



ConBRepro

XV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

03 a 05 de dezembro de 2025

As Engenharias na Transformação Digital das PMEs

Aplicação da metodologia DMAIC para análise de perdas de matéria-prima no setor de impressão de uma empresa flexográfica

Karoline Guedes

Departamento de Engenharia de Produção - UEM

Eduardo Augusto Fumegali

Departamento de Engenharia de Produção - UEM

Marcos Meurer da Silva

Departamento de Engenharia de Produção - UFGD

Resumo: A alta competitividade do mercado e a necessidade de otimizar a produção, reduzindo custos sem comprometer a qualidade, exigem a integração de ferramentas de planejamento que promovam eficiência e rentabilidade. Neste contexto, o presente estudo analisa as perdas de matéria-prima no processo de impressão em uma empresa do setor flexográfico, identificando os principais fatores que as causam e os pontos que requerem melhorias. Para isso, foi realizado um estudo de caso com a aplicação da metodologia DMAIC e da ferramenta 5W2H, que evidenciaram falhas como a ausência de monitoramento adequado, uso incorreto de métodos de retorno, falta de treinamento e de automação. Com base nesses resultados, propõe-se um plano de ação de longo prazo, visando melhorar o controle dos operadores, integrar setores, automatizar processos e promover a conscientização da equipe por meio de métricas e práticas padronizadas.

Palavras-chave: Redução de perdas. DMAIC. Indústria flexográfica. 5W2H.

Using the DMAIC methodology to evaluate the loss of raw materials in the printing sector of a flexographic company

Abstract: The high competitiveness of the market and the constant need to optimize production while reducing costs without compromising quality demand the integration of planning tools that promote efficiency and profitability. In this context, the present study analyzes raw material losses in the printing process of a company in the flexographic sector, identifying the main contributing factors and areas requiring improvement. A case study was conducted using the DMAIC methodology and the 5W2H tool, which revealed issues such as inadequate monitoring, improper use of return methods, lack of training, and absence of automation. Based on these findings, a long-term action plan is proposed to improve operator control, integrate departments, automate processes, and raise team awareness through defined metrics and standardized practices.

Keywords: Reduction of waste. DMAIC. Flexographic industry. 5W2H.

1. Introdução

Resultado da ascensão da indústria 4.0, a alta competitividade presente no mercado eclodiu devido à busca minuciosa por espaço nas relações comerciais, tornando imprescindível a aplicação de ferramentas da qualidade e do Planejamento e Controle da Produção (PCP). Isso é crucial para que as empresas se mantenham dentro do cenário competitivo, de modo que a busca por qualidade e baixo custo percorra em paralelo sobre uma linha tênue, cujo destino diverge em um sistema de produção otimizado, apresentando alto nível de qualidade e baixo custo de produção (DANIEL; MURBACK, 2014).

De acordo com Lustosa et al. (2008), o PCP influencia diretamente no modelo atual de produção. Suas técnicas e metodologias possibilitam a excelência e a melhoria contínua dentro dos processos. O avanço da tecnologia expandiu as exigências sobre os objetivos presentes na produção, como qualidade, velocidade e a flexibilidade obtida, além do crescimento considerado das empresas de pequenos portes, desenvolvimento de fornecedores e regulamentações ambientais como a ISO 26000.

Sendo assim, deve haver excelência em todos os níveis de planejamento existentes, de modo que as decisões tomadas reflitam positivamente e com os requisitos necessários. De acordo com Tubino (2009), o PCP funciona como um departamento de apoio cuja responsabilidade é dada pela coordenação e aplicação dos atributos necessários para atender de forma otimizada os planos de níveis tático, operacional e estratégico.

A qualidade trabalhada em conjunto com esse planejamento resulta em resultados otimizados na produção. A mesma passou por processos de transformações ao longo dos anos, passando, segundo Carvalho e Paladini (2012), de uma simples técnica de melhoria para um fator crítico na sobrevivência das organizações. De acordo com Werkema (2012), uma das diretrizes mais abrangentes da qualidade, o termo Seis Sigma, está relacionado com esse avanço do mercado global e, apesar de ser uma ferramenta consideravelmente antiga, é extremamente utilizada devido ao seu poder de análise e aplicação.

Com isso, as ferramentas de melhoria buscam auxiliar nas tomadas de decisões dentro das análises necessárias para que seja realizado esse controle (EMMEL SILVA et al., 2020). Dentre elas destaca-se a metodologia DMAIC, que traz um conjunto de ações propostas para a melhoria contínua de um processo, problema ou produto em questão. Sua aplicação integrada a outras ferramentas da qualidade e ao PCP oferece um sistema de processos produtivos e rentáveis com alta produtividade e baixas perdas (WERKEMA, 2012).

A flexografia, segundo Scarpeta (2007), surgiu por volta da década de 30 do século 20 e trata-se de um modelo de impressão gráfica capaz de realizar a produção de variados substratos e dimensionamentos diferentes, podendo variar de etiquetas e sacolas práticas até caixas de papelão ondulado. Isso, segundo o autor, se torna viável porque, diferente de outros processos de impressão, a flexografia possui um melhor aproveitamento da matéria-prima, não possuindo interrupções no perímetro do clichê durante o processo de impressão.

Além disso, a embalagem em que os produtos são armazenados passou de uma ferramenta de armazenamento e transporte, bem como higiene, para uma ferramenta de marketing que é responsável pela disseminação da imagem das empresas e seus produtos. Representa o valor e qualidade do produto, resultando consequentemente em um forte fator social ligado ao estado comportamental de seus clientes.

