

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CEZAR VINICIUS MUSSY LOURES

FABIO SANSON IHLE

GUILHERME CAMPESTRINI

ESTUDO DE CASO: QUALIDADE EM PEÇAS PLÁSTICAS E SEGURANÇA DE  
ESTOQUE

CURITIBA

2024

CEZAR VINICIUS MUSSY LOURES

FABIO SANSON IHLE

GUILHERME CAMPESTRINI

**ESTUDO DE CASO: QUALIDADE EM PEÇAS PLÁSTICAS E SEGURANÇA DE  
ESTOQUE**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista no MBA Gestão em Engenharia, Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Ciência e Gestão da Informação, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Egon Walter Wildauer

CURITIBA

2024

## RESUMO

A crescente globalização suscitou no aumento da concorrência entre mercados, que por consequência promoveu a modernização das empresas e de toda a cadeia produtiva. O contexto pandêmico trouxe desafios significativos na gestão da cadeia de suprimentos, demandando a reestruturação no armazenamento de componentes críticos. O presente trabalho apresenta um estudo de caso, do impacto em rejeições por problemas de qualidade em um componente plástico, decorrentes do aumento do estoque de segurança, no âmbito de uma indústria de equipamentos para construção. Para realização do estudo, abordou-se o problema com aplicação do Business Model Canvas, da metodologia DMAIC e outras ferramentas da qualidade para detecção da causa raiz. Com o desenvolvimento de uma nova embalagem, obteve-se a redução na incidência de defeitos, mitigando o desabastecimento e retrabalho ocasionados por rejeição de componentes.

Palavras-chave: cadeia de suprimentos; qualidade; DMAIC; business model canvas; Ishikawa;

## **ABSTRACT**

The increasing globalization has led to heightened competition among markets, consequently fostering the modernization of companies and the entire production chain. The pandemic context brought significant challenges in supply chain management, necessitating the restructuring of the storage of critical components. This paper presents a case study on the impact of rejections due to quality issues in a plastic component, stemming from an increase in safety stock, within the scope of a construction equipment industry. To conduct the study, the problem was approached using the Business Model Canvas, the DMAIC methodology, and other quality tools for root cause analysis. Through the development of a new packaging, a reduction in defect incidence was achieved, mitigating stockouts and rework caused by component rejection.

Keywords: supply chain; quality; DMAIC; business model canvas; Ishikawa;

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELO CANVAS .....	15
FIGURA 2 - APLICAÇÃO DE DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	16
FIGURA 3 – CICLO DMAIC .....	17
FIGURA 4 – DEMONSTRATIVO DO FLUXO DE PROCESSO .....	19
FIGURA 5 – MÉTODO DE EMBALAGEM .....	21
FIGURA 6 - PEÇA COM DEFORMAÇÃO ACENTUADA NO PONTO DE USO .....	22
FIGURA 7 - PEÇA COM DEFORMAÇÃO ACENTUADA NO ESTOQUE .....	22
FIGURA 8 - PEÇA COM AVARIAS SUPERFICIAIS NO PONTO DE USO.....	23
FIGURA 9 – DIAGRAMA CAUSA E EFEITO REPRESENTATIVO AO PROBLEMA	28
FIGURA 10 – REPRESENTATIVO DO DESLOCAMENTO DA ESPUMA.....	30
FIGURA 11 – SEPARADORES ENTRE CAMADAS .....	30
FIGURA 12 – ANTES (AZUL) E DEPOIS (BRUTO) DA BASE DA EMBALAGEM....	31
FIGURA 13 – ANTES (ESQUERDA) E DEPOIS (DIREITA) DO SEPARADOR ENTRE CAMADAS .....	31
FIGURA 14 – MÉTODO DE EMBALAGEM FINAL.....	32
FIGURA 15 – DIFERENTES QUANTIDADES DE EMPILHAMENTO.....	32
FIGURA 16 – CONJUNTOS EM TESTE NO ESTOQUE.....	33
FIGURA 17 – COMPARATIVO ENTRE RECEBIMENTOS NO PONTO DE USO ....	33
FIGURA 18 – BMC DO PROJETO.....	38

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – CUSTO DO PROBLEMA.....	25
TABELA 2 – CUSTO DE ARMAZENAMENTO .....	25
TABELA 3 – PROPOSTAS .....	32
TABELA 4 – RESULTADO DA VALIDAÇÃO .....	34
TABELA 5 – RESULTADOS DA REDUÇÃO DE ESTOCAGEM.....	35
TABELA 6 – GANHO FINANCEIRO RELATIVO A PEÇAS E MÁQUINAS .....	36
TABELA 7 – GANHO FINANCEIRO RELATIVO À ÁREA DE ESTOCAGEM.....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – PEÇAS REJEITADAS .....	23
GRÁFICO 2 – MÁQUINAS COM FALTA DE PEÇAS.....	24
GRÁFICO 3 – DEFEITOS ENCONTRADOS POR ÁREA .....	27
GRÁFICO 4 - RESULTADOS (QUALIDADE).....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO	11
1.2	FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	11
1.3	JUSTIFICATIVA	11
1.4	HIPÓTESE	11
1.5	OBJETIVO	12
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>13</b>
2.1	QUALIDADE	13
2.2	CADEIA DE SUPRIMENTOS ( <i>SUPPLY CHAIN</i> )	13
2.3	ESTOQUE DE SEGURANÇA	14
2.4	BUSINESS MODEL CANVAS	15
2.5	DIAGRAMA ISHIKAWA	16
2.6	DMAIC	17
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>19</b>
3.1	FASE DEFINIR (DEFINE)	19
3.1.1	Definição do objetivo	19
3.1.2	Definição do Estoque de Segurança	19
3.1.3	Descrição do processo	20
3.1.4	Método de embalagem	21
3.2	FASE MEDIR (MEASURE)	22
3.2.1	Indicadores de qualidade	22
3.2.2	Avaliação do impacto financeiro	25
3.3	FASE ANALISAR (ANALYSE)	26
3.3.1	Análise do fluxo de processo das peças	27
3.3.2	Ishikawa – Diagrama Causa e efeito	28
3.4	FASE MELHORAR (IMPROVE)	29
3.4.1	Avaliação do Método de embalagem	29
3.4.2	Propostas	30
3.4.3	Validação da proposta	33
3.5	FASE CONTROLAR (CONTROL)	34
3.5.1	Indicadores de qualidade	35
3.5.2	Área de estocagem	35

