

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
Engenharia de Produção - Campus de Itapeva

LUIZA D'ALMEIDA MADEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO DO DESCARTE DE TINTAS
INDUSTRIAIS POR EXPIRAÇÃO DE VALIDADE**

Itapeva – SP

2026

LUIZA D'ALMEIDA MADEIRA

APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO DO DESCARTE DE TINTAS
INDUSTRIAIS POR EXPIRAÇÃO DE VALIDADE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Instituto de Ciências e
Engenharia, Campus de Itapeva, para
obtenção do título de Bacharel(a) em
Engenharia de Produção.

Orientador(a): Profa. Dra. Isabela
Maganha

Itapeva - SP

2026

M181a Madeira, Luiza D'Almeida

Aplicação do método DMAIC para redução do descarte de tintas industriais por expiração de validade / Luiza D'Almeida Madeira. -- Itapeva, 2026

47 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Produção) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciências e Engenharia, Itapeva

Orientadora: Isabela Maganha

1. DMAIC. 2. Tintas Indústria. 3. Controle de estoque. 4. Controle de qualidade. I. Título.



LUIZA D'ALMEIDA MADEIRA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC PARA REDUÇÃO DO DESCARTE
DE TINTAS INDUSTRIAIS POR EXPIRAÇÃO DE VALIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, da Universidade Estadual Paulista - UNESP - Câmpus de Itapeva.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof.^a Dr.^a Isabela Maganha
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Câmpus de Itapeva.

2º Examinador: Prof. Dr. Ricardo Ghantous Cervi
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Câmpus de Itapeva.

3º Examinador: Prof. Dr. Rodrigo Pita Rolle
Universidade Estadual Paulista - UNESP - Câmpus de Itapeva.

Itapeva, 18/06/2026.

Dedico este trabalho aos meus pais, que não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida. Este trabalho é a prova de que todos seus investimentos e esforços valeram a pena.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a mim mesma, que concluiu uma graduação tão importante, mesmo pensando em desistir em alguns momentos desafiadores. Tenho muito orgulho da minha trajetória até aqui.

Aos meus pais, Alethéa e Silvio, que me incentivaram desde o início e estiveram comigo me apoiando em cada etapa da minha vida. Reconheço fortemente seus esforços na minha trajetória acadêmica. Esse trabalho é para eles.

À Natália, minha irmã de sangue e à Juliana, minha irmã do coração. Sem o suporte diário delas nesses últimos 6 anos, essa trajetória longe de casa teria sido mais difícil.

Ao Chima, meu companheiro, que me incentivou, torceu por mim e sempre esteve comigo na reta final da graduação.

Aos meus amigos de faculdade, que tornaram essa caminhada mais leve e divertida. Sempre vou levar vocês no coração. Muito obrigada, Sophia, Nathália, Mateus, Monize, Mariana, Julia Perez, Julia Alves, Stela, Fernanda e Teresa.

Agradeço também às ferramentas de tecnologia que contribuíram para a organização e aprimoramento da escrita. O uso de recursos de inteligência artificial foi útil para apoio na estruturação textual e na adequação às normas da ABNT, permitindo maior foco no desenvolvimento do conteúdo da pesquisa. Ressalta-se que todo o conteúdo intelectual deste trabalho é de responsabilidade da autora.

À minha professora orientadora, Isabela Maganha, pelo acompanhamento e pelas contribuições fundamentais ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

“As universidades serão o que são suas bibliotecas”

(Gelfand, 1968, p. 19, tradução nossa).

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o impacto do descarte de tintas industriais devido a expiração de vencimento em uma empresa do setor de tecnologia, atuante no segmento de impressão de grande formato. Para isso, foi utilizada uma pesquisa aplicada baseada no método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*), pertencente ao *framework Lean Six Sigma*, com foco na melhoria da gestão de estoques de tintas. O estudo buscou reduzir perdas por vencimento e minimizar impactos econômicos e operacionais para a organização, por meio da identificação das principais causas do problema, como falhas no planejamento de demanda, limitações no controle de validade e oportunidades de melhoria na integração entre áreas. Como resultado, observou-se uma melhoria no controle dos estoques e uma redução no volume de tintas descartadas, evidenciando a efetividade da aplicação de ferramentas estruturadas de melhoria de processos. Conclui-se que a aplicação do método DMAIC foi eficaz para identificar as causas do desperdício e implementar ações que proporcionaram ganhos financeiros, maior controle sobre a validade dos produtos e aprimoramento da gestão de estoques, contribuindo para uma operação mais eficiente e sustentável.

Palavras-chave: DMAIC; Tintas Indústria; Controle de estoque; Controle de qualidade.

ABSTRACT

This study aims to analyze the impact of the disposal of industrial inks due to expiration in a technology company operating in the large-format printing segment. An applied research approach was adopted based on the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control), part of the Lean Six Sigma framework, with a focus on improving ink inventory management. The study sought to reduce expiration-related losses and minimize the economic and operational impacts on the organization by identifying the main causes of the problem, such as demand planning issues, limitations in expiration date control, and opportunities for improved cross-department integration. As a result, an improvement in inventory control was observed, along with a reduction in the volume of disposed inks, demonstrating the effectiveness of structured process improvement tools. It is concluded that the application of the DMAIC method was effective in identifying the root causes of waste and implementing actions that resulted in financial gains, improved control over product shelf life, and enhanced inventory management, contributing to a more efficient and sustainable operation.

Keywords: DMAIC; Paint industry; Inventory management; Inventory control; Quality control.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Resumo das contribuições dos trabalhos relacionados	20
Quadro 2 – <i>Project Charter</i>	25
Quadro 3 – 5W2H	25
Figura 1 – Parte da base de dados de descarte de tintas industriais utilizada na pesquisa	27
Gráfico 1 – Gráfico de Pareto dos itens descartados por expiração de validade em 2025	29
Figura 2 – Amostra da base de dados de controle de estoque	32
Quadro 4 – 5 Porquês	33
Figura 3 – <i>Dashboard</i> de controle de estoque	34
Figura 4 – <i>Dashboard</i> de estoque promocional	36
Quadro 5 – Resumo das ações implementadas	37
Quadro 6 – Resultados obtidos após implementação das melhorias	38
Quadro 7 – Plano de controle para sustentação das melhorias	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Perdas financeiras com descarte de tintas industriais nos anos fiscais de 2024 e 2025	27
Tabela 2 – Comparação entre vendas, previsão e descarte dos itens priorizados	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

5W2H	<i>What, Why, Where, When, Who, How, How Often</i>
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
ADV	Administração de Vendas
FESPA	<i>Federation of European Screen Printers Associations</i>
SKU	<i>Stock Keeping Unit</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 DMAIC	17
2.2 Trabalhos relacionados	19
3 MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1 Classificação da pesquisa	22
3.2 Descrição do procedimento técnico	22
3.3 Coleta e análise de dados	23
4 RESULTADOS	24
4.1 <i>Define</i>	24
4.2 <i>Measure</i>	26
4.3 <i>Analise</i>	28
4.3.1 Análise dos principais itens descartados por validade	28
4.3.2 Análise da previsão da demanda	30
4.3.3 Análise do controle de validade dos produtos	31
4.3.4 Identificação das causas-raiz	32
4.4 <i>Improve</i>	33
4.4.1 Desenvolvimento do dashboard gerencial de estoque	33
4.4.2 Desenvolvimento do dashboard de estoque promocional	35
4.4.3 Ações implementadas para redução do desperdício	36
4.5 <i>Control</i>	38
5 DISCUSSÃO	39
6 CONCLUSÃO	43
7 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	45
REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

Em um cenário industrial competitivo, as organizações buscam continuamente a otimização de seus processos internos, com foco na redução de custos, desperdícios e aumento da eficiência operacional. À medida que os mercados amadurecem e a concorrência se intensifica, aspectos relacionados à produtividade, ao controle de custos e à confiabilidade das operações tornam-se fatores essenciais para a manutenção da competitividade das empresas (SLACK et al., 2023).

O mercado de impressão de grande formato, comunicação visual e impressão têxtil tem sido impulsionado pela crescente demanda por entregas rápidas, personalização e tiragens reduzidas, fatores que favorecem a expansão da impressão digital. Esse segmento abrange aplicações como *banners*, sinalização, *displays* promocionais, envelopamento, decoração de interiores e impressão têxtil, sendo caracterizado pela ampla utilização de tecnologias digitais de impressão. De acordo com o FESPA Print Census 2023, observa-se ainda uma crescente adoção de tecnologias como UV, ecossolvente, látex e sublimação, além da expansão contínua da impressão digital têxtil e das aplicações de comunicação visual. (FESPA, 2023).

A empresa objeto deste estudo atua no segmento de tecnologia, com foco no desenvolvimento e fabricação de equipamentos de impressão e projeção de imagem, sendo também responsável pela produção das tintas utilizadas em seus próprios equipamentos.

Nesse contexto, a gestão desses insumos torna-se um aspecto crítico, uma vez que a sua validade influencia diretamente os custos operacionais e o desempenho financeiro da organização. A redução de desperdícios é essencial para a eficiência econômica e sustentável das empresas, especialmente aquelas que lidam com insumos de alto valor agregado e elevada rotatividade. Tal controle é fundamental, pois, como apontam Lessa, Rezende e Dias (2025), a manutenção da competitividade em mercados pressionados por margens baixas está diretamente associada à redução de desperdícios nos processos produtivos. Quando se trata de materiais com vida útil limitada, esse cenário torna-se ainda mais complexo, uma vez que a característica perecível dos insumos exige que o controle da utilização, do armazenamento e do descarte seja realizado de forma rigorosa e sistemática para garantir a qualidade.

