



**CENTRO UNIVERSITÁRIO FAMETRO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ANA CAROLINE TEIXEIRA LOPES
ITALO LOPES DE MOURA**

**ESTUDO DE CASO - APLICAÇÃO DO METODO DMAIC EM UMA
INDUSTRIA DE CALÇADOS.**

**FORTALEZA
2023**

**ANA CAROLINE TEIXEIRA LOPES
ITALO LOPES DE MOURA**

**ESTUDO DE CASO - APLICAÇÃO DO METODO DMAIC EM UMA
INDUSTRIA DE CALÇADOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia de Produção.

Orientador: Renan Torquato.

**FORTALEZA
2023**

**ANA CAROLINE TEIXEIRA LOPES
ITALO LOPES DE MOURA**

**ESTUDO DE CASO - APLICAÇÃO DO METODO DMAIC EM UMA
INDUSTRIA DE CALÇADOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharelado em Engenharia de Produção.

Orientador: Renan Torquato

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Renan Torquato Almeida
Orientador – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof. Ricardo César Bezerra Teles Junior
Membro – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

Prof. Jefferson Pereira Ribeiro
Membro – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza

AGRADECIMENTOS

Agrademos a Deus, que nos protegeu e iluminou na nossa jornada acadêmica, e no desenvolvimento deste trabalho, fazendo que nossos objetivos fossem alcançados, durante todos nossos anos de estudos e nos dando saúde e determinação para não desanimar durante a realização deste trabalho.

À nossa família, que sempre nos apoiou e incentivou, e em especial nossos pais que nos ajudaram sempre estando por perto descontraindo tornando mais leve esta empreitada, que nos incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a ausência enquanto nos dedicávamos à realização deste trabalho e por todo o apoio e pela ajuda, que muito contribuíram para a realização deste trabalho.

Ao professor Renan Torquato, por ter sido nosso orientador e ter desempenhado tal função com dedicação e amizade, os professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar um melhor desempenho no nosso processo de formação profissional ao longo do curso, por todos os conselhos, pela ajuda e pela paciência com a qual guiaram o nosso aprendizado.

Aos amigos de faculdade (Unifametro) pelo apoio, sempre estiveram ao nosso lado, pela amizade incondicional e pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período em que nos dedicamos a este trabalho.

E por último e não menos importante, agradecemos a empresa onde ocorreu o estudo e todos os seus colaboradores, que ajudaram e se empenharam na aplicação do método Dmaic.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

RESUMO

O trabalho começa no setor de engenharia de uma fábrica de calçados, na busca por melhorias de tempo ciclo e melhor aproveitamento de equipamentos de prensagem, entregando o pacote qualidade e desempenho. É decidido então pela concentração de esforços na redução de tempo de prensagem, devido a máquina ter se mostrado ser o gargalo nesse processo. Para tal resolução, na revisão bibliográfica são levantados diferentes programas de melhoria da produtividade e qualidade, como o TQM, TPM e Seis Sigma, comparando-os e argumentando a escolha da metodologia DMAIC, proveniente do Seis Sigma. Baseado no roteiro DMAIC busca-se, a cada passo, entender, justificar e aplicar cada ferramenta e diretriz para a redução de tempo ciclo. Em geral, no trabalho é possível identificar oportunidades de melhoria que foram detectadas, além dos resultados alcançados com as soluções implantadas.

Palavras-chave: Qualidade. Controle da Qualidade. Qualidade do Processo. DMAIC.

ABSTRACT

The work begins in the engineering sector of a shoe factory, in the search for cycle time improvements and better use of pressing equipment, delivering the quality and performance package. It is then decided to concentrate efforts on reducing pressing time, as the machine has proven to be the bottleneck in this process. For such a resolution, in the bibliographic review different productivity and quality improvement programs are raised, such as TQM, TPM and Six Sigma, comparing them and arguing the choice of DMAIC methodology, derived from Six Sigma. Based on the DMAIC script, each step seeks to understand, justify and apply each tool and guideline to reduce cycle time. In general, at work it is possible to identify opportunities for improvement that were detected, in addition to the results achieved with the implemented solutions.

Keywords: Quality. Quality Control. Process Quality. DMAIC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dmaic	19
Figura 2 – Etapas de uma reunião de Brainstorming	22
Figura 3 – 4w1h OU 5w2h	22
Figura 4 – Diagrama de causa e efeito	23
Figura 5 – 5 Por quês	25
Figura 6 – Tipos de descolamento por componente	32
Figura 7 – Fluxograma de processo	34
Figura 8 – Checklist de auditoria de processo	35
Figura 9 – Brainstorming descolamento de tiras e enfeites	37
Figura 10 – 5 por quês de descolamento de tiras e enfeites	40
Figura 11 – Linha de montagem com aplicação de 5s	42
Figura 12 – antes e depois do local de gabaritos e fôrmas	43
Figura 13 – Checklist de troca de turno da liderança	44
Figura 14 – Método de aferição de temperatura dos componentes	45
Figura 15 – Controle de medição de temperatura	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Escala do nível de qualidade do seis sigma	28
Tabela 2 – Controle de devoluções X Defeitos	31
Tabela 3 – Elaboração do plano de ação com 5w2h	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pareto por componente	33
Gráfico 2 – Resultados auditoria de colagem	36
Gráfico 3 – Diagrama de Ishikawa	38
Gráfico 4 – Comparativo devoluções por descolamento 2022 x 2023	47
Gráfico 5 – Resultados auditorias internas de processos de colagem	48
Gráfico 6 – Pares devolvidos por descolamento ano de 2022	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

CEP - Controle Estatístico de Processo

CTQs - Características Críticas para Qualidade

DMAIC - Define (definir), Measure (medir), Analyse (analisar), Improve (melhorar) e Control (Controlar).

ISO – International Organization and Standardization

NBR – Norma Brasileira

PVC - Polímero de adição policloreto de vinila.

SAC - Serviço de Atendimento ao Consumidor

TQM - (Total Quality Management) ou gestão da qualidade total (GQT)

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 – TEMA	14
1.2 – PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	15
1.3 – HIPÓTESES	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	16
2 – OBJETIVOS	17
2.1 - OBJETIVO GERAL	17
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3 - TRATAMENTO DE INFORMAÇÃO	17
3.1 – DMAIC	17
3.1.1 - FASE DEFINE (DEFINIR)	19
3.1.2 - FASE MEASURE (MEDIR)	19
3.1.3 - FASE ANALYZE (ANALISAR)	20
3.1.4 - FASE IMPROVE (IMPLEMENTAR)	20
3.1.5 - FASE CONTROL (CONTROLAR)	20
3.2 - FERRAMENTAS DMAIC	21
3.2.1 – BRAINSTORMING	21
3.2.2 - 4W1H e 5W2H	22
3.2.3 - Diagrama de Causa e Efeito	23
3.2.4 – Os 5 por quês	23
3.3 - GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL	25
3.3.1 - Lean Manufacturing	26
3.3.2 - Seis Sigma	27
4 - METODOLOGIA	29
4.1 -TIPO DE ESTUDO	29
4.2 - LOCAL DE ESTUDO	29
5 – DESENVOLVIMENTO	30
5.1 - DEFINE (DEFINIR)	30
5.2 - MEASURE (MEDIR)	33
5.2.1- Pontos de maior Criticidade	34
5.3 - ANALYZE (ANALISAR)	36
5.3.1 - Brainstorming	36
5.3.2 - Diagrama Ishikawa	38
5.3.3 - Os 5 por quês	39
5.3.4 - 5W2H	40
5.4 - IMPROVE (IMPLEMENTAR)	41
5.5 - CONTROL (CONTROLAR)	46
6 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7.1 - CONCLUSÕES DO TRABALHO	49
7.2 - LIMITAÇÕES DO ESTUDO	50
7.3 - TRABALHOS FUTUROS	51
REFERÊNCIAS	54

1. INTRODUÇÃO

A gestão da produção e suas operações vem sofrendo cada vez mais com as transformações do mercado, as estratégias para atingir metas e a competição cada vez mais acirrada das organizações. As empresas precisam constantemente aperfeiçoar os pilares da produção: produtividade, eficiência e qualidade, que exigem uma excelente estrutura de suas máquinas e parque fabril, o engajamento de programas que desenvolva uma comunicação eficiente e a valorização do seu patrimônio humano. Para que organizações se enquadrem nesses aspectos, algumas empresas buscaram com o passar do tempo adotar ferramentas de qualidade, adaptação dos seus layouts que maximizem a eficiência dos processos produtivos e a estratégia do lean seis sigma, dentre outras ferramentas e processos que a tornem cada vez mais competitiva.

Segundo Falconi (2014), para um produto ou serviço ser considerado de qualidade se faz necessário que ele atenda perfeitamente, aquilo que o cliente anseia como necessidade e para isso ele precisa se apresentar de forma confiável, acessível, segura e no tempo hábil que o cliente deseja. Dessa forma, o que não agrega valor ao produto deve ser reduzido sistemática e continuamente, não admitindo quaisquer tipos de perdas no processo produtivo (DUARTE et al.,2015).

A Gestão de Processos está diretamente ligada à Gestão de Qualidade. Quando é dado a importância e investimentos necessários à Gestão de Qualidade, é rapidamente visível o nível de desempenho dos processos e os valores agregados ao produto. Uma boa administração dos processos garante rapidez na identificação das oportunidades de melhoria, isso reflete na entrega do produto ou serviço ofertado pela empresa e principalmente na satisfação dos clientes.

Com isso, desenvolver o fator qualidade é premissa essencial para ser mais competitivo no mercado. Isso tem a ver com a busca incessante pela melhoria contínua estando inteiramente ligada a excelência e a satisfação em fazer o melhor. Pois, para uma empresa obter vantagem competitiva, ela necessita de ações que a conduza a desenvolver atividades que a façam mais eficiente, buscando responder as necessidades do mercado com maior agilidade e assertividade, produzir com custos mínimos, e com qualidade superior aos concorrentes.

A filosofia Lean integrada com a metodologia Seis Sigma tem se demonstrado de maior relevância, esses dois conceitos não são contraditórios, mas sim, complementares. Dessa forma integram e criam uma visão gerando ações que podem fazer a diferença na otimização de empresas e negócios, à medida que mira na redução da variabilidade dos processos, produtos ou serviços, identificando e eliminando defeitos, erros e desperdícios. As empresas vêm buscando a excelência operacional para manter a organização competitiva e com custos em redução constante.

Rodrigues (2014, p.12), afirma que o Seis Sigma é uma metodologia rigorosa e disciplinada com foco no negócio, onde se utiliza de ferramentas, técnicas e análises estatísticas para medir e melhorar a performance operacional de uma organização, identificando e eliminando os defeitos e desperdícios, agregando valores aos processos ou produtos objetivando o aumento da satisfação do cliente.

Um dos métodos utilizados no Seis Sigma é o DMAIC, que segundo Oliveira (2016), significa um acrônimo das palavras define (definir), *Measure* (medir), Analyse (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (Controlar) que podem ser aplicados em processos já existentes a fim de melhorar.

1.1 TEMA

Para obter bons resultados em uma linha de produção industrial, é preciso investir alto em estudos que acompanhem e mostrem as fragilidades dos processos e suas aplicações, assim como investimento de tempo que geralmente é o mais complexo diante do curto lead time (tempo de entrega de um produto, desde sua criação até a entrega ao cliente final) que as empresas precisam obter devido a competitividade com seus concorrentes, afinal, ganha mais aquele que entrega mais rápido e com a qualidade em todos os aspectos esperados daquele determinado produto. Todo esforço para economizar é bem-vindo para reduzir os gastos operacionais, conseqüentemente, aumentar a margem de lucro ou reduzir o valor de comercialização dos calçados. No entanto, é comum priorizar a entrega dos números, das horas baixadas de produção do dia e por muitas vezes deixando de lado o estudo e padronização dos processos envolvidos, potencializando os desperdícios que podem ser evitados na linha de produção.

O Sistema Toyota de Produção representa uma maneira de produzir cada vez mais com menos. Werkema (2012) salienta que o cerne do Lean Manufacturing é a redução dos oito desperdícios identificados. O Lean é uma metodologia que enfatiza a redução do desperdício para reduzir os custos. Conforme salienta Venanzi e Laporta (2015), que essa é uma metodologia que possui um sistema interligado, na qual diminui e minimiza a variabilidade de todos os fluxos do processo da organização.

Baseado na ISO 9000 e no TQM, o método DMAIC é uma versão do Seis Sigma que se baseia no uso de ferramental estatístico integrando várias ferramentas do Controle da qualidade (PEREIRA et al. 2014). Para Reis et al. (2016), o DMAIC é uma metodologia de abordagem estruturada, disciplinada e rigorosa a fim de se alcançar a melhoria dos processos.

1.2 PROBLEMATIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

Foi levantada a seguinte problemática: qual a importância da aplicação do método DMAIC utilizado na metodologia Lean Seis Sigma e como pode ser aplicada nos processos industriais na colagem de componentes de calçados.

Os processos de produção industrial estão sujeitos ao acontecimento de desvios causados por distúrbios de natureza variada. Os desvios podem ser interpretados como fluxos alternativos de execução ou efeitos indesejados, que em determinadas situações representam restrições que limitam seu desempenho. Para solucionar um desvio, são esperadas as habilidades de identificar os problemas a fim de que seu tratamento possa ser priorizado.