<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>37</b>
4.1	CUSTO DE QUALIDADE E PROCESSO.....	37
4.2	CUSTO DE ESPAÇO DE ARMAZENAMENTO .....	38
4.3	VALIDAÇÃO DO BUSINESS MODEL CANVAS .....	38
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>40</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>41</b>
	<b>APÊNDICE 1 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA</b> .....	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE 2 – BUSINESS MODEL CANVAS</b> .....	<b>44</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crescente globalização ocorrida nas últimas décadas suscitou em um aumento na concorrência entre mercados, que por consequência promoveu a modernização das empresas e de toda a cadeia produtiva. Para isso, se faz necessário compreender que um sistema produtivo organizado é dependente de um fluxo de recursos e de informações.

A evolução dos sistemas produtivos e estruturas administrativas das empresas, e de toda a cadeia na qual estão inseridas, trouxe como resultado uma crescente necessidade de acesso a informações integradas bem como da disponibilidade de recursos de maneira programável ao modelo de negócio.

O conceito de qualidade também evoluiu, e a diferenciação de uma empresa está cada vez mais atrelada ao atingimento da expectativa e satisfação de seus clientes. Portanto, a qualidade dos produtos ou serviços entregues hoje é um fator de mercado, demandando das empresas uma entrega com elevada qualidade técnica a preços competitivos (Lobo, 2019).

Em virtude disso, torna-se necessário identificar os aspectos mais relevantes para a entrega de valor aos clientes e entendimento das vantagens competitivas para a organização. Conforme Farina (2017) o Business Model Canvas se torna uma ferramenta valiosa para suprir essa demanda pois permite, através de uma sua representação esquemática, uma abordagem valiosa para realização de análises.

A confidencialidade é um princípio fundamental neste trabalho exigindo que sejam adotadas medidas rigorosas para proteger informações sensíveis da empresa estudada em questão. Todos os dados apresentados neste estudo são fictícios e não correspondem a informações reais, garantindo assim o respeito absoluto à confidencialidade assegurando que nenhum dado sensível e confidencial seja divulgado ou comprometido. A utilização de informações fictícias reforça o compromisso ético deste estudo, respeitando as normas de pesquisa e garantindo a integridade e segurança dos dados envolvidos.

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a pandemia da Covid-19, que ocasionou uma crise global e corroborou para uma ruptura no fluxo de mercadorias, necessárias desde o consumo básico até o industrial no formato até então conhecido, impactando toda a cadeia produtiva e distributiva, e com isso, ocasionando a desaceleração da economia mundial. Os diferentes setores da sociedade passaram, então, a experimentar problemas de ordem sanitária, social e econômica (Gerdeman, 2022).

## 1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Tendo em vista todo o cenário envolto das dificuldades de recebimento de materiais e insumos no contexto pandêmico (Gerdeman, 2022), foi necessário modificar a estrutura de armazenamento de componentes críticos, a fim de evitar desabastecimentos e paradas de linha. Em virtude disso, houve a necessidade de aumento do estoque desses componentes, que acarretaram problemas de qualidade e armazenamento, já que o sistema logístico da empresa não foi projetado para esse novo cenário, bem como não estava preparado para a mudança.

## 1.3 JUSTIFICATIVA

Em virtude da quantidade de rejeições e peças não conformes, devido a deformações acentuadas e defeitos no acabamento das peças, oriundos do aumento da quantidade de peças no estoque, além do custo associado a não qualidade, foram gerados impactos direto na linha de montagem, desabastecendo a linha, resultando em máquinas incompletas e afetando diretamente o faturamento da empresa, devido a impossibilidade de embarque dessas máquinas aos clientes.

## 1.4 HIPÓTESE

A modificação do método de embalagem e do fluxo de armazenamento das peças, possibilita a redução na quantidade de peças rejeitadas e evitar o desabastecimento da linha de montagem.