De acordo com a Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990 (Código de Defesa do Consumidor), todo produto comercializado deve conter informação clara sobre o seu prazo de validade em sua rotulagem. Nesse contexto, destacam-se as tintas utilizadas em processos de impressão, que são produtos químicos com vida útil definida. Dessa forma, o controle de sua validade impacta diretamente os processos logísticos, comerciais e sustentáveis de empresas desse setor (BRASIL, 1990).

Assim, o problema de pesquisa está relacionado ao descarte de tintas industriais devido ao vencimento em estoque, o que gera perdas financeiras e indica possíveis falhas no controle de armazenagem e gestão de validade.

Como objetivos específicos, pretende-se identificar os principais itens descartados por expiração de validade; analisar a acuracidade da previsão de demanda e os processos de controle da validade dos produtos; identificar as causas-raiz do desperdício de tintas industriais; propor e implementar ações de melhoria por meio da aplicação do método DMAIC; e avaliar os resultados obtidos em relação à redução de perdas por vencimento e ao aprimoramento da gestão de estoques.

Como objetivo geral, busca-se analisar o processo de gestão de estoques de tintas, com foco na redução de perdas por vencimento e na melhoria da eficiência operacional. Tal controle é fundamental, pois, como apontam Wernke e Vargas (2014), a gestão inadequada de inventários resulta em custos financeiros de oportunidade significativos e perdas materiais por obsolescência ou fim do prazo de validade. Para estruturar essa melhoria, utiliza-se o método *Define, Measure, Analyze, Improve, Control* (DMAIC), visando otimizar o capital de giro e a confiabilidade dos processos internos.

Como justificativa, destaca-se a relevância do tema para a redução de desperdícios, otimização de recursos e melhoria da eficiência dos processos internos, além de sua contribuição para a sustentabilidade econômica e ambiental da organização e do setor industrial como um todo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Esta seção tem o objetivo de apresentar os fundamentos teóricos utilizados no desenvolvimento deste trabalho, fornecendo embasamento para as análises e melhorias propostas. Para isso, foram abordados conceitos relacionados ao processo produtivo de tintas industriais, ao controle de perdas e desperdícios, ao método DMAIC e às ferramentas da qualidade aplicadas à melhoria contínua e à otimização de processos.

2.1 DMAIC

O método DMAIC faz parte da metodologia *Six Sigma*, sendo utilizado como uma abordagem estruturada e iterativa voltada à melhoria contínua dos processos. No contexto do Lean Six Sigma, sua aplicação também está relacionada à formação de equipes responsáveis pela condução de projetos que contribuam para o alcance das metas estratégicas das organizações (Carpinetti, 2012).

O *Six Sigma* surgiu em uma empresa de tecnologia chamada Motorola em 1980. Essa metodologia é um programa de melhoria contínua que tem como objetivo reduzir desperdícios e consequentemente diminuir custos a fim de melhorar a qualidade de um processo. O nome do programa faz referência ao nível de capacidade de processos, ou seja, um processo *Six Sigma* é aquele cuja variabilidade do resultado, medida em unidades de desvio-padrão, sigma, corresponde a um duodécimo da variação máxima aceitável, definida na especificação de projeto do produto para variação do resultado em torno do valor nominal (Carpinetti, 2012).

O DMAIC é um método estruturado voltado ao desenvolvimento e aprimoramento de projetos, sendo composto por cinco etapas: *define*, *measure*, *analyze*, *improve* e *control*. A descrição das etapas do método DMAIC apresentada a seguir tem como base a obra de Carpinetti (2016).

A etapa *define* (Definir) tem como objetivo identificar o problema a ser trabalhado e determinar qual será o projeto. A decisão sobre a execução do projeto é tomada pelos níveis *Black Belt* ou *Master Black Belt*. Para isso, torna-se necessário definir de forma clara o objeto de estudo e o problema a ser analisado, identificando o efeito indesejado que se pretende reduzir ou eliminar.

Durante a fase *measure* (medir) são coletados dados relacionados ao problema definido anteriormente, com o objetivo de auxiliar na investigação das características do processo e na identificação das possíveis causas das falhas encontradas.

Na fase *analyze*, os dados que foram obtidos nas outras etapas são avaliados e usados como base para análise e conclusões desta etapa, que tem como objetivo identificar as principais causas do problema e quantificar a importância delas. Para isso, podem ser aplicadas análises estatísticas, testes experimentais e ferramentas da qualidade, como diagramas de causa e efeito, testes de hipótese e análise de variância. Ao final dessa etapa, espera-se obter uma compreensão mais aprofundada do problema, permitindo identificar soluções capazes de minimizar ou eliminar suas causas, contribuindo para a melhoria contínua do processo.

A etapa *improve* consiste no planejamento e na implementação das ações de melhoria com base nas análises realizadas anteriormente. Nessa fase, também podem ser conduzidos experimentos e novas análises de capacidade do processo, com o objetivo de validar a eficácia das soluções propostas e verificar se os resultados esperados foram alcançados. Além disso, torna-se necessário estruturar o plano de implementação das ações definidas, visando garantir a aplicação adequada das melhorias no processo.

Para finalizar o método DMAIC, a etapa *control* tem como objetivo garantir que as melhorias implementadas sejam mantidas ao longo do tempo. Para isso, torna-se necessário revisar os procedimentos do processo e estabelecer novos mecanismos de controle, como instruções de trabalho, registros e ferramentas de monitoramento.

Em algumas etapas do método DMAIC, observa-se o suporte de diferentes ferramentas da qualidade, utilizadas para auxiliar na identificação, análise e solução de problemas. Dentre essas ferramentas, destacam-se o *Project Charter*, utilizado para formalizar o escopo, os objetivos e as metas do projeto; o 5W2H (*What, Why, Where, When, Who, How e How Much*), empregado na elaboração e acompanhamento de planos de ação; e a técnica dos 5 Porquês, utilizada para identificação das causas-raiz dos problemas.

2.2 Trabalhos relacionados

Diversos estudos apontam o método DMAIC como uma ferramenta fundamental para a otimização de processos e redução de desperdícios no ambiente industrial, uma vez que sua aplicação possibilita a identificação das causas de falhas, o desenvolvimento de soluções eficazes e o monitoramento contínuo dos resultados obtidos.

Por exemplo, especificamente no ramo de tintas e impressão industrial, Monteiro et al. (2025) aplicaram o DMAIC em operações de pintura industrial para reduzir desperdícios e melhorar o desempenho do processo. O DMAIC foi integrado a ferramentas *lean* para aumentar a sustentabilidade econômica e ambiental em operações de pintura e colagem de artigos de luxo em couro. O estudo foca na reestruturação da gestão de filtros, utilizando ferramentas como o diagrama de Ishikawa, 5S e 3W1H para identificar ineficiências, reduzir desperdícios de materiais e otimizar a logística interna do armazém.

Zanotti e Eiras (2015) tiveram como objetivo reduzir as perdas de materiais em máquinas de impressão de uma empresa do segmento de embalagens. Por meio do DMAIC, utilizou-se o gráfico de Pareto para identificar que o setor de impressão *offset* concentrava a maior parcela dos problemas de qualidade, destacando-se ocorrências como folhas manchadas e cores fora do padrão. Posteriormente, a aplicação da matriz de priorização permitiu identificar a desatenção operacional como principal causa dos desperdícios, motivando a utilização da ferramenta 5W2H para definição de ações corretivas relacionadas à supervisão do processo produtivo. Como resultado, observou-se a redução do volume de refugos e a geração de economia financeira para a organização. Concluiu-se que a aplicação sistemática das ferramentas da qualidade contribui para a redução de custos operacionais e para o aumento da competitividade empresarial.

Chahade (2009) analisou a utilização do DMAIC na otimização da linha de produção da empresa BASF S/A, com foco na máquina de envase Devree II. O estudo identificou que as principais limitações do processo estavam relacionadas às paradas frequentes para limpeza, falhas no dimensionamento técnico dos bicos de envase e à variabilidade de desempenho entre os operadores. A partir da aplicação de melhorias estruturais, como adequações nos bicos conforme a viscosidade da tinta, instalação de filtros de contenção e ajustes no sistema de lavagem automática,

aliados à padronização de treinamentos operacionais, observou-se um aumento da produtividade e maior estabilidade do processo produtivo. Concluiu-se que a aplicação sistemática da metodologia *Six Sigma* contribuiu para a melhoria contínua, geração de benefícios econômicos e fortalecimento de uma cultura organizacional orientada pela análise de dados.

O Quadro 1 apresenta um resumo das principais contribuições dos trabalhos identificados na literatura relacionados ao tema desta pesquisa, destacando suas propostas, objetivos, resultados e conclusões.

