



# ConBRepro

XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

IA nas Engenharias

29 nov. a 01 de dezembro 2023



## Melhoria do processo de análise visual de cartuchos: um estudo de caso na indústria de cosméticos utilizando a metodologia DMAIC

**Julia Agatha Carnieri**

Universidade Federal do Paraná

**Luana de Souza Leal**

Universidade Federal do Paraná

**Carla Regina Mazia Rosa**

Universidade Federal do Paraná

**Marcos Augusto Mendes Marques**

Universidade Federal do Paraná

**Resumo:** No contexto competitivo das indústrias, a busca pela eficiência operacional e redução de custos é uma constante. Este projeto teve como objetivo minimizar os custos do processo de análise visual de cartuchos em uma empresa do setor de cosméticos. Utilizando a metodologia Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, o estudo focou na identificação e correção de problemas que impactavam o processo. Os resultados alcançados foram significativos, reduziu-se o volume de cartuchos analisados em 80%, traduzindo-se em economia substancial. Adicionalmente, registrou-se uma significativa redução nas reanálises e nas paradas de linha. Este projeto não apenas atingiu, mas superou as metas iniciais, abrindo perspectivas para futuras melhorias e fortalecendo a competitividade da empresa no mercado.

**Palavras-chave:** DMAIC, redução-de-custos, eficiência-operacional, qualidade.

## Improvement of the visual cartridge analysis process: a case study in the cosmetics industry using the DMAIC methodology

**Abstract:** In the competitive context of industries, the pursuit of operational efficiency and cost reduction is a constant endeavor. This project aimed to minimize the costs of the visual cartridge analysis process in a cosmetics industry company. Using the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, and Control), the study focused on identifying and rectifying issues that impacted the process. The achieved results were significant, with an 80% reduction in the volume of analyzed cartridges, translating into substantial cost savings. Additionally, a noteworthy decrease in reanalysis and production line interruptions was recorded. This project not only met but exceeded its initial goals, opening prospects for future enhancements and strengthening the company's competitiveness in the market.

**Keywords:** DMAIC, cost reduction, operational efficiency, quality.

## 1. Introdução

Nos últimos anos, a busca incessante por melhorias nos processos produtivos tornou-se uma necessidade para as organizações. As empresas visam aprimorar a eficiência operacional, reduzir custos e elevar a qualidade dos produtos e serviços para se manterem competitivas em um mercado em constante evolução (CARPINETTI, 2012; WERKEMA, 2013). Nesse contexto, a metodologia DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar) surgiu como uma eficaz abordagem para coleta de dados, análise e implementação de projetos, visando à identificação de problemas e soluções, alinhada com o propósito de otimização de processos e aprimoramento contínuo (LUCINDA, 2010).

As organizações enfrentam o desafio contínuo de garantir suas margens de lucro, o que requer controle e gerenciamento eficazes dos custos produtivos (COOPER; MASKELL, 2008). Para atingir esse objetivo, é fundamental que as empresas adotem estratégias, metodologias e ferramentas alinhadas com a eficiência operacional e qualidade dos produtos e serviços oferecidos.

Este artigo aborda um estudo de caso em uma empresa do ramo de produtos cosméticos, no setor de material e embalagem. O problema identificado se encontra na metodologia atual de coleta de amostras para a liberação de cartuchos (embalagens), baseada em análises por inspeção visual de abordagem aleatória. A falta de sistemática faz com que o processo não considere a rastreabilidade das embalagens, resultando em desperdício de amostras coletadas para análises complementares e falta de credibilidade no critério de aceitação dos lotes. Foram identificadas falhas significativas na avaliação visual, incluindo o desperdício de amostras e a falta de rastreabilidade adequada nos cartuchos, resultando em um aumento desnecessário e considerável nos custos de produção.

O objetivo deste artigo é investigar como a metodologia DMAIC pode melhorar o processo de coleta de amostras de embalagens ao aumentar a eficiência do mesmo maximizando a qualidade e reduzindo custos operacionais. Para alcançar esse objetivo, serão aplicadas as etapas do DMAIC, utilizando informações coletadas durante o projeto no laboratório de análises de embalagens da empresa em questão.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1 Competitividade e Eficiência Operacional

A competitividade no cenário atual requer foco na eficiência operacional e na estratégia de terceirização, como mencionado por Prahalad e Hamel (1990) e Quinn (2000). Para atender às demandas de um mercado em constante mudança, as organizações têm se concentrado cada vez mais em suas competências essenciais, buscando parceiros externos para terceirizar partes substanciais da produção (PRAHALAD; HAMEL, 1990). No entanto, a gestão tradicional de custos, realizada de forma independente pelas empresas individuais, embora eficaz, não é mais suficiente para manter a competitividade (QUINN, 2000).

Nesse contexto, a Gestão de Custos Interorganizacionais (GCI) ou *Interorganizational Cost Management* (IOCM) torna-se fundamental, como sugerido por Cooper e Slagmulder (1999). A IOCM envolve a coordenação e colaboração entre compradores e fornecedores para alcançar eficiência e redução de custos em toda a cadeia de suprimentos. Isso é particularmente relevante quando se busca otimizar os custos relacionados às embalagens, uma vez que envolve uma interação estreita com fornecedores externos.