A empresa em questão apresenta um alto índice de consumo de matéria-prima e não possui um método ou estudo para análise da quantidade real produzida, consumida a mais ou perdida. Diante disso, o presente trabalho tem por objetivo aplicar a metodologia DMAIC para analisar as perdas de matérias-primas presentes no processo e propor um plano de ação fundamentado na metodologia 5W2H para melhoria em uma empresa flexográfica do Paraná.

2. Metodologia

O presente trabalho adota uma abordagem de pesquisa exploratória, utilizando um estudo de caso realizado em uma empresa flexográfica para a aplicação da metodologia DMAIC. O objetivo é analisar as perdas no processo produtivo de impressão gráfica e propor um plano de ação para melhoras os pontos negativos. De acordo com Yin (2001), o estudo de caso é uma análise prática e vivenciada, examinando uma situação atual dentro de suas perspectivas reais, especialmente em casos em que os limites do problema não são claramente conhecidos na teoria e na prática.

Em uma fase inicial, foi desenvolvida a descrição do escopo do projeto por meio da matriz SIPOC. Além disso, foi elaborado um fluxograma do processo, especificando as entradas e saídas, visando proporcionar uma compreensão mais clara e visual do processo em questão. Na sequência, foram coletados dados sobre a quantidade exata de material exigido pela ordem de produção, especificação do material, ordem de produção destinada ao material, quantidade extra, se necessário, e os motivos desse acréscimo. Esses dados foram registrados por meio de uma folha de verificação durante um período de 1 a 2 meses.

Para analisar os dados levantados, foi aplicado um diagrama de Causa e Efeito, visando identificar as causas das perdas de materiais e os possíveis pontos que levaram a essas causas. A última análise realizada foi a aplicação dos 5 Porquês, buscando identificar a causa raiz do problema proposto.

Após a análise das causas raízes, será proposta uma melhoria, utilizando o 5W2H. Essa proposta considerará medidas estatísticas e um Brainstorming aplicado aos funcionários do setor de estoque da empresa e à gerência. O objetivo é desenvolver soluções eficazes e implementáveis para reduzir as perdas no processo produtivo de impressão gráfica.

3. Fundamentação Teórica

Esta seção descreve a metodologia DMAIC utilizada para a elaboração da pesquisa, juntamente com um conjunto de ferramentas integradas à metodologia, que visam auxiliar no desenvolvimento de uma análise mais precisa do problema definido, dentre elas, destacam-se: matriz SIPOC, Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa), 5S e 5W2H.

A metodologia DMAIC representa um ciclo pertencente à metodologia Seis Sigma, compreendendo as etapas de definir, medir, analisar, melhorar e controlar. O autor destaca que esse método vai além do pensamento estatístico, alinhando planejamentos do nível estratégico da qualidade com projetos prioritários, visando o aperfeiçoamento do modelo ao selecionar corretamente os processos a serem otimizados. Isso resulta na construção de um modelo sistemático com ênfase na disciplina e base de dados, utilizando ferramentas estatísticas da qualidade integradas para alcançar resultados desejáveis (Carvalho, 2012).

Etapa 1: “D” - Definir (*define*): A primeira etapa da metodologia consiste na definição clara do problema proposto, tornando explícito o objetivo e facilitando a compreensão do estudo (Fernandes; Marins, 2012). Carvalho (2012) destaca que essa etapa traduz as necessidades em “Características Críticas para a Qualidade”, elementos obrigatórios em qualquer aplicação do Seis Sigma. Durante essa fase, a utilização de meios como a Matriz SIPOC (WEKERMA, 2012) auxilia na visualização do escopo do projeto.

Etapa 2: “M” - Medir (*measure*): A segunda etapa, conforme Carpinetti (2012), envolve a mensuração das variáveis presentes no processo para caracterizar e identificar as causas do problema. É construído o fluxograma do processo produtivo com as Características Críticas para a Qualidade (CTQs), representando entradas e saídas. Além disso, ocorre a coleta de dados do processo (CARVALHO, 2012). Werkema (2012) destaca a importância da construção de amostragens em folhas de verificação para registrar dados e definir a estratégia de amostragem, assegurando a eficácia da coleta.

Etapa 3: “A” - Analisar (*analyze*): Na terceira etapa, os dados coletados na fase anterior são analisados para identificar as causas do problema prioritário (WERKEMA, 2012). Nessa fase, Carvalho (2012) destaca a identificação das fontes das causas que contribuem para as variações do processo. É essencial evitar opiniões e experiências pessoais na disponibilização da análise dos dados, compreendendo de forma assertiva a ocorrência do problema inicial (GESUALDO, 2018). Ferramentas estatísticas, como Ishikawa e os 5 Porquês, são integradas para uma análise eficaz.

Etapa 4: “I” - Melhorar (*improve*): A quarta etapa, segundo Gesualdo (2018), envolve o desenvolvimento de um plano de ação, ideias e projetos para o aperfeiçoamento do processo. Soluções para os problemas identificados são implantadas (D’IMBÉRIO, 2018). Ferramentas como Brainstorming e 5W2H são essenciais na tomada de decisões e na identificação de propostas de melhoria alinhadas com a problemática (WEKERMA, 2012).