Quadro 1 – Resumo das contribuições dos trabalhos relacionados

Referência	Proposta	Objetivo	Resultados	Conclusões
Monteiro et al. (2025)	Aplicação do método DMAIC integrada a ferramentas <i>Lean Six Sigma</i> para reduzir desperdícios e otimizar operações de pintura e colagem em artigos de luxo.	Melhorar a sustentabilidade econômica e ambiental, reduzir desperdícios e otimizar a gestão de filtros.	Economia anual de aproximadamente €150.000, redução de 88,72% dos resíduos enviados a aterros e diminuição do tempo de troca de filtros.	A integração entre <i>Lean</i> e <i>Six Sigma</i> mostrou-se eficaz para aumentar a eficiência operacional e reduzir impactos ambientais sem comprometer a qualidade.
Zanotti e Eiras (2015)	Aplicação do DMAIC e de ferramentas da qualidade, como Pareto, Matriz de Priorização e 5W2H, para reduzir refugos em impressão offset.	Reduzir perdas por qualidade em três máquinas de impressão e melhorar a eficiência produtiva	Redução do desperdício de 2,52% para 2,09% e economia anual estimada em R\$ 23.649,28.	O uso sistemático das ferramentas da qualidade contribuiu para redução de custos e aumento da competitividade empresarial.
Chahade (2009)	Aplicação da metodologia Seis Sigma e do ciclo DMAIC para aumentar a produtividade no envase de tintas decorativas.	Elevar a produtividade da máquina Devree II em 20% e reduzir custos operacionais	Aumento da produtividade para 400 l/h/h, redução das paradas para limpeza e melhoria na estabilidade do processo.	Aumento da produtividade para 400 l/h/h, redução das paradas para limpeza e melhoria na estabilidade do processo.

Fonte: Elaborado pela autora (2026)

Dessa forma, observa-se que a aplicação do DMAIC, associada aos princípios do *Lean Six Sigma* e a outras ferramentas da qualidade, apresenta resultados significativos em diferentes contextos industriais.

Os estudos analisados demonstram que a utilização estruturada dessas práticas contribui para a redução de desperdícios, aumento da produtividade, melhoria da eficiência operacional e diminuição de custos, além de promover maior estabilidade nos processos. Assim, verifica-se que o DMAIC se mostra uma abordagem eficaz para a solução de problemas e para a melhoria contínua, tornando-se uma importante ferramenta para o aumento da competitividade e sustentabilidade das organizações.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Esta seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, são descritas as classificações do estudo quanto à sua finalidade, objetivos e abordagem do problema. Em seguida, é apresentado o procedimento técnico utilizado para a condução da pesquisa.

3.1 Classificação da pesquisa

Segundo Gil (2022), a classificação da pesquisa permite organizar e compreender de forma sistemática os procedimentos científicos. Quanto à finalidade, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, por buscar a solução de um problema prático. Em relação aos objetivos, classifica-se como descritiva, uma vez que analisa o processo de gestão de tintas industriais e os fatores relacionados ao desperdício por validade. Quanto à abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa, fundamentada na análise de dados numéricos para identificar oportunidades de melhoria e avaliar a eficácia das ações propostas.

Nesse contexto, o presente estudo busca caracterizar o processo de gestão de tintas industriais, analisar a ocorrência de desperdícios por validade e identificar fatores relacionados a esse problema, visando subsidiar a proposição de melhorias por meio do método DMAIC.

3.2 Descrição do procedimento técnico

No que se refere ao procedimento técnico, a pesquisa é classificada como estudo de caso. De acordo com Gil (2022), esse delineamento é adequado para a investigação de fenômenos contemporâneos em seu contexto real. Dessa forma, sua utilização mostra-se pertinente neste trabalho, uma vez que o estudo é desenvolvido em uma empresa específica, permitindo a análise detalhada do processo de gestão de tintas industriais e do desperdício gerado por vencimento de validade.

Segundo Gil (2022), embora o estudo de caso não siga uma sequência rígida de etapas, o seu desenvolvimento geralmente compreende a formulação do problema ou das questões de pesquisa, a definição das unidades de análise, a seleção dos casos, a elaboração do protocolo de pesquisa, a coleta de dados, a análise e interpretação das informações obtidas e a redação do relatório final.

3.3 Coleta e análise de dados primários

Os dados utilizados nesta pesquisa foram obtidos a partir de três bases de dados em Microsoft Excel, disponibilizadas por diferentes setores da empresa. A primeira base, fornecida pelos setores de Operações e Armazém, continha os registros de todos os itens de tintas industriais em estoque no momento da análise, incluindo informações como código do produto, descrição, quantidade disponível, data de validade, aging (quantidade de dias restantes para o vencimento no momento da entrada do item em estoque) e dias restantes para o vencimento na data da análise. O Microsoft Excel é um software amplamente utilizado para organização, análise e visualização de dados. A ferramenta permite estruturar bases de dados, realizar cálculos automatizados e gerar gráficos de forma dinâmica, facilitando a interpretação das informações, bem como o compartilhamento e a colaboração entre usuários (MICROSOFT, 2025).

A segunda base foi disponibilizada pela área de Produtos e continha informações referentes ao histórico de vendas e à previsão de demanda dos produtos, abrangendo o período de abril de 2024 a março de 2025. A base era composta pelos campos código do material e quantidade. A terceira base foi disponibilizada pelos setores de Operações e Armazém e continha os registros de descarte de tintas industriais referentes ao período de abril de 2023 a março de 2025. A base era composta pelos campos código do material, quantidade descartada, data do descarte e motivo do descarte.

Os dados foram organizados e tratados por meio de planilhas eletrônicas *em Microsoft Excel*, além da utilização de *dashboards* desenvolvidos no *Microsoft Power BI* para acompanhamento e análise dos indicadores de estoque. A análise das informações foi realizada em conformidade com as etapas do método DMAIC, empregando ferramentas da qualidade para auxiliar na identificação e priorização das causas do problema. O *Microsoft Power BI* é uma plataforma de *business intelligence* que permite conectar, analisar e visualizar dados provenientes de diferentes fontes, possibilitando a criação de *dashboards* e relatórios para apoiar a tomada de decisão (MICROSOFT, 2026).

Dentre as ferramentas utilizadas, destacam-se o gráfico de Pareto, empregado para identificar os fatores mais relevantes relacionados ao desperdício, e

a técnica dos 5 Porquês, utilizada para investigação das causas-raiz do problema. Para o planejamento e definição das ações de melhoria, foi aplicada a ferramenta 5W2H, possibilitando a estruturação das atividades propostas. Por fim, os resultados obtidos foram avaliados por meio do acompanhamento dos indicadores de estoque e desperdício, permitindo verificar a eficácia das ações implementadas.

4 RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação do método DMAIC. Para facilitar a compreensão do desenvolvimento do estudo, os resultados foram apresentados de acordo com as etapas: *define*, *measure*, *analyze*, *improve* e *control*, evidenciando as atividades realizadas e os resultados alcançados em cada fase.

4.1 Define

A fase *define* (definir) teve como objetivo delimitar o problema estudado, estabelecer o escopo do projeto e definir as metas a serem alcançadas. A empresa objeto deste estudo de caso atua no segmento de tecnologia, com foco no desenvolvimento e fabricação de equipamentos de impressão. Além da produção de impressoras, a organização também fabrica as tintas utilizadas em seus próprios equipamentos, sendo esse segmento responsável por uma parcela relevante do faturamento da empresa.

Devido às características dos produtos comercializados, a gestão dos estoques e o controle da validade dos materiais representam atividades críticas para a operação, uma vez que o vencimento dos produtos pode resultar em perdas financeiras, desperdício de recursos e impactos ambientais associados ao descarte de materiais.

Para isso, foi elaborado um *Project Charter*, contendo informações relacionadas ao problema identificado, os seus impactos para a organização, os objetivos do estudo e os envolvidos no projeto. Adicionalmente, foi utilizada a ferramenta 5W2H para detalhar os aspectos fundamentais da pesquisa.

O *Project Charter* foi utilizado para formalizar as informações iniciais do estudo, definindo o problema a ser investigado, os objetivos, o escopo, os indicadores de desempenho e os benefícios esperados.

Conforme apresentado no Quadro 2, o projeto teve como foco a redução do desperdício de tintas industriais por vencimento, problema que gerava impactos financeiros e operacionais para a organização.

Quadro 2 – *Project Charter*

Elemento	Descrição
Problema	Desperdício de tintas industriais por validade, resultando em perdas financeiras e impactos ambientais.
Objetivo	Reduzir o desperdício de tintas industriais por meio da identificação das causas e implementação de ações de melhoria.
Impacto no negócio	Redução de custos e desperdícios e otimização do espaço de armazenamento.
Processo analisado	Verificação da aderência entre forecast e vendas reais, análise das práticas de armazenamento das tintas, estudo das datas de validade dos produtos recebidos e avaliação dos dados de descarte para identificação das principais causas do descarte.
Indicadores	Valor financeiro das tintas descartadas (USD) e quantidade de tintas sucateadas.
Metodologia	Aplicação do método DMAIC e ferramentas da qualidade.
Benefícios esperados	Redução do desperdício, melhoria da gestão de estoque e aumento da eficiência operacional.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A ferramenta 5W2H foi utilizada para complementar a definição do projeto, detalhando os aspectos fundamentais relacionados ao problema investigado. Por meio dessa ferramenta, foi possível estruturar informações referentes ao objetivo do estudo, às justificativas para sua realização, ao local de aplicação, aos responsáveis pelas atividades, à forma de execução e aos recursos necessários. O Quadro 3 apresenta o 5W2H elaborado para este estudo.

Quadro 3 – 5W2H

Elemento	Descrição
<i>What</i> (qual é o problema?)	Elevado volume de descarte de tintas industriais.
<i>Why</i> (por que isso é um problema?)	O problema gera perdas financeiras, desperdício de recursos e impactos ambientais decorrentes do descarte de materiais.