## 1.5 OBJETIVO

O objetivo do projeto consiste em mitigar os efeitos gerados pelo aumento de estoque de segurança. Isso pode ser traduzido em:

- 1.1.1. Diminuir a incidência de defeitos por deformação e danos a níveis máximos de um defeito por dia;
- 1.1.2. Zerar o desabastecimento da linha de produção por rejeição de peças;
- 1.1.3. Zerar o retrabalho de máquinas devido aos defeitos e ao desabastecimento.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são apresentados conceitos relativos à qualidade, cadeia de suprimentos e estoque de segurança. Bem como as ferramentas: *business model canvas*, Ishikawa e DMAIC.

### 2.1 QUALIDADE

Crosby (1979) propôs uma definição simples para qualidade: “conformidade com os requisitos”, garantida através de métricas e índices de desempenho, e com a melhoria contínua dos processos através aplicação de métodos, ferramentas, técnicas e de alguns preceitos chave, como, por exemplo, comprometimento e amplo envolvimento das pessoas, visão compartilhada com Henry Ford (s.d.) qualidade é fazer o certo quando ninguém está olhando e segundo Kaoru Ishikawa (1985) é dever de todos os membros de uma organização.

Qualidade, ainda segundo Crosby (1979), é a gestão eficiente dos recursos, considerando que os custos de prevenção são muito menores que os custos de falhas. Isto é, é compensador investir em um sistema de qualidade, uma vez que executando corretamente os processos e fazendo o certo da primeira vez, obtém-se um produto que não necessita de correções e, portanto, evita-se o custo da não qualidade, eliminando-se retrabalho, refugos e desperdícios.

### 2.2 CADEIA DE SUPRIMENTOS (*SUPPLY CHAIN*)

A cadeia de suprimentos, também conhecida como *supply chain*, é definida por Machline (2011) como uma nova concepção no âmbito da comunidade empresarial, a qual trás uma visão mais ampla do que a logística, que se concentra nas operações da própria empresa. *Supply chain* abrange todas as etapas pelas quais um produto passa, desde a obtenção da matéria-prima até a entrega ao cliente final.

O gerenciamento da cadeia de suprimentos ou *Supply Chain Management* (SCM) desempenha um papel crucial no desenvolvimento de um negócio, influenciando aspectos como precificação, competitividade e satisfação do cliente. Hoje

em dia, além de envolver fornecedores e operadores logísticos, o SCM também abrange departamentos como marketing, compras, finanças e recursos humanos (CAO M., 2011). A cadeia de suprimentos de uma empresa é composta tanto por elementos internos quanto externos, e suas particularidades variam de acordo com o tipo de negócio e setor. No entanto, no Brasil, o gerenciamento da cadeia de suprimentos enfrenta desafios como falta de infraestrutura, altos custos e falta de controle sobre cargas.

O foco do *supply chain* está na satisfação do cliente, buscando atender às suas necessidades e, assim, contribuir para o sucesso da empresa. No entanto, seu gerenciamento não é responsabilidade exclusiva do fabricante, já que envolve todos os participantes da cadeia produtiva. Uma gestão eficiente considera vários fatores, como quantidade de matéria-prima, custos de produção e transporte, impostos, pontualidade e qualidade das entregas. Para otimizar o sistema, é fundamental entender todas as etapas e variáveis envolvidas.

Logística e cadeia de suprimentos, embora relacionados, têm definições distintas. A logística se concentra nos processos operacionais de movimentação de cargas e seu desenvolvimento estratégico, enquanto a cadeia de suprimentos abrange o fluxo de produtos de forma mais ampla, incluindo todas as instituições envolvidas nos processos da empresa.

Em resumo, o gerenciamento da cadeia de suprimentos é essencial para garantir que os produtos alcancem os consumidores com eficiência e qualidade, envolvendo diversas áreas, desde o planejamento de compras até a coleta de feedback dos clientes. Conhecer e aprimorar cada etapa desse processo pode ser um diferencial competitivo para as empresas.

### 2.3 ESTOQUE DE SEGURANÇA

Segundo Assaf Neto (2019) estoque são materiais fisicamente mantidos pela organização com expectativa de ingresso no processo ou de serem comercializados. Já o Estoque de Segurança de acordo com Martins e Laugeni (2005) é o acúmulo de produtos ou materiais pensado de forma a proteger contra possíveis problemas

considerando a incerteza de demanda ou a ineficácia de reposição da cadeia de suprimentos.

Um dos principais desafios é conciliar e gerir o risco de desabastecimento com o custo de manter o estoque, pois os materiais armazenados se manterão improdutivos por determinada quantidade de tempo, consumindo energia e recursos para estocagem.

Existem diferentes abordagens para determinação do estoque de segurança, desde decisões não fundamentadas, baseadas na experiência ou analiticamente calculadas, que dependem da qualidade e quantidade adequada de dados e que nem sempre estão disponíveis.