Etapa 5: “C” - Controlar (*control*): A quinta e última etapa do DMAIC envolve a definição do controle do processo. Carvalho (2012) destaca que a capacidade tende a retornar para o processo inicial do Seis Sigma, sendo essencial implementar treinamentos na utilização de procedimentos adotados para garantir a manutenção dos ganhos obtidos até o momento. Métodos contínuos de coleta e análise de dados são implantados para assegurar o acompanhamento do processo (GOMES, 2019).

Segundo Werkema (2012), a matriz SIPOC é utilizada na primeira fase da metodologia DMAIC e tem como finalidade facilitar a visualização do escopo do projeto, além de descrever o processo principal em estudo. A autora destaca que é um diagrama composto por cinco elementos fundamentais: fornecedores, insumos, processo, produtos e, por fim, os consumidores. Essa ferramenta promove a padronização entre os participantes do projeto, gestores e escopo, sendo crucial evitar detalhes excessivos na sua descrição.

O diagrama de Ishikawa, proposto por Kaoru Ishikawa e também conhecido como diagrama de causa e efeito é utilizado para identificar as causas raízes de um determinado problema. Conforme Gomes (2019), permite agrupar as causas em categorias básicas e detalhá-las até um nível mais avançado, relacionando-as com o problema em estudo.

O método dos 5 Porquês é uma ferramenta com uma abordagem científica desenvolvida pelo sistema Toyota para identificar a verdadeira causa de um problema. Isso é alcançado através da repetição de cinco perguntas “porquê”, buscando alcançar a causa raiz. Segundo Silva e Silva (2021), o método 5S é uma das ferramentas mais eficazes para encontrar a raiz do problema e prevenir possíveis falhas. Ele permite que o objetivo do estudo seja desmembrado e analisado com precisão. Portanto, ao final da aplicação do método, é crucial compreender claramente a justificativa para o problema proposto ter ocorrido, bem como as medidas necessárias para resolvê-lo e evitar reincidências.

De acordo com Alves (2021), a ferramenta 5W2H é caracterizada como uma lista de atividades a serem desenvolvidas, de modo a auxiliar na implantação de planos de ação, assim como designar as tarefas que irão ocorrer e quem será o responsável por executar as atividades, além de desenvolvimento de propostas a serem desenvolvidas para solucionar problemas ou realizar tarefas. O autor cita as seguintes perguntas que precisam ser respondidas, visando a fácil compreensão para que seja realizado com êxito:

- *What* (o quê?): Etapa que define o que será executado;
- *When* (quando?): Etapa que define quando será executado;
- *Who* (quem?): Etapa que define quem irá realizar;
- *Where* (onde?): Etapa que define onde será realizado;
- *Why* (por quê?): Etapa que define o motivo da realização;
- *How* (como?): Etapa que define como será realizado;
- *How Much* (quanto custa?): Etapa que define quanto custa para ser realizado.

4. Resultados e Discussão

Para iniciar a primeira etapa da metodologia, é fundamental compreender todo o processo produtivo, desde o pedido do cliente até a entrega final. O setor de Vendas recebe o pedido com as quantidades e especificações definidas e, em conjunto com o departamento técnico, insere no sistema as informações técnicas, como metragem, modelo de embalagem, tintas e materiais.

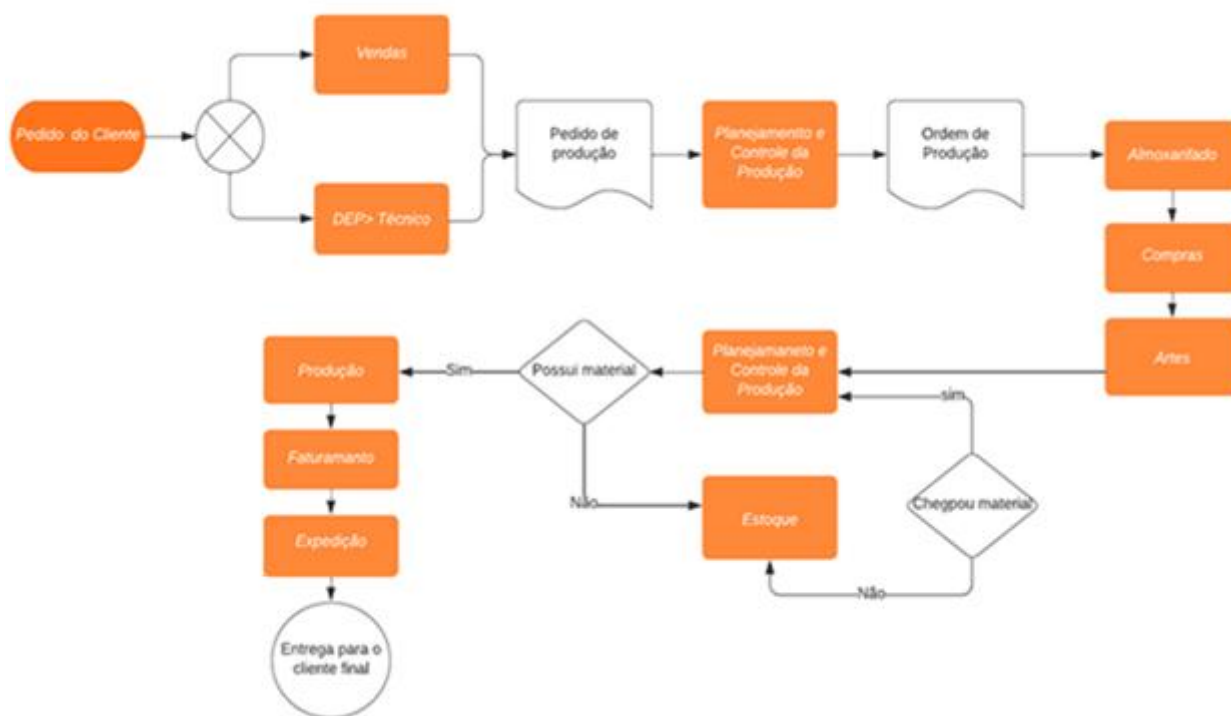
Em seguida, o pedido é encaminhado ao setor de PCP, que emite a Ordem de Produção (OP) e registra os itens em uma planilha eletrônica com suas especificações. As OPs seguem para o Almoxarifado, que verifica a disponibilidade de materiais em estoque e, conforme a situação, carimba a OP e a envia ao setor de Compras. O setor de Compras analisa as OPs sem material disponível, realiza cotações e providencia a aquisição. Todas as OPs, com ou sem material em estoque, são então encaminhadas ao setor de Artes, responsável pela criação ou ajuste das artes conforme exigido pelo cliente. As OPs com clichês gravados retornam ao PCP.