Elemento	Descrição
<i>Where</i> (onde o problema é observado?)	No armazém e nos estoques de tintas da empresa.
<i>Who</i> (quem é impactado?)	A organização como um todo, especialmente os setores de produção, logística, financeiro e desenvolvimento de produtos.
<i>When</i> (quando o problema foi notado pela primeira vez?)	A partir do momento em que o descarte de tintas por validade expirada passou a impactar significativamente os custos operacionais da empresa.
<i>How</i> (como o problema é observado?)	Por meio do monitoramento dos estoques, da verificação das datas de validade e da análise dos registros de descarte.
<i>How often</i> (com que frequência o problema é observado?)	Problema recorrente, sendo monitorado durante o período de estudo.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Conforme apresentado nos Quadros 2 e 3, o *Project Charter* e o 5W2H contribuíram para a definição e o detalhamento dos principais aspectos relacionados ao problema investigado.

A utilização dessas ferramentas permitiu delimitar o escopo do estudo, compreender os impactos do desperdício de tintas industriais para a organização e estruturar as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa. Além disso, possibilitou manter o foco das análises nas questões relacionadas ao descarte de tintas e ao controle de validade dos produtos, servindo como base para a condução das etapas subsequentes do método DMAIC.

4.2 Measure

A fase *measure* (medir) teve como objetivo quantificar o problema identificado na etapa anterior por meio da coleta e análise dos dados relacionados ao descarte de tintas industriais. Para isso, foi utilizada uma base de dados fornecida pelo armazém da empresa, contendo informações sobre os materiais descartados e suas respectivas classificações.

A base de dados contempla diferentes motivos de descarte, tais como devoluções de mercado, defeitos de qualidade e vencimento. Contudo, considerando o escopo definido para este estudo, foram selecionados apenas os registros relacionados ao descarte por vencimento. A partir desses dados, foi

possível mensurar o problema, identificar padrões de ocorrência e estabelecer indicadores para o acompanhamento das etapas subsequentes.

A Figura 1 apresenta um exemplo da base de dados utilizada neste estudo.

Figura 1 – Parte da base de dados de descarte de tintas industriais utilizada na pesquisa

Material	Texto breve de material	Data de lançamento	Qtd. UM registro	UM registr	NET INDUSTRIA	Montante em MI	Txt.tipo movimento	FY	Motivo
T43M120	TINTA ULTRACHROME DS PRETO HDK - 10L	16/05/2024	-1 UN		1748,06	-1.017,64	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M120	TINTA ULTRACHROME DS PRETO HDK - 10L	21/11/2024	-1 UN		1748,06	-1.090,62	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M120	TINTA ULTRACHROME DS PRETO HDK - 10L	16/05/2024	-1 UN		1748,06	-1.017,64	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M220	TINTA ULTRACHROME DS CIANO - 10L	21/11/2024	-1 UN		1748,06	-1.094,42	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M320	TINTA ULTRACHROME DS MAGENTA - 10L	21/11/2024	-1 UN		1748,06	-1.092,57	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M420	TINTA ULTRACHROME DS AMARELA - 10L	16/05/2024	-7 UN		1748,06	-7.046,52	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M420	TINTA ULTRACHROME DS AMARELA - 10L	21/11/2024	-1 UN		1748,06	-1.092,32	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T43M420	TINTA ULTRACHROME DS AMARELA - 10L	16/05/2024	-7 UN		1748,06	-7.046,52	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T44H220	Tinta UltraChrome Pro 12 Ciano	16/05/2024	-1 UN		1107,28	-764,39	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T44H220	Tinta UltraChrome Pro 12 Ciano	16/05/2024	-1 UN		1107,28	-764,39	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T44HB20	Tinta UltraChrome Pro 12 Verde	16/05/2024	-1 UN		1107,28	-762,56	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T44HB20	Tinta UltraChrome Pro 12 Verde	16/05/2024	-1 UN		1107,28	-762,56	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T46Y300	TINTA ULTRACHROME PRO MAGENTA 50ML	16/05/2024	-1 UN		260,44	-205,00	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T46Y300	TINTA ULTRACHROME PRO MAGENTA 50ML	16/05/2024	-1 UN		260,44	-205,00	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido
T46Y400	TINTA ULTRACHROME PRO AMARELO 50ML	16/05/2024	-21 UN		260,44	-3.820,69	SM Scrap com NF	FY 24-25	vencido

Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2026).

As informações contidas nessa base de dados permitiram identificar os materiais descartados, os seus respectivos motivos de descarte e os impactos associados ao problema analisado. Esses resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Perdas financeiras com descarte de tintas industriais nos anos fiscais de 2024 e 2025

Ano fiscal	Descarte total (USD)	Descarte por vencimento (USD)	Participação
2024	730.000	550.000	75%
2025	919.000	730.000	80%

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Com o objetivo de quantificar a dimensão do problema, foram analisados os dados de descarte referentes aos anos fiscais de 2024 e 2025. Os resultados demonstraram que, em 2024, as perdas totais com descarte de tintas industriais corresponderam a aproximadamente USD 730 mil, dos quais USD 550 mil estavam relacionados à expiração da validade dos produtos, representando cerca de 75% do valor total descartado.

Em 2025, observou-se um aumento das perdas, que atingiram aproximadamente USD 919 mil. Deste montante, cerca de USD 730 mil foram decorrentes da expiração da validade das tintas, correspondendo a aproximadamente 80% do valor total descartado.

Os resultados evidenciam que o vencimento dos produtos constitui a principal causa de desperdício de tintas na empresa, representando a maior parcela das perdas financeiras associadas ao descarte.

Além disso, o aumento observado entre os anos analisados reforça a necessidade de investigação das causas do problema e da implementação de ações de melhoria voltadas ao controle da validade e à gestão dos estoques.

Dessa forma, os dados obtidos nesta etapa permitiram confirmar a relevância do problema e estabelecer uma base quantitativa para a investigação de suas causas.

A partir dessas informações, a etapa *analyze* foi direcionada à identificação dos fatores que contribuíram para a ocorrência do desperdício e ao entendimento dos motivos que levaram ao aumento das perdas observadas nos períodos analisados.

4.3 *Analyze*

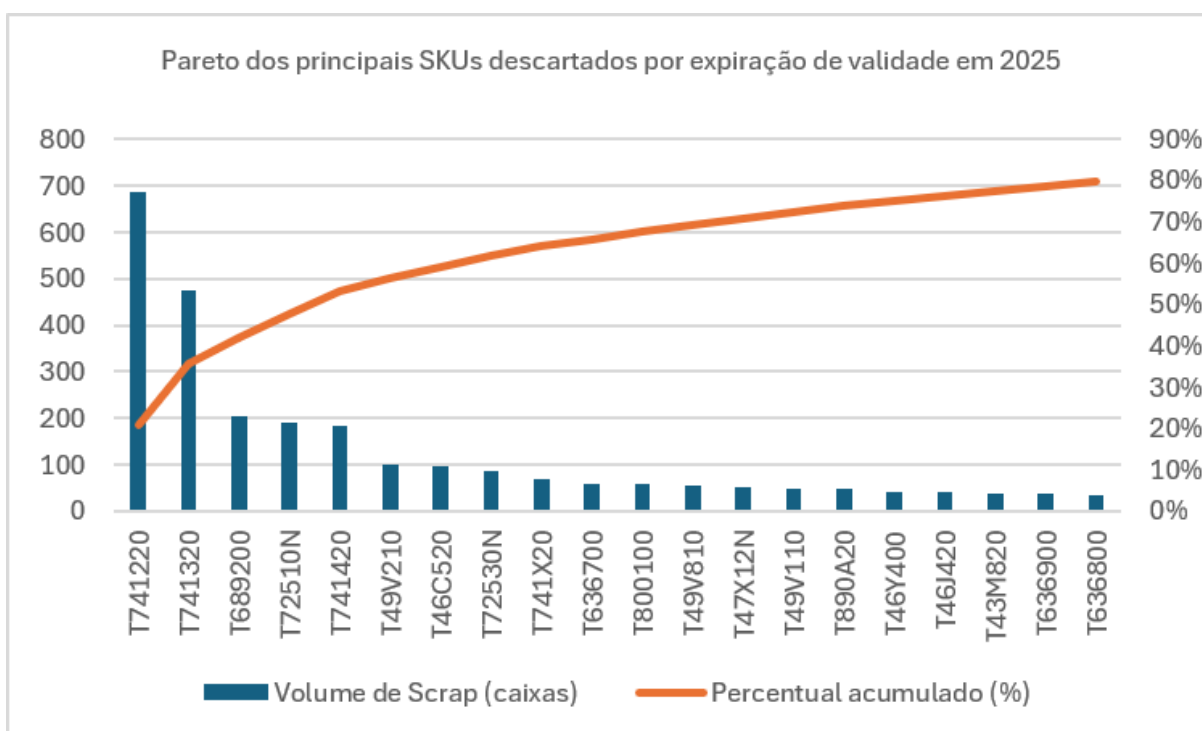
Após a quantificação das perdas associadas ao descarte por vencimento, foram realizadas análises dos processos relacionados à gestão das tintas industriais, com o objetivo de identificar os fatores que contribuíram para a ocorrência do problema. Para isso, foram avaliados aspectos relacionados à previsão de demanda, ao controle de validade dos produtos e às condições de armazenamento das tintas.

