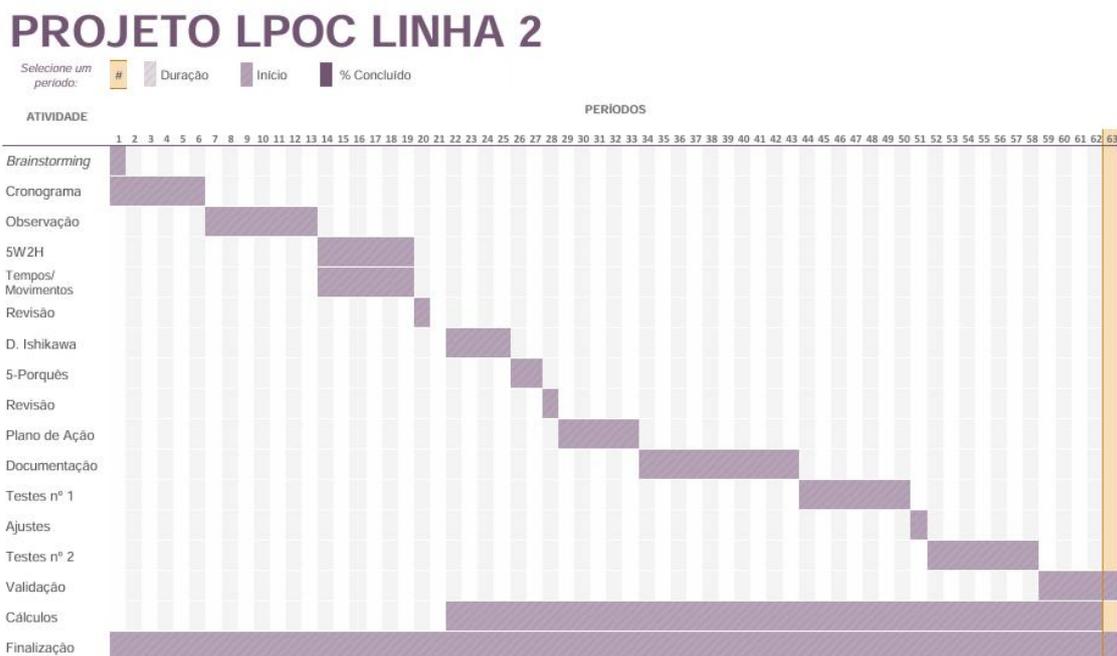
Identificação	SKU
CG123_Creme Dent 70g_48IT	1457689
CG123_Creme Dent 70g_108IT	1457660
CGAA_Creme Dent 70g_108IT	2485679
CGAA_Creme Dent 70g_36IT	2485223
CGSF_Creme Dent 70g_108IT	1067883
CGSF_Creme Dent 70g_36IT	1067143
CGSB_Creme Dent 70g_108IT	2334567
CGSB_Creme Dent 70g_48IT	2334899

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para iniciar o estudo montou-se o Gráfico de Gantt, a fim de identificar todas as etapas do trabalho e determinar o início e a fim.

A construção do Gráfico de Gantt e a previsão de cada uma das etapas foi realizada baseando-se na comparação das características da atividade com outros projetos semelhantes já executados na linha de produção, anteriormente, de acordo com a experiência do time operacional. Com esses dados, realizou-se uma reunião com o Gerente de Projetos da fábrica para a análise do Gráfico de Gantt e estimativas sobre a duração de cada uma das etapas, visando buscar o máximo de acuracidade possível, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Gráfico de Gantt.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Com o Gráfico de Gantt, apresentado anteriormente (Gráfico 1) foi identificado cada atividade com início, duração e fim baseado em períodos (dias úteis). Os períodos usados como medida são calculados em dias úteis, e o tempo de estudo e implementação do plano de ação do trabalho foi estimado em 63 (sessenta e três) períodos.

As etapas identificadas foram:

1. *Brainstorming* com a liderança;
2. Criação do cronograma e elaboração do Gráfico;
3. Observação participante na linha;
4. Utilização da ferramenta de 5W2H;
5. Observação de Tempos e Esforços do time;
6. Reunião com a liderança para discutir os entregáveis;
7. Elaboração do Diagrama de Ishikawa;
8. Elaboração dos 5 Porquês;
9. Reunião com a liderança para discutir a causa-raiz identificada e alinhar recursos;
10. Criação do Plano de Ação;
11. Elaborar as documentações necessárias para rodada de testes – Se aplicável;
12. Rodada de testes nº 1;
13. Ajustes necessários – Se aplicável;
14. Rodada de testes nº 2;
15. Elaborar as documentações necessárias para validações – Se aplicável;
16. Calcular as perdas antes e após a melhoria;
17. Entrega do trabalho.