### 2.2 Redução de Custos e Eficiência de Processos

A estratégia de redução de custos não estratégicos desempenha um papel fundamental na busca pela maximização da competitividade e do lucro de uma empresa (MÖLLER; WINDOLPH; ISBRUCH, 2011). Essa estratégia envolve a minimização de despesas que

não agregam valor direto ao produto ou serviço final, permitindo que a organização aloque seus recursos de forma mais eficaz.

Essa abordagem é particularmente relevante ao considerar o contexto o qual este artigo se encontra, ao otimizar os custos associados às embalagens por meio da eliminação de gastos não estratégicos, a empresa tem potencial não apenas para reduzir custos operacionais, mas também libera recursos que possam ser realocados para estratégias que geram retorno financeiro direto.

### **2.3 Inspeção de Qualidade: Métodos de Reamostragem**

A NBR ISO 8402 (1994, p.5 apud, ALMEIDA, 2013, p.5) define a "Inspeção" como sendo:

(...) atividade tal como medição, exame, ensaio, verificação com calibres ou padrões, de uma ou mais características de uma entidade, e a comparação dos resultados com requisitos especificados, a fim de determinar se a conformidade para cada uma dessas características é obtida.

A inspeção de qualidade garante que um processo ou produto atenda às especificações ao chegar ao cliente. A inspeção por atributos, conforme orientada pela NBR 5426 e NBR 5427, classifica unidades de produtos como defeituosas ou não com base em contagens de defeitos em relação às especificações. A implantação dessas normas sugere o uso do nível de inspeção II, com amostragem simples e Nível de Qualidade Aceitável (NQA) de 2,5%. É importante analisar o processo em questão, pois os níveis de inspeção de I a III se aplicam a inspeções não destrutivas, enquanto os níveis de S-1 a S-4 são para processos destrutivos. Essas informações são provenientes de um estudo publicado pela Associação Brasileira de Normas Técnicas em 18/12/2022.

### **2.4 DMAIC**

O DMAIC, uma metodologia reconhecida para aprimorar continuamente os processos nas organizações, é composto por cinco etapas: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, como afirmado por Corrêa (2019) e Klein (2020). Carpinetti (2012) e Werkema (2013) destacam que a metodologia utiliza uma sistemática de coleta de dados e ferramentas estatísticas para analisar problemas e auxiliar na tomada de decisões. Esta metodologia é caracterizada pela estrutura sistemática de identificação, análise e resolução de problemas e contribui para a otimização de processos operacionais.

A primeira fase, "Definir", envolve a identificação clara do problema ou oportunidade de melhoria (PYZDEK, 2003), estabelecendo metas e objetivos claros. Na etapa de "Medir", os dados relevantes são coletados para entender o desempenho atual do processo (PYZDEK, 2003), incluindo a identificação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) e a coleta de dados quantitativos para avaliar a situação atual.

A fase "Analisar" concentra-se na investigação das causas-raiz dos problemas identificados (WERKEMA, 2012), utilizando técnicas estatísticas e ferramentas de análise, como o diagrama de causa e efeito, para identificar fontes de variabilidade no processo. Na quarta etapa, "Melhorar", soluções são geradas e implementadas para resolver as causas-raiz identificadas (PYZDEK, 2003), baseando-se em dados e análises sólidas, frequentemente usando ferramentas como o 5W2H. Finalmente, na fase "Controlar", as melhorias alcançadas são mantidas e sustentadas, utilizando planos de controle para monitorar continuamente as metas de desempenho estabelecidas.

Segundo Cleto e Quinteiro (2011), o DMAIC deve ser aplicado a problemas de desempenho organizacional com soluções desconhecidas, com objetivos mensuráveis vinculados a indicadores bem definidos alinhados à perspectiva de melhoria contínua. O DMAIC tem como objetivos principais melhorar os processos, impulsionar a gestão de qualidade e focar no aprimoramento constante, fornecendo serviços cada vez melhores. Chua e DeFeo

(2005) a importância da construção de uma equipe de decisão e do monitoramento contínuo para garantir melhorias eficazes.

### 3. Metodologia

A pesquisa adotou uma metodologia de caráter aplicado, com o propósito de abordar um problema prático relacionado à coleta de amostras de embalagens no laboratório de análises de uma empresa do setor cosmético. A abordagem empregada foi qualitativa, direcionada à análise detalhada da qualidade das amostras coletadas e da credibilidade do processo.

O processo de raciocínio seguiu uma abordagem dedutiva, fundamentada em teorias e conceitos estabelecidos previamente, especialmente relacionados à metodologia DMAIC e ao gerenciamento de qualidade. A pesquisa se caracteriza como exploratória, com foco na identificação das causas-raiz do problema e na proposição de soluções.