4.3.1 Análise dos principais itens descartados por validade

Com o objetivo de direcionar a investigação para os produtos com maior impacto financeiro e operacional, foi realizada uma análise dos descartes por expiração de validade registrados no ano fiscal de 2025. Para isso, os itens foram classificados de acordo com o volume de descarte gerado, permitindo identificar os materiais mais representativos para o problema estudado.

A partir dessa análise, foi elaborado o gráfico de Pareto, apresentado no Gráfico 1, o qual possibilitou identificar os itens que concentram a maior parcela das perdas e, conseqüentemente, priorizar os esforços de investigação e melhoria.

Gráfico 1 – Gráfico de Pareto dos itens descartados por expiração de validade em 2025



Fonte: Elaborado pela autora com base em dados da empresa (2026).

Conforme apresentado no Gráfico 1, foram analisados mais de 60 itens que apresentaram registros de descarte por expiração de validade no ano fiscal de 2025. A aplicação do gráfico de Pareto permitiu identificar que aproximadamente 80% do volume total de descarte estava concentrado em um grupo reduzido de materiais. Dessa forma, os itens pertencentes a essa faixa de representatividade foram selecionados para as análises subsequentes, possibilitando direcionar a investigação para os itens de maior impacto financeiro e operacional.

A partir dessa priorização, foram realizadas análises complementares com o objetivo de identificar possíveis fatores relacionados à ocorrência dos descartes, incluindo a avaliação da aderência entre previsão de vendas e vendas realizadas,

bem como aspectos relacionados ao controle de validade dos produtos e à gestão dos estoques.

4.3.2 Análise da previsão da demanda

Com base nos resultados obtidos por meio do gráfico de Pareto, foi realizada uma avaliação da acuracidade da previsão da demanda dos itens responsáveis pela maior parcela dos descartes por expiração de validade no ano fiscal de 2025. O objetivo dessa análise foi verificar a aderência entre a demanda prevista e as vendas efetivamente realizadas, buscando identificar possíveis desvios que pudessem contribuir para a formação de estoques excedentes e, conseqüentemente, para o aumento das perdas por vencimento.

Para isso, foram comparados os volumes vendidos e os valores previstos para os materiais priorizados, permitindo avaliar a existência de superestimações da demanda e sua possível relação com os volumes de descarte observados. A comparação entre as vendas realizadas, as previsões dos itens priorizados estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação entre vendas, previsão e descarte dos itens priorizados

Código do Material	Vendas (unidades)	Previsão (unidades)	Erro absoluto (unidades)
T741320	11773	17004	5231
T741420	10967	15018	4051
T46C520	706	1818	1112
T741220	16775	17550	775
T741X20	17820	18432	612
T49V210	264	627	363
T72510N	329	659	330
T72530N	247	510	263
T49V810	291	663	372
T49V110	238	515	277
T47X12N	51	285	234
T890A20	55	112	57
T42M820	25	72	47
T689200	118	165	47
T800100	15	43	28
T636800	3	22	19
T636900	17	33	16
T46J420	69	82	13
T636700	24	33	9
T46Y400	10	8	-2

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Conforme apresentado na Tabela 2, observou-se que 19 dos 20 itens priorizados apresentaram previsão superior às vendas efetivamente realizadas. Entre os materiais analisados, os maiores desvios foram identificados nos itens T741320 e T741420, que registraram diferenças de 5.231 e 4.051 unidades, respectivamente, entre a demanda prevista e as vendas realizadas.

Também foram observados desvios relevantes nos itens T46C520, T741220 e T741X20, com diferenças de 1.112, 775 e 612 unidades, respectivamente. Apenas o item T46Y400 apresentou vendas superiores à previsão, registrando uma diferença de duas unidades.

Os resultados evidenciam a ocorrência de diferenças entre as quantidades previstas e as efetivamente comercializadas para os materiais analisados.

4.3.3 Análise do controle de validade dos produtos

Com o objetivo de aprofundar a investigação dos fatores relacionados ao descarte de tintas industriais por expiração de validade, foi realizada uma análise do processo de controle de validade dos produtos.

Durante essa avaliação, identificou-se que a empresa adota como critério mínimo para comercialização o prazo remanescente de 180 dias até o vencimento. Dessa forma, produtos que apresentam prazo inferior a esse limite são automaticamente classificados como descarte, não podendo ser disponibilizados para venda.

Considerando essa condição, foram avaliados os registros de recebimento e os controles de estoque da empresa, que contêm informações como data de entrada dos materiais e data de expiração da validade. A partir desses dados, foi calculado o *aging* dos produtos, indicador utilizado para determinar o tempo remanescente até o vencimento, e verificar a conformidade dos materiais em relação ao critério mínimo estabelecido pela organização.

Essa avaliação teve como finalidade identificar situações que pudessem representar risco de descarte futuro por validade, bem como fornecer subsídios para a definição de ações preventivas relacionadas ao controle de estoque e ao recebimento de materiais. A Figura 2 apresenta uma amostra da base de dados utilizada para o controle de estoque, a partir da qual foram realizadas as análises deste estudo.

Figura 2 – Amostra da base de dados de controle de estoque

Cód. Produto	Desc. Produto	Endereço	Data Entrada	Data Validade	Qtde Saldo
T913100	ULTRACHROME HD PHOTO BLK INK CART 200 ML	SCRAP	19/07/2024	20/08/2024	1,000
T45S620	SURECOLOR R5070L LT MAGENTA 2-1.5L BAGS	SCRAP	19/07/2024	01/01/2025	1,000
T47X42N	SCF - ULTRACHROME DG YELLOW 1,5 LTR	SCRAP	08/04/2025	13/01/2025	2,000
T49V210	Cartucho de Tinta Cyan U.V V7000	SCRAP	10/01/2025	02/04/2025	24,000
T45L420	BAG DE TINTA AMARELO 1500ML	SCRAP	10/01/2025	17/04/2025	1,000
T47X22N	SCF - ULTRACHROME DG CYAN 1,5 LTR	SCRAP	08/04/2025	01/03/2025	2,000
T47X32N	SCF - ULTRACHROME DG MAGENTA 1,5 LTR	SCRAP	08/04/2025	01/03/2025	2,000
T50L120	ULTRACHROME XD3 PHOTO BLACK CART 700ML	SCRAP	17/09/2024	02/03/2025	1,000
T47XA2N	SCF - ULTRACHROME DG WHITE 1-5 LTR	SCRAP	10/01/2025	13/02/2025	40,000
T45S420	BAG DE TINTA AMARELA R5070L	SCRAP	19/07/2024	01/01/2025	1,000
T45S520	SURECOLOR R5070L LIGHT CYAN 2-1.5L BAGS	SCRAP	19/07/2024	01/01/2025	1,000
T47XA2N	SCF - ULTRACHROME DG WHITE 1-5 LTR	SCRAP	07/10/2024	01/02/2025	4,000
T46C320	ULTRACHROME DS MAGENTA INK BAG 6 X 1.1L	SCRAP	17/09/2024	18/07/2024	1,000

Fonte: Dados fornecidos pela empresa (2026).

Os resultados evidenciaram a ocorrência de materiais ingressando no estoque com prazo de validade inferior ao critério mínimo de 180 dias. No mês de maio de 2025, por exemplo, foram identificados 266 itens nessa condição. Além disso, foram observados casos em itens que figuram entre os principais responsáveis pelo descarte por expiração de validade no ano fiscal de 2025, como os materiais T741220 e T72530N, que apresentaram recebimentos com *aging* inferior ao limite estabelecido para comercialização.

Embora esses dados não estejam diretamente relacionados ao período histórico utilizado na análise dos descartes por validade, os resultados evidenciaram a existência de um risco operacional associado ao recebimento de materiais com prazo reduzido de validade. Dessa forma, essa condição foi considerada relevante para a continuidade da investigação e para a definição de ações preventivas nas etapas subsequentes do projeto.

4.3.4 Identificação das causas-raiz

Após a realização das análises dos principais itens descartados, da aderência entre previsão e vendas realizadas, e do controle de validade dos produtos, foi utilizada a ferramenta 5 Porquês, apresentada no Quadro 4, com o objetivo de aprofundar a investigação das causas do problema.

A aplicação da ferramenta permitiu explorar sucessivamente os fatores relacionados ao desperdício de tintas industriais por expiração de validade,

buscando identificar suas causas-raiz e subsidiar a definição das ações de melhoria propostas na etapa seguinte do DMAIC.

Quadro 4 – 5 Porquês

Elemento	Etapa
Problema	Elevado volume de descarte de tintas industriais por expiração de validade.
1º Por quê?	Porque parte das tintas permaneceu armazenada até atingir o prazo de vencimento.
2º Por quê?	Porque não existia uma rotina estruturada de monitoramento dos materiais próximos da expiração da validade.
3º Por quê?	Porque não havia um processo integrado de comunicação e acompanhamento entre as áreas de Planejamento, Produto, Administração de Vendas (ADV) e Logística.
4º Por quê?	Porque não existia uma estrutura padronizada de gestão dos dados e de monitoramento dos materiais críticos.
Causa-raiz	Ausência de um processo integrado de monitoramento e gestão da validade dos produtos, apoiado por indicadores e comunicação estruturada entre as áreas envolvidas.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A aplicação da ferramenta permitiu identificar a causa-raiz do problema no quarto nível de questionamento, relacionado à ausência de uma estrutura integrada de monitoramento e gestão dos materiais próximos ao vencimento. Dessa forma, não foi necessária a continuidade dos questionamentos, uma vez que a investigação havia alcançado a origem do problema analisado.