No PCP, são designadas às máquinas conforme os requisitos técnicos (faca, tinta, cores, cilindros, etc.) e a programação da produção, que considera datas e urgências. A produção divide-se entre filmes e adesivos. O Almoxarifado, então, libera os materiais conforme a OP e registra o consumo no sistema.

Os operadores seguem a fila de produção organizada pelo PCP, conforme a capacidade das seis impressoras. As máquinas 1, 2 e 3 produzem adesivos; as 4 e 5, filmes; e a 6, filmes laminados (produto acabado com camada adicional). Após a produção, o excedente é devolvido ao estoque, e o produto acabado segue para rebobinadoras e refiladoras, onde é preparado para expedição.

O estoque registra o retorno de materiais e atualiza o sistema. O setor de Expedição embala os itens conforme a OP ou estratégias de otimização de espaço e encaminha ao setor de Faturamento, que finaliza o processo com a emissão da nota fiscal e o envio ao cliente. O fluxograma completo é apresentado na Figura 1.

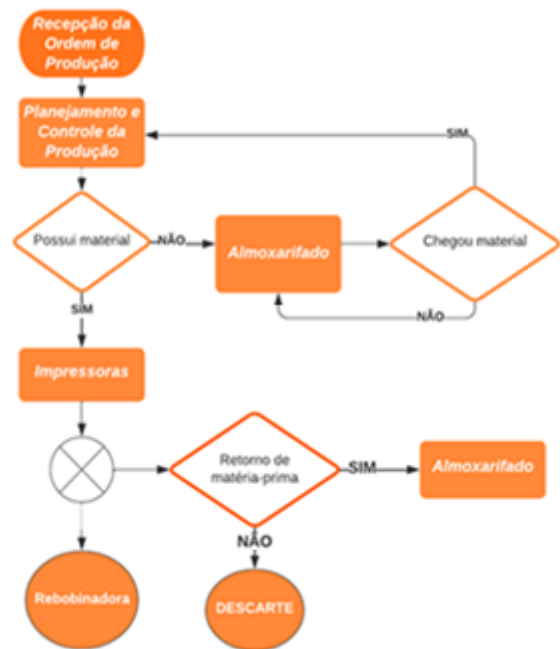
Figura 1 – Fluxograma do processo



Fonte: Os autores (2025).

A empresa em questão enfrenta desafios para mensurar a quantidade de material perdido durante o processo. A observação indica que, mesmo com a redução do volume de estoque, não é possível produzir a quantidade de produto acabado que poderia consumir o material debitado. Além disso, notou-se um aumento nas aquisições de insumos no setor de compras. Diante dessas constatações, foi elaborado um fluxograma, apresentado na Figura 2, para representar o processo produtivo no qual ocorre o problema.

Figura 2 – Fluxograma do processo analisado



Fonte: Os autores (2025).

Adicionalmente, foi desenvolvida a Matriz SIPOC, apresentada na Figura 3. Após receber a OP, o setor de PCP verifica a disponibilidade do material necessário em estoque para a execução da OP. Caso haja material, o item é programado na fila de produção. Caso contrário, a ordem é encaminhada ao almoxarifado, onde aguarda a chegada do material. Após a produção, é realizada uma verificação para determinar se há retorno de matéria-prima. Se houver, o material retorna ao almoxarifado. Em contrapartida, se não houver retorno, a matéria-prima é descartada.

Figura 3 – Matriz SIPOC do processo analisado

S Suppliers (Fornecedores)	I Inputs (Entradas)	P Process (Processos)	O Outputs (Saídas)	C Customers (Clientes)
Ordem de Produção	Bobinas de Materiais	Impressão de Rótulos e Etiquetas	- Rótulos e Etiquetas; - Retorno de Materiais; - Descarte de aparas.	- Rebobinadeira; - Almoxarifado; - Ambiente de descarte de aparas.

Fonte: Os autores (2025).

A matriz SIPOC representa as etapas e os participantes do processo. A OP fornece as especificações necessárias para a fabricação dos itens. Como entrada, tem-se as bobinas de materiais, em seguida, o processo essencial consiste na impressão dos rótulos e etiquetas nas bobinas de material disponibilizado, resultando na saída do processo, que é o produto acabado. Além disso, há o retorno de material não utilizado e o descarte das aparas, também conhecido como material perdido no processo.