As dificuldades apresentadas pelas organizações para administrar seus processos de negócio podem estar relacionadas a três razões principais: à demanda do processo de negócio, à percepção e tratamento dos desvios e a não existência de uma visão sistêmica compartilhada (SENGE 1994).

A percepção de um desvio consiste em sua identificação e na compreensão de suas características e impactos, para que o mesmo possa ser tratado adequadamente. Porém, muitas vezes os desvios e suas características não são percebidos pelos integrantes do processo como fatores de impacto no resultado. Assim, é “tolerada” a ocorrência dos problemas, e seu tratamento pela organização é dificultado, pois tende a ser isolado. O tratamento isolado compreende soluções isoladas que, em geral resolvem os problemas pontualmente, transferindo-os a outras

fases do processo de negócio (COX; SPENCER, 2002). É como se os problemas existissem de forma independente, e soluções isoladas fossem adequadas para seu tratamento.

Segundo Cox e Spencer (2002), outro aspecto que estimula a adoção de soluções isoladas para os desvios é a tendência das organizações em “apagar incêndios”. Ao apagar incêndios, os problemas urgentes são priorizados, sem a adoção de uma solução integrada para o tratamento ao longo do processo de negócio. É pouco desenvolvida, portanto, a capacidade da organização em identificar os problemas centrais responsáveis pela maioria dos desvios do processo de negócio (COX; SPENCER, 2002). Ou seja, os esforços não são concentrados em solucionar a real causa dos problemas.

Com isso, será feita análises para verificar e comprovar que com processo de conhecimento e aprendizado da causa raiz do problema é possível conhecer e trabalhar nas soluções de forma sistêmica, a partir da identificação e tratamento dos desvios existentes.

1.3 HIPÓTESES

A Hipótese levantada é que utilizando metodologia DMAIC (um método de melhoria de processos composto por um roteiro que ajuda empresas a resolverem problemas a partir da aplicação de suas ferramentas), ajudará a equipe a escolher o caminho certo, com uma melhor visão dos dados e o que fazer em seguida e conseqüentemente melhorar processos, a gestão da empresa, melhorar a qualidade de produtos e serviços, reduzir custos e desperdícios e aumentar a produtividade.

Problemas fazem parte da rotina de qualquer organização. E, para resolvê-los, é preciso sempre observá-los e analisá-los para implementar mudanças e processos que sejam capazes de mitigá-los a médio e longo prazo. DMAIC é um roteiro e método, capaz de orientar a aplicação de processos e levar a equipe ao resultado pretendido.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho aborda um estudo de caso de aplicação da metodologia DMAIC em processos industriais, expondo a estrutura da metodologia, porém focada na descoberta dos desperdícios a fim de reduzir custos de fabricação.

Esta pesquisa está dividida em seis capítulos, são eles:

Capítulo 1 - Introdução - apresenta de forma objetiva, a contextualização do trabalho, sua justificativa, seus objetivos, a delimitação do tema e a sua estrutura;

Capítulo 2 – Tratamento da Informação – tem o intuito de buscar informações necessárias para o correto entendimento do tema e para servir de subsídio para melhor esclarecimento da proposta apresentada;

Capítulo 3 – Metodologia - expõe a classificação do tipo de pesquisa utilizada e os métodos para a concepção deste trabalho;

Capítulo 4 - Apresenta a situação atual do processo e os desvios que interferem na entrega da qualidade do produto e o uso das ferramentas do DMAIC.

Capítulo 5 - Apresentação dos resultados: Mostrar quantitativamente a redução de devolução de pares do mercado por descolamento do enfeite/tira;

Capítulo 6 - Conclusões - Serão expostas as conclusões extraídas desse trabalho e suas considerações finais.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo apresentar a aplicação da metodologia DMAIC e suas ferramentas em uma indústria de calçados.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conceituar a Metodologia DMAIC e sua utilização na identificação de oportunidades em reduzir custos.

Evidenciar a utilização da ferramenta no processo de colagem;

Evidenciar os ganhos e resultados no processo produtivo após aplicação das ações da metodologia.

Apresentar as melhorias implementadas após aplicação da metodologia.

3. TRATAMENTO DE INFORMAÇÃO

3.1 DMAIC

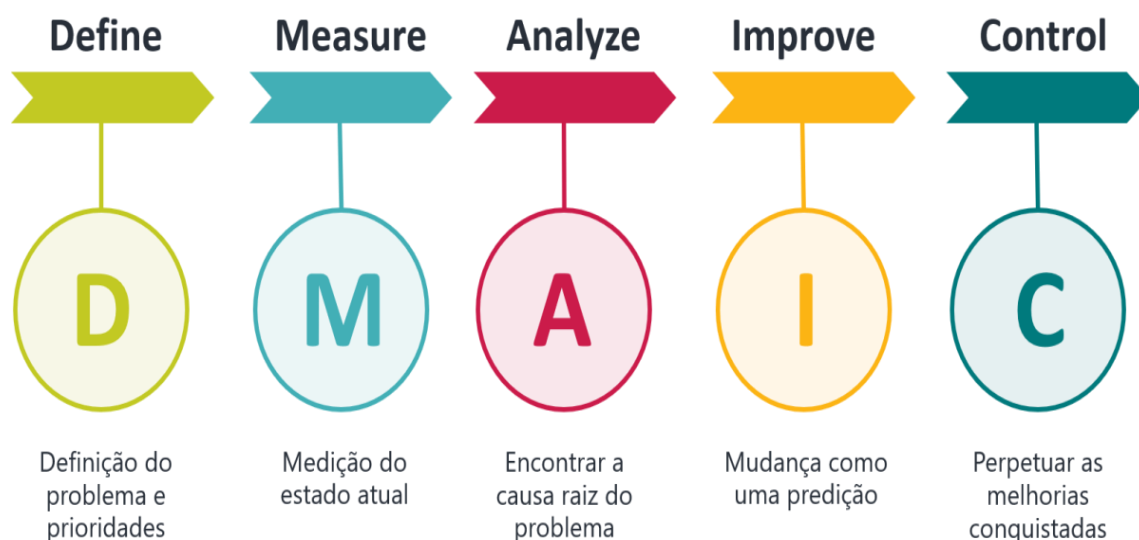
DMAIC é uma sigla em inglês que significa define, *measure*, *analyze*, *improve* e *Control* (ou em português: definir, medir, analisar, melhorar e controlar) e representa um método de melhoria de processos composto por um roteiro que ajuda empresas a resolverem problemas.

DMAIC – *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Implementar), *Control* (Controlar) é uma ferramenta de gestão muito importante e largamente utilizada na indústria pelas empresas que buscam um alto nível de qualidade e confiabilidade em seus produtos e em seus processos, para que possam estar sempre numa posição de destaque em um mercado competitivo, com clientes cada vez mais exigentes, buscando sempre a redução dos custos envolvidos. Conforme Harry e Schroeder (2000), empresas que utilizam tal ferramenta conseguem reduzir gastos mais eficientemente do que as que não a utilizam. É importante comentar que além da melhoria do lucro, outro fator de grande importância é conquistado em consequência de sua aplicação com êxito: a satisfação e lealdade do cliente (SCATOLIN, 2005).

Nos últimos anos, com o grande avanço e adoção das tecnologias informáticas, as empresas têm dado maior importância para o que é chamado de data, termo em inglês que se refere à informação, ou seja, são gerados dados sobre processos e produtos, proporcionando a aplicação de técnicas estatísticas para interpretação de tais dados, o que, segundo Sunil et al. (2013), faz com que as decisões tomadas sejam mais assertivas, tornando o DMAIC uma metodologia que auxilia a empresa com medidas eficientes em relação à qualidade e à produtividade. Os dados são importantes por servirem de base para indicar se um processo está dentro do que fora estipulado pelo projeto. Caso haja variações, aplica-se a ferramenta, pois segundo Bisgaard e Freiesleben (2000), a redução de custo é alcançada por meio da manutenção da estabilidade produtiva.

O DMAIC possui cinco etapas e um objetivo de conclusão para cada uma, a fim de garantir a progressão do projeto de melhoria, conforme mostra a figura a seguir (figura 1).

FIGURA 1 – DMAIC



FONTE: ESTRATÉGIA DIGITALA E INOVAÇÃO E TI - LEONARDO MATSUMOTA (2020).

3.1.1 FASE DEFINE (DEFINIR)

Esta é a fase de ponto de partida de aplicação da ferramenta, a partir dela é que o problema será definido, como o próprio nome sugere. Geralmente trata-se de alguma falha recorrente durante algum processo de fabricação na própria indústria, o que exige que todo o processo seja monitorado para que medidas sejam implementadas rapidamente caso haja alguma situação que possa ameaçar a qualidade, ou então algum problema no produto final, o que é igualmente crítico à situação apresentada anteriormente, porém com um agravante que se trata da insatisfação do cliente com os serviços prestados. Nesta última situação o problema será definido pelo próprio cliente, portanto medidas de prevenção de tal falha deverão ser desenvolvidas o mais rápido possível para que não haja interferência em sua satisfação (SANDERS; HILD, 2001). É importante que a definição do problema seja bem esclarecida, pois quando se sabe o que deve ser combatido as ações a serem tomadas tornam-se evidentes (LIN et al., 2013).

3.1.2 FASE MEASURE (MEDIR)

Logo após definir qual é o problema que está caracterizando as falhas, Lin et al. (2013) afirma a necessidade de que dados sejam coletados para que o defeito seja evidenciado tanto qualitativa quanto quantitativamente e, a partir deles,

analisar a situação. Apenas a busca pelos dados não é suficiente, apesar de, muitas vezes, os números sugerirem qual o problema ou até mesmo quais medidas prioritárias deverão ser tomadas.

3.1.3 FASE ANALYZE (ANALISAR)

Esta etapa consiste em identificar tudo que afeta o processo, e é de suma importância apontar todos os possíveis problemas críticos que podem estar ocasionando os defeitos que se deseja combater (Lin et al., 2013). Depois dos dados coletados é necessário que haja um processamento para que as informações pertinentes sejam extraídas fazendo com que as medidas a serem adotadas sejam condizentes com o que foi observado e eficazes para a resolução do que é responsável pela defasagem do processo ou do produto. Em algumas situações pode haver a necessidade de serem levantados novos dados que não foram considerados anteriormente para uma análise mais minuciosa. Algumas ferramentas podem ser muito úteis nesta análise, como espinha de peixe e diagrama de Pareto.

3.1.4 FASE IMPROVE (IMPLEMENTAR)

Após a identificação dos problemas é necessário que ações sejam criadas baseadas nos dados analisados anteriormente com o intuito de reduzir ao máximo a ocorrência das falhas ou variações de produção, que são responsáveis por ocasionar gastos desnecessários às empresas. O conceito de “Just in time” diz respeito ao fluxo produtivo de uma empresa, que é afetado seriamente com tais variações ou falhas, o que acarreta o aumento do montante referente ao custo, pois segundo Ohno (1997) é uma necessidade das empresas para poderem buscar um Controle preciso de seus processos e produtos.

3.1.5 FASE CONTROL (CONTROLAR)

Depois que o sistema de melhorias for implantado, Lin et al. (2013) diz que é necessário que haja o Controle de tudo o que foi estabelecido como medidas de prevenção de falhas e inserido no projeto. Este Controle, segundo Satolo et al. (2009), pode ser feito com o auxílio de instrumentos estatísticos que assistem o bom funcionamento dos processos por meio da geração de informações sobre cada etapa e, para garantir que tudo funcione como previsto e dentro dos padrões estabelecidos,

é necessário que haja supervisão de pessoas qualificadas e devidamente treinadas, juntamente com a presença de gestores, pois caso haja alguma variação de processo, medidas rápidas poderão ser tomadas. Auditorias constantes e treinamento são necessários para a manutenção do sistema. Podem-se usar também ferramentas como poka-yoke, kaizen, sistemas de medição e manutenção para melhor acompanhar o desenvolvimento dos trabalhos. Contudo o processo pode vir a apresentar alguns erros, mas com os dados e informações sendo colhidos, pode-se corrigir rapidamente. O empenho e dedicação da equipe são essenciais para o sucesso dos trabalhos.

3.2 FERRAMENTAS DMAIC

O Gráfico Sequencial O gráfico sequencial é série temporal, uma ferramenta que nos mostra de maneira gráfica o comportamento de uma variável ao longo de um determinado período. Tais informações são utilizadas para análises de tendência de um processo produtivo através de dados históricos (PASSARINI, 2014). Um exemplo de série temporal seria: “Vendas mensais de refrigerante da marca X”.

3.2.1 BRAINSTORMING

O Brainstorming é uma ferramenta de geração de ideias, por isso é conhecido como “chuva de ideias”, e tem como saída diversos pensamentos e sugestões distintas advindas de várias pessoas juntas. Essa ferramenta apoia diretamente o desenvolvimento do diagrama de Ishiwaka e segundo Lobo (2010), existem regras a serem seguidas para um brainstorming, dentre elas: • gerar ideias em massa; • registrá-las; • combiná-las; • manter o fluxo de ideias contínuo; • suspender a crítica.