## 2.4 BUSINESS MODEL CANVAS

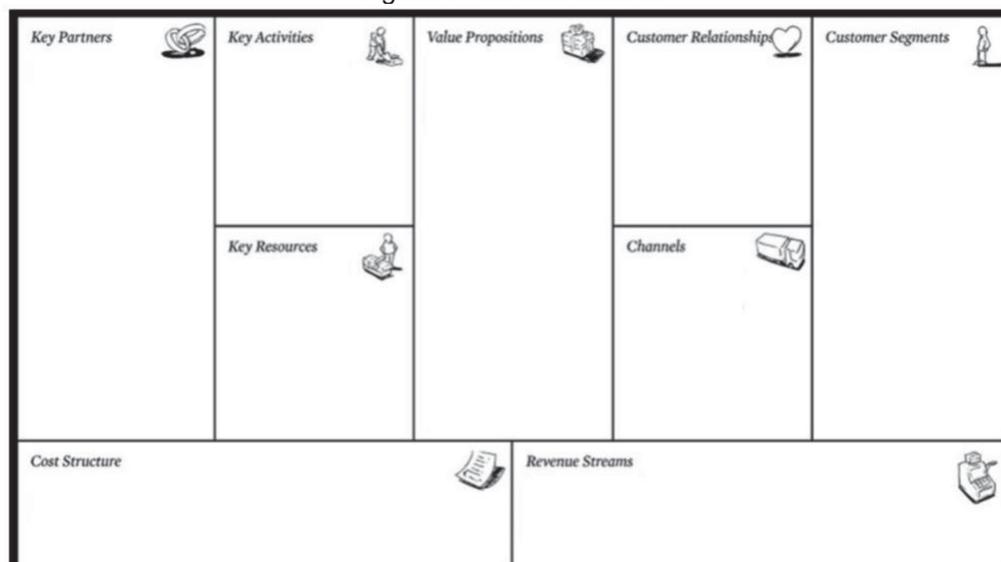
De acordo com Osterwalder e Pigneur (2011), os modelos de negócios têm por objetivo descrever a lógica pela qual uma organização cria, entrega e captura valor. Nesse contexto os autores avaliaram os componentes com maior incidência nos modelos de negócios disponíveis na literatura, e propuseram uma visualização gráfica a partir de uma construção composta pelos nove principais componentes, intitulada como Business Model Canvas (BMC). A estrutura tradicional do BMC está representada na Figura 1.

Para Farina (2017), o BMC através de sua representação esquemática é uma abordagem valiosa para realização de análises, pois através da visualização das relações pode-se identificar os aspectos mais relevantes para a entrega de valor aos clientes e entendimento das vantagens competitivas para a organização.

Para Banchieri *et al.* (2013) e Martikainen *et al.* (2013), o BMC simplifica significativamente a descrição do modelo de negócios, apresentando de maneira gráfica e concisa sua lógica fundamental. Deste modo tornando-se útil nas etapas iniciais de um empreendimento, onde a formatação do modelo de negócios requer uma constante reflexão sobre as decisões estratégicas. Destacando-se também em demandas de busca por alternativas estratégicas em uma organização, por facilitar a

visualização das interações entre seus componentes e suas implicações nas diversas áreas.

Figura 1 - Modelo Canvas



4. Business Model Canvas. Source: Osterwalder & Pigneur (2011).

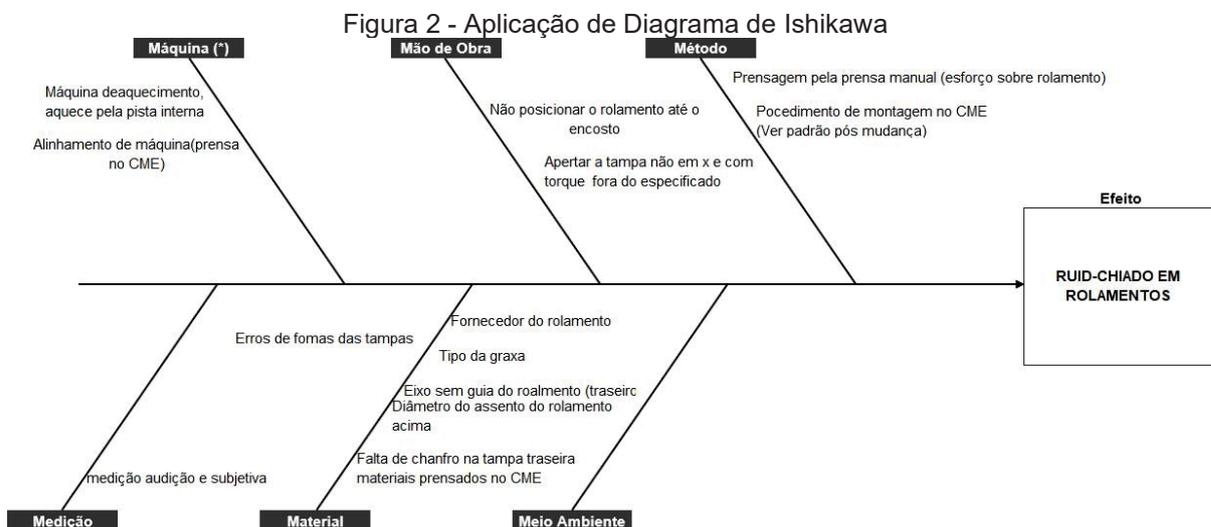
FONTE: Osterwalder e Pigneur (2011).

## 2.5 DIAGRAMA ISHIKAWA

O diagrama de Ishikawa, também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe ou também Diagrama Causa-Efeito, é uma ferramenta de análise e solução de problemas, por Kaoru Ishikawa, no Japão. Ainda segundo o próprio Kaoru Ishikawa (1985), o uso de ferramentas estatísticas, tal qual o diagrama, associado com outros elementos chave como “Envolvimento das pessoas”, é parte da Mentalidade da Qualidade Total ou Revolução do Pensamento, que diz que um “conjunto de idéias que quando aplicadas de forma correta, transformam as organizações”.