A cada reunião com a liderança, o cronograma do trabalho foi reavaliado e reajustado de acordo com as necessidades identificadas ao longo do processo. Caso fosse identificado a necessidade de novos testes ou análises, estas, foram acrescentadas ao gráfico e o período de conclusão foi reajustado.

A segunda etapa do trabalho consiste em realizar o método observacional na linha de produção pelo período de 7 (sete) dias úteis, com a finalidade de identificar as possíveis oportunidades.

A linha 2 pode ser dividida de acordo com os equipamentos e etapas descritos no Quadro 3.

Quadro 3 - Identificação de equipamentos e etapas.

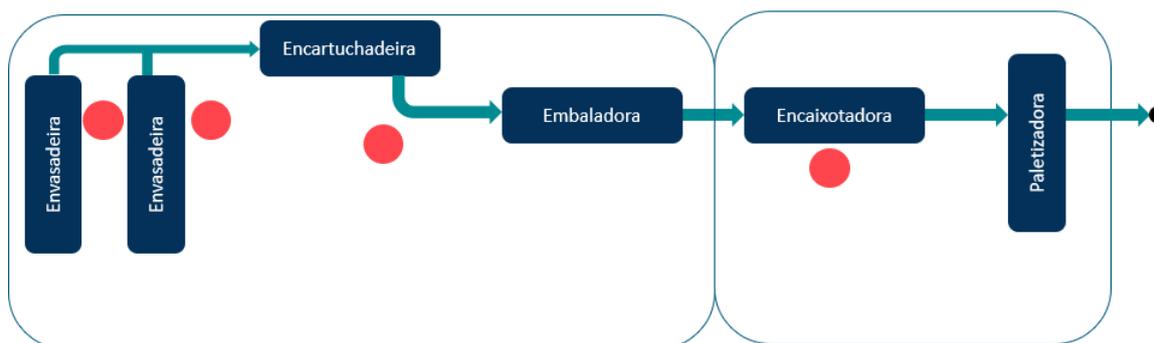
n°	Equipamento	Atividade
1	Envasadeiras	Envase das pastas de dente
2	Encartuchadeira	Encartuchamento dos tubos de pasta de dentes
3	Embaladora	Embalagem dos tubos em packs de acordo com SKU
4	Encaixotadora	Encaixotamento dos packs
5	Paletizadora	Paletização das caixas lacradas

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

No processo da linha de produção, os tubos são envasados, logo após seguem por uma esteira até a encartuchadeira onde são inseridos dentro de cartuchos, em seguida os cartuchos seguem pela esteira até a embaladora onde são agrupados em pacotes de acordo com a quantidade e o SKU que estão sendo produzidos. Os pacotes finalizados seguem na esteira para a encaixotadora, onde são encaixotados e enviados para a paletizadora organizar as caixas em pallets. Na Figura 2 é possível analisar o fluxo de produção da linha.

Figura 2 - Fluxo de produção.

Fluxo de produção



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A linha conta com quatro operadores, um para cada envasadeira, um para a encartuchadeira e a embaladora e um último para a encaixotadora e a paletizadora.

Durante o período de observação identificou-se que ao final de cada ordem de produção alguns pacotes com material de boa qualidade são segregados e descartados pelo operador da encaixotadora. Esse processo acontece ao final de todas as ordens, com variação entre as quantidades descartadas.

O resíduo que vai para descarte é retirado da linha pelo operador. A embalagem do pacote, os tubos e os cartuchos de papelão são segregados e descartados em lixeiras diferentes, somente após esse processo são destinados ao descarte.

As atividades dos três operadores envolvidos em cada finalização de ordem, pode ser entendida através do Quadro 4.

Quadro 4 - Observação de final de ordem.