Podemos resumir a dinâmica de uma reunião de brainstorming em 5 etapas, conforme a figura 2 abaixo.

FIGURA 2 – Etapas de uma reunião de Brainstorming



FONTE: ZEEV - THYELLI KATAGUIRE (2023).

3.2.2 4W1H e 5W2H

O 4W1H é uma ferramenta de auxílio à fase de planejamento da atividade ou problema, isto é, a partir dela é possível sanar as dúvidas que pode surgir sobre o processo. Ela é baseada em 5 (cinco) dimensões, em formas de perguntas e ao respondê-las o problema fica apresentado de forma mais clara e focada. As perguntas utilizadas no 4W1H são: What (O quê?), Where (Onde?), When (Quando?), Who (Quem?) e How (Quanto?). A ferramenta também pode ser acrescentada de duas perguntas: Why (Por quê?) e How Much (Quanto?), formando o 5W2H. Neste caso, é utilizada como um plano de ação para solucionar um problema ou tomar decisões, podendo até sair com soluções em alguns casos (FRANKLIN, 2006). Abaixo temos na figura 3, o significado das 7 diretrizes da metodologia 4W1H e 5W2H.

FIGURA 3 – 4W1H OU 5W2H

O QUE?	PORQUÊ?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?	QUANTO?
Descrição da ação a ser implantada para eliminação de uma determinada causa.	Razão do desenvolvimento da ação.	Procedimento para desenvolvimento de ação.	Local de desenvolvimento da ação.	Responsável pela execução da ação.	Prazo para a execução da ação.	Estimativa de valor do projeto.

Observações de correspondência:

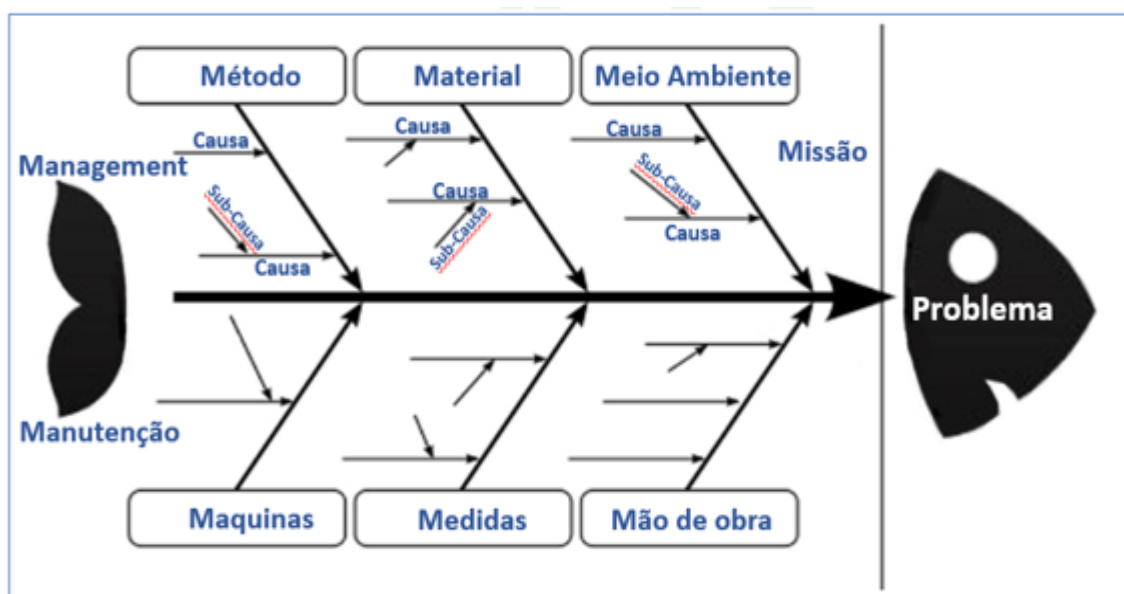
- Geralmente no infinitivo (aponta para O QUE?)
- Geralmente no gerúndio (aponta para COMO?)
- Uma pessoa (aponta para QUEM?)
- Prazos Factíveis (aponta para QUANDO?)

FONTE: SITEWARE - GUILHERME RABELLO (2023).

3.2.3 Diagrama de Causa e Efeito

O diagrama de causa e efeito, também chamado como diagrama de Ishikawa, “6Ms” ou “espinha de peixe” é uma ferramenta da qualidade a qual representa a relação entre o efeito do problema e suas possíveis causas separadas em 6 (seis) perspectivas: mão de obra, material, método, medida, máquina e meio ambiente. Na maioria das vezes, a construção de um diagrama de causa e efeito vem de um brainstorming feito pela equipe envolvida a respeito dos possíveis fatores do processo que podem gerar o problema (WERKEMA, 2012). O objetivo final esperado com o uso da ferramenta é identificar causas fundamentais para determinação de ações que futuramente serão tomadas. Além disso, tendo a análise do fenômeno, as causas menos prováveis já podem ser eliminadas, a figura 4 abaixo representa um exemplo de como é estudado o diagrama.

FIGURA 4 - DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO



FONTE: DÊGRAU10 - PEDRO MELLO (2020).

3.2.4 5 por quês

Os 5 por quês é uma ferramenta utilizada desde o sistema Toyota de Produção para encontrar causas raízes dentre todas as possíveis causas listadas do problema em questão. Isso porque se atacarmos o efeito do problema ele tem grande

chance de voltar a acontecer, já quando se atua em cima da causa raiz, ele é eliminado (Ohno, 1997).

Seu método consiste em realizar a pergunta “Por quê?” de maneira consecutiva até chegar na causa raiz do problema, lembrando que as perguntas são feitas com base na última resposta e que não é obrigatório fazer as 5 (cinco) perguntas.

Pode parecer fácil, mas essa análise requer pensamento lógico do líder e de toda a equipe para que no fim, a análise tenha um bom fundamento. A seguir, um exemplo de Ohno (1997) a respeito de um problema relacionado à parada de máquina:

“1. Por que a máquina parou? Porque houve uma sobrecarga e o fusível queimou.

2. Por que houve uma sobrecarga? Porque o mancal não estava suficientemente lubrificado.

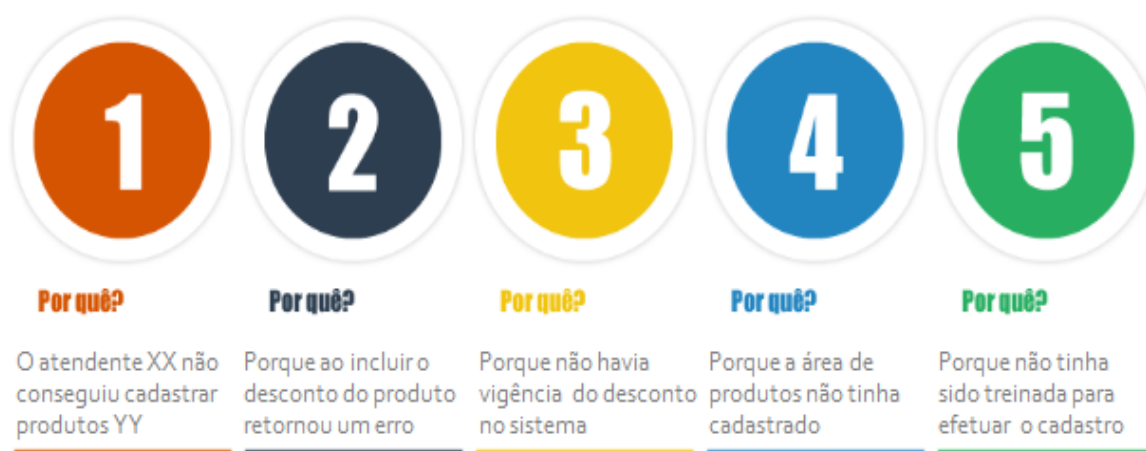
3. Por que não estava suficientemente lubrificado? Porque a bomba de lubrificação não estava bombeando suficientemente.

4. Por que não estava bombeando suficientemente? Porque o eixo da bomba estava gasto e vibrando.

5. Por que o eixo estava gasto? Porque não havia uma tela acoplada e entrava limalha.

Os cinco porquês também exploram as relações de causa e efeito, essa técnica pode ser usada como parte de uma análise de causa raiz para descobrir formas de evitar incidentes ou qualquer tipo perdas no futuro. Como mostra a figura 5 abaixo.

FIGURA 5 – 5 POR QUÊS



FONTE: ESTRATÉGIA DIGITAL E INOVAÇÃO E TI - LEONARDO MATSUMOTA (2018).

3.3 GESTÃO DA QUALIDADE TOTAL

A gestão da qualidade total ou A gestão da qualidade total ou *Total Quality Management* (TQM) é um modelo de gestão que reafirma a criação da importância da qualidade em todos os processos organizacionais (LOPES, 2014). A aplicabilidade da TQM nas organizações está ligada diretamente à melhoria contínua onde uma técnica de modificação é capaz de transformar a organização e agregar valor a ela. Para Lisboa et al. (2014), o TQM tem o objetivo de inserir a alta administração da empresa no incentivo pela qualidade e desenvolvimento do planejamento e programas no

incentivo pela qualidade e desenvolvimento do planejamento e programas de qualidade na organização, fazendo então com que o nível estratégico se envolva e influencie os demais departamentos fazendo com que exista o apoio a ferramentas de qualidade. Dentre os diversos programas criados para sustentar a qualidade nas organizações, será abordado neste estudo três metodologias referenciadas por Batista et al. (2018) que são: ISO 9001, Gestão da Qualidade Total e Seis Sigma.

A ISO – *International Organization and Standardization*, surgiu no final da década de 40, tratando-se de uma organização internacional privada, sem fins lucrativos, que serve para melhorar a gestão da organização e aumentar a satisfação dos clientes. No Brasil, a ISO é representada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é responsável por definir os requisitos para colocar o Sistema de Gestão da Qualidade em vigor, conforme Alves (2014, p.16).

A Norma Brasileira Regulamentadora ISO 9001, tem como base sete princípios que envolvem gestão da qualidade. Tais princípios são utilizados como garantias para as empresas, uma vez que estas poderão gerar valor aos clientes de forma consciente.

3.3.1 Lean Manufacturing

Assim como o Seis Sigma, que na busca pela excelência operacional, motivada pelo aumento da concorrência do mercado globalizado, surgiu como técnica que fosse capaz de aumentar a produtividade e qualidade dos produtos, veio também o Lean Manufacturing ou manufatura enxuta que se consolidou como excelente método de melhoria de processos e aumento de lucratividade das empresas.

Segundo Leite et al. (2016), o Lean Manufacturing foi referência no desenvolvimento da indústria automobilística do século XX, sendo responsável pelo sucesso do Sistema Toyota de Produção.

O Sistema Toyota de Produção representa uma maneira de produzir cada vez mais com menos. Werkema (2012) salienta que o cerne do Lean Manufacturing é a redução dos oito desperdícios identificados, que são:

Superprodução – Longos tempos de setups e lead time;

Transporte – Movimentos e manuseios desnecessários;

Espera – Aguardar reparo de máquinas ou observar máquina trabalhando;

Movimento – Layouts incorretos;

Defeitos – Insatisfação do cliente, retrabalhos;

Estoques – Elevados estoques;

Processamento – Deficiência na manutenção das máquinas;

Intelectual – Desperdício do potencial humano.

O Lean é uma metodologia que enfatiza a redução do desperdício para reduzir os custos. Conforme salienta Venanzi e Laporta (2015), que essa é uma metodologia que possui um sistema interligado, na qual diminui e minimiza a variabilidade de todos os fluxos do processo da organização. O principal objetivo do Lean é criar processos hábeis que agreguem valor ao final do processo.

Para Werkema et al. (2012, p.12), “a adoção do Lean Manufacturing representa um processo de mudança de cultura organizacional e, portanto, não é algo fácil de ser

alcançado”. É uma iniciativa que busca eliminar desperdícios, ou seja, o que não agrega valor ao cliente dever ser eliminado. Ainda segundo a autora, o Lean pode ser aplicado em todos os setores industriais ou de serviços. Assim, Stefanon (2017), aponta que a filosofia Lean possui princípios que foram criados e aplicados pela Toyota a fim de nortear toda a cadeia produtiva, aumentando a produtividade, eliminando, portanto, os desperdícios.

3.3.2 Seis Sigma

O surgimento da metodologia Seis Sigma se originou na Motorola no final da década de 80 e o início da década de 90, e tinha o objetivo de tornar a empresa capaz de enfrentar os concorrentes estrangeiros, que estavam fabricando produtos de melhor qualidade a um custo mais baixo (WERKEMA, 2012).

A mesma autora faz referência, que o Seis Sigma pode ser definido como uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem por objetivo aumentar a lucratividade das empresas através da melhoria contínua dos processos e qualidade dos produtos, aumentando a satisfação dos clientes e consumidores. Nesse contexto, entende-se o Seis Sigma como uma ferramenta estatística que busca redução da variação dos processos de produção de forma a eliminar os defeitos ampliando assim os lucros e aperfeiçoando a eficácia e eficiência das operações.

No ano de 1990, o presidente da General Eletric, Jack Welch, iniciou o estudo da metodologia desenvolvida pelo engenheiro da Motorola, Bill Smith. Diante do fato, a primeira conclusão que se teve a respeito do Seis Sigma, é que ela é o caminho para a busca de bens e serviços com qualidade superior e de maior rentabilidade para empresa (RODRIGUES, 2014).