Por fim, as saídas são recebidas pela rebobinadeira, refiladeira, almoxarifado e ambiente de aparas, respectivamente, de acordo com a ordem de saída apresentada anteriormente. Essa representação do fluxo do processo é essencial para compreender as interações e pontos-chave que podem impactar a eficiência e a gestão de materiais.

O processo de impressão na empresa é baseado em cinco máquinas de impressão numeradas de um a cinco, designadas por funcionalidade de acordo com o produto acabado produzido por cada uma, sendo esses produtos geralmente classificados como autoadesivos e não adesivos.

A produção dos produtos varia conforme sua classificação e utiliza três tipos principais de materiais: Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e Polipropileno Biorientado (BOPP). O PEAD e o PEBD são usados exclusivamente na fabricação de etiquetas e rótulos não adesivos, sem cola em sua composição, sendo comuns em produtos para frigoríficos, como identificação de animais e etiquetagem de carnes embaladas a vácuo. Já o BOPP é utilizado tanto em rótulos quanto em adesivos, podendo conter ou não cola, com variações de tonalidade, como Pérola, Transparente, Transparente Mate e Metal em filmes, e Pérola, Branco Fosco e Metal em adesivos. Todos os materiais são fornecidos em larguras variadas, conforme o tamanho do produto solicitado pelo cliente.

As máquinas de impressão de adesivos operam a 30 metros por minuto e utilizam clichês, que são matrizes em alto relevo que reproduzem imagens fixas, junto a cilindros anilox hexagonais, que dosam e transferem a tinta para o clichê, com largura máxima de 250 mm e suporte para até seis cores. Também possuem facas de corte integradas, responsáveis por definir o comprimento do rótulo conforme especificado pelo cliente. Já as máquinas de filmes, com capacidade superior de 70 metros por minuto, utilizam cilindros de até 420 mm para a colagem dos clichês, também com suporte para seis cores, permitindo maior produtividade na impressão desses materiais.

O processo inicia-se com o setup, com a preparação das tintas usadas para a impressão das artes solicitadas. O clichê é preparado junto ao cilindro acoplado à impressora. Após a chegada do material à máquina, é necessário realizar o "acerto" de material, ajustando a quantidade necessária para acertar a impressão de acordo com amostras e padrões de cores e encaixes. Além disso, cada bobina de material substituída requer outro acerto para que o material passe novamente pelo processo e seja ajustado. Os acertos são descartados em formas de aparas, e após a produção do pedido solicitado, as bobinas de materiais acabados são retiradas do setor de impressão e destinadas às rebobinadeiras.

Na etapa "Analyser" para possibilitar uma análise dos dados apontados no processo produtivo. Realizou-se uma coleta de dados por meio de uma folha de apontamento aplicada no almoxarifado da empresa. Nessa folha, o funcionário registrava a quantidade de material disponibilizado para a produção específica de cada item, especificando a OP, produto, IT.OP (cadastro individual que cada OP recebe), material e especificações, como gramatura e tipo de cola. Além disso, eram registrados a metragem necessária para a produção do item, a quantidade de metros disponibilizada a mais e o retorno desse material, caso houvesse. Após o preenchimento realizado dos apontamentos pelo almoxarifado, foi possível realizar uma análise referente aos apontamentos realizados pelos operadores da impressora, buscando aferir a quantidade de perdas estabelecida nos itens estudados.

Prosseguindo o estudo, analisou-se a OP concluída correspondente a apontada pelo almoxarifado, observando a quantidade apontada pelo operador de produto acabado e utilizado no acerto da máquina. Com os dados dos materiais abastecidos em máquina e a quantidade produzida de produto acabado bem como a quantidade de matéria-prima perdida em acerto, assim como os retornos de materiais que não foram utilizados na produção feita pelos operadores, foi possível realizar uma análise detalhada da situação do problema em questão.

Desenvolveu-se uma planilha para a apuração dos dados obtidos através da junção dos mesmos e a realização dos cálculos. A fórmula utilizada para o cálculo das perdas ocorridas no item rastreado é dada pela fórmula 1.

$$Perdas = Total\ disponível - (Retorno + Impresso + Acerto + Não\ Apontado) \quad (1)$$

As perdas do item rastreado são o resultado da subtração do total de material disponível para a produção pelo material retornado, impresso, utilizado no setup e o material não apontado. Transformando em percentual, obtemos a fórmula 2.

$$\% Perdas = \frac{Total\ disponível - (Retorno + Impresso + Acerto + Não\ Apontado)}{Total\ disponível} * 100 \quad (2)$$

Assim, tem-se a porcentagem de perdas ocorridas no processo. Quando a análise deve ser realizada em itens sequenciais da mesma OP, segue a fórmula 3, análoga a fórmula 1.

$$Perdas = \sum_{i=1}^n Total\ disponível - \sum_{i=1}^n (Retorno + Impresso + Acerto + Não\ Apontado) \quad (3)$$

A planilha foi desenvolvida com base em duas situações encontradas no processo produtivo: a primeira situação envolve itens que utilizam o material rastreado de maneira individual, sem a presença de outros itens na OP ou pedido que também utilizam esse material; a segunda situação inclui itens do mesmo pedido, que utilizam o mesmo material com as mesmas especificações, ou seja, o material é utilizado em diferentes itens.