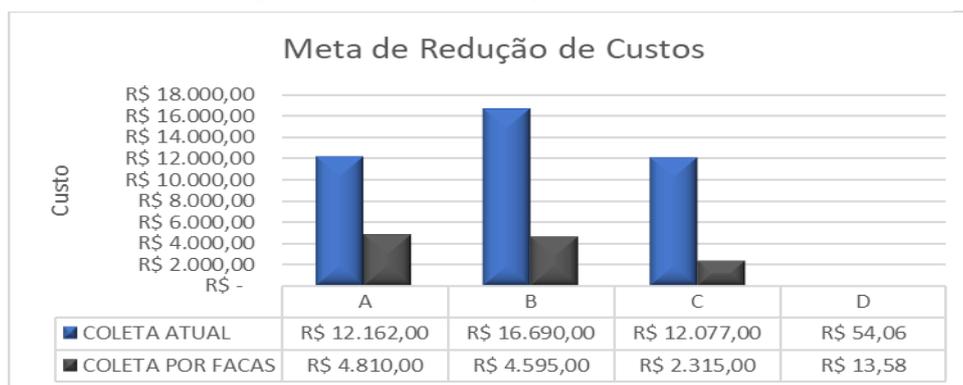
Para a coleta de dados, foram conduzidas entrevistas com profissionais diretamente envolvidos no processo investigado. Além disso, documentos internos da empresa foram analisados, proporcionando uma compreensão aprofundada do contexto e das peculiaridades do problema em questão.

#### 3.1 Define

Na etapa “Definir” do DMAIC, o projeto teve início com a identificação de um problema crítico no critério de avaliação visual de cartuchos, onde a avaliação era baseada na superfície da embalagem. Utilizaram-se relatórios gerados pelo sistema e laudos de fornecedores e o atual fluxo do processo aderido pela empresa. Foram constatadas ineficiências significativas, incluindo o desperdício de amostras coletadas para ensaios complementares, paradas nas linhas de produção devido a não conformidades detectadas e a perda de periodicidade nas reanálises. O método de coleta de amostras, que era, até então, realizado de forma aleatória, apresentava falhas substanciais, uma vez que não garantia a avaliação de todas as embalagens em relação à rastreabilidade do processo do fornecedor. Foi identificada uma falta de credibilidade no critério de aceitação e rejeição com base nas amostragens aleatórias. Além disso, constatou-se que os procedimentos de coleta careciam de orientação abrangente.

A coleta por facas consiste no uso de instrumentos especializados para o corte de cada tipo de caixa, utilizada para diferentes tipos de modelos (facas exclusivas para cada cliente). A análise histórica revelou que o custo das coletas de amostras pelo plano utilizado nos anos de 2019 e 2020 era considerável, totalizando R\$40.982,87, enquanto a alternativa de coleta por facas teria custado apenas R\$11.734,01, representando uma redução de mais de 70%, como demonstrado na figura 1. Além disso, uma análise detalhada da comparação entre fornecedores demonstrou que a coleta por facas resultaria em economias substanciais.

**Figura 1 - Meta de Redução de Custos**



Fonte: O Autor (2023)

Para o Fornecedor 1, a redução de custos foi de 60%, para o Fornecedor 2 foi de 73% e para o Fornecedor 3, a redução atingiu 81%. Os dados utilizados foram obtidos a partir de um relatório gerado pelo sistema Planejamento de Recursos Empresariais/*Enterprise Resource Planning* (ERP (SAP - Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados)) Módulo QPXX, que exibiu todas as coletas de cartuchos para análise no laboratório nesses dois anos. Isso permitiu a conversão dos dados em planilhas de *Excel* para que fossem gerados os indicadores de viabilidade. Para estruturar o processo gerador do problema, foi utilizado o método SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*).

### **3.2 Measure**

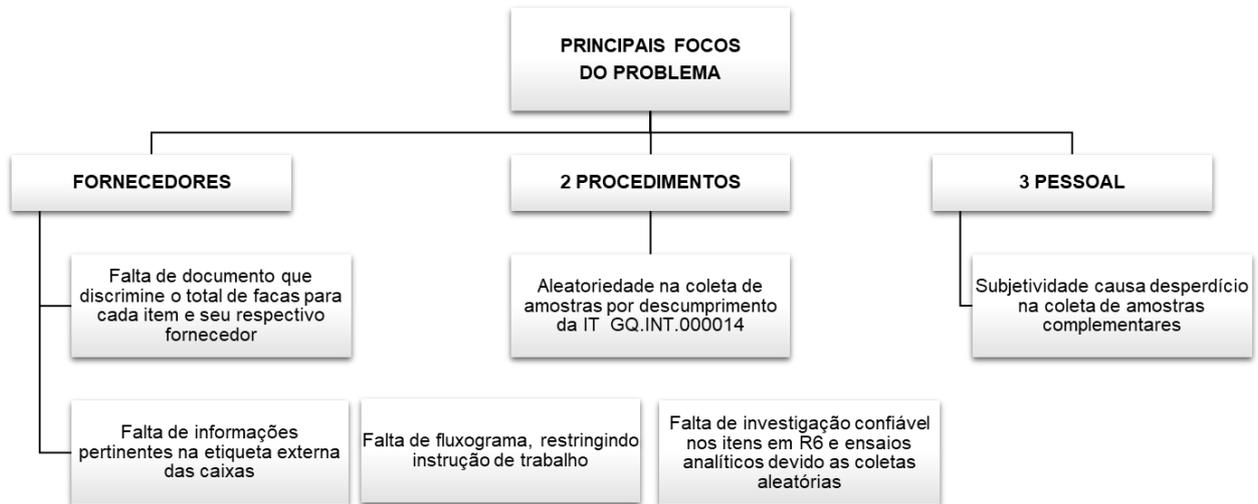
A fase "Medir" do DMAIC, tem como objetivo estratificar os principais focos que impactam diretamente o processo em questão, para isso foram utilizadas ferramentas da qualidade como fluxograma, para ilustrar os focos de problema encontrados, diagrama de Ishikawa, para estruturar as variáveis que influenciavam cada área do processo, e o método dos 5 por quês, para entender como de fato os focos se comportam ao longo do tempo. Observou-se que o cumprimento dos procedimentos estava comprometido, particularmente em relação à coleta de amostras. O método de coleta utilizado era até então aleatório, baseado nos níveis S2 e S3 da norma, procedimento ineficiente que gera investigação insatisfatória dos itens em questão. Uma alternativa viável encontrada foi a substituição da aleatoriedade pela determinação da quantidade de facas nas embalagens, procedimento este que mitiga o respectivo problema significativamente.