O caso mais conhecido da aplicação do Seis Sigma foi da empresa General Eletric, que ainda na década de 90, obteve um alto crescimento do lucro operacional, fazendo com que a empresa ocupasse a posição de uma das empresas mais bem sucedidas (ROCHA et al. GALENDE, 2014). A GE passou a sentir o efeito da mudança enquanto o cliente passou a sentir o efeito da variação. Para Kotter (2017), os principais esforços de mudança ajudaram algumas organizações a se adaptarem de forma significativa às condições de transformação, aprimoraram a posição competitiva de outras e prepararam algumas para um futuro melhor.

Sigma (σ) é a oitava letra do alfabeto grego que, estatisticamente é utilizado para avaliar o grau de variação ou desvio padrão de uma população. O Sigma expõe quanto de variação existe entre os dados de uma amostra ou população (SILVA et al. 2016). O objetivo do Seis Sigma é aproximar ao máximo de zero defeitos.

A tabela 1 ilustra a escala que determina o nível de qualidade Seis Sigma do processo e o percentual que poderá ser atingido em relação a cada nível por milhão de defeitos.

TABELA 1 – ESCALA DO NÍVEL DE QUALIDADE DO SEIS SIGMA

Nível da qualidade	Defeitos por milhão	% de conformidade
1 Sigma	691.463	30,85%
1,5 Sigma	500.000	50%
2 Sigma	308.537	69,15%
3 Sigma	66.807	93,32%
4 Sigma	6.210	99,38%
5 Sigma	233	99,97%
6 Sigma	3,4	99,99%

FONTE: ADAPTADO DE WERKEMA ET AL. (2012, p.17).

Analisando a tabela 1, na coluna nível da qualidade, entende ser que no nível 1 Sigma para cada 1 milhão de serviços ou produtos produzidos há 691.463 com defeitos. Já no nível 6 Sigma a cada 1 milhão de serviços ou produtos produzidos apenas 3,4 apresentam defeitos o que representa 99,99% de qualidade, chegando à excelência da qualidade. Para Chiavenato (2004, apud RODRIGUES et al. 2018) isto faz com que as empresas no nível de excelência 6 Sigma se diferencie das demais.

Para Rodrigues (2014) “o produto principal é a criação ou modificação de processo, com foco na maior rentabilidade do negócio e no atendimento mais eficaz das necessidades do cliente”. Ainda segundo o autor, “trata a qualidade de forma sistêmica, considerando todas as ações e setores de uma organização, e não somente as não conformidades de processos isolados”.

4 METODOLOGIA

4.1 TIPO DE ESTUDO

A presente pesquisa é classificada como sendo descritiva de natureza aplicada, visto que a mesma visa descrever características presentes nos processos envolvidos na organização, além de estabelecer e compreender correlações entre as variáveis a serem analisadas durante o desenvolvimento do estudo.

Os meios para aplicação da pesquisa em questão são classificados como Estudo de Caso e Pesquisa de Campo por ser desenvolvida a partir da análise das atividades de uma empresa específica, visando a coleta de informações e conhecimentos através do contato direto com os processos e pessoas que o executam.

Colaborando com esta categorização, Vergara (2016) afirma que o estudo de caso é o circunscrito a uma ou poucas unidades, estando as empresas englobadas nesta classificação. Este tipo de pesquisa possui uma metodologia tida como aplicada, na qual se busca a aplicação prática de conhecimentos para a solução de problemas (PRODANOY; FREITAS, 2013).

Além das classificações definidas acima, o presente estudo também é categorizado tanto como quantitativo quanto como qualitativo, visto que sua abordagem envolve aspectos ligados a ambos. Quantitativo, porque utiliza dados numéricos como forma de analisar e auxiliar no desenvolvimento da solução dos problemas, e qualitativo por considerar evidências capazes de auxiliar na compreensão do caso em estudo.

4.2 LOCAL DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada em uma indústria de calçados, localizada na cidade de Fortaleza, no período de abril de 2022 até abril de 2023, uma empresa de grande porte, fundada no ano de 1971, é uma das maiores produtoras mundiais de calçados. Possui tecnologia proprietária e exclusiva na produção de calçados para os públicos feminino, masculino e infantil. Com capacidade instalada de 250 milhões de pares/ano em suas cinco unidades industriais, compostas por 11 fábricas de calçados, matrizaria e fábrica de PVC para consumo próprio na produção de calçados; com uma logística de distribuição que atinge desde distribuidores a varejistas tradicionais e não tradicionais em todo o território nacional e no exterior.

A empresa vende seus produtos por meio de representantes comerciais, distribuidores, exportações diretas, subsidiárias, e Joint Venture, seus produtos alcançam 65 mil pontos de venda no Brasil e 45 mil fora do país.

Os diferenciais competitivos são fundamentados no propósito, valores e pilares estratégicos.

5 DESENVOLVIMENTO

Neste estudo de caso, será apresentado todas as etapas da aplicação da metodologia DMAIC que ocorreram em uma indústria de calçados de grande porte, mais precisamente no setor de montagem de componentes. A seguir estão sintetizadas todas as etapas deste trabalho. Seguindo as cinco etapas de funcionamento da metodologia que foram realizadas na ordem:

Etapa 1 – Definir

Etapa 2 – Medir

Etapa 3 – Analisar

Etapa 4 – Implementar

Etapa 5 – Controlar

5.1 DEFINE (DEFINIR)

A coleta de dados foi realizada por meio da divulgação dos resultados do atendimento do SAC da empresa, onde mensalmente é discutido as oportunidades apontadas pelos clientes. SAC é a sigla que significa “Serviço de Atendimento ao Consumidor”. É um canal que serve para o consumidor tirar dúvidas, dar sugestões, obter informações, receber reclamações de clientes e resolver problemas relacionados a uma empresa e/ou seus produtos.

O SAC tem como objetivo ser mais um canal de relacionamento entre a empresa e seus clientes, o que é fundamental para que os consumidores vejam que têm um caminho para serem ouvidos quando necessário, melhorando assim a experiência vivida com a marca e a satisfação do cliente com a empresa.

A equipe do SAC apresentou o resultado conforme tabela 2 abaixo, mostrando no final do ano de 2022 os principais modos de falhas apontados nos atendimentos dos clientes.

TABELA 2 – CONTROLE DE DEVOLUÇÕES X DEFEITOS

Protocolo	Data Registro	Operador	Cliente	Cód. Ref.	Classificação
AT1658171035403	18/07/2022 16:10:33	Camila B	ELIANE ANASIR DA SILVA	11744	DESCOLOU ENFEITE
AT1654533057006	06/06/2022 13:36:22	Bruna Z	RONAN ANDRADE BORGES	11757	DESCOLOU ENFEITE
AT1647957729261	22/03/2022 11:17:53	Alice O	JORGE ROBERTO SIMON	11774	DESCOLOU VELCRO
AT1652375773734	12/05/2022 14:28:20	Alice O	ELIZABETE DA SILVA SANTO	11983	DESCOLOU PLASTISOL
AT1643310772043	22/02/2022 13:24:54	Alice O	ADILEA DIAS DE MATOS SANTOS	18462	DESCOLOU PLASTISOL
AT1657808883140	14/07/2022 11:31:26	Bruna Z	ISADORA LEVINGSTON DANTAS LEAO	21419	DESCOLOU TIRA
AT1653499282444	25/05/2022 14:31:22	Bruna Z	YONARA KELLY COSTA DE MELO	22705	DESCOLOU TIRA
AT1653661239532	27/05/2022 11:25:38	Talia	KARINA SILVERA LOPES	30879	DESCOLOU ENFEITE
AT1648029540685	23/03/2022 07:02:21	Talia	RENATA ANDRESA NAPELOSO RAMOS	31631	DESCOLOU ENFEITE
AT1650300764672	18/04/2022 13:55:31	Natiele B	ADRIANA DE OLIVEIRA LAMEIRA VERISSIMO	31856	DESCOLOU ENFEITE
AT1653066908775	20/05/2022 14:15:08	Carol	MAIARA FERNANDA GARCIA	31890	DESCOLOU TIRA
AT1642428118751	17/01/2022 11:11:47	Alice O	RAQUEL NICEAS PEREIRA OLIVEIRA MATOS	32217	DESCOLOU VELCRO
AT1654689706437	08/06/2022 09:06:12	Alice O	LEONARDO VALENCIA	32261	DESCOLOU VELCRO
AT1653394168176	24/05/2022 09:12:08	Carol	RITA DE CASSIA SEVERO GONCALVES	32261	DESCOLOU ENFEITE/PLASTISOL
AT1646150792706	01/03/2022 13:10:40	Alice O	OTAVIA SILVA	32410	DESCOLOU VELCRO
AT1646848578584	09/03/2022 14:59:04	Carol	ALEX BRUNO PINTO MATTOS	32410	DESCOLOU VELCRO

FONTE: AUTORES, 2023.

O acompanhamento é realizado mensalmente pelo Controle de qualidade, equipe de produção junto a equipe de SAC para verificar os defeitos que mais se repetem em reuniões com a gerência e direção, a fim de elaborar planos de ações para solução dos problemas. Nota-se que os descolamentos acontecem nos produtos que possuem colagem de componentes: Tira, Enfeite, Velcro e Plastisol, conforme a coluna de classificação.

Os produtos em linha possuem colagens de vários componentes, dentre eles iremos apresentar os que mais apresentam descolamento no mercado, que em sequência do maior número de descolamento para o menor número são: Tiras, Enfeites PVC, Velcro e Plastisol, esses estão representados na figura 6 abaixo:

FIGURA 6 – TIPOS DE DESCOLAMENTO POR COMPONENTE



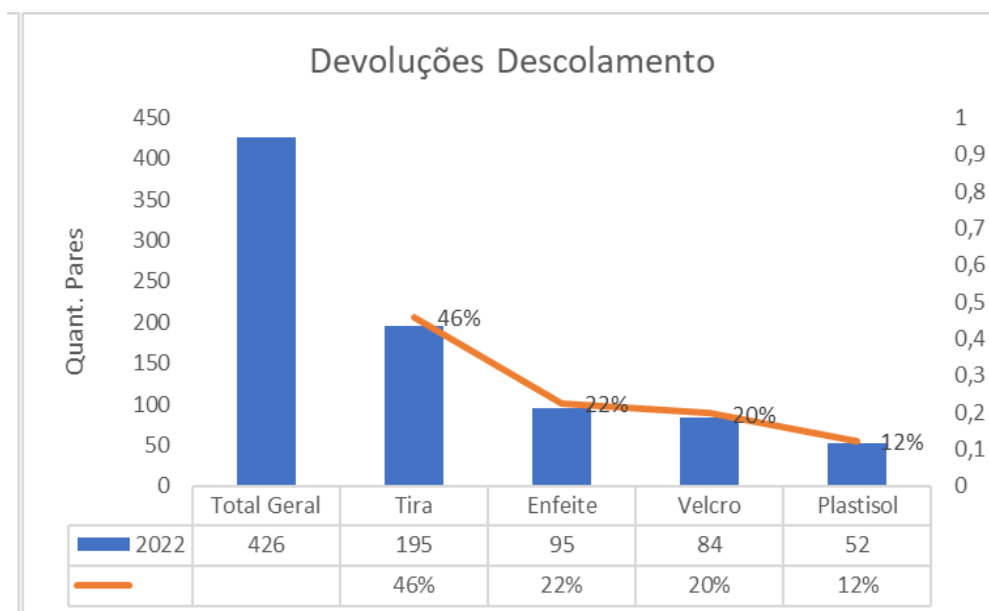
FONTE: AUTORES, 2023.

Com a ajuda do Controle de devoluções, podemos quantificar o grau de representatividade de descolamento por cada componente, com a ajuda da ferramenta do gráfico de Pareto, que é uma ferramenta da qualidade importante para a identificação dos problemas nas empresas, pois elaboram gráficos que permitem uma melhor visualização dos dados. (BEZZERA, 2019).

Essa ferramenta é utilizada para visualizar e classificar os processos das empresas por ordem e importância, identificando os erros, custos, riscos e problemas. O objetivo é criar um gráfico que auxiliará, mostrando de forma decrescente, os processos que causam maior efeito para a empresa. Seria muito importante se todas as empresas utilizassem esse método para ajudar na tomada de decisões. (FALCONI, 2009).

Abaixo no gráfico 1, estratificação de quantidade de deslocamento por componentes.

GRÁFICO 1 – PARETO POR COMPONENTE



FONTE: AUTORES, 2023.

É possível observar no gráfico acima que o componente que mais apresenta descollamento é a tira com 46% o que representa 195 reclamações, seguido de 22% de descollamento do enfeite, o que representa 95 reclamações desse item. Seguidos por descollamento do velcro com 20% (84 reclamações) e por último descollamento do plastisol com 12% e 52 reclamações. Sendo então os itens descollamento de tiras e enfeites maior parte do problema apontados pelos clientes.

A partir do levantamento dos defeitos por descollamento com auxílio da equipe do SAC (serviço de atendimento ao consumidor), foi realizada pesquisa em campo com intuito de levantar a situação a ser tratada com a aplicação das ferramentas do DMAIC no processo de colagem dos calçados com tiras e enfeites.