A planilha reúne dados da OP como: pedido, item, data e hora de fabricação, quantidade de matéria-prima solicitada e operadores responsáveis. Também inclui detalhes da matéria-prima utilizada, como largura, categoria, gramatura da cola, total disponibilizado, quantidade retornada ao almoxarifado, transformada em aparas ou convertida em produto acabado. De forma lógica e intuitiva, a planilha calcula a matéria-prima utilizada por pedido, subtraindo as perdas, tanto as apontadas pelos operadores quanto as não registradas, e gerando o percentual total de perdas. Em pedidos com itens em sequência, todas as variáveis (matéria-prima total, produção, retorno e perdas) devem ser somadas para compor o resultado final.

Após a coleta dos dados obtidos do processo produtivo e a mensuração das perdas ocorridas através da planilha de análise, realizou-se uma análise acerca dos valores apresentados. Os operadores não registram de forma precisa a quantidade de material utilizada no setup dos itens para ajustar a especificação determinada da arte desejada. Por exemplo, as cores encaixadas corretamente nas letras de acordo com o posicionamento dos clichês, a tonalidade de cores alinhando-se com os modelos de base e o corte dos adesivos no formato desejado. O apontamento é feito de maneira incorreta e imprecisa, havendo situações em que não são realizados.

Observou-se que os operadores registraram apenas a quantidade de produto acabado, sem indicar nenhum valor referente à quantidade de material utilizado durante o setup da máquina para o acerto do item produzido. Em outros casos, os valores apontados são inferiores aos reais, sendo omitida uma grande parte da quantidade de material perdida durante o acerto. Nesse caso específico, o valor do material utilizado no acerto do item difere da quantidade realmente utilizada. O autor acompanhou pessoalmente esse caso, no qual o almoxarifado disponibilizou a quantidade de material necessária para a produção do item, além de 4000 metros extras na impressão e 6000 metros extras na laminação.

Os operadores consumiram todo o material e solicitaram um novo abastecimento ao almoxarifado, que, por sua vez, disponibilizou uma nova quantidade de aproximadamente 3792 metros na impressão e 5292 metros na laminação, com retorno de apenas 6000 metros na laminação. Ao total, foram disponibilizados aproximadamente 9792 metros na impressão e 11292 metros na laminação.

Dessa forma, houve uma não apontamento de 6627,78 metros na impressão e 4252,818 metros na laminação, resultando em uma perda total de 23,34% e 12,89%,

respectivamente. Desse valor obtido, um total de 75,72% da perda no processo de impressão não foi apontado, enquanto na laminação, 100% do valor de perda não foi apontado, o que será abordado mais detalhadamente adiante.

O processo de laminação consiste na união de outro material ao produto acabado, ou seja, a arte desenvolvida é impressa em um material e posteriormente agregada a um segundo material, formando uma segunda camada, caracterizando o processo de laminação. Esse procedimento é realizado tanto em materiais adesivos quanto em não adesivos, exceto no caso do Polietileno. Apesar de o método consumir material normalmente, os operadores não registram a quantidade de material utilizado na laminação em ambos os casos. O modelo de OP utilizado pela empresa, contribui para esse não apontamento, uma vez que não possui um campo específico destinado ao material utilizado na laminação.

O impressor indica apenas o material utilizado para a impressão no campo "Metros Acertados" e não registra o material utilizado na laminação. Quando esse registro é feito, ocorre sem um procedimento adequado, sendo escrito na parte inferior da folha, junto com outros tipos de rabiscos e anotações, inclusive utilizando outra unidade de medida, o que impossibilita uma análise correta desses dados. Esse ponto em questão necessita de uma análise detalhada, pois nos deparamos com uma situação que possui dois aspectos divergentes, mas que surgem do mesmo princípio, que é a reutilização dos materiais que sobram nas produções de certos pedidos.

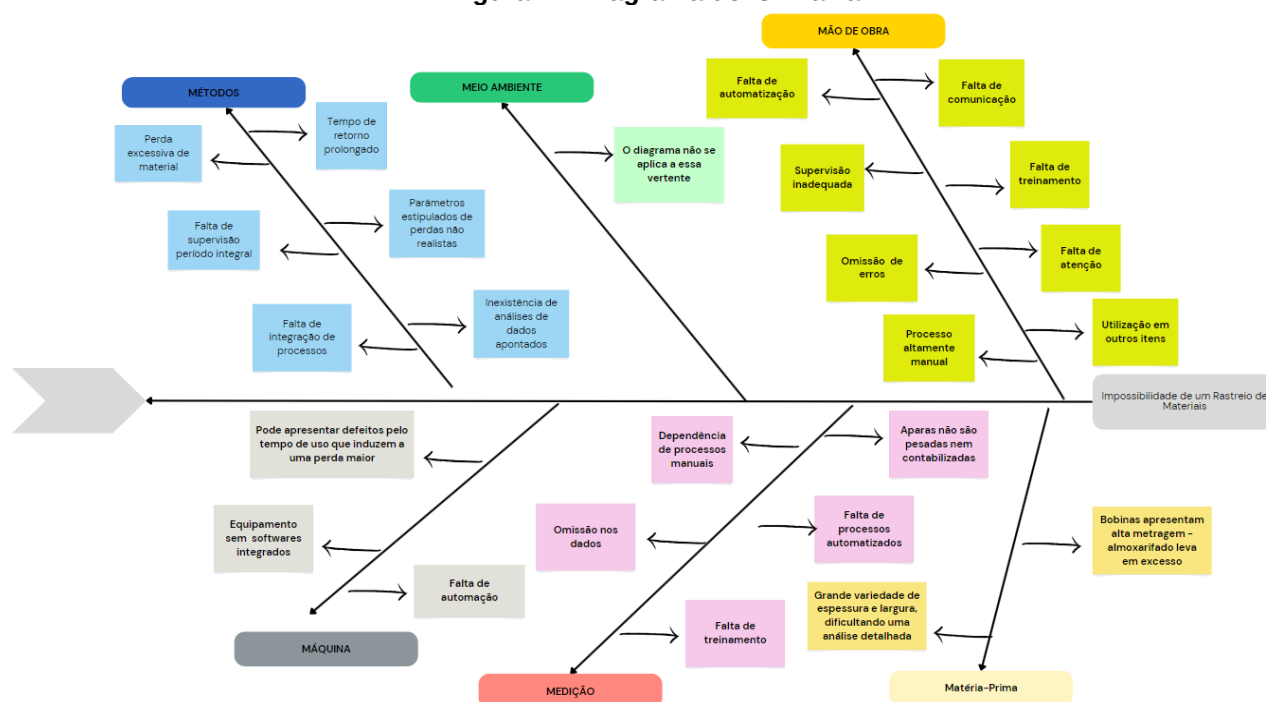
O primeiro cenário é positivo, pois a reutilização de materiais reduz o volume de sobras, geralmente bobinas pequenas que dificultam o armazenamento e reaproveitamento. No entanto, há resistência do setor produtivo quanto ao uso dessas bobinas menores. Já o segundo cenário é negativo e decorre da falta de rastreabilidade dos materiais: frequentemente não se sabe a quantidade real utilizada na produção. Por exemplo, um item que exige 10 mil metros pode consumir 15 mil, com 5 mil metros excedentes oriundos de outra produção não identificada pelo sistema atual.