A tabela de amostragem por tipo de material apresentava falta de clareza em relação aos níveis de coleta, permitindo diferentes interpretações. Além disso, a ausência de auditoria de monitoramento estava contribuindo para a ineficiência dos procedimentos. Adicionalmente, tornou-se evidente o descumprimento de instruções de trabalho específicas relacionadas à coleta de amostras. Isso resultou em desperdício de amostras complementares e coletas incorretas, levando a excessos ou carências de amostras necessárias para os ensaios. A coleta realizada com base nas tabelas amostrais S2 e S3, sem levar em consideração a variabilidade entre os produtos, a falta de padronização no plano de controle e a ausência de treinamento adequado justificavam, portanto, os problemas identificados anteriormente.

Com os focos "fornecedores, procedimentos e pessoal" devidamente estratificados, conforme figura 2, a equipe definiu metas específicas para cada um deles, visando à melhoria do processo. Isso incluiu a padronização do fluxo das análises, restrição das instruções de trabalho, redução das paradas de fábrica e diminuição das reanálises. Além disso, conseguimos reduzir em mais de 50% a coleta de amostras para os ensaios dimensionais.

Além disso, foi conduzida uma análise para verificar se as metas específicas eram suficientes para atingir a meta geral de melhorar o processo de avaliação visual de cartuchos. Um indicador revelou que a coleta de amostras baseada na quantidade de facas resultaria em diminuição de mais de 50% no volume de cartuchos coletados em comparação com o método anterior. As metas específicas não requeriam investimentos financeiros significativos, foram consideradas etapas simples e efetivas para alcançar a meta geral, facilitando o apoio da gerencia, que reconheceu os benefícios do projeto tanto em termos de redução de custos, quanto no aumento da credibilidade no critério de aceitação dos lotes.

**Figura 2 - Principais Focos**



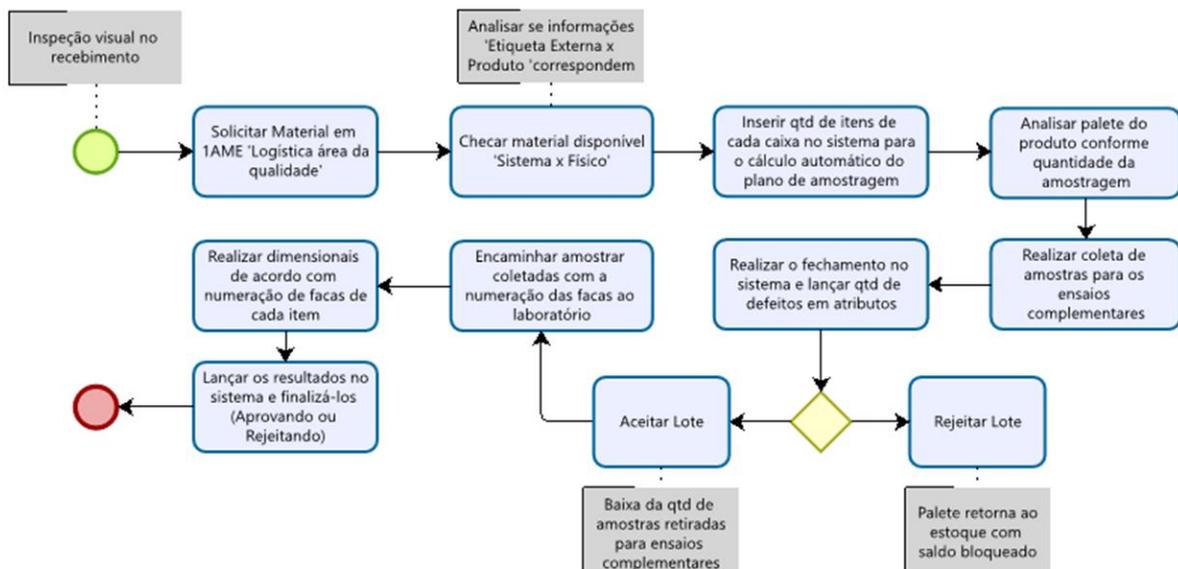
Fonte: O Autor (2023)

### 3.3 Análise

Na fase "Analisar" do DMAIC, após identificadas e priorizadas as causas potenciais que impactavam a avaliação visual de cartuchos, o mapa de processo foi revisado e as causas foram agrupadas em quatro principais focos: fornecedores, procedimentos, pessoal e sistema. Cada foco foi submetido a uma análise das causas subjacentes que contribuíram para o problema em questão. A matriz GUT foi utilizada para a priorização, considerando gravidade, urgência e tendência, visando potencialmente melhorar esta etapa e, conseqüentemente, corroborar com o atingimento da meta determinada.