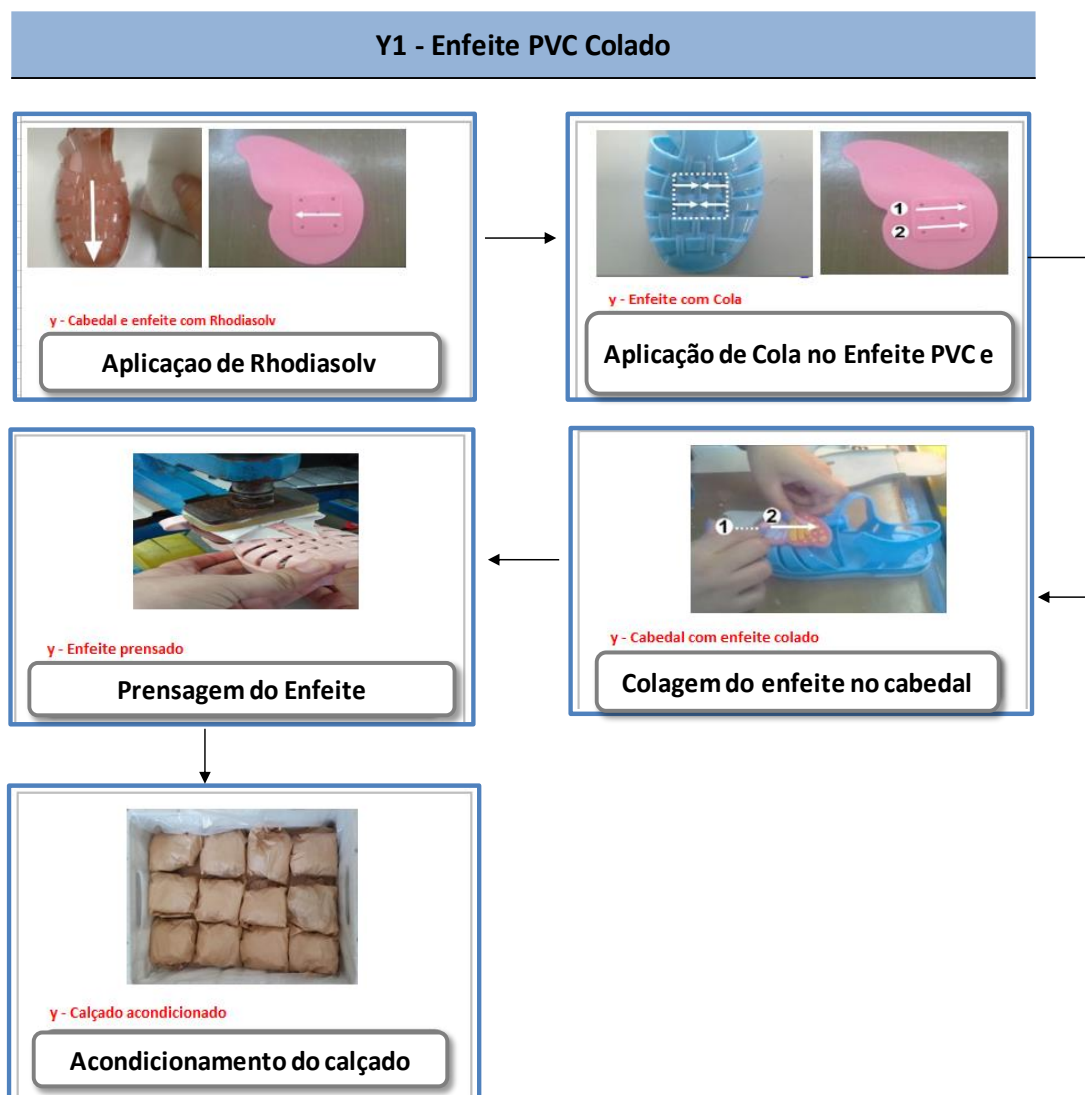
5.2 MEASURE (MEDIR)

A segunda etapa da metodologia DMAIC, consiste na medição dos principais números de desperdícios e identificação das causas que acarretam os altos desperdícios. Nesta fase será mostrado o fluxograma do processo, identificação dos pontos de maior criticidade e as principais causas dos desvios.

No processo abaixo será apresentado cada etapa do processo de colagem e montagem de um enfeite/tira, desde o tratamento de superfície realizado com solvente

e pano, aplicação de cola, secagem, reativação, montagem e acondicionamento, conforme ilustrado na figura 7, abaixo:

FIGURA 7 – FLUXOGRAMA DE PROCESSO



FONTE: AUTORES, 2023.

5.2.1 Pontos de maior Criticidade

A identificação dos pontos críticos levou em consideração cada etapa do processo de colagem dos enfeites descrito no fluxograma acima. Nesta etapa foi possível identificar que algumas delas apresentavam percentuais de variação de processo, sabendo que não são ocasionados por um único fator.

Para isso foi elaborado um checklist de auditoria de colagem para capturar essa variação no processo e documentar. Abaixo será apresentado os itens descritos no checklist que deve ser realizado em cada etapa, conforme ilustrado na figura 8:

FIGURA 8 – CHECKLIST DE AUDITORIA DE PROCESSO

CHECKLIST AUDITORIA DE COLAGEM		
PROCESSO TAREFA	LIMPEZA	
	RUÍDO	CLASSIFICAÇÃO
LIMPAR PEÇAS	Enfeites com excesso de desmoldate de injeção	crítico *
	Quantidade de umedecidas do pano	crítico *
	Solvente abastecido incorreto	
	Esteira suja	
	Peças abastecida viradas para baixo	crítico *
PROCESSO TAREFA	APLICAÇÃO DA COLA	
	RUÍDO	CLASSIFICAÇÃO
APLICAR COLA NAS PEÇAS	Pincel velho	
	Cola endurecida	crítico *
	Quantidade de umedecidas do pincel	crítico *
	Evaporação rápida do solvente da cola	crítico *
	Cola incorreta	
PROCESSO TAREFA	SECAGEM DA COLA	
	RUÍDO	CLASSIFICAÇÃO
TEMPO DE SECAGEM DA COLA	Tempo menor que o especificado	crítico *
	Sem tempo de secagem	crítico *
	Sem equipamento de secagem	
PROCESSO TAREFA	ATIVAÇÃO DA COLA	
	RUÍDO	CLASSIFICAÇÃO
PASSAR ENFEITES NOS EQUIPAMENTOS DE REATIVAÇÃO	Estufas com temperaturas fora do padrão (55°C a 65°C)	crítico *
	Estufas com lampadas queimadas	crítico *
	Estufas sem manutenção preventiva	crítico *
	Baixa qualidade das lampadas fornecidas (queima constante)	
	Operador não sabe como manusear equipamento	crítico *
PROCESSO TAREFA	MONTAGEM	
	RUÍDO	CLASSIFICAÇÃO
MONTAR COMPONENTES	Operador não credenciado	crítico *
	Operador deixando as peças esfriar	crítico *
	Operador utilizando gabaritos incorretos	crítico *
PROCESSO TAREFA	PRENSAGEM	
	RUÍDO	CLASSIFICAÇÃO
PRENSAR ENFEITES EM PRENSA	Gabaritos longe do posto de prensagem	crítico *
	Prensa não adequada para o tipo de enfeite	crítico *
	Oscilação de Pressão da rede de ar comprimido	
	Base superior da prensa muito alta	crítico *

Legenda - Item crítico para colagem: crítico *

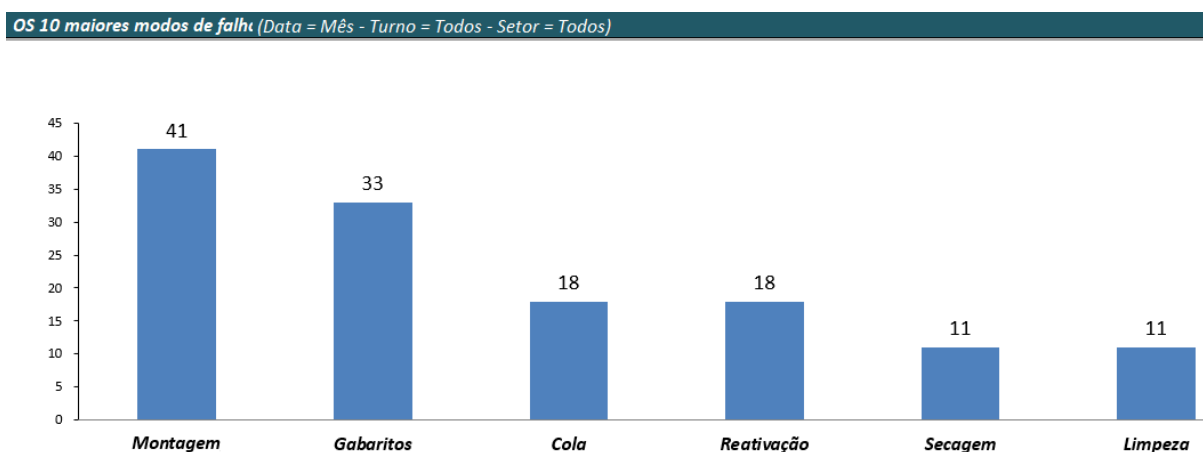
FONTE: AUTORES, 2023.

No checklist de auditoria de processos ilustrado acima, o auditor de processo passará em cada etapa e verifica os itens identificados nos documentos, sendo que

algumas etapas do processo são tidas como críticas para a colagem dos componentes, conforme identificado na coluna “CLASSIFICAÇÃO”.

Após um mês realizando as auditorias de processos a partir do checklist acima e os dados documentados foi possível identificar os pontos críticos de não conformidade e desvios de processo, conforme apresenta o gráfico 2 abaixo:

GRÁFICO 2 – RESULTADOS AUDITORIA DE COLAGEM



FONTE: AUTORES, 2023.

Acima o gráfico apresenta os resultados de auditorias de processo que passou a ser realizado durante o mês de julho de 2022, a fim de identificar em qual parte do processo ocorre maiores incidências de desvios de processo.

Visto que a etapa do processo que apresenta maiores desvios é na montagem, pontuando 41 divergências durante o mês, seguido do item gabaritos, repetindo-se 33 vezes, logo após o item cola e reativação apresentando 18 apontamentos de não conformidades cada um e por último os itens secagem e limpeza apresentando 11 não conformidades cada um.

5.3 ANALYSE (ANALISAR)

No processo de análises das principais causas já observadas, será utilizado as ferramentas de qualidade Brainstorm e Diagrama de Ishikawa.

5.3.1 Brainstorming

Conforme sugerida pela ferramenta de brainstorming, foi realizado uma reunião no qual foram convidados colaboradores de diferentes áreas que participam direta ou

indiretamente do processo, foram essas áreas: produção, engenharia, qualidade, laboratório e manutenção.

Neste encontro foi colocado na mesa a problemática “Descolamento de enfeites e tiras” e solicitado que todos contribuíssem com colocações que poderiam causar o problema de acordo com o ponto de vista e experiência de cada, sem apontamentos se estariam certos ou errados.

Na figura 9 abaixo podemos identificar as ideias lançadas por todos os presentes na mesa:

FIGURA 9 – BRAINSTORMING DESCOLAMENTO DE TIRAS E ENFEITES

Resumo do problema

Disposicao dos gabaritos para os setups	Procediemnto de montagem incorreto	Procediemento nao disponivel na linha de montagem	Setups nao planejados	Cola nao disponivel na linha	Dificuldade com equipamento de credenciamento
Falta de manutencao das prensas	Falta de manutencao das estufas	Baixa qualidade das lampadas das estufas	Operadores de manutencao sem treinamento	Procediementos de manutencao desatualizados	Ausencia de mantenedores nas linhas
Cola com rapida evaporacao	Cola com auto teor de resinas	Ventilacao excessiva na linha	Equipe de laboratorio quimico nao sabe manusear a cola	Ausencia de quimico no laboratorio	Falta de conhecimento do boletim tecnico da cola e solventes
Documentos de procediementos desatualizaods pela engenharia	Documentos de dificil entendimento	Falta de procediemnto de verificacao das temperaturas das estufas	Videos de procediementos divergentes para os produtos	Equipe de qualidade nao gera dados de descolamento	Equipe de qualidade ver o problema e nao aciona lideranca

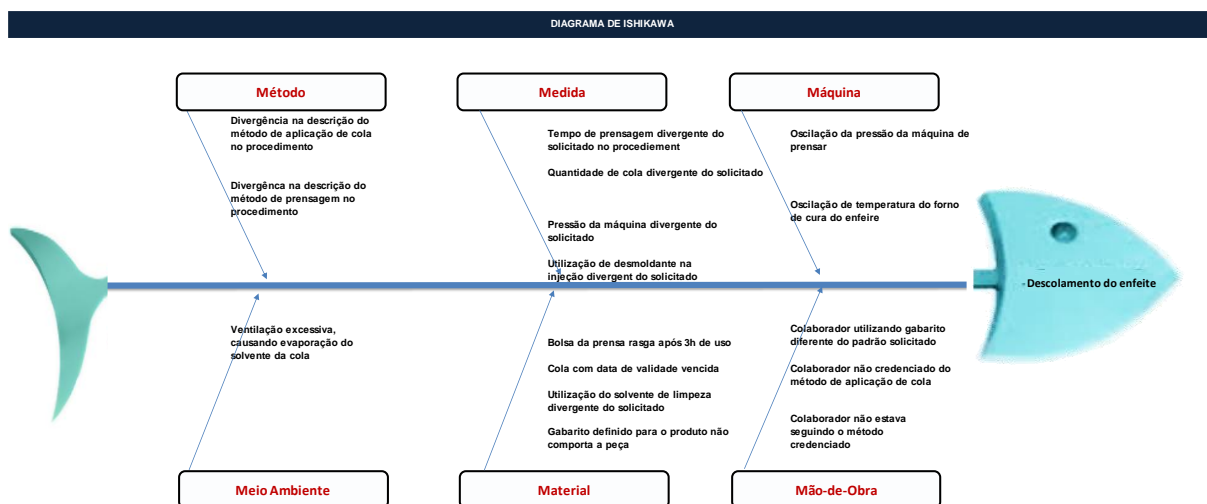
FONTE: AUTORES, 2023.