Quadro de observação de final de ordem			
Passo	Tarefa	Operador	Descrição
1	Final da ordem	OP 1	Operador identifica na tela de produção que a ordem terminou
2	Parar envasadeiras	OP 1	Operador direciona-se até as envasadeiras e interrompe alimentação
3	Acompanhar finalização	OP 2	Operador observa quantidade de cartuchos que poderá sobrar / faltar
Quadro de observação de final de ordem			
Passo	Tarefa	Operador	Descrição
4	Contagem de pacotes	OP 2	Operador conta quantos pacotes faltam para fechar a caixa
5	Recolhimento	OP 2	Operador separa os cartuchos da embaladora e entrega ao OP3
6	Segregação	OP 3	Operador segrega da linha os pacotes formados
7	Abertura dos pacotes	OP 3	Operador abre todos os pacotes e cartuchos remanescentes
8	Separar papelão e tubo	OP 3	Operador separa o que é papelão do que é tubo
9	Dirige-se a área de descarte	OP 3	Operador dirige-se para a área de descarte de materiais
10	Descarte papelão	OP 3	Operador descarta papelão na lixeira de papelão
11	Descarte tubos	OP 3	Operador descarta tubos na lixeira de tubos
Quadro de observação de final de ordem			
Passo	Tarefa	Operador	Descrição
12	Descarte plástico	OP 3	Operador descarta plástico na lixeira de plásticos
13	Comunicação	OP 3	Operador comunica que a linha está pronta para a próxima ordem

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Durante a etapa de observação foram levantados os dados de Produto Descartado (PD) de cada SKU produzido na linha. Ao final de cada ordem de produção, contou-se quantos cartuchos haviam sido descartados, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - PD: Produto descartado.

Formato	108IT	Formato	48IT	Formato	36IT
SKUs		SKUs		SKUs	
CG123_Creme Dent 70g_108IT		CG123_Creme Dent 70g_48IT		CGAA_Creme Dent 70g_36IT	
CGAA_Creme Dent 70g_108IT		CGSB_Creme Dent 70g_48IT		CGSF_Creme Dent 70g_36IT	
CGSF_Creme Dent 70g_108IT					
CGSB_Creme Dent 70g_108IT					
n° amostra	PD (quant.)	n° amostra	PD (quant.)	n° amostra	PD (quant.)
1	69	1	45	1	35
2	77	2	34	2	31
3	81	3	18	3	31
4	88	4	41	4	28
5	95	5	37	5	29
Média	82	Média	35	Média	30,8

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para o MMD foram utilizados os valores de média encontrados no cálculo de PD multiplicado ao MOP para cada SKU, com isso obteve-se os resultados conforme Tabela 2.

Tabela 2 - MMD: Média de material descartado.

MMD - Média de material descartado					
Identificação	Quant./caixa	Caixas	MOP (a. a.)	PD	Total
CG123_Creme Dent 70g_48IT	48	9	300	35	10500
MMD - Média de material descartado					
Identificação	Quant./caixa	Caixas	MOP (a. a.)	PD	Total
CG123_Creme Dent 70g_108IT	108	4	864	82	70848
CGAA_Creme Dent 70g_108IT	108	4	60	82	4920
CGAA_Creme Dent 70g_36IT	36	12	102	31	3162
CGSF_Creme Dent 70g_108IT	108	4	56	82	4592
CGSF_Creme Dent 70g_36IT	36	12	104	31	3224
CGSB_Creme Dent 70g_108IT	108	4	74	82	6068
CGSB_Creme Dent 70g_48IT	48	9	36	35	1260
Total:					104574

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Na observação de tempos foram analisados cinco operadores em turnos e dias distintos, conforme apresentado na Tabela 3 (análise 1 e análise 2).

Tabela 3 - Observação de tempos a partir de duas análises.

Análise 1 – SKU 108IT e 48IT							
Passo	Tarefa	Operador	Tempo observado (seg)				
			1	2	3	4	5
1	Final da ordem	OP 1	8	5	5	4	7
2	Parar envasadeiras	OP 1	46	66	63	59	98
3	Acompanhar finalização	OP 2	11	13	23	11	23
4	Contagem de pacotes	OP 2	23	22	10	23	14
5	Recolhimento	OP 2	37	44	55	39	42
6	Segregação	OP 3	45	55	55	61	56
7	Abertura dos pacotes	OP 3	44	57	60	42	51

Análise 1 – SKU 108IT e 48IT							
Passo	Tarefa	Operador	Tempo observado (seg)				
			1	2	3	4	5
8	Separar papelão e tubo	OP 3	330	266	190	258	162
9	Dirige-se a área de descarte	OP 3	38	33	39	45	16
10	Descarte papelão	OP 3	67	98	101	100	86
11	Descarte tubos	OP 3	55	76	63	87	77
12	Descarte plástico	OP 3	61	66	79	55	62
13	Comunicação	OP 3	38	33	45	66	48