A princípio, o mapa de processo foi revisado para restringir a instrução de trabalho observada na fase anterior do DMAIC, da coleta aleatória de amostras, baseada nos níveis S2 e S3, conforme mostrado na Figura 3. Antes, tinham-se ambas opções, por facas ou por S2/S3, o novo mapa de processo eliminou a opção de aleatoriedade, limitando o processo a um único tipo de amostragem do início até fim da realização dos dimensionais (altura, largura, cor, atrito), concluindo a quantidade de peças dimensionadas com a numeração de facas de cada item específico, proporcionando maior controle e confiabilidade no processo de avaliação.

**Figura 3 - Mapa de Processos Revisado**



Fonte: O Autor (2022)

Segundo a Matriz GUT, ilustrada na figura 4, o foco número um, prioritário, são os fornecedores. Foi identificada a falta ciência sobre documentação que evidenciasse o total de facas para cada item fornecido, causa comprovada por meio da análise das documentações fornecidas pelos mesmos. A falta de informação acarreta incerteza em relação às quantidades de cartuchos disponíveis, o que dificulta o processo de coleta de amostras e abre margem para erros. Além disso, foi observado que a concentração significativa de fornecimento em um único fornecedor entre os quatro que a empresa possui, o foco foi direcionado exclusivamente para esse parceiro, uma vez que os outros não representavam um retorno proporcional ao esforço necessário e a atuação apenas seria suficiente para o atingimento das metas propostas.

**Figura 4 - Priorização das Causas: Matriz GUT**

Responsável		Envolvidos na priorização		Data da priorização					
Luana Leal		Luana, Marcela e Rafael		26/01/2022					
Iniciativa	Situação	Solicitante/Área	Data de início	Data de término	Gravidade	Urgência	Tendência	GUT	Ordem calculada
FORNECEDORES 1	A fazer	Laboratório ME	26/01/2022	15/02/2022	5 - Extremamente grave	5 - O quanto antes	5 - Piora rapidamente	125	1
PROCEDIMENTOS 2	Fazendo	Garantia da Qualidade	26/01/2022	30/03/2022	4 - Muito grave	3 - Médio prazo	5 - Piora rapidamente	40	2
PESSOAL 3	Feito	Técnicos Lab ME	26/01/2022	15/04/2022	3 - Grave	3 - Médio prazo	4 - Piora a curto prazo	36	3
PADRONIZAÇÃO SISTEMA	A fazer	Performace	26/01/2022	30/04/2022	3 - Grave	2 - Bastante prazo	3 - Piora a médio prazo	18	4

FOCO 1	FOCO 2	FOCO 3	FOCO 4	CAUSA PRIORIZADA	DESCRIÇÃO DA CAUSA
5	4	5	5	FORNECEDORES	Não há certeza se existe forma
5	5	5	2	PROCEDIMENTOS	Descumprimento da IT GQ.INT.000014 - Item
5	5	4	5	PESSOAL	Falta de critério e aprofundamento nos

Fonte: O Autor (2022)

No foco número dois, "procedimentos", ficou evidente o descumprimento da instrução de trabalho GQ.INT.000014, que resultava na investigação insatisfatória dos itens e ensaios analíticos. Este procedimento conflui com os problemas dos fornecedores, uma vez que falhas na coleta de amostras geram dúvidas, pois, sem um fluxograma objetivo que restrinja as instruções de trabalho, é possibilitada a escolha subjetiva entre os métodos de amostragem abordados anteriormente, procedimento este que justifica a falta de padrões claros na seleção de amostras.

No foco número três, "pessoal", a equipe identificou a falta de treinamento adequado baseado na padronização falha do processo como a causa fundamental, que não possui testes pilotos para averiguar o tempo das análises feitas. Este problema resulta consequentemente em técnicos não familiarizados com os métodos e fluxo do trabalho, o que causa discrepância e falta de controle com o tempo. A evidência dessa causa foi confirmada por meio de entrevistas com os técnicos e pela análise de registros de treinamento.

Finalmente, no foco último foco da matriz GUT, "sistema", a equipe constatou a falta de padronização no cálculo de amostragem do sistema como a causa fundamental. Essa falta de uniformidade gera inconsistências nas quantidades de amostras coletadas, tornando a análise precisa dos cartuchos mais complexa que o necessário. A evidência dessa causa foi obtida por meio da revisão dos procedimentos de cálculo de amostragem utilizados anteriormente. Legendas não levam ponto final.

### 3.4 Improve

Durante a fase "Melhorar" do processo DMAIC, foram implementadas melhorias no processo de avaliação visual de cartuchos de maneira sistemática e criteriosa. As soluções foram identificadas com base na análise de dados coletados nas etapas anteriores, abrangendo informações quantitativas e qualitativas, para abordar as causas raízes previamente identificadas.