Na imagem acima temos todas as sugestões que podem causar o problema, de acordo com o que foi colocado por cada membro da reunião de discussão do problema de descolamento de enfeites e tiras.

5.3.2 Diagrama Ishikawa

Com base nas informações discutidas no brainstorming apresentado anteriormente, foi possível desenvolver o Diagrama de Ishikawa deste processo, conforme demonstrado no Gráfico 3, abaixo:

GRÁFICO 3 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA



FONTE: AUTORES, 2023.

Um dos problemas se dá a partir do uso dos gabaritos de prensagem incorretos, com os altos números de setup, o local de guarda atual dos gabaritos não comportam todos que serão utilizados durante o dia, fazendo com que após o setup o operador ainda continue trabalhando com o gabarito do produto anterior, até solicitar a busca do gabarito correto para o produto.

Em relação à mão-de-obra, a falta de credenciamento ao início de cada produto, ou na chegada de um colaborador novo na linha de produção é um fator importante para a diminuição dos erros causados pelos métodos de aplicação de cola e montagem divergentes, que são realizados na fabricação dos calçados com colagem de enfeites. A má interpretação das fichas técnicas é um fator recorrente, pois é preciso utilizar-se do smartphone onde há os vídeos do procedimento operacional, de como fazer todas as tarefas, mas a equipe de desenvolvimento dos vídeos ainda é muito insuficiente, não deixando claro o método, a quantidade de umedecimento do pincel na cola ou até mesmo tarefas incompletas nos vídeos.

A falta de manutenção preventiva dos maquinários pode ocasionar variação de temperatura e pressão, acarretando falhas de colagem e até mesmo descolamento.

Outro ponto observado foi a medida, ou seja, a falta de um responsável pela conferência e monitoramento das estufas que devem trabalhar a uma temperatura de 55°C a 65°C.

Por fim, destacaram-se os problemas relacionados com o meio ambiente/ambiente interno, uma vez que a fábrica fica próximo ao litoral, com isso o ambiente possui bastante ventilação, contando ainda com ventiladores big fun em cada corredor, fazendo com que o solvente presente na cola evapore rapidamente, com isso a cola torna-se uma pasta, difícil de manusear sobre a superfície da peça, causando falhas de cola.

5.3.3 Os 5 por quês

De acordo com as causas levantadas pelo grupo com a utilização do diagrama de Ishikawa, foi possível analisar com a ferramenta 5 Por quês a causa inicial de cada problema, ou seja, a causa raiz. Podemos ver o passo a passo dos 5 por quês de acordo com cada problema apontado na imagem 10 abaixo:

FIGURA 10 – 5 POR QUÊS DE DESCOLAMENTO DE TIRAS E ENFEITES

Definição do Problema: Descolamento de enfeites e tiras no mercado					
Causas	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?	Por quê?
Utilização de gabaritos incorretos	Operador não realizou a troca do gabarito no setup do produto da sequência.	Os gabaritos não estavam disponíveis na linha.	Os gabaritos estavam no setor do ferramental, distante 300 metros da linha.	Não há um local determinado para guarda de gabaritos próximo do posto.	Não foi definido o local para guarda de gabaritos quando o layout da linha foi montado.
Operadores sem credenciamento no início da produção de cada modelo.	O líder da linha não realizou o credenciamento dos operadores.	O líder da linha foi buscar os insumos para abastecer a linha.	O turno anterior não deixou os itens abastecidos para o turno seguinte.	Não existe troca de turno e preparação para o turno seguinte.	Não há um procedimento padrão descrito de troca de turno e preparação para turno seguinte.
Interpretação do método descrito no procedimento operacional de montagem.	O método em vídeos no smartphone.	Os vídeos faltam etapas do processo.	Equipe de engenharia gravou vídeos faltando etapas.	Quando a equipe de engenharia gravou os vídeos faltou componentes para dar continuação da gravação do método.	O PCP não programou peças suficientes para disponibilizar para engenharia fazer a gravação do método completo.
Monitoramento de temperatura das estufas de reativação.	Os componentes são montados com temperatura divergente.	Não há conferência da temperatura das estufas.	O líder não realiza a conferência de temperatura.	Não existe procedimento de conferência de temperatura.	Engenharia não fez o procedimento de conferência de temperatura.
Cola endurecida.	O solvente da cola evapora rápido.	Os recipientes de cola são abertos.	É utilizado recipiente inadequado para não evaporar a cola.	Equipe de laboratório não validou o recipiente adequado.	Não foi estudado o recipiente adequado.

FONTE: AUTORES, 2023.

Com a utilização da ferramenta 5 por quês, foi possível identificar a causa geradora dos problemas, dando oportunidade de construir um plano de ação que vai tratar da causa de maneira assertiva, com pouco ou até mesmo sem retrabalhos.

5.3.4 5W2H

No plano ação abaixo foi elaborado atividades a partir das causas encontradas com a utilização da ferramenta dos 5 por quês, junto com o time e distribuídos as atividades do plano de ação de acordo com o responsável de cada setor envolvido e contratado as datas de retorno das ações concluídas.

No total foram elencadas 10 ações no plano, distribuídas por responsáveis nos setores de produção (coordenação), engenharia, manutenção e laboratório, conforme tabela 3 abaixo.

TABELA 3 – ELABORAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO COM 5W2H

PLANO DE AÇÃO						
O que?	Quem?	Quando?	Onde?	Por que?	Como?	Quanto?
Não foi definido o local para guarda de gabaritos quando o layout da linha foi montado.	Renato	15/10/2022	Manutenção	Não há local de guarda de gabaritos na linha de produção.	Confecionando um armário para guarda específica de gabaritos, com identificação por produto.	Utilizando armários obsoletos disponíveis no almoxarifado.
	Claúdio	20/10/2022	Linha de Produção	Não há local definido para o armário de gabaritos.	Identificando no layout o local do armário.	R\$ 50,00
Não há um procedimento padrão descrito de troca de turno e preparação para turno seguinte.	Marcelo	16/10/2022	Coordenação	A falta de procedimento de troca de turno causa atrasos no credenciamento dos operadores.	Criando um checklist de troca de turno para ser realizado no final de cada turno pelo líder.	01h:30 minutos
		20/10/2022			Treinando os líderes a fazer o checklist.	01 hora
O PCP não programou peças suficientes para disponibilizar para engenharia fazer a gravação do método completo.	Jorge	16/10/2022	Engenharia	Equipe de engenharia não recebe peças suficientes para gravar o método da tarefa.	Alinhando com PCP a programação da quantidade de peças suficientes para definição do método.	01 hora
Engenharia não fez o procedimento de conferência de temperatura	Jorge	16/10/2022	Engenharia	Os líderes precisam do procedimento para fazer a aferição correta da temperatura dos equipamentos.	Criando um procedimento do modo de aferição das temperaturas com os devidos equipamentos a ser utilizado.	01 hora
		22/10/2022			Treinando os líderes para conferir os equipamentos de acordo com o procedimento.	01h:30 minutos
		22/10/2022			Disponibilizando nos equipamentos um controle para cada conferência ser anotado os valores das temperaturas, horário e responsável.	01 hora
Cola endurecida.	Thais	30/11/2022	Laboratório	O solvente da cola evapora rapidamente.	Pesquisando com fornecedores um recipiente que evite a fácil evaporação do solvente da cola.	R\$ 150,00
		30/11/2022			Comprando recipiente que evite rápida evaporação da cola.	R\$ 12.000,00

FONTE: AUTORES, 2023

5.4 IMPROVE (IMPLEMENTAR)

Esta etapa, cujo objetivo é propor e avaliar soluções para os problemas prioritários identificados, finaliza o ciclo de atividades proposto pelo estudo. Primeiramente, identificaram-se as oportunidades através da análise das informações provenientes da etapa anterior (Analisar). A partir dos resultados obtidos nesta fase, foram feitas as propostas que visam o tratamento das causas identificadas. Para tanto, foram realizadas discussões com a equipe de trabalho, onde todos puderam opinar acerca das melhores práticas a serem adotadas para resolução dos problemas enfrentados. Desta forma, foi desenvolvido um plano de ação que visa atacar as causas raízes dos principais problemas enfrentados pela empresa, propondo métodos para que o aumento de qualidade almejado pela companhia seja alcançado. Para explanação deste plano de ação, foi desenvolvido um 5W1H (Quadro 1), onde foram descritos os detalhes das ações propostas. Espera-se que através da implantação das sugestões apresentadas, a empresa possa alcançar o objetivo proposto pelo trabalho, além de cumprir satisfatoriamente os critérios definidos pelos seus clientes.

É importante notar que as melhorias vão desde medidas operacionais até ações de cunho intelectual, reforçando o fato de que o processo de melhoria da qualidade deve ser adotado por todos os setores da empresa e níveis, de forma que o produto seja um espelho da qualidade percebida desde o início dos processos.

Dentre as sugestões feitas na empresa estão a aplicação da filosofia 5S, que segundo Monden (2015) o programa 5S é uma metodologia que objetiva a sistematização das atividades de limpeza, arrumação e organização dos postos de trabalho com intuito de melhorar a qualidade e produtividade. Essa ferramenta tem por objetivo, proporcionar um ambiente padronizado, organizado, com o mínimo ou nenhum desperdício e aumentar a produtividade. Desta forma foi realizado a marcação de layouts, como demonstrado a seguir na figura 11.

FIGURA 11 – LINHA DE MONTAGEM COM APLICAÇÃO DE 5S



FONTE: AUTORES, 2023.

Estas atividades, apesar de atuarem de forma indireta à produção, agregam valor às demais atividades da empresa, entre os resultados obtidos com a implantação, é possível obter: motivação dos empregados, redução no índice de acidentes, melhoria da qualidade e aumento da produtividade.

Abaixo pode-se ver a implementação de um armário para gabaritos e fôrmas próximo ao posto de trabalho que necessita da ferramenta, evitando assim perda de tempo, movimentações desnecessárias e atendendo como solução apontada no item 1- Utilização de gabaritos incorretos, dos 5 por quês e entregando a ação apontada no plano de ação para essa causa, ilustrado na figura 12 a seguir:

FIGURA 12 – ANTES E DEPOIS DO LOCAL DE GABARITOS E FÔRMAS



FONTE: AUTORES, 2023.

Com o uso do armário foi possível evitar que o operador utilize o gabarito ou fôrma do tamanho incorreto, pois já está disponível no posto de trabalho um local para guarda de todos os tamanhos de gabaritos ou fôrmas ordenados por tamanhos, podendo seguir tranquilamente com todos os setups de tamanhos por produto, eliminando o risco de utilizar o gabarito incorreto por indisponibilidade na hora da troca.

Outros resultados obtidos, foram através da aplicação da rotina de verificação dos itens essenciais para troca de turno com uso de um relatório diário onde cada responsável pela linha de produção faz um checklist dos itens mais importantes, conforme figura 13:

FIGURA 13 – CHECKLIST DE TROCA DE TURNO DA LIDERANÇA

Passada Líder Técnico(a)	TROCA DE TURNO	Passada PPP & Apoiador(a)
1) Equipamentos ligados em condições, e layouts pendentes .		1) Ligada do equipamento - Produto , Cor, Tamanho, Amostra,
2) Abastecimento solicitados - Tegad, Componentes e Tintas.		2) Medição de Tintas - Necessidade e Disponibilidade.
3) SKU - Produto, Programa, Documentos e Status.		3) Abastecimento Gerais - Tegad, Tintas ,Solventes, Meias, Colas, Primer, Rebites e Outros.
4) Interrompidos - Quantidades , Produtos, Programas, Documentos, Status.		4) SKU - Produto, Programa, Documentos e Status.
5) Auditoria Kaizen - Ilhas, Status e Observações .		5) Sequencia da Carga - Produto, Programa, Documentos. OSB: (Marcar na Carga a Próxima Sequencia.)
6) Clientes Especiais - Tipo, Produto, Programa e Documentos.		6) Interrompidos - Quantidades , Produtos, Programas, Documentos , Status.
7) Manutenções - Tipo , Equipamento e Ordem e Serviços.		
OBSERVAÇÕES GERAIS		

FONTE: AUTORES, 2023.