O objetivo do Diagrama é, através de uma representação visual cujo formato é semelhante à espinha de um peixe, guiar e auxiliar o diagnóstico das causas que influenciam em determinado evento, organizando-as por natureza (Método, Matéria-Prima, Mão-de-Obra, Máquina, Medição, Meio Ambiente). A aplicação do Ishikawa segundo Saeger (2023) assegurará que nenhuma causa potencial do problema seja

ignorada e segundo Lima (2021) levará à descoberta da causa-raiz. A Figura 2 retrata um exemplo de aplicação dessa ferramenta.



FONTE: Autor (2023).

## 2.6 DMAIC

Mital *et. al.* (2023) estabelece que a metodologia *Six Sigma* tem sido adotada pela indústria como instrumento de gestão empresarial, focada em melhorar a performance operacional e reduzir defeitos. Para realizar-se uma abordagem sistemática do processo e tangibilizar as melhorias, tem-se o método DMAIC dentre as ferramentas *Six Sigma*.

Selvi *et. al.* (2014) define que o DMAIC é uma estratégia de qualidade pautada em dados, e que mesmo sendo parte integrante do *Six Sigma*, pode também ser aplicado como um procedimento independente de melhoria de qualidade, ou como parte de outras iniciativas de melhoria de processos.

DMAIC é o acrônimo em inglês para cinco passos: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar (Define, Measure, Analyze, Improve e Control). A sequência dos passos pode ser representada conforme Figura 3. Selvi *et. al.* (2014) detalha as ações de cada etapa:

- Definir: definição do problema, da atividade de melhoria, os objetivos do projeto e os requisitos do cliente (interno e externo)
- Medir: medição do desempenho do processo
- Analisar: análise do processo a fim de determinar as causas raízes da variação e baixo desempenho (defeitos)
- Melhorar: melhorar o desempenho do processo abordando e eliminando as causas raízes
- Controlar: controle do processo aprimorado e o desempenho futuro

Figura 3 – Ciclo DMAIC



FONTE: Blog da Qualidade (2023).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente estudo de caso, adotou-se uma abordagem metodológica estruturada na análise detalhada do fluxo percorrido pelas peças plásticas, ao longo do processo. Para ajudar no desenvolvimento do estudo, foi utilizado a todas as etapas da Metodologia DMAIC conforme detalhado por Selvi *et. al.* (2014), associada ao uso de ferramentas de diagnóstico de qualidade a identificação da causa raiz, como definido por Saeger (2023) e Lima (2021).

#### 3.1 FASE DEFINIR (DEFINE)

Conforme citado no capítulo 2.6, a primeira etapa do DMAIC consiste em definir os pontos que serão a base durante o projeto. O alinhamento das expectativas com o resultado que se espera alcançar, definição de objetivos e conceitos chaves.

##### 3.1.1 Definição do objetivo

Descrito no capítulo 1.5, os objetivos do projeto consistem em mitigar os defeitos de qualidade dos tetos, a níveis inferiores a uma rejeição ao dia, bem como zerar o desabastecimento de peças nas linhas de produção que, por consequência, acabam com os retrabalhos em máquinas posteriores.

##### 3.1.2 Definição do Estoque de Segurança

A definição de estoque de segurança, alinha aos conceitos de Martins e Laugeni (2005), dentro da empresa estudada é baseada em alguns critérios que tem como base a definição da criticidade da peça. A definição da quantidade de peças estocadas se analisando o processo de montagem da máquina, a localização do fornecedor, o histórico de abastecimento e performance logística, o tipo de matéria prima base.

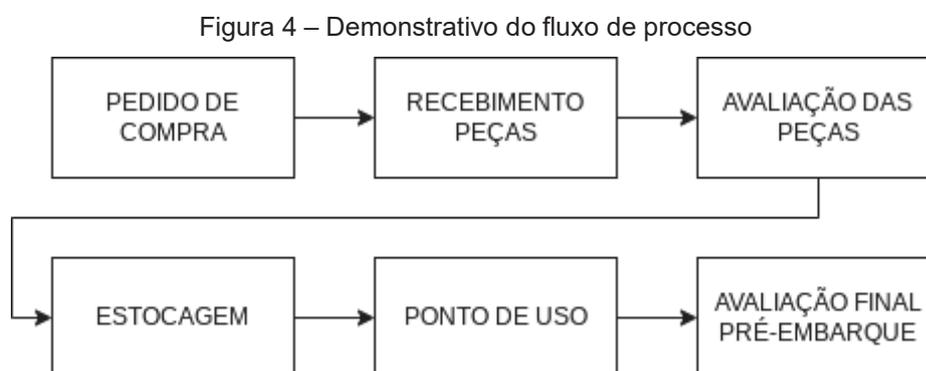
Usando essa base, no período de pré pandemia, o tempo de estocagem era de 20 dias de produção, o que equivalia à 580 peças. Com a advento da pandemia, a

toda a cadeia logística e de abastecimento, sofreu uma ruptura, e o abastecimento de muitas commodities foram comprometidos (Gerdeman, 2022). Essa dificuldade de aquisição dos polímeros base para o processo de injeção e de pintura gerou uma necessidade de aumento do estoque, pois o fornecimento não era constante e era não era mais alocado por necessidade e sim por disponibilidade.