4.4 *Improve*

A fase *improve* (melhoria) teve como objetivo desenvolver e implementar ações voltadas à redução do desperdício de tintas industriais por expiração de validade, com base nas causas identificadas na etapa anterior. As melhorias propostas buscaram atuar diretamente nos fatores relacionados ao monitoramento da validade dos materiais, à gestão das informações e à integração entre as áreas envolvidas no processo.

4.4.1 Desenvolvimento do *dashboard* gerencial de estoque

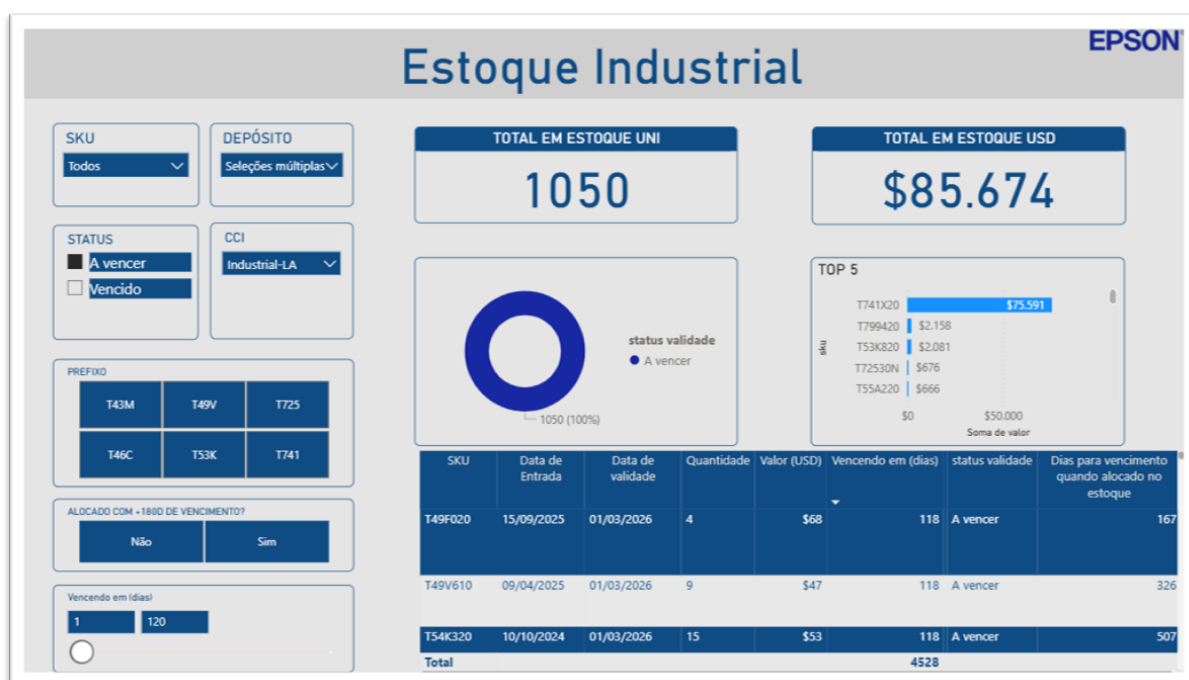
Com o objetivo de aumentar a visibilidade dos materiais armazenados e apoiar a tomada de decisão relacionada à gestão da validade dos produtos, foi

desenvolvido um *dashboard* gerencial em *Microsoft Power BI* para monitoramento do estoque. O dashboard foi construído a partir da integração de uma base de dados em Microsoft Excel, contendo as informações de estoque da empresa. Após cada atualização da base de dados, o dashboard era atualizado e publicado no ambiente corporativo do *Power BI Service*, permanecendo disponível por meio de um link de acesso via navegador web para os usuários autorizados. As atualizações eram realizadas semanalmente, permitindo o acompanhamento contínuo dos materiais com risco de vencimento.

O *dashboard* foi estruturado para disponibilizar informações relevantes à gestão dos estoques, incluindo indicadores de *aging*, dias remanescentes para vencimento, data de validade, data de entrada dos materiais no estoque e quantidade disponível para comercialização. Adicionalmente, foram incorporados gráficos e filtros que permitem a visualização dos itens com maior volume armazenado, bem como a identificação de materiais próximos ao vencimento.

A Figura 3 apresenta o *dashboard* desenvolvido para acompanhamento dos estoques e monitoramento dos produtos com risco de descarte por expiração de validade.

Figura 3 – *Dashboard* de controle de estoque



Fonte: Desenvolvido pela própria autora (2025).

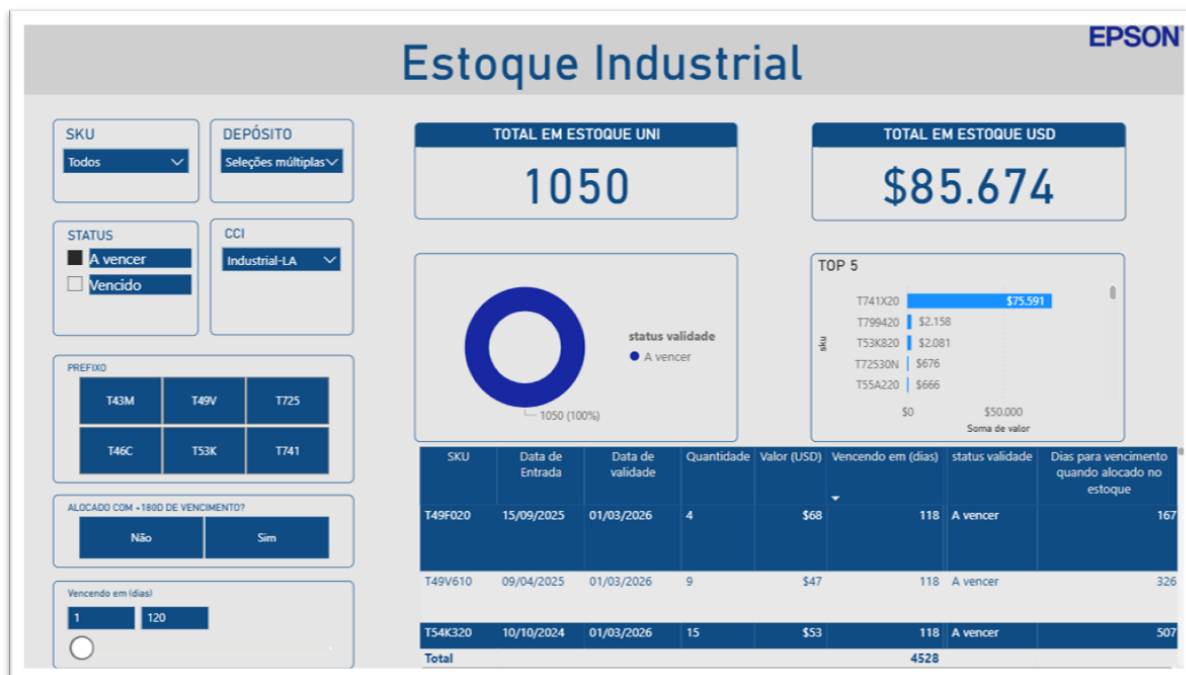
Conforme apresentado na Figura 3, o *dashboard* permite a visualização consolidada das informações relacionadas à validade dos materiais, facilitando a identificação de produtos críticos e apoiando o acompanhamento das ações de gestão de estoque realizadas pelas áreas envolvidas.

4.4.2 Desenvolvimento do *dashboard* de estoque promocional

Como complemento às ações de monitoramento da validade dos produtos, foi desenvolvido um *dashboard* específico para gestão do estoque promocional. A ferramenta teve como objetivo identificar materiais com prazo reduzido para vencimento e fornecer suporte às áreas responsáveis pela definição de estratégias de comercialização desses itens.

O *dashboard* foi estruturado para destacar os produtos com maior risco de expiração de validade, permitindo a priorização das ações de venda. Para isso, foram estabelecidas faixas de desconto de acordo com o prazo remanescente de validade dos materiais. Produtos com prazo entre 61 e 120 dias para vencimento passaram a ser disponibilizados com desconto de 30%, enquanto materiais com menos de 60 dias para vencimento passaram a receber desconto de 40% sobre o valor final da tinta.

Além das informações relacionadas à validade dos produtos, a ferramenta possibilita a visualização dos materiais elegíveis para promoção e o acompanhamento dos volumes disponíveis para comercialização. A Figura 4 apresenta o *dashboard* desenvolvido para gestão do estoque promocional.

Figura 4 – *Dashboard* de estoque promocional

Fonte: Desenvolvido pela própria autora (2025).

Conforme apresentado na Figura 4, o *dashboard* permite identificar rapidamente os materiais elegíveis para ações promocionais, facilitando o direcionamento das estratégias comerciais e o acompanhamento dos produtos com maior risco de vencimento.

4.4.3 Ações implementadas para redução do desperdício

Além do desenvolvimento das ferramentas de monitoramento e gestão dos estoques, foram implementadas ações complementares com o objetivo de reduzir o desperdício de tintas industriais por expiração de validade. As iniciativas foram direcionadas aos fatores identificados durante a etapa anterior, buscando atuar sobre as principais causas relacionadas ao problema.