A fim de garantir uma abordagem estruturada, a equipe utilizou ferramentas de qualidade, como o 5W2H (*Who, When, Why, Where, How, How Much, Status*), disponível no anexo 1, análise de riscos e planos de contingência. A priorização das soluções seguiu critérios rigorosos, considerando a gravidade dos problemas, impacto nas operações, viabilidade de implementação e retorno esperado sobre o investimento, direcionando esforços para as soluções de maior potencial.

No primeiro foco, realizou-se uma análise de todos os fornecedores de cartuchos, avaliando a viabilidade do envio de amostras para ensaios dimensionais complementares, solicitando que fornecedores incluíssem informações detalhadas sobre a quantidade de facas de cada item nas etiquetas externas das caixas, juntamente com laudos antecipados para confronto com a amostragem física.

No foco procedimentos, considerou-se a possibilidade de registro do total de facas durante as inspeções e suas documentações em planilhas. Além disso, implementou-se uma cronoanálise para comparar o tempo necessário entre análises convencionais e a abordagem de busca por todas as facas, sem que fosse prejudicada a produtividade.

No foco pessoal, houve treinamento da equipe conforme o fluxo atualizado e restrito, com capacitação das partes envolvidas no uso do *Workflow* disponibilizado no SAP. Esse *Workflow* concedeu acesso aos laudos dos fornecedores, que continham informações sobre a quantidade de facas, incorporadas também nas etiquetas externas das caixas e no sistema *Lims*.

Finalmente, no âmbito do sistema, padronizou-se o cálculo no *Lims*, aderindo à NORMA 5426 de amostragem, e revisaram-se os planos de controle para confirmar a quantidade de amostras necessárias, com destaque ao ensaio de colagem devido à significativa demanda de amostras associada a esse processo. A avaliação dos riscos incluiu a identificação de obstáculos, desafios operacionais e potenciais impactos adversos, com desenvolvimento de planos de contingência para garantir uma transição eficaz. A validação das soluções ocorreu por meio de testes piloto da *smart box* fornecida pelo fornecedor e da alteração implementada no sistema *Lims*, nos quais ambas melhorias foram aplicadas em escala reduzida e posteriormente validadas e implementadas. Com base nos resultados positivos dos testes piloto, elaborou-se um plano de ação, via a ferramenta 5W2H, para orientar a implementação das soluções em todo o processo de avaliação visual de cartuchos. O plano incluiu atividades específicas, como a revisão do procedimento de coleta de amostras, definição de responsáveis, prazos e alocação de recursos, garantindo uma implementação eficaz e eficiente.

### **3.5 Control**

Na fase 'Controlar' do DMAIC, o foco principal é garantir a eficácia contínua do processo após a implementação das melhorias, visando à manutenção dos resultados alcançados e ao cumprimento das metas estabelecidas no início do projeto. Inicialmente, realizou-se uma avaliação para confirmar se as metas iniciais foram alcançadas, envolvendo a comparação dos indicadores de desempenho com as metas estabelecidas no início do projeto. Além disso, foi necessário demonstrar o retorno financeiro obtido com o projeto, o que requer a apresentação de evidências e a aprovação da área financeira da empresa.

Para manter os resultados obtidos, foram adotadas medidas como a adaptação e criação de padrões operacionais da empresa, passando por um processo de validação rigoroso para garantir sua eficácia. Além disso, todos os envolvidos no processo recebem treinamento adequado para compreender e seguir os novos padrões e procedimentos estabelecidos.

No contexto do sistema de monitoramento, as variáveis-chave do processo, como as entradas obtidas por meio de coletas por facas, passam a ser monitoradas continuamente

por meio de relatórios mensais. Isso permite a avaliação do desempenho e a identificação de possíveis problemas, como reprovações e crises. Esse acompanhamento é facilitado pelo uso do sistema *Lims* e SAP, que fornecem relatórios e indicadores comparativos com ciclos anteriores, oferecendo *insights* para a manutenção do controle do processo.

Para o ciclo subsequente ao da implementação das mudanças no processo (2º semestre de 2022), ficou prevista a realização de levantamento de relatórios mensais adicionais para mensurar as entradas, levando em consideração o retorno financeiro e a redução de cartuchos. Essa prática tem como objetivo validar a viabilidade e o retorno que o projeto trouxe. Também foi conduzido o levantamento de um relatório mensal das reprovações e crises em toda a linha de cartucharia, a fim de realizar um comparativo com o primeiro semestre e monitorar se houve aumento no percentual de não conformidades devido à redução de cartuchos analisados.

Dessa forma, a fase 'Controlar' abrange não apenas a manutenção dos resultados alcançados, mas também a implementação de medidas de monitoramento contínuo e a avaliação dos impactos financeiros e de qualidade resultantes das melhorias implementadas.

#### 4. Resultados e Discussões

Os resultados alcançados neste projeto de melhoria do processo de análise visual de cartuchos demonstraram impactos substanciais e positivos. A meta global de redução de custos, inicialmente estabelecida em 50%, foi superada com êxito. Houve uma otimização de 80% no volume de cartuchos analisados, o que se traduz em uma economia direta considerável para a empresa.

A otimização da coleta por facas, em contraste com o plano anterior, revelou uma diminuição significativa no volume de cartuchos analisados. Comparando os meses de junho e julho de 2022, a quantidade de cartuchos passou de 24.436 pela coleta via plano antigo para 6.014 pela coleta por facas, representando um ganho de produtividade expressivo.