Análise 2 – SKU 36IT							
Passo	Tarefa	Operador	Tempo observado (seg)				
			1	2	3	4	5
1	Final da ordem	OP 1	5	7	10	4	6
2	Parar envasadeiras	OP 1	61	61	39	48	78
3	Acompanhar finalização	OP 2	22	12	24	11	22
4	Contagem de pacotes	OP 2	11	19	20	7	20
5	Recolhimento	OP 2	37	37	46	41	43
6	Segregação	OP 3	35	50	45	43	38
7	Abertura dos pacotes	OP 3	48	50	43	55	61
8	Separar papelão e tubo	OP 3	187	205	193	172	166
9	Dirige-se a área de descarte	OP 3	19	52	53	55	39
10	Descarte papelão	OP 3	52	67	65	64	68
11	Descarte tubos	OP 3	52	64	48	55	52
12	Descarte plástico	OP 3	55	46	61	66	59
13	Comunicação	OP 3	35	44	43	51	24

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como resultado o TMDO da análise 1 foi de 13,39 minutos/ordem e da análise 2 foi de 11,23 minutos/ordem, havendo apenas uma pequena variação entre os tempos, sendo que o utilizado para base de cálculos futuros é somente o TMDO da análise 1.

Para estabelecer o diagnóstico do problema foi utilizado a ferramenta de 5W2H conforme demonstrado no Quadro 5.

Quadro 5 - 5W2H.

5W					2H	
O quê? (<i>What</i>)	Por quê? (<i>Why</i>)	Onde? (<i>Where</i>)	Quem? (<i>Who</i>)	Quando? (<i>When</i>)	Como? (<i>How</i>)	Quanto custa? (<i>How much</i>)
Descarte de tubos de boa qualidade	Esses tubos não atingem a quantidade necessária para formar uma caixa	Nas linhas de empacotamento de pastas de dente	LPOC LINHA 2 e LPOC LINHA 3	Ao final de cada ordem de produção	Operador identifica a quantidade de material remanescente e descarta	104.574 cartuchos a.a.

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para o cálculo do CPO utilizou-se a Tabela 4:

Tabela 4 - TMDO: Tempo médio de descarte do operador.

Observação de Tempos				
Passo	Operador	Descrição	Valor agregado	Tempo Médio
1	OP 1	Operador identifica na tela de produção que a ordem terminou	SVAA	6
2	OP 1	Operador direciona-se até as envasadeiras e interrompe alimentação	NVAA	66
3	OP 2	Operador observa quantidade de cartuchos que poderá sobrar / faltar	NVAA	16
4	OP 2	Operador conta quantos pacotes faltam para fechar a caixa	NVAA	18
5	OP 2	Operador separa os cartuchos da embaladora e entrega ao OP3	NVAA	43
6	OP 3	Operador segrega da linha os pacotes formados	NVAA	54
7	OP 3	Operador abre todos os pacotes e cartuchos remanescentes	NVAA	51
8	OP 3	Operador separa o que é papelão do que é tubo	NVAA	241
9	OP 3	Operador dirige-se para a área de descarte de materiais	NVAA	34
10	OP 3	Operador descarta papelão na lixeira de papelão	NVAA	90
Observação de Tempos				
Passo	Operador	Descrição	Valor agregado	Tempo Médio
11	OP 3	Operador descarta tubos na lixeira de tubos	NVAA	72
Observação de Tempos				
Passo	Operador	Descrição	Valor agregado	Tempo Médio
12	OP 3	Operador descarta plástico na lixeira de plásticos	NVAA	65
13	OP 3	Operador comunica que a linha está pronta para a próxima ordem	SVAA	46

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Para a construção da Tabela 5 foi utilizada uma MPO (a.d.) de 5.11, com isso foi possível chegar a resultados onde identifica-se o impacto no CPO de 16,29% a.a., sendo esse impacto equivalente a 68 minutos por dia.