Entre as ações adotadas, destacam-se o ajuste da previsão de demanda dos itens com maiores volumes de descarte por vencimento, o monitoramento dos materiais recebidos com prazo inferior a 180 dias para vencimento e a integração entre as áreas de Produto, ADV e Operações para garantir o faturamento correto e a comercialização adequada dos materiais classificados para ações promocionais. O resumo dessas ações é apresentado no Quadro 5.

Quadro 5 – Resumo das ações implementadas

Ação implementada	Objetivo
Revisão da previsão de demanda dos itens críticos	Apoiar a adequação das previsões de demanda dos materiais com maior histórico de descarte por validade, reduzindo o risco de formação de estoques excedentes.
Monitoramento de recebimentos com menos de 180 dias	Evitar o ingresso de materiais com prazo reduzido de comercialização
Integração entre Produto, ADV e Operações	Garantir a comercialização e faturamento dos materiais promocionais corretos

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Conforme apresentado no Quadro 5, as ações implementadas buscaram atuar diretamente sobre os fatores identificados durante a etapa *analyze*. As iniciativas envolveram melhorias no monitoramento da validade dos produtos, no acompanhamento dos estoques, no planejamento da demanda e na integração entre as áreas envolvidas no processo.

A implementação dessas ações permitiu estruturar mecanismos de controle e acompanhamento dos materiais com risco de vencimento, fornecendo suporte para a gestão dos estoques e para a tomada de decisão.

Após a implementação das ações propostas, foram observados resultados relacionados ao controle da validade dos produtos e ao acompanhamento dos estoques. O alinhamento realizado com a área de Planejamento permitiu interromper o recebimento de materiais com *aging* inferior a 180 dias, resultando no bloqueio de 246 itens que não atendiam ao critério mínimo estabelecido pela empresa. Essa ação representou uma prevenção de perdas estimada em USD 27.030.

Em relação ao planejamento da demanda, os itens críticos identificados durante a etapa *analyze* foram encaminhados para revisão da previsão da demanda, sendo consideradas adequações nas previsões utilizadas nos ciclos subsequentes de planejamento.

No âmbito comercial, a implementação do estoque promocional possibilitou a comercialização de materiais com risco de vencimento. Desde novembro de 2025, as campanhas de liquidação passaram a gerar faturamento médio de aproximadamente USD 2.300,00 por mês.

O Quadro 6 apresenta uma síntese dos principais resultados observados.

Quadro 6 – Resultados obtidos após implementação das melhorias

Ação implementada	Resultado obtido
Controle de recebimento de materiais com aging inferior a 180 dias	Bloqueio de 246 itens não conformes.
Controle de validade dos materiais	Prevenção de perdas estimadas em USD 27.030.
Revisão da previsão da demanda dos itens críticos	Adequação das previsões para os ciclos subsequentes de planejamento.
Estoque promocional	Faturamento médio de USD 2.300,00 por mês desde novembro de 2025.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

4.5 Control

A fase *control* (controle) teve como objetivo garantir a sustentabilidade das melhorias implementadas e prevenir a reincidência do problema de descarte de tintas industriais por expiração de validade. Para isso, foram definidos mecanismos de acompanhamento, monitoramento e revisão periódica dos processos, buscando assegurar a continuidade das ações desenvolvidas durante o projeto.

As atividades de controle foram estruturadas com foco no acompanhamento dos indicadores de desempenho, na realização de reuniões periódicas entre as áreas envolvidas e na utilização de alertas para identificação antecipada de materiais com risco de vencimento.

O Quadro 7 apresenta as principais ações estabelecidas para sustentação das melhorias implementadas.

Quadro 7 – Plano de controle para sustentação das melhorias

Ação implementada	Objetivo
Monitoramento de indicadores de descarte	Acompanhamento mensal do percentual de descarte por validade em relação à produção total, a partir de novembro de 2025.
Monitoramento semanal	Realização de reuniões periódicas entre as áreas de Planejamento, Produto e Logística para revisão dos materiais críticos e definição de ações.
Alertas automatizados	Implementação de notificações automáticas para identificação de produtos próximos ao limite de validade estabelecido pela empresa.
Revisões trimestrais	Avaliação dos resultados obtidos a cada três meses, com identificação de desafios, oportunidades de melhoria e necessidade

	de ajustes no processo.
Meta de desempenho	Redução de 30% do descarte por expiração de validade e sustentação das melhorias implementadas.

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

Conforme apresentado no Quadro 7, as ações de controle foram definidas com o propósito de assegurar a continuidade das melhorias implementadas e fortalecer a gestão da validade dos materiais. A adoção dessas práticas buscou proporcionar maior visibilidade sobre os riscos de vencimento dos produtos, apoiar a tomada de decisão e contribuir para a redução contínua das perdas associadas ao descarte por validade.

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo estão alinhados com a literatura que aplica o método DMAIC e as ferramentas *Lean Six Sigma* em contextos industriais voltados à redução de desperdícios e melhoria de processos.

Ao aplicarem o DMAIC em operações de pintura e colagem, Monteiro et al. (2025) observaram uma significativa redução de resíduos e ganhos econômicos expressivos, além de melhorias na eficiência operacional. De forma semelhante, este estudo evidencia que falhas no controle de insumos, como o vencimento de tintas, resultam em perdas financeiras relevantes e impacto direto na eficiência do processo produtivo.

Da mesma forma, Zanotti e Eiras (2015) identificaram que a aplicação estruturada de ferramentas da qualidade contribui para a redução de refugos em processos de impressão, reforçando a importância do monitoramento contínuo e da análise de causas de desperdício. Esses achados convergem com a presente pesquisa, uma vez que também se observa que a ausência de controle adequado de estoques e de planejamento pode gerar perdas evitáveis e comprometer a competitividade da organização.

No mesmo sentido, ao aplicar o DMAIC no processo de envase de tintas decorativas, Chahade (2009) identificou ganhos de produtividade e redução de paradas operacionais, evidenciando que a padronização e o controle de processos são fatores determinantes para o desempenho industrial. Embora o contexto do

estudo do autor Chahade (2009) esteja voltado à produtividade do processo produtivo, e não especificamente à gestão de validade de insumos, os seus resultados reforçam a importância do uso de metodologias estruturadas para otimização de processos, o que converge com as melhorias propostas neste estudo.

Em conjunto, os três estudos reforçam que a aplicação do DMAIC e de ferramentas da qualidade contribui significativamente para a redução de desperdícios, melhoria da eficiência operacional e aumento da competitividade, o que sustenta a relevância da abordagem adotada neste trabalho. Nesse contexto, os resultados obtidos neste estudo são analisados a seguir sob a perspectiva de suas implicações práticas.

A implementação dos *dashboards* de controle de estoque e de controle promocional demonstrou um impacto significativo na melhoria da gestão dos insumos, especialmente no que se refere ao monitoramento de tintas com risco de vencimento. O *dashboard* de estoque permitiu uma visualização mais clara, rápida e interativa das informações, facilitando a identificação de materiais próximos ao período de não comercialização. Essa mudança representou uma evolução importante em relação ao modelo anterior, no qual os dados estavam concentrados em planilhas estáticas, de difícil acesso e baixa usabilidade.

Com a adoção da ferramenta, foi possível melhorar a tomada de decisão operacional, permitindo maior agilidade na identificação de riscos de perda e na priorização do consumo de itens críticos. A facilidade de visualização contribuiu diretamente para um acompanhamento mais eficiente dos níveis de estoque e para uma gestão mais proativa dos materiais.

De forma complementar, o *dashboard* promocional teve papel relevante na redução de desperdícios, ao disponibilizar para as equipes comerciais e executivos de vendas informações atualizadas sobre produtos disponíveis com prazos reduzidos de validade. Essa ferramenta possibilitou que esses itens fossem ofertados aos clientes com condições comerciais diferenciadas, não praticadas no fluxo regular de vendas, aumentando a sua atratividade no mercado.

O processo operacional associado a essa dinâmica mostrou-se eficiente, uma vez que os executivos consultam o sistema, encaminham as demandas dos clientes, e, posteriormente, o time de logística realiza a liberação dos itens considerando as

suas respectivas datas de vencimento. Após essa etapa, a área responsável faz o faturamento dos itens.

Como resultado, observou-se que produtos que anteriormente seriam descartados passaram a ser consumidos, reduzindo significativamente perdas associadas ao vencimento. Além disso, verificou-se que determinados clientes com alto consumo de tinta conseguiram absorver esses volumes de forma eficiente, mesmo com prazos reduzidos, o que reforça a efetividade da estratégia para uso imediato de estoque próximo ao vencimento.

Dessa forma, a implementação dos *dashboards* contribuiu para a melhoria da visualização e controle dos dados, e para a otimização do fluxo de decisão entre áreas, redução de desperdícios e aumento da eficiência na utilização dos estoques.

Além do desenvolvimento de ferramentas de monitoramento e gestão de estoques, foram implementadas ações complementares com o objetivo de reduzir o desperdício de tintas industriais por expiração de validade. Essas iniciativas foram direcionadas às causas identificadas na etapa *analyze* do DMAIC, atuando diretamente sobre os principais fatores relacionados ao problema.