No âmbito financeiro, o comparativo entre os custos de coleta por facas e o plano anterior demonstra uma economia substancial. Os gastos reduziram-se de R\$17.137,00 para R\$4.083,00, o que representa uma economia direta de R\$13.054,00 em apenas dois meses. Esse ganho financeiro é uma comprovação sólida da eficácia das mudanças implementadas, conforme Tabela 1 e 2 a seguir.

**Tabela 1 – Retorno financeiro junho e julho 2022**

Fornecedor	Coleta por facas	Coleta Plano Antigo
A	R\$ 1.750,00	R\$ 7.860,00
B	R\$ 1.108,00	R\$ 4.870,00
C	R\$ 977,00	R\$ 3.255,00
D	R\$ 248,00	R\$ 1.152,00
Total	R\$ 4.083,00	R\$ 17.137,00

Fonte: O Autor (2023)

**Tabela 2 – Redução de volume junho e julho 2022**

Fornecedor	Coleta por facas	Coleta Plano Antigo
A	2606	11249
B	1768	7093
C	1291	4498
D	349	1596
Total	6014	24436

Fonte: O Autor (2023)

Além disso, a eficiência do processo também foi impactada positivamente. Observou-se uma diminuição notável nas reanálises e uma redução significativa nas paradas em linha de produção devido a não conformidades nas análises. Isso se traduz em um fluxo de produção mais eficiente e menor desperdício de recursos.

Por fim, o monitoramento contínuo por meio de relatórios mensais, facilitado pelo uso do sistema *Lims* e SAP, tem permitido avaliar o desempenho e rastrear eventuais reprovações e crises. Esse acompanhamento é necessário para manter o controle sobre o processo e garantir que os resultados positivos sejam sustentados no pós-projeto. Os resultados obtidos não apenas validam a eficácia das mudanças implementadas, mas também indicam um impacto financeiro expressivo e um aumento notável na eficiência operacional.

#### **4. Considerações Finais**

O projeto de melhoria do processo de análise visual de cartuchos proporcionou benefícios tangíveis e intangíveis à empresa. A superação da meta de redução de custos reflete o compromisso da organização com a eficiência operacional.

Os resultados positivos não se limitaram à esfera financeira. A otimização da coleta por facas resultou em um aumento expressivo na produtividade do laboratório de análises. Além disso, a redução das reanálises e das paradas em linha demonstra uma melhoria significativa na qualidade e no fluxo de produção.

Entretanto, é importante destacar os desafios enfrentados ao longo do projeto. A resistência inicial dos fornecedores em aderir às mudanças propostas e as considerações em relação à norma 5426 foram obstáculos que demandaram esforços significativos para serem superados. Esses desafios destacam a importância da flexibilidade e do comprometimento para a implementação bem-sucedida de melhorias.

À medida que este projeto avança, fica evidente que ainda existe um grande potencial para expandir as metas de redução de custos e aumentar ainda mais a eficiência do processo. A continuação deste trabalho oferece oportunidades para alcançar economias adicionais de recursos e aprimorar ainda mais a qualidade do processo de análise visual de cartuchos.

Em suma, este projeto não apenas atingiu, mas superou as expectativas iniciais, proporcionando resultados expressivos e abrindo portas para futuras melhorias e inovações. A empresa está em uma posição mais sólida para enfrentar desafios futuros e manter sua competitividade no mercado.

#### **Referências**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5426: **Planos de amostragem e procedimentos na inspeção por atributos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1985.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR ISO 8402:1994: **Gestão da qualidade e garantia da qualidade – terminologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

BARBOSA, F. V. Competitividade: conceitos gerais. In: RODRIGUES, S. B. (Org.). **Competitividade, alianças estratégicas e gerência internacional**. São Paulo: Atlas, 1999.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2012.

- CHUA, R. C. H.; DEFEO, J. A. **Planejamento e Análise de Qualidade de Juran**: para Qualidade Empresarial. Nova York: McGraw-Hill Education, 2005.
- CLETO, M. G.; QUINTEIRO, L. A **Gestão de projetos através do DMAIC**: um estudo de caso na indústria automotiva. *Produção Online Engineering*, v. 11, n. 1, p. 210-239, 2011.
- COOPER, R.; MASKELL, B. H. **How to manage through worse-before-better**. *MIT Sloan Management Review*, v. 49, n. 4, p. 58-65, 2008.
- COOPER, R.; SLAGMULDER, R. **Supply Chain Development for the Lean Enterprise: Interorganizational Cost Management**. Portland: Produtividade Press, 1999.
- CORRÊA, I. M. et al. **Aplicação da Metodologia DMAIC e das Ferramentas da Qualidade para melhorias em um processo de aplicação de graxa de uma indústria de autopeças**. In: ENCONTRO MINEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15., Minas Gerais, 2019.
- KLEIN, I. et al. **Aplicação da metodologia DMAIC, em uma empresa de autopeças, para redução do tempo de setup em injetoras de alumínio**: Uma pesquisa-ação. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 40., Paraná, 2020.
- LEAL, L. S. et. al. **Projeto Sample Reduction: Proposta De Redução De Cartuchos Nas Análises Complementares Realizado Pelo Controle De Qualidade**. Curitiba, 2022. Monografia (Black Belt) – Universidade Federal do Paraná.
- LUCINDA, M. A. **Qualidade - Fundamentos e Práticas**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2010.
- MÖLLER, K.; WINDOLPH, M.; ISBRUCH, F. **O efeito de fatores relacionais na contabilidade aberta e na gestão de custos interorganizacionais em parcerias comprador-fornecedor**. *Journal of Purchasing and Supply Management*, v. 17, n. 2, p. 121-131, 2011.
- PRAHALAD, C. K.; HAMEL, G. **The core competence of the corporation**. *Harvard Business Review*, v. 68, n. 3, p. 79–91, 1990.
- PYZDEK, T.; KELLER, P. A. **O Manual Seis Sigma: Um Guia Completo para Green Belts, Black Belts e Gerentes em Todos os Níveis**. Nova York: McGraw-Hill, 2003.
- QUINN, J. B. **Outsourcing innovation**: the new engine of growth. *Sloan Management Review*, v. 41, n. 4, p. 13–28, 2000.
- WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e Suas Ferramentas Analíticas**. 1ª ed. Rio de Janeiro, 2012.