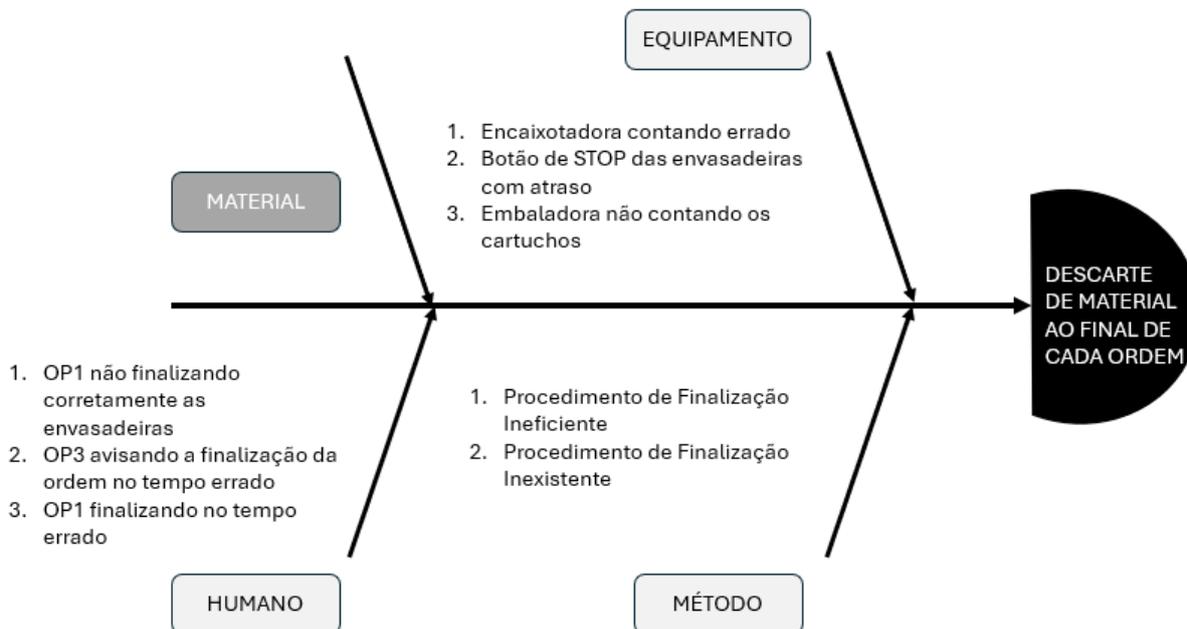
Tabela 5 - Impacto produtivo.

	TMDO (min/a.d.)	TMDO (horas/a.a.)	TP (horas/a.a.)
OP 1	6,1	32,18	1,46%
OP 2	6,6	34,77	1,58%
OP 3	55,6	291,13	13,25%
Total	68,3	358,08	16,29%

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Após identificadas as perdas e o diagnóstico do problema, foi montado o Diagrama de Ishikawa (Figura 3) para compreender as possíveis falhas que resultam no descarte desses materiais, na categoria de material não foi observado nenhuma oportunidade que pudesse ter efeito direto sobre o problema.

Figura 3 - Diagrama de Ishikawa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Ao montar o diagrama de Ishikawa da Figura 3, confirmou-se a ausência de um procedimento de finalização de ordens, sendo realizado de maneira subjetiva e sem qualquer tipo de controle produtivo. Não há nenhum sistema de contagem dos cartuchos ou de comunicação entre os equipamentos, que garanta a produção dos pacotes necessários para completar as caixas, sem desperdícios.

Tabela 6 - 5 Porquês.

Análise dos 5 Porquês						
Chegando a causa-raiz						
EFEITO:	Material sendo descartado ao final de cada ordem de produção					
	O QUE? (causas imediatas identificadas)	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?
	O QUE? (causas imediatas identificadas)	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?
O QUE OCORREU?	Descarte de material de boa qualidade	Sobra de material ao final de cada ordem	Linha produziu a mais/ou menos que o necessário para completar uma caixa	Procedimento de contagem de produto não otimizado	Equipamentos não se comunicam	Ausência de lógica de contagem de produção
O QUE PASSOU?	Descarte de material de boa qualidade	Sobra de material ao final de cada ordem	Linha produziu a mais/ou menos que o necessário para completar uma caixa	Procedimento de contagem de produto não otimizado	Operador pode finalizar a ordem de mais de uma forma possível	Não há um procedimento padrão de finalização de ordem

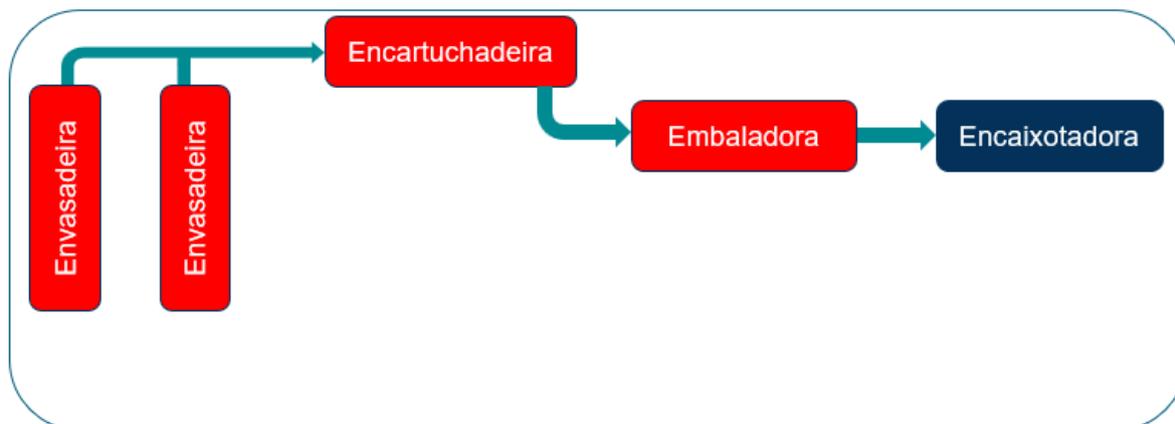
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