A consequência disso foi um aumento de 20 dias para 90 dias do estoque de segurança, acarretando um aumento de 580 peças em estoque para 2600 peças. Logo problemas em decorrência disso, como dificuldade de gestão e armazenamento e defeitos de qualidade, estes últimos o alvo desse estudo.

### 3.1.3 Descrição do processo

A empresa do ramo de máquinas pesadas para construção civil utiliza um modelo de produção contínuo, desde o recebimento até a expedição final do produto acabado. A Figura 4 representa visualmente o sequenciamento do fluxo produtivo.



FONTE: Autor (2023).

Dessa forma, para ajudar a entender o fluxo, o processo pode ser descrito da seguinte forma:

- Pedido de compra: Processo inicial onde a quantidade de demanda é feita de acordo com a previsão de máquinas a serem fabricadas no próximo mês.

- Recebimento das peças: Etapa onde as peças são recebidas pelo time logístico e disponibilizada para avaliação da qualidade.
- Avaliação das peças: Etapa onde o time de qualidade avalia as especificações das peças bem como do método de embalagem.
- Estocagem: Após a avaliação, as peças conforme são direcionadas a área de estocagem relativa ao tipo de peça.
- Ponto de uso: As peças são direcionadas a um ponto de uso dentro do processo de fabricação e são processadas e montadas nas máquinas, dado forma ao produto final em uma linha contínua de ponta a ponta.
- Rodagem e avaliação final pré-embarque: As máquinas, já montadas e funcionais, são direcionadas a inspeção final e se aprovadas, direcionadas para o embarque.

As peças avaliadas nesse estudo passam por todos esses processos e estão sujeitas a avarias em qualquer ponto. Um impacto importante do aumento do estoque de segurança, mencionado na sessão 3.1.2, foi o aumento do lead time ou tempo de atravessamento, onde o tempo da chegada da peça no estoque até a saída dele no fim da linha ficou em média de mais de 100 dias. Assim, foi-se necessário rastrear os pontos de incidência de defeitos em todo o fluxo produtivo e a concentração dos defeitos.

### 3.1.4 Método de embalagem

Da mesma forma que o estoque de segurança, o método de embalagem também leva em conta critérios como criticidade da peça, tipo de fornecimento, tipo de matéria prima.

Esses critérios citados acima, combinado com o tempo de estocagem e tamanho e peso da peça, são utilizados para confecção do gabarito de embalagem, documento que guarda todas as instruções relativas ao método para cada peça. Na Figura 5 é possível visualizar o gabarito padrão utilizado pelas peças desse estudo.

Figura 5 – Método de embalagem

INFORMAÇÕES DO FORNECEDOR		Unidades de medida			
Cód. Fornecedor					
End.de embarque					
Contato Emb.					
Telefone					
INFORMAÇÕES DA PEÇA		FOTO/DESENHO DA PEÇA			
Número da Peça					
Descrição Peça					
Dim. Peça	C 1.566,00 L 1.347,00 H 67,00 mm				
Peso Peça	10,00 Kg NPI/CPI NPI				
Outra inf.	<input type="checkbox"/> Pintada pelo forn. <input checked="" type="checkbox"/> Prevenção contra corrosão usado				
Comentários Peça					
INFORMAÇÃO EMBALAGEM		FOTO/DESENHO DA EMBALAGEM			
Des/Ret/Custom	Retornável	Material			
Tipo	Pallet	Dono			
Peças/Emb.	10	Código	<input type="checkbox"/> Compatível para exportação		
Dim. Emb.	C 1.600,00 L 1.600,00 H 90,00				
Peso (vazio)	45,00 Kg	Peso (C/Peças)	175,00		
Acessórios	Outro	Material	Plástico		
Comentários Emb.		 			
INFORMAÇÃO CARREGAMENTO		FOTO/DESENHO CARREGAMENTO			
Dim. Carregame	C 1.600,00 L 1.600,00 H 1.000,00 mm				
Tipo Carregamento	Pallet				
Emb./Camada	1			Camadas/Pallet	10
Emb./Carregamento	1			Peças/Carregamento	10
Peso Pallet (vazio)	45,00 Kg			Peso (c/peças)	175,00 Kg
Fixo por	Stretch	Empilhável?	Não		
Comentários					
DEPARTAMENTO	APROVADORES FORNECEDOR	DATA	APROVADORES CATERPILLAR		
			DATA		

FONTE: Autor (2022).

Um dos itens verificados logo no recebimento das peças foi a conformidade da embalagem, ou seja, o respeito ao método de embalagem. Não foram identificadas peças fora desse padrão, dessa forma, foi descartado uma possível variação do método como causa raiz do problema.

### 3.2 FASE MEDIR (MEASURE)

Esta etapa do DMAIC, conforme mencionada no capítulo 2.6, é responsável por compilar os dados relativos dos indicadores relacionados nesse estudo, nesse caso, dados de qualidade e indicadores financeiros.

#### 3.2.1 Indicadores de qualidade

Conforme mencionado por Crosby (1979), qualidade é o cumprimento das especificações definidas previamente baseado nos requisitos dos clientes, nesse caso nas especificações técnicas do produto.

Mesmo quando os requisitos de embalagem, armazenamento e fabricação das peças, após determinado tempo em estoque, as peças apresentavam problemas, como deformação acentuada, danos no acabamento visual e na pintura. Essas avarias estão evidenciadas na Figura 6, Figura 7 e Figura 8.