Um dos principais agravantes do cenário produtivo é o apontamento incorreto do uso de materiais pelos operadores. Muitas vezes, excedentes como 5 mil metros não são registrados corretamente na OP, e os retornos são enviados ao almoxarifado sem identificação de material, OP ou IT.OP, dificultando a rastreabilidade. Como os materiais retornados chegam sem descrição, o setor de qualidade precisa apurar manualmente sua metragem e composição. Além disso, o almoxarifado carece de ferramentas adequadas, como balança de precisão, e depende de apontamentos manuais nem sempre confiáveis.

A metodologia atual permite apenas a baixa no estoque, sem identificar perdas reais, já que materiais excedentes podem ser usados em setups de novos itens sem registro adequado. As bobinas frequentemente apresentam variação em relação à OP, o que leva à liberação de material extra e, em alguns casos, ao uso excessivo. A falta de supervisão no segundo turno e no almoxarifado durante a noite agrava o problema: operadores têm autonomia para retirar materiais sem registro, aumentando a informalidade e o risco de perdas. O processo é altamente manual e desatualizado tecnologicamente, com forte dependência de papéis e planilhas. A empresa está em transição para um novo sistema, mas ainda não possui ferramentas que integrem os setores ou automatizem o controle de produtividade e perdas.

A falta de comunicação entre setores também é evidente: o administrativo, por exemplo, não compreende as pressões do setor produtivo e não tem acesso a dados como perdas, custos de matéria-prima ou metas de produção enxuta, o que dificulta uma gestão integrada e eficiente. Por outro lado, o chão de fábrica não compreende as pressões enfrentadas pelo setor administrativo, seja por demandas urgentes dos clientes, muitas vezes resultantes da própria falta de planejamento, ou por exigências constantes da diretoria por otimização. Para identificar as causas desses problemas, foi elaborado um diagrama de Ishikawa, apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Os autores (2025).

Após a aplicação do diagrama, para que fosse estabelecida uma maior apuração das causas raízes do problema, foi aplicado um brainstorming com os funcionários do setor de almoxarifado, compras e posteriormente com o gerente da empresa, de modo que fosse apresentado a visão deles sobre a questão atual dos materiais, aplicando posteriormente a ferramenta dos 5 porquês conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 2 – Aplicação 5W2H

O que?	Por quê?	Quem?	Onde?	Quando?	Como?	Quanto?
Treinamento sobre apontamentos	Entendimento da importância	Líderes e gestores	Sala de reunião	Mensal	Palestras e demonstrações	-
Fiscalização e conferência dos materiais a serem retornados	Para que não retorne nenhuma bobina sem identificação	Líder da produção	Nas impressoras e no chão de fábrica	Durante o expediente	Verificando se os materiais estão todos identificados	-
Desenvolvimento de um setor de Processos	Conferência e análise das perdas	Gerência e diretores	-	O mais breve possível	-	Salários e encargos sociais
Definição de um líder no período noturno	Liderança para fiscalizar o setor	Gerência e diretores	-	jan/25	Instituindo um impressor exemplar	-
Recursos Tecnológicos	Automatizar tarefas para redução de erros e otimização da produção	Gerência e diretores	Produção e Almoxarifado	jan/25	Adquirindo um sistema de WMS e instalação balanças de precisão	-
Contratação de um almoxarife e criação de um terceiro turno	Restringir a retirada de material sem autorização e controle do estoque	Gerência e diretores	-	jan/25	Buscando um profissional no mercado de trabalho	Salários e encargos sociais

Fonte: Os autores (2025).

As propostas visam melhorar a rastreabilidade do material no processo produtivo, tornando-a clara e acessível. Treinamentos mensais conscientizariam os operadores sobre a importância do apontamento correto, com líderes fiscalizando de forma mais rigorosa e amigável. A fiscalização dos materiais retornados, realizada pelo líder de produção na área das impressoras, evitaria devoluções sem identificação, reduzindo o tempo conforme a conscientização cresce.