A partir da análise do 5 Porquês (Tabela 6), pode-se observar duas causas-raiz para o problema: primeiro que não há uma comunicação entre os equipamentos, gerando o resíduo de materiais produzidos e, segundo, que não há um procedimento padrão para os operadores realizarem a finalização das ordens, podendo ser finalizadas de mais de uma maneira possível.

Após tomar conhecimento sobre as causas-raiz foi proposto à liderança da linha de produção, a criação de uma lógica de comunicação entre os equipamentos, que realize a contagem automática a partir de um comando específico, logo tornando eficiente a contagem dos cartuchos e formação das caixas pela encaixotadora.

Anteriormente não havia uma lógica de comunicação entre os equipamentos, podendo a ordem ser finalizada a partir de qualquer um dos equipamentos em vermelho, conforme Figura 4:

Figura 4 - Finalização de ordem (antes).



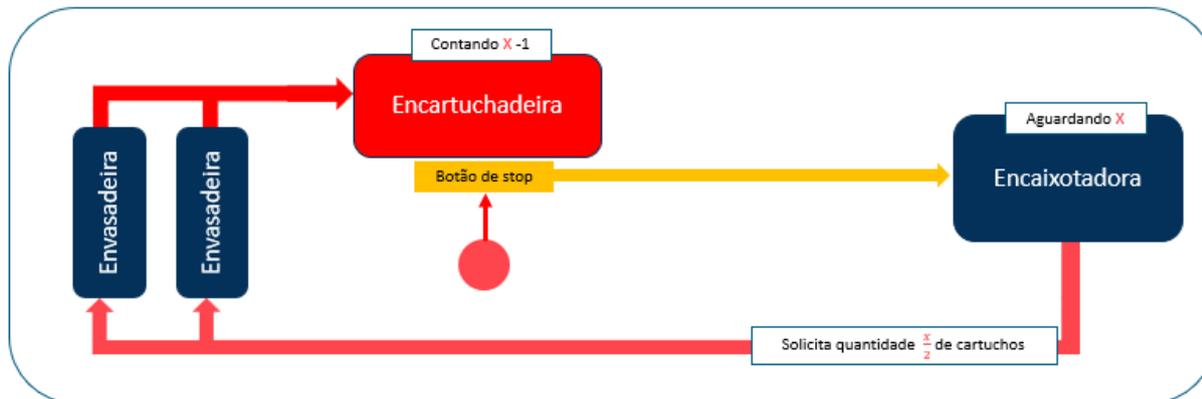
Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Observa-se na Figura 4, a lógica de comunicação anterior, entre os equipamentos com ausência de controle e diálogo entre os equipamentos.

A nova lógica de comunicação entre os equipamentos segue o fluxo apresentado na Figura 5:

Figura 5 - Lógica de comunicação.

Fluxo de Comunicação dos Equipamentos



Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Como se verifica na Figura 5, a nova lógica de comunicação dos equipamentos segue o seguinte esquema:

1. O operador aperta botão de parada (STOP) na encartuchadeira;
2. A encaixotadora envia um sinal para as duas envasadeiras solicitando $\frac{X}{2}$ cartuchos;
3. As envasadeiras enviam um sinal para a encartuchadeira que serão entregues X tubos;
4. A encartuchadeira começa a contar quantos cartuchos foram formados, deduzindo o valor dos cartuchos formados do valor solicitado pelas envasadeiras;
5. Quando produzido o valor de X, as envasadeiras interrompem a alimentação automaticamente;
6. Os últimos cartuchos e pacotes são formados e completa-se as caixas na encaixotadora.

Por meio do “feedback” implementado na Figura 5, pode-se ter um processo mais eficaz e eficiente com mais controle e, harmonizando melhor a linha de produção em relação à Figura 4 que representa a forma de trabalhar anterior.

A partir da Equação 6 tem-se o seguinte resultado:

$$X = 432 - 50 + 14$$

$$X = 396$$

Assim, pode-se observar que, assumindo $X = 396$, quando o botão de parada for acionado, tem-se a produção de caixas, conforme demonstrado na Tabela 7, a seguir:

Tabela 7 - Quantidade de caixas produzidas.