Figura 6 - Peça com deformação acentuada no ponto de uso



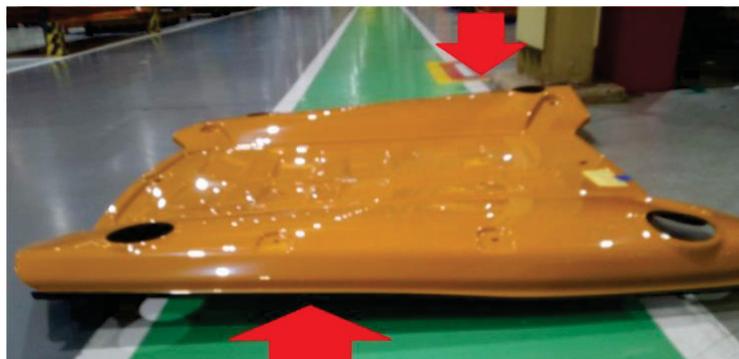
FONTE: Autor (2022).

Figura 7 - Peça com deformação acentuada no estoque



FONTE: Autor (2022).

Figura 8 - Peça com avarias superficiais no ponto de uso



FONTE: Autor (2022).

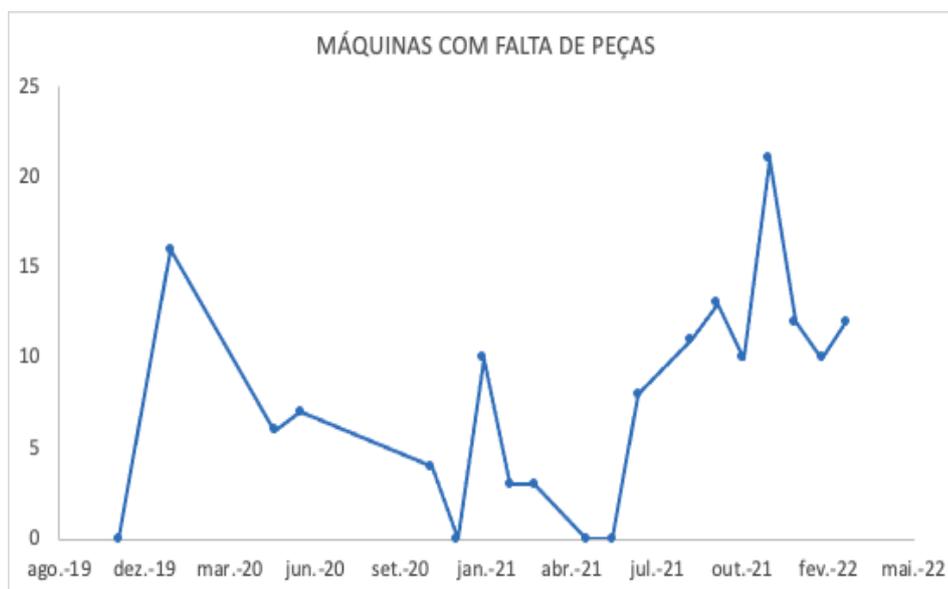
Desde o primeiro evento, identificado em novembro de 2019 foi necessário quantificar e rastrear o problema. Além do custo financeiro direto da rejeição de uma peça, sabe-se que existem outras resultantes para o processo, como a falta de peças na linha de produção. Visando o controle e quantificação do problema, foram utilizados dois indicadores específicos para acompanhamento: peças rejeitadas mensais (representado no Gráfico 1), e máquinas com falta de peças (representado no Gráfico 2).

Gráfico 1 – Peças rejeitadas



FONTE: Autor (2022).

Gráfico 2 – Máquinas com falta de peças



FONTE: Autor (2022).

Analisando os dados apresentados ao longo do tempo, percebe-se o descontrole do processo, pois não existe uma linha de tendência de melhora, o grau de aleatoriedade é acentuado. É possível evidenciar a correlação entre a quantidade de defeitos e o impacto na linha de produção, uma vez que os picos e vales são coincidentes ao longo do tempo.

### 3.2.2 Avaliação do impacto financeiro

A fim de conseguir mensurar o real impacto dos problemas de qualidade, foi convencionado que seriam feitas duas medidas financeiras. A primeira seria relativa às peças descartadas, sendo considerado um valor médio aproximado do período e o valor para retrabalho das máquinas, ou seja, o custo hora necessário para substituição das peças defeituosas ou montagem das peças das máquinas que saíram incompletas bem como o custo da revalidação das máquinas.

O total gasto no período de novembro 19 até março 2022, considerando as restrições supracitadas, pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Custos do problema

	<b>IMPACTOS</b>	<b>CUSTO</b>
MÁQUINAS AFETADAS	146	R\$ 146.000,00
PEÇAS AFETADAS	236	R\$ 171.157,82
<b>CUSTO TOTAL</b>		R\$ 317.157,82

FONTE: Autor (2022)

Outro ponto medido foi o custo da área total de estoque. Para isso, considerou-se o valor por metro quadrado de área fabril. A base usada é uma média do valor faturado anualmente, relativo ao ano anterior dividido pela área total da empresa.

Na Tabela 2 vê-se o custo do espaço de armazenamento.