O relatório deve ficar disponível na linha e deve ser apontado qualquer observação encontrada, a partir dessa informação o turno seguinte inicia o dia.

A reativação é a operação de aquecimento dos filmes de adesivo e componentes para uma temperatura especificada de acordo com cada tipo de substrato. Para isso uma ação extremamente importante é fazer o acompanhamento da temperatura hora a hora. A forma correta de fazer essa aferição é com a peça na mão ou na bancada e numa distância de 10 a 15 cm utilizando um termômetro infravermelho, essas informações fora

m disponibilizas pela equipe de engenharia em formato de procedimento operacional padrão, próximos aos equipamentos de reativação em cada linha de produção, como mostra a figura 14:

FIGURA 14 – MÉTODO DE AFERIÇÃO DE TEMPERATURA DOS COMPONENTES.



REALIZAR AFERIÇÃO A CADA HORA E REGISTRAR NO CONTROLE DE AVALIAÇÃO DISPONÍVEL NO EQUIPAMENTO, EM CASO DE QUALQUER EVIDÊNCIA DE MAU FUNCIONAMENTO, ACIONAR EQUIPE DE MANUTENÇÃO.

FONTE: AUTORES, 2023.

Quanto mais distante for feita a medição, maior as chances de haver influência do ambiente, com isso distorção no resultado, por isso a importância de informar o método correto de aferição da temperatura.

Além disso foi elaborado um Controle de medição de temperatura hora a hora para garantir o acompanhamento desse item que é de grande importância para uma boa colagem, conforme a figura 15:

FIGURA 15 – CONTROLE DE MEDIÇÃO DE TEMPERATURA

AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA HORA A HORA			
Data	Lider Técnico	2º Turno	Temperatura
25.03	Socorro	1ª Hora	56,2
11	Socorro	2ª Hora	56,2
11	Socorro	3ª Hora	
11	Socorro	4ª Hora	
11	Socorro	5ª Hora	
11	Socorro	6ª Hora	
11	Socorro	7ª Hora	
		8ª Hora	
		9ª Hora	
		10ª Hora	

FONTE: AUTORES, 2023.

O acompanhamento das temperaturas é de grande importância, pois garante a performance dos equipamentos de reativação e rápida evidência de qualquer problema no equipamento assim como ações ágeis da manutenção para solução dos problemas relacionados aos equipamentos.

5.5 CONTROL (CONTROLAR)

A etapa Controlar exige um acompanhamento a longo prazo desde as implementações até os resultados das ações propostas. Seu objetivo é verificar e monitorar os procedimentos e resultados em grande escala.

Essa é a última etapa da metodologia DMAIC. Carpinetti (2012) afirma que a importância dessa fase é representada por garantir a continuidade das melhorias obtidas, que elas não sejam perdidas ou esquecidas na companhia. Já Werkema (2013) explica que será avaliado o alcance da meta inicial do projeto.

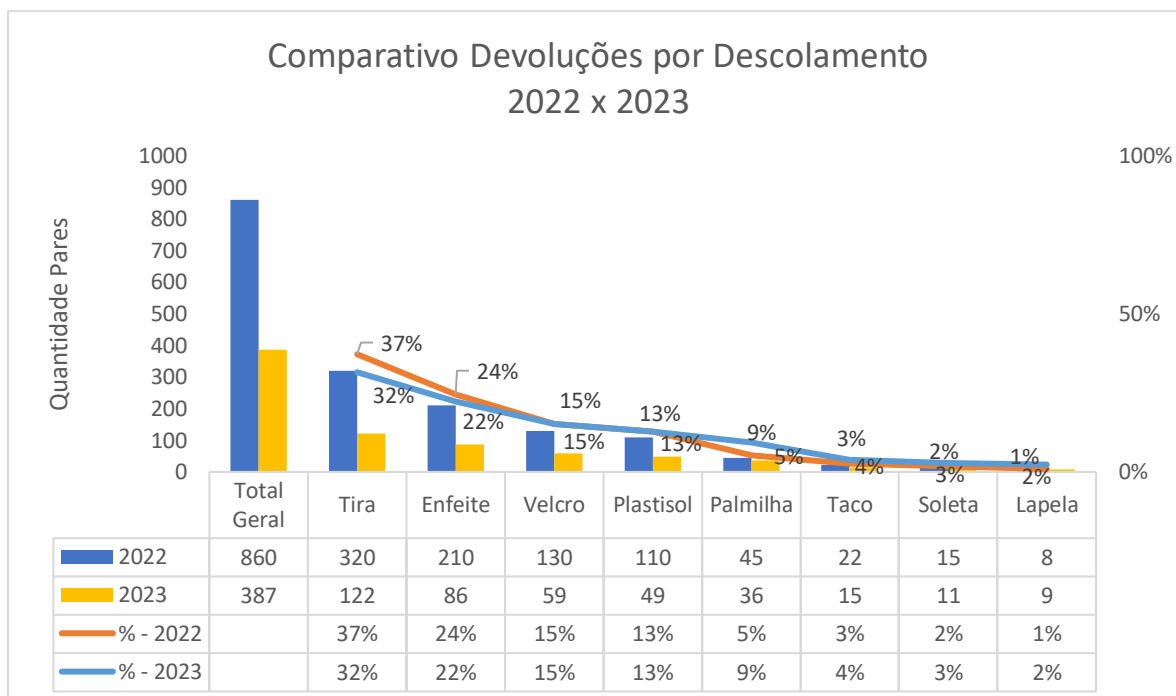
Típicas perguntas que devem ser feitas na última fase do DMAIC, segundo Werkema (2012, p.120): “a meta global foi alcançada, teve-se o retorno financeiro esperado, o que foi aprendido, quais as recomendações?”.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando as informações geradas no decorrer das 5 fases descritas no estudo de caso, foi possível realizar a análise de evolução do indicador de devolução de mercado na empresa em estudo.

A seguir poderemos acompanhar a evolução de devolução de mercado por descolamento no período de janeiro a abril de 2022 x janeiro a abril de 2023, como mostra o gráfico 4:

GRÁFICO 4 – COMPARATIVO DEVOLUÇÕES POR DESCOLAMENTO 2022 X 2023.



FONTE: AUTORES, 2023.

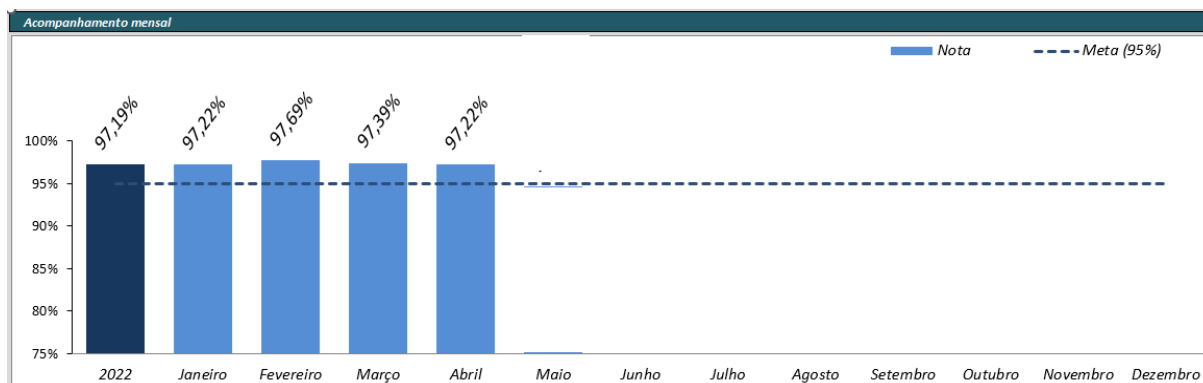
Os dados apresentaram redução de 5% no percentual de devolução por descolamento da tira, passando de 320 pares para 122 pares no mesmo período de 2022 comparado ao mesmo período de 2023. Para o componente enfeite apresentou uma redução de 2% de devolução, passando 210 pares para 86 pares, os componentes velcro e plastisol mantiveram-se com mesmo comportamento com percentuais de 15% e 13%. Já o restante dos pares distribuiu-se entre apontamento de descolamento de palmilha, taco, soleta e lapela, para esses componentes esses percentuais são considerados aceitáveis diante do alto volume que a empresa envia para o mercado mensalmente.

Os resultados esperados pelo projeto demandam um período de longo prazo, pois trata-se de um produto que requer um período mínimo de três meses de uso para apresentação do defeito, somado ao tempo de retorno do cliente as plataformas de devoluções.

Internamente continuaram os trabalhos de acompanhamento e auditorias do processo de colagem, no qual é avaliado todos os itens do checklist de colagem e a

equipe de montagem tem como meta atingir 95% do total de itens auditados, conforme demonstrado no gráfico 5:

GRÁFICO 5 – RESULTADOS AUDITORIAS INTERNAS DE PROCESSOS DE COLAGEM.

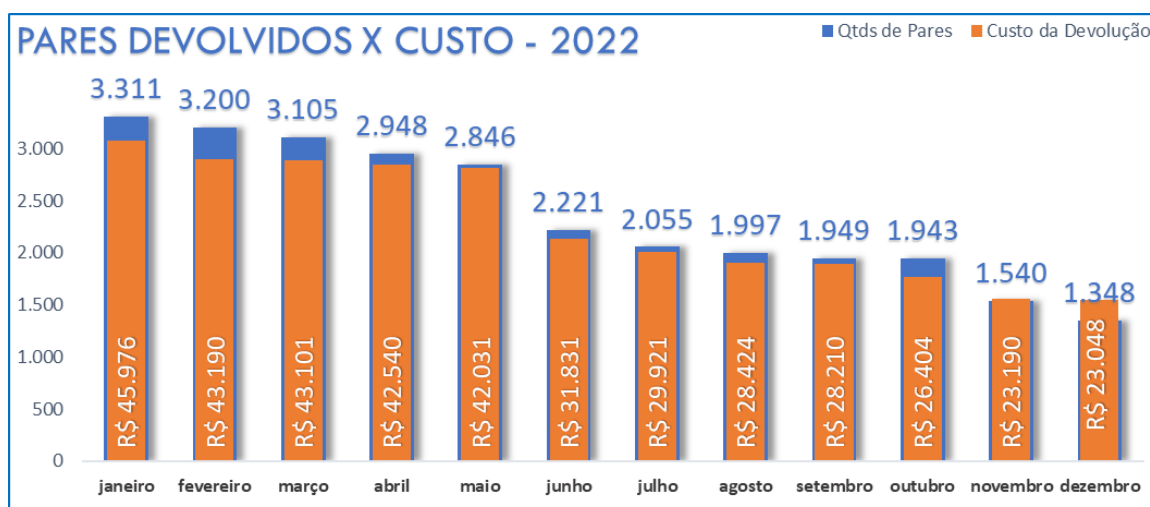


FONTE: AUTORES, 2023.

No gráfico acima é possível observar que da meta de 95%, no ano de 2022 a equipe atingiu uma média geral de 97,19% e vem mantendo o número nos meses seguintes de 2023, isso mostra que o processo está estável.

Desde o início do projeto em janeiro de 2022 e sua aplicação que ocorreu a partir do mês de abril desse mesmo ano, vem-se acompanhando os custos de devolução de mercado pelo motivo de descolamento, os números vem apresentando evolução e constância, com isso obtendo bons resultados financeiros, conforme apresenta o gráfico 6:

GRÁFICO 6 – PARES DEVOLVIDOS POR DESCOLAMENTO ANO DE 2022



FONTE: AUTORES, 2023.

Nesse gráfico é possível observar a evolução da redução do problema por descolamento nos registros de devoluções de mercado, quando observado os resultados do primeiro semestre comparado ao segundo semestre de 2022, apresenta uma redução de custos evitados passando de uma média de R\$ 41.000,00 reais no primeiro semestre contra uma média de R\$ 25.000,00 no segundo semestre, custo evitado com devolução de R\$ 15.000,00 no semestre.

Quando observado em quantidade de pares devolvidos os resultados apresentam uma média comparativa do primeiro semestre de 2.900 pares contra 1.700 pares no segundo semestre.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1. CONCLUSÕES DO TRABALHO

Ao fim do estudo, notou-se que a aplicação do método DMAIC foi satisfatória às atividades da empresa fabricante de calçados, haja vista que foram identificadas diferentes propostas de melhoria que abrangem os mais variados setores. O método guiou as ações tomadas para obtenção do objetivo da pesquisa, estruturando de forma alinhada o seu desenvolvimento. Observou-se o quanto o conhecimento acerca do processo produtivo é importante para o planejamento das medidas definidas, tendo sido este alcançado através da elaboração do fluxograma e mapeamento do processo, ferramentas que permitiram identificar com clareza suas etapas de processamento e recursos. Tudo isso permitiu que fossem definidas as características críticas para qualidade (CTQs) do produto, utilizadas como norte para as análises feitas e identificando o que agrega maior valor ao produto.