Quantidade de caixas produzidas		
Identificação	Quant./Caixa	Caixas
CG123_Creme Dent 70g_48IT	48	9
CG123_Creme Dent 70g_108IT	108	4
CGAA_Creme Dent 70g_108IT	108	4
CGAA_Creme Dent 70g_36IT	36	12
CGSF_Creme Dent 70g_108IT	108	4
Quantidade de caixas produzidas		
Identificação	Quant./Caixa	Caixas
CGSF_Creme Dent 70g_36IT	36	12
CGSB_Creme Dent 70g_108IT	108	4
CGSB_Creme Dent 70g_48IT	48	9

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Considerando o erro padrão de 14 cartuchos, por ordem, estima-se que a perda média apresente uma redução de 78,6% da perda atual, conforme Tabela 8.

Tabela 81 - Perda atual X perda estimada.

Quantidade de caixas produzidas					
Identificação	MOP (a.a)	PD (atual)	Total	PD (estimado)	Total
CG123_Creme Dent 70g_48IT	300	35	10500	14	4200
CG123_Creme Dent 70g_108IT	864	82	70848	14	12096
CGAA_Creme Dent 70g_108IT	60	82	4920	14	840
CGAA_Creme Dent 70g_36IT	102	31	3162	14	1428
CGSF_Creme Dent 70g_108IT	56	82	4592	14	784
CGSF_Creme Dent 70g_36IT	104	31	3224	14	1456
CGSB_Creme Dent 70g_108IT	74	82	6068	14	1036
Quantidade de caixas produzidas					
Identificação	MOP (a.a)	PD (atual)	Total	PD (estimado)	Total
CGSB_Creme Dent 70g_48IT	36	35	1260	14	504
Total:			104.574	Total:	22.344

Fonte: Elaborado pelos autores (2024).

Verifica-se por meio da Tabela apresentada que além da redução de resíduos gerados estima um aumento do CPO em 12,22%, representando uma redução de esforço de 51 minutos por dia.

4. Conclusão

O estudo possibilitou a aplicação eficaz das ferramentas da qualidade para identificar a causa-raiz e mensurar o principal ponto de desperdício de materiais na linha de produção. A utilização do Gráfico de Gantt e do ciclo PDCA proporcionou uma sequência lógica na execução das etapas do estudo de caso, permitindo um gerenciamento mais eficiente do tempo e dos recursos.

Embora o trabalho estivesse inicialmente estimado para ser finalizado em 63 dias, enfrentou atrasos e foi concluído em 70 dias. Através do Gráfico de Gantt, foi possível identificar os gargalos do trabalho e intervir de forma intencional nas etapas que apresentaram atrasos, minimizando o impacto na entrega final.

A metodologia observacional foi fundamental para compreender o funcionamento da linha de produção, facilitando a coleta de dados e a construção das análises 5W2H e Observação de Tempos. A combinação dessas ferramentas com o Diagrama de Ishikawa e os 5 Porquês permitiu uma identificação precisa das causas-raiz, possibilitando ações corretivas eficazes.

Os resultados obtidos não apenas validam a importância da aplicação de metodologias da Engenharia de Produção, mas também destacam a relevância de uma abordagem sistemática e integrada para a melhoria contínua dos processos industriais.

Sugerem-se que que façam novos estudos apresentando casos de utilização das ferramentas mencionadas tanto com resultados positivos como outros de implementação não tão boa, mas que ajudem a formar uma base de conhecimentos que leve a um melhor saber sobre o assunto, na sociedade.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio recebido através do EDITAL PIBIC-PIBIT/UniFOA-2024, cujo Termo de Compromisso é de nº 550/2024, sob Registro nº92689.