Tabela 2 – Custo de armazenamento

<b>PEÇAS</b>	<b>RACKS</b>	<b>ÁREA INDIVIDUAL M2</b>	<b>ÁREA TOTAL M2</b>	<b>CUSTO M2</b>	<b>CUSTO TOTAL</b>
580	58	2,56	148,48	R\$ 4.200,00	R\$ 623.616,00
2600	260	2,56	665,6	R\$ 4.200,00	R\$ 2.795.520,00

FONTE: Autor (2022)

Vale ressaltar que, conforme informado no capítulo 1, devido a confidencialidade interna da empresa de máquinas pesadas, não foi possível usar os valores exatos e sim os dados médios de anos anteriores que foram gentilmente cedidos pela empresa.

### 3.3 FASE ANALISAR (ANALYSE)

Após a definição na etapa anterior, do que seria medido e seria utilizado como comparativo para o sucesso do projeto, foi-se necessário dar início as ações que seriam fundamentais para dar a base de onde atuar para solução do problema. Nessa fase, aqui se trabalhou para identificar a as causas e origem do problema. Duas ferramentas de qualidade foram usadas: O diagrama de Ishikawa a fim de determinar as possíveis causas raíz, conforme mencionado por Lima (2021), bem como o

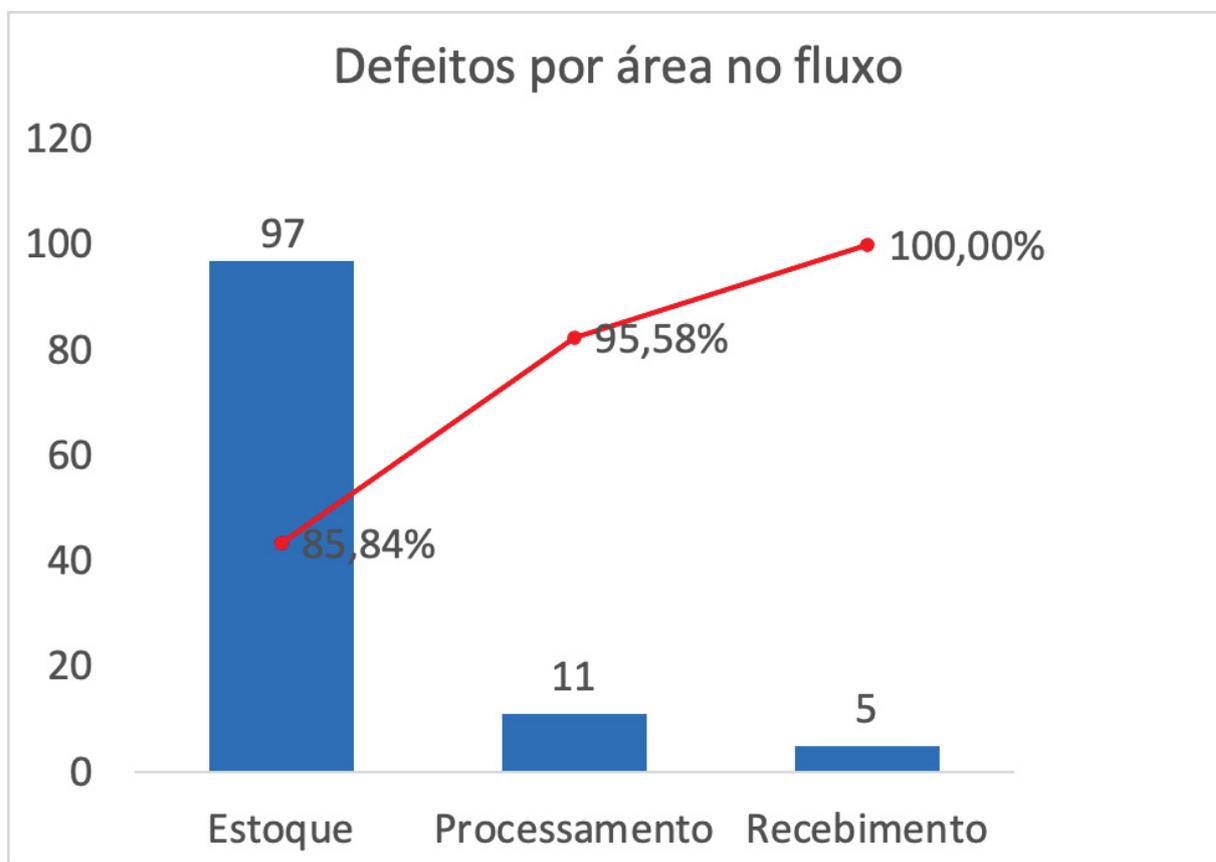
diagrama de Pareto, uma ferramenta que estabelece uma proporção de 80/20 para concluir a relação entre diferentes situações. A lógica é que, normalmente, 80% dos problemas se concentram em 20% das causas (Basulto *et al.*, 2011).

### 3.3.1 Análise do fluxo de processo das peças

Conforme ressaltado na sessão 3.1.3 e visualizado na Figura 4 a fim de se rastrear onde estava localizada a maior incidência dos defeitos, a primeira análise feita foi um levantamento de defeitos em cada etapa do processo. Esse levantamento consiste em verificar a conformidade das peças na saída de cada processo. A conformidade era baseada nas especificações técnicas das peças