A criação de um setor de processos permitiria análises mais precisas de apontamentos, perdas, produtividade e manutenção, além de focar em melhorias contínuas. A contratação de um almoxarife para o terceiro turno e um líder para o período noturno aumentaria a supervisão, impedindo retiradas indevidas de material e garantindo autoridade no chão de fábrica. Investir em automação é fundamental para substituir processos manuais, otimizar tarefas, aprimorar rastreamento e padronização, e reduzir erros, liberando tempo para análises e melhorias estratégicas.

5. Considerações Finais

Ao longo do estudo realizado, percebe-se que a empresa ainda não possui uma estrutura organizacional adequada para seu porte produtivo, faltando uma boa interação entre os setores e uma análise executada de maneira discrepante em sua organização. A análise identificou a impossibilidade atual de realizar um rastreamento detalhado dos materiais para estabelecer sua porcentagem de perda durante o processo. Deve-se focar principalmente à falta de apontamento adequado pelos operadores, tornando não confiáveis os valores aferidos e preenchidos na OP, sendo a mesma a principal fonte de informação para permitir uma análise de perdas individual dos itens, tornando impossível uma análise, devido não ser preenchida corretamente, assim como nos materiais, que muitas vezes não são identificados no modelo de retorno. Como os materiais são reutilizados em outros itens e a OP não é preenchida corretamente, não é possível analisar a perda de material através do documento de identificação do retorno. Sendo assim, só é possível realizar uma análise com os percentuais corretos de perdas quando os operadores começarem a apontar corretamente a quantidade consumida na OP.

Outro fator intrínseco para que isso ocorra é a falta de automação e a dependência de processos altamente manuais, o que dificulta a padronização e o rastreamento confiável dos processos. Com as melhorias propostas, espera-se alcançar um resultado positivo, de modo que essas dificuldades sejam mitigadas e transformadas em aspectos positivos dentro da organização. As propostas de melhoria apresentadas visam satisfazer essas necessidades encontradas, permitindo, futuramente, uma análise precisa das perdas ocorridas no processo produtivo.

Por fim, a última etapa da metodologia abordada ocorre por meio da fase de Controle, visando controlar e monitorar os resultados adquiridos com o plano de ação. Isso pode ser realizado através de reuniões mensais com os líderes de cada setor, aplicação contínua da metodologia DMAIC como uma ferramenta de melhoria contínua, palestras e acompanhamento dentro do fluxo de produção por meio do setor de processos.

O presente trabalho tinha como objetivo realizar uma análise em relação às perdas de matéria-prima ocorridas durante o processo produtivo por meio da metodologia DMAIC, identificando seus principais pontos e propondo um plano de ação visando a melhoria contínua no processo de análise da empresa, melhorando a comunicação interpessoal e entre os setores como um todo, além de promover o desenvolvimento de novos cargos e processos.

Referências

ALVES, B. **A utilização da ferramenta 5W2H: Uma proposta de melhoria no setor produtivo de uma empresa industrial de artefatos em acrílico.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Departamento de Ciências Contábeis) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

CARNEIRO, L. **Um estudo de caso sobre os itens com qualidade não conforme de uma empresa metalomecânica de Maringá.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Campus sede, 2019.

CARVALHO, M. et al. **Gestão da Qualidade Teoria e Casos.** Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.

DANIEL, E; MURBACK, F. Levantamento bibliográfico do uso das ferramentas da qualidade. **Gestão & Conhecimento - Revista do Curso de Administração**, n. 08, edição 2014.

D'IMBÉRIO, L. **Utilização da metodologia DMAIC para avaliar a perda de umidade durante o armazenamento de grãos em uma cooperativa agroindustrial.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Campus sede, 2018.

EMMEL SILVA, A. L.; HOPPE, D. A.; KAUFMANN, E. A.; LOSEKANN II, P. R.; RIBAS DE MORAES, J. A. Redução de não conformidades através da aplicação da metodologia DMAIC. **Revista Visão: Gestão Organizacional, Caçador (SC)**, Brasil, v. 9, n. 2, p. 206–223, 2020.

FERNANDES, S; MARINS, F. Aplicação do Lean Six Sigma na logística de transporte. **Produção Online**, v.12, n.2, 2012.

GESUALDO, C. **Aplicação do método DMAIC para análise de desperdícios de matéria prima em uma indústria de confecção.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Universidade Estadual de Maringá, Campus sede, 2018.

GOMES, E. et al. **Aplicação da metodologia Seis Sigma para descobrir a causa de sobras em uma empresa do ramo flexográfico no polo industrial de Manaus.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Área de Exatas e Tecnológicas) – Faculdades IDAAM, Manaus, 2019.

LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e Controle da Produção.** São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2012.

PALADINI, E. et al. **Gestão da Qualidade Teoria e Casos.** Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.

SCARPETA, E. **Flexografia: Manual prático.** 1ª Edição. São Paulo: Bloco Comunicação LTDA, 2007.

SILVA, I.; SILVA, V. **Um estudo de caso da aplicação das ferramentas da qualidade inseridas no chão de fábrica e os resultados atribuídos aos custos da não qualidade.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Gestão da Qualidade) – Instituto Federal de Pernambuco, Campus Igarassu, 2021.

TUBINO, D. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A, 2009.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma.** Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.

YIN, R. **Estudo de caso: Planejamento e métodos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.