Referências

- Almeida, C. A. (2021a). *Educação a distância: utilizando o PDCA e elementos da EAD na reelaboração de disciplinas de graduação para a educação 3.0*. Belém: ePUB.
- Almeida, I. D. A. (2021b). *Metodologia do trabalho científico* (23ª ed.). Recife: Ed. UFPE.
- Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. (2023). *Como inovação e tecnologia estão moldando o setor de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos*. São Paulo. <https://abihpec.org.br/comunicado/como-inovacao-e-tecnologia-estao-moldando-o-setor-de-higiene-pessoal-perfumaria-e-cosmeticos/#:~:text=O%20Brasil%20C3%A9%20o%202%C2%BA,das%20marcas%20e%20da%20ind%C3%BAstria>.
- Behr, A., Moro, E. L. S., & Estabel, L. B. (2008). Gestão da biblioteca escolar: metodologias, enfoques e aplicação de ferramentas de gestão e serviços de bibliotecas. *Ciência da Informação*, 37(2), 32-42. Disponível em: <https://www.scielo.br/ci/a/7qkmKSkzS5xmqhM3FjMnk5t/?format=pdf&lang=pt>
- Besner, C., & Hobbs, B. (2008). Project management practice, generic or contextual: a reality check. *Project Management Journal*, 39(2), 16-33. Disponível em: <https://www.pmi.org/learning/library/project-management-practice-generic-contextual-2393>. Acesso em: 8 de junho de 2024.
- Brasil. (2010). Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, ano 139, n. 8, p. 1-74, 11 de janeiro de 2002.
- Carpinetti, L. C. R. (2016). *Gestão da qualidade: conceitos e técnicas* (3ª ed.). Atlas.
- Geraldi, J., Maylor, H., & Terry, W. (2011). "Now, let's make it really complex (complicated): A systematic review of the complexities of projects." *International Journal of Operations and Production Management*, 966-990. <https://doi.org/10.1108/01443571111165848>. Disponível em: https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/118438586/Really_complex.pdf. Acesso em: 8 de junho de 2024.

Gil, A. C. (2024). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (7ª ed.). Atlas.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2024, 1 de fevereiro). Produção industrial cresce 1,1% em dezembro e fecha 2023 com variação de 0,2%. *Agência de Notícias IBGE*. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/39061-producao-industrial-cresce-1-1-em-dezembro-e-fecha-2023-com-variacao-de-0-2>.

Kerzner, H. (2020). *Gestão de projetos: as melhores práticas* (4ª ed.). Porto Alegre: Bookman.

Kumarf, S. A., & Suresh, N. (2008). *Production and operations management* (2ª ed.). New Delhi: New Age International Publisher.

Lisam Systems. (2024). Gerenciamento de resíduos no Brasil - Normas, regulamentações e mais. <https://br.lisam.com/pt-br/lisam/news/gerenciamento-de-res%C3%ADduos-no-brasil-normas-regulamenta%C3%A7%C3%B5es-e-mais/>.

Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2022). *Metodologia científica* (8ª ed.). Atlas.

Maximiano, A. C. A. (2010). *Administração de projetos: como transformar ideias em resultados* (4ª ed.). Atlas.

Meiros, M. (2001). *Ferramentas administrativas para indicar, observar e analisar problemas: organizações com foco no cliente*. Arte & Ciência.

Montgomery, D. C. (2017). *Introdução ao controle estatístico da qualidade* (7ª ed.). LTC.

Motta, P. R. (2004). *Gestão contemporânea: a ciência e a arte de ser dirigente* (15ª ed.). Record.

Oliveira, A. L., & Tsan Hu, O. R. (2018). *Gerenciamento do ciclo da qualidade: como gerir a qualidade do produto – da concepção ao pós-venda*. Alta Books.

Oribe, C. Y. (2022). *Advanced Kaizen: o método de análise e solução de problemas na manufatura enxuta e em outros contextos*. Rio de Janeiro: Editora Alta Books. <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786555208115>

Paladini, E. P. (2008). *Gestão estratégica da qualidade: princípios, métodos e processos*. Atlas.

Paladini, E. P. (2023). *Gestão da qualidade: Teoria e Prática* (4ª ed.). Atlas.

Santos, J. A. D. S., & Ferreira, L. V. S. (2021). Psicologia e meio ambiente: plano de ação 5W2H com enfoque no comportamento pró-ambiental. *Revista multidisciplinar de educação e meio ambiente*, 94(2).

Sebrae. (2022). *5W2H: o que é, para que serve e por que usar na sua empresa*. Florianópolis: SEBRAE. <https://www.sebrae-sc.com.br/blog/5w2h-o-que-e-para-que-serve-e-por-que-usar-na-sua-empresa>.

Slack, N., Brandon-Jones, A., & Burgess, N. (2023). *Administração da produção* (10ª ed.). Atlas.

Sinir. (2021). *Relatório Nacional de Gestão de Resíduos Sólidos 2019*. <https://sinir.gov.br/relatorios/nacional/>.

Soares, R. (2008). *Henry Gantt*. Programa Brasil. <http://www.programabrasil.org/henry-gantt/>.

Toledo, J. C., Borrás, M. A. A., Mergulhao, R. C., & Mendes, G. H. S. (2017). *Qualidade: Gestão e métodos*. LTC.

Werkema, M. C. C. (1995). *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos* (v. 2). Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni.

Yin, R. K. (2015). *Estudo de caso: planejamento e métodos* (5ª ed.). Bookman.