Inicialmente, foi realizada uma análise da acuracidade da previsão de vendas, na qual se identificou que 19 dos 20 itens com maior volume de descarte por validade, apontados no gráfico de Pareto, apresentavam planejamento de vendas superior ao volume efetivamente realizado. Considerando que a previsão de vendas é utilizada como base para o abastecimento de estoque, essa divergência indicava um risco de superestimativa de demanda e consequente formação de estoques excedentes. A partir dessa evidência, a análise foi encaminhada à área responsável por Produto, que realiza as previsões, permitindo a revisão dos parâmetros utilizados e a avaliação da taxa de erro do modelo de previsão, com o objetivo de aumentar a sua acuracidade.

Em seguida, foi estabelecida uma regra para evitar o ingresso de materiais com prazo reduzido de comercialização, especialmente aqueles com menos de 180 dias para vencimento, em conjunto com a área de Logística. Essa medida mostrou-se efetiva, uma vez que materiais recebidos com prazos inferiores já não possuíam viabilidade de comercialização adequada, o que contribui diretamente para o aumento do risco de perdas por expiração.

Por fim, foi implementada uma melhoria relacionada à integração entre as áreas de Produto, ADV e Operações. Essa integração mostrou-se essencial para garantir o fluxo de informações correto e a comercialização adequada dos materiais promocionais. O fluxo padrão estabelecido prevê que o faturamento seja realizado considerando itens com validade superior a 180 dias; no entanto, a ausência de comunicação eficiente entre as áreas poderia resultar no faturamento inadequado de itens com validade regular (superior a 180 dias) com desconto indevido, reduzindo a receita da empresa. Assim, o fortalecimento dessa comunicação contribuiu para assegurar o correto faturamento e a melhor alocação dos itens disponíveis.

Dessa forma, as ações implementadas demonstram uma abordagem estruturada de melhoria, alinhada à etapa de *improve* do DMAIC, com foco na redução de perdas, aumento da acuracidade do planejamento e otimização da gestão de estoques.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo reduzir o desperdício de tintas industriais por expiração de validade em uma empresa do setor químico, por meio da aplicação do método DMAIC. A utilização dessa metodologia permitiu identificar as principais causas do problema e implementar ações voltadas ao aprimoramento da gestão da validade e dos estoques, contribuindo para a redução de perdas e para o aumento da eficiência operacional.

Com base nas causas identificadas, foram implementadas ações de melhoria voltadas ao aumento da visibilidade dos materiais armazenados e ao fortalecimento dos controles operacionais. Entre as principais iniciativas destacam-se o desenvolvimento de *dashboards* gerenciais para monitoramento do estoque e da validade dos produtos, a criação de um estoque promocional para comercialização de materiais próximos ao vencimento, a revisão da previsão de demanda dos itens críticos e o monitoramento dos recebimentos com *aging* inferior a 180 dias.

Os resultados demonstraram impactos positivos para a gestão dos estoques e para a prevenção de perdas. Após a implementação das melhorias, foram bloqueados 246 itens que não atendiam ao critério mínimo de validade estabelecido pela empresa, evitando perdas estimadas em USD 27.030. Adicionalmente, as campanhas de liquidação dos materiais próximos ao vencimento passaram a gerar faturamento médio de aproximadamente USD 2.300,00 por mês, contribuindo para o melhor aproveitamento dos produtos disponíveis em estoque.

Mais do que os resultados operacionais, este projeto contribuiu para a consolidação de uma visão prática sobre gestão de estoques, redução de desperdícios e integração entre áreas, evidenciando a importância da aplicação estruturada de metodologias de melhoria contínua no contexto industrial. Dessa forma, conclui-se que o DMAIC mostrou-se eficaz para a identificação das causas do desperdício por validade e para a implementação de ações voltadas à sua mitigação. Além dos ganhos financeiros observados, o projeto proporcionou melhorias nos processos de monitoramento e tomada de decisão, promovendo maior controle sobre os materiais armazenados e contribuindo para uma gestão mais eficiente dos estoques.

Apesar dos resultados positivos alcançados com a implementação das melhorias propostas, o desenvolvimento do projeto também enfrentou desafios

relevantes ao longo de sua execução. Um dos principais pontos foi a dependência de diferentes áreas da organização para a consolidação das informações e implementação das ações, o que exigiu alinhamentos constantes e, em alguns casos, dificultou a agilidade na tomada de decisão.

Além disso, a rotina operacional da empresa, caracterizada por demandas dinâmicas e prioridades concorrentes, impactou o ritmo de execução de algumas iniciativas, especialmente aquelas relacionadas à validação de dados e ajustes de processos entre áreas como Produto, Logística e ADV. Nesse sentido, a etapa de implementação das melhorias se mostrou a mais sensível do projeto, uma vez que dependia diretamente do engajamento e da colaboração das equipes envolvidas.

Dessa forma, foi necessária uma forte atuação em comunicação, alinhamento entre áreas e flexibilidade na condução das atividades, o que reforça a importância da governança dos processos e da integração interfuncional em projetos de melhoria contínua.

Como oportunidade para trabalhos futuros, recomenda-se o acompanhamento dos indicadores de desempenho por um período mais longo, de modo a avaliar a sustentabilidade dos resultados e identificar novas oportunidades de melhoria relacionadas ao planejamento da demanda, gestão de estoques e controle da validade dos produtos.

Como limitações do estudo, destaca-se a análise restrita ao processo de gestão de estoques de tintas industriais dentro de uma única empresa, não abrangendo outros insumos ou unidades organizacionais, o que pode limitar a generalização dos resultados obtidos.

Além disso, recomenda-se a ampliação do uso de ferramentas preditivas para melhoria da acuracidade da previsão de vendas, bem como a evolução da integração dos *dashboards* com sistemas transacionais da empresa, permitindo maior automação das análises e respostas mais rápidas às variações de demanda. Além disso, recomenda-se a análise dos produtos com validade reduzida ainda antes de sua entrada no estoque, de modo a avaliar possíveis gargalos no processo de envio das tintas da fábrica até o centro de armazenagem. Essa abordagem permitirá identificar eventuais ineficiências logísticas ou operacionais na cadeia interna, contribuindo para a redução de riscos relacionados ao recebimento de materiais com prazo limitado de comercialização.

7 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas ferramentas de inteligência artificial, incluindo o ChatGPT (OpenAI), o Gemini (Google) e o NotebookLM (Google), como apoio à elaboração textual e à revisão da redação acadêmica. Essas ferramentas foram empregadas para auxiliar na organização da estrutura dos capítulos, na reformulação de trechos do texto, na adequação da linguagem acadêmica e na revisão gramatical.

As análises realizadas, os dados utilizados, os resultados obtidos, as interpretações apresentadas e as conclusões do estudo são de autoria da autora.

A ferramenta não foi utilizada para gerar dados, realizar análises estatísticas ou produzir resultados da pesquisa, atuando exclusivamente como suporte à redação e à organização do conteúdo.

Os conteúdos sugeridos pela ferramenta foram revisados, adaptados e validados pela autora antes de sua incorporação ao trabalho, garantindo a consistência e a adequação das informações apresentadas.

REFERÊNCIAS

CARPINETTI, Luiz Cesar R. **Gestão da Qualidade - Conceitos e Técnicas**, 3ª edição. Rio de Janeiro: Atlas, 2016. E-book. p.147. ISBN 9788597006438. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788597006438/>. Acesso em: 24 mai. 2026

CHAHADE, William Habib Lucas. Aplicação da metodologia Seis Sigma para incremento da produtividade no envase de tintas decorativas. 2009.

DO CONSUMIDOR, Código de Defesa. Código de Defesa do Consumidor. Lei, v. 8078, p. 90, 1990.

GIL, Antonio C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 7. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2022. E-book. p.40. ISBN 9786559771653. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559771653/>. Acesso em: 30 mai. 2026

LESSA, CAS; REZENDE, E. A.; DIAS, L. A. Inovação incremental a partir da mensuração da eficiência de equipamento: estudo de caso de uma indústria láctea do sul da Bahia. **Brazilian Journal of Technology**, v. 8, n. 1, p. e76491-e76491, 2025.

MONTEIRO, J. et al. *Improving the economic and environmental sustainability of painting and glueing operations in a luxury leather goods industry using DMAIC methodology—a case study*. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 27, n. 6, p. 4264-4284, 2025.

SLACK, Nigel; BRANDON-JONES, Alistair; BURGESS, Nicola. **Administração da Produção**. 10. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2023. E-book. p.84. ISBN 9786559775187. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786559775187/>. Acesso em: 17 jun. 2026.

FESPA. **Impressão digital: Print Census mostra crescimento**. Disponível em: <https://www.fespabrasil.com.br/en/artigos/impressao-digital-print-census-mostra-crescimento>. Acesso em: 20 mai. 2026.

WERKEMA, Cristina. **Ferramentas Estatísticas Básicas do Lean Seis Sigma Integradas**. Rio de Janeiro: GEN Atlas, 2014. E-book. p.283. ISBN 9788595152311. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595152311/>. Acesso em: 24 mai. 2026.

WERNKE, Rodney; VARGAS, Camila Cancelier. Mensuração do custo financeiro do estoque de matérias-primas de pequena fábrica. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, Florianópolis, v. 6, n. 11, p. 219-244, 2014.

ZANOTTI, Kaian et al. Redução de refugos no processo produtivo em uma indústria gráfica por meio da aplicação de ferramentas da qualidade. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2015.

MICROSOFT. **Microsoft Power BI**. Disponível em:
<https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>. Acesso em: 26 jun. 2026

MICROSOFT. **Microsoft Excel**. Disponível em:
<https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>. Acesso em: 29 jun. 2026