ANEXO

Anexo 2 – 5W2H

FOCO	CAUSA FUNDAMENTAIS	SOLUÇÕES PROPOSTAS	5W 2H							
			Atividade	Who	When	Why	Where	How	How Much	
FORNECEDOR	Não há certeza por parte dos técnicos se em apenas 1 palete completo é possível evidenciar o total de facas para coleta.	Enviar amostras com todas as facas para realização dos ensaios dimensionais e complementares.	Verificar se existe padronização em forma documentada da quantidade de facas de cada item recebido, seja nas etiquetas das caixas externas, laudos, SAP	Técnica responsável pelo projeto		abr/21	Garantir a rastreabilidade e facilitar a consulta para os técnicos antes de iniciar as inspeções visuais.	Laboratório de embalagens	(etiquetas das caixas externas, laudos, SAP, intrução, etc..)	N/A
		Verificar com os fornecedores a possibilidade de enviar informação da quantidade de facas de cada item na etiqueta externa da caixa, além de enviar os laudos com antecedência pra confrontar com a amostragem física.	Contactar fornecedores para padronizar a quantidade de facas nas etiquetas externas das caixas	Técnica responsável pelo projeto		mar/22	Possibilidade de enviar informação da quantidade de facas de cada item na etiqueta externa da caixa, além de enviar os laudos com antecedência pra confrontar com a amostragem física.	Laboratório de embalagens	Pesquisar através do SAP os códigos dos fornecedores de cartucharia	N/A
PROCEDIMENTO	Descumprimento da IT GQ.INT.000014- item descrição, tabela de amostragem por tipo de material que permite coletar amostras em S2 e S3 aleatoriamente.	Realizar uma cronoanálise para comparar o tempo de uma análise (normal) sem a observação de facas vs. buscando todas as facas.	Cronoanálise	Técnico do projeto cronometra o início/ fim da análise visual buscando todas as facas no palete através da amostragem aleatória		mai/21	Verificar a possibilidade de encontrar todas as facas	Laboratório de embalagens	Análise visual	N/A
	Atualmente não existe uma investigação confiável nos itens em R6 e ensaios analíticos devido às coletas de amostra serem realizadas aleatoriamente por S2 e S3, e não pela quantidade de facas.	Revisão do procedimento GQ.INT.000014 para restringir onde menciona que as coletas podem ser realizadas por nível S2, S3 ou pelo número de facas dando a opção de não coletar todas as facas	Revisão de procedimento	Supervisão e equipe de regulatórios realizar consenso de revisão		jun/22	Restrigir a instrução permitindo coletar apenas pela rastreabilidade das facas	Laboratório de embalagens	Supervisão e equipe de regulatórios	N/A
	Falta de fluxograma, restrição da instrução de trabalho.	Treinamento para padronizar o novo fluxo as partes envolvidas, sobre o Workflow disponibilizado no SAP com acesso aos laudos que os fornecedores disponibilizam informando a quantidade de facas de cada item, além desta mesma informação ser fornecida nas etiquetas externas das caixas, novo modelo para inserir dados manualmente no Lims.	Treinar equipe de acordo com o fluxo atualizado.	Técnica responsável pelo projeto		mai/22	Sobre o Workflow disponibilizado no SAP com acesso aos laudos que os fornecedores disponibilizam informando a quantidade de facas de cada item, além desta mesma informação ser fornecida nas etiquetas externas das caixas, novo modelo para inserir dados manualmente no Lims.	Laboratório de embalagens	Padronizar novo fluxo com toda a equipe do laboratório	N/A
PESSOAL	Treinamento com base na padronização do processo.  Testes piloto para averiguar o tempo das análises.									
SISTEMA	-	Alteração de cálculo no lims conforme norma 5426-amostragem.	Alterar quantidade de amostras no Lims de acordo com a quantidade facas	Analista de sustentabilidade Lims		30/abr	Alteração da amostragem no Lims com base nos níveis de atributos da norma 5426	Laboratório de embalagens (Sistema de análises)	Criando intervalo de nível de aceitação conforme o intervalo das facas	N/A