Dentre os fatores reconhecidos, os que mais se sobressaíram foram conhecimento do processo e cumprimento dos requisitos de qualidade do calçado. A clara definição dos requisitos descritos permitiu o andamento adequado do trabalho, que utilizou como apoio às suas ações e tomadas de decisão no tratamento de dados coletados na empresa; as informações coletadas foram exploradas principalmente na etapa medir. Nesta fase, foram mensurados os principais problemas de qualidade e desvios de processos enfrentados pela fábrica, avaliados através da aplicação do Diagrama de Pareto e gráficos comparativos. Além disso, as devoluções de mercado recebidas pela organização através do SAC, também serviram como avaliação do

impacto que estes problemas causam à companhia, demonstrando que a presença de falhas na qualidade e desvios de processos causam insatisfação do cliente e conseqüentemente prejuízos devido ao alto valor pago com devoluções de produtos.

Dentre os problemas de qualidade avaliados, o uso inadequado dos gabaritos e a ausência de Controle dos equipamentos de reativação foram identificados como sendo os de maior impacto, apontados a partir da ferramenta de Brainstorming. Posteriormente, de forma a tornar a análise completa, foram diagnosticadas e priorizadas as causas raízes destes e dos outros problemas de qualidade avaliados, tomando como base a aplicação do Diagrama de Ishikawa. A obtenção desses dados permitiu que fossem aprofundadas as causas com a aplicação da ferramenta dos 5 por quês, com isso obtendo maior profundidade na análise e assertividade na solução da causa principal, a partir disso desenvolvidos planos de ação em cima dos problemas e causas priorizados, levando em consideração as oportunidades identificadas durante a análise.

À medida que as ferramentas da qualidade foram aplicadas, dando base ao desenvolvimento do método DMAIC, foi possível o ampliamto do conhecimento acerca do processo produtivo de colagem do calçado, tornando clara a problemática da empresa e facilitando o diagnóstico, análise e proposição de melhorias. Dentre as ações sugeridas para atacar as causas raízes reconhecidas, estão a aplicação de organização do setor a partir do conhecimento da filosofia 5S ao cotidiano da companhia, mantendo os sentidos de ordenação e limpeza e o desenvolvimento de Procedimentos Operacionais Padrão.

Em virtude dos fatos mencionados, conclui-se que os objetivos do trabalho foram alcançados com êxito, e que a metodologia DMAIC mostrou-se eficiente no reconhecimento dos benefícios que podem ser obtidos pela fábrica de calçado estudada. Espera-se que, com as medidas propostas, os problemas de qualidade e os desvios identificados no processo produtivo sejam reduzidos, de forma que o produto seja fabricado em sua melhor classificação e que, conseqüentemente, a lucratividade da empresa seja aumentada.

7.2 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Embora o projeto tenha tido sucesso quanto a proposição de ações visando melhorias nos processos de colagem para melhorar os resultados de qualidade do

produto e devoluções de mercado, algumas limitações se fizeram presentes. Dentre as principais, é possível citar as ações a longo prazo, que envolvem principalmente disciplina no processo e manutenção das rotinas de ordenação e limpeza. Assim como o cuidado e acompanhamento diário dos equipamentos.

A segunda limitação encontrada, é a questão de investimento de tempo e paradas planejadas para os treinamentos de conhecimento de técnicas de fabricação e gestão da qualidade, treinamentos desde a equipe de fabricação até a gestão, portanto é preciso tempo de programação para que sejam executadas sem prejudicar o faturamento do mês e precisam de um acompanhamento a longo prazo dia pós dia, para que os processos possam ser padronizados e não causem novos desvios.

7.3. TRABALHOS FUTUROS

Para trabalhos futuros foi identificado a possibilidade de realização do Controle estatístico de processo (CEP), utilizando das técnicas estatísticas para monitorar e controlar a variação dos processos, monitorando a variação em um processo e determinando se a variação está dentro dos limites esperados.

Com as entradas e saídas do processo controladas é possível aplicar melhorias de tempos e métodos já que a estabilidade básica do processo foi ajustada e apresenta estabilidade em seus resultados, como por exemplo redução nos tempos de máquinas de prensar e redução de inspeções de produtos.

REFERÊNCIAS

ABRE. ESTUDO MACROECONÔMICO DA EMBALAGEM. Dados do Setor: 2016. Disponível em: <https://www.abre.org.br/dados-do-setor/ano2016/>. Acesso: 20 fev. 2023.

ALVES, Marianny Timbó. **A implantação da metodologia Seis Sigma para redução de custos na empresa CBL Alimentos S/A**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração) - Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/26993>. Acesso em: 22 fev. 2023.

ANTÓNIO, Nelson; TEIXEIRA, António; ROSA, Álvaro. *Gestão da qualidade: De Deming ao Modelo de Excelência da EFQM*. 2º ed. Revista e Aumentada. Lisboa: Silabo, 2016. Disponível em: <https://static.fnacstatic.com/multimedia/PT/pdf/9789726188544.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2022.

BATISTA, Maurilio. et al. Relação entre o ambiente, à gestão estratégica de custos e o desempenho: um estudo sobre a perspectiva da qualidade em empresas brasileiras de grande porte. *In: CBC – CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, XXV.*, 2018, Vitória – ES. **Anais** [...] Vitória – ES: Associação Brasileira de Custos, p. 1-16. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/4450/4451>. Acesso em: 13 dez. 2022.

BEZERRA, Felipe. Diagrama de Pareto: O que é e como fazer. Portal Administração. Disponível em: <https://www.portal-administracao.com/2014/04/diagrama-de-pareto-passo-a-passo.html>. Acesso em: 04 jan. 2023.

BISGAARD, Soren; FREIESLEBEN, Johannes. Economics of Six Sigma PROGRAMS. **Quality Engineering**. St Gallen – CH, v. 13, n. 2, p. 325-331, abril, 2007. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08982110108918656?journalCode=lqe> n20. Acesso em: 18 jan. 2023.

CAMPOS, Vicente. **TQC - Controle da Qualidade Total: No Estilo Japonês**. 9ª ed. Nova Lima: FALCONI, 2014.

CARPINETTI, Luiz. **Gestão da qualidade: Conceitos e Técnicas**. 2º ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CAVALCANTE, Felipe **LEAN SIX SIGMA APLICADO A UMA EMPRESA DO SETOR DE EMBALAGENS**. 2011. Trabalho de Graduação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/118618?locale-attribute=es>. Acesso em: 1 fev. 2023.

COX, James; SPENCER, Michael. **Manual da Teoria das Restrições**. Porto Alegre: Bookman, 2002.

DUARTE, Alan. et al. Aplicação do Lean Manufacturing no setor de manutenção de subconjuntos de uma mineradora de grande porte. *In: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXV.*, 2015, Fortaleza – CE, **Anais [...]** Fortaleza:Atlas, p. 1-13. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_206_226_271_87.pdf. Acesso em: 02 mar. 2023.

FRANKLIN, Yuri; NUSS, Luiz. Ferramenta de Gerenciamento *In: SEGeT - SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, III*, 2006, Resende - RJ. **Anais [...]** Resende: AEDB, 2006, p. 1-10. Disponível em: https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos08/465_PA_FerramentadeGerenciamento02.pdf. Acesso em: 12 dez. 2023.

GIL, Antônio. **Como elaborar um projeto de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HARRY, Mikel. SCHROEDER, Richard. **Six Sigma**: The breakthrough management strategy. Nova York: Currency, 2006.

KOTTER, John. **Liderando Mudanças**: Transformando empresas com a força das emoções. 5ª ed. Rio de Janeiro – RJ: Alta Books, 2017.

LEAL, Anderson. **Redução de custo de um produto do segmento automobilístico em uma empresa de processos plásticos aplicando a metodologia Seis Sigma**: modelo DMAIC. 2012. 70 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Fundação de Ensino Eurípedes Soares da Rocha, Centro Universitário Eurípedes de Marília, Marília, 2012.

LEITE, Derek; MONTESCO, Richard. Aplicação do Lean Seis Sigma na Melhoria de Processo de uma distribuidora de GLP, *In: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXV.*, 2016, João Pessoa - PB. **Anais [...]** Aracaju: Atlas, 2016, p. 1-18. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_227_325_29642.pdf. Acesso em: 17 fev. 2023.

LIN, ChiaJou. et al. Continuous improvement of knowledge management systems using Six Methodology. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, [S.l.], v. 29, Volume 29, n. 3, p; 95-103, jun. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0736584512000646>>. Acesso em: 25 fev. 2023.

LISBOA, A. et al. Implantação do programa 5S: empresa manutenções industriais. **Revista ampla de gestão empresarial**, São Paulo, v.3, n.1, p. 68-86, 2014.

LOBO, R. N. **Gestão da qualidade**: As sete ferramentas da qualidade, Análise e solução de problemas, Jit, Kaisen, Housekeeping, Kanban, Femea, Reengenharia. 1 ed. São Paulo: Érica, 2010.

LOPES, Janice. **Gestão da qualidade: Decisão ou constrangimento estratégico**. Dissertação (Mestrado em Estratégia Empresarial) – Universidade Europeia. Lisboa, p. 76, 2014. Disponível em: <<https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/13214>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

MARSHALL, Isnard. et al. **Gestão da Qualidade**. 8ª ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MICHEL, Maria. **Metodologia e pesquisa científica em ciências sociais**. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2015.

MONDEN, Yasuhiro. **Sistema Toyota de Produção: Uma abordagem integrada ao Just-in-Time**. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MOREIRA, Juliana. **Implantação do DMAIC para redução de desperdícios em uma indústria de embalagens plásticas para alimentos**. Monografia (TCC em Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, p. 66, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13314?locale=pt_BR. Acesso em: 1 de mar. 2023.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de produção: além da produção em larga escala**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, Alisson. **Utilização da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de embalagens pet em uma indústria de bebidas: estudo de caso**. Monografia (TCC em Administração) - Universidade Federal do Ceará Fortaleza, p. 66, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/25556>. Acesso em: 3 de mar. 2023.

OSBORN, A., 1987. **O Poder Criador da Mente: princípios e processos do pensamento criador e do “brainstorming”**. São Paulo: Ibrasa, 1987.

PASSARINI, Ricardo. **Gerenciamento de processos produtivos através de abordagem sistêmica**. São Paulo: SENAI, 2014.

PEREIRA, Tatiana. et al. Gestão de Projetos através do DMAIC. *In*: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXIV., 2014. Curitiba. **Anais [...]** Curitiba: Atlas, p. 1-12, 2014. Disponível em: <https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STO_202_145_25319.pdf>. Acesso em: 27 de mar. 2023.

PRODANOV, Cleber; FREITAS, Ernani. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2ª ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

REIS, Marcone. Uso da metodologia DMAIC para análise dos reparos atrasados em uma empresa de telefonia. *In*: ENEGEP – Encontro de Nacional de Engenharia de

Produção, XXXV., 2016, João Pessoa. **Anais [...]** João Pessoa: Atlas, p. 1-14, 2016. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_227_329_29146.pdf. Acesso em: 15 dez. 2023.

ROCHA, Thiago; GALENDE, Sharize. A IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA FARMACÊUTICA. **Uningá Review**, [S. l.], v. 20, n. 2, 2014. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/1593>. Acesso em: 28 jan. 2023.

RODRIGUES, José; SCHNEIDERS, Ricardo; OLIVEIRA, Alexandre. Método Seis Sigma e sua Implementação na Gestão da Qualidade no Setor Manufatureiro. *In*: Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, X., Santana do Livramento, 2018. **Anais [...]** Santana do Livramento: Unoesc, 2018, p. 1-6.

RODRIGUES, Marcus. **Ações para a qualidade GEIQ: Gestão Integrada para a Qualidade: Padrão Seis Sigma, classe mundial.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

RODRIGUES, Marcus. **Entendendo, aprendendo e desenvolvendo sistemas de qualidade Seis Sigma** .2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

SANDERS, D; HILD, C. R. Common myths about Six Sigma. **Quality engineering**. v. 13, n. 2, p. 269-276, 2004.

SATOLO, Eduardo. et al. Análise da utilização de técnicas e ferramentas no programa Seis Sigma a partir de um levantamento tipo survey. **Produção**, v. 19, n. 2, p. 400-416, 2009.

SCATOLIN, André. Aplicação da metodologia seis sigma na redução das perdas de um Sigma a partir de um levantamento tipo manufatura. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, p. 155, 2005.

SILVA, Luciana. et al. Implantação da metodologia seis sigma: uma pesquisa exploratória em uma empresa hospitalar. *In*: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXVI., João Pessoa, 2016. **Anais [...]** João Pessoa: Atlas, p. 1-10, 2016.

TEIXEIRA, Tania; BORGES, Flavio; TAVARES, Debora. Aplicação do Lean Seis Sigma em uma empresa de serviços tecnológicos: elevando o nível de serviços com redução de custos. *In*: Congresso Brasileiro de Custos, XXI., Natal, 2014. **Anais [...]** Natal: Associação Brasileira de Custos, P. 1-17, 2014.

TURBANO, Valeria. et al. Aplicação do programa 5S em uma empresa de artefatos de couros da região metropolitana do Cariri. *In*: ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, XXXVI., 2016. João Pessoa-PB. **Anais [...]** João Pessoa: EDUFRN, p. 1-13. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/tn_sto_227_328_29152.pdf Acesso em: 13 jan. 2022.

VERGARA, Sylvia. **Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração.** 16ª ed. São Paulo: Atlas, 2016.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WERKEMA, C. **Ferramentas básicas do Lean Seis Sigma Integradas ao PDCA e DMAIC**. Belo Horizonte: Werkema. 2014.

WERKEMA, C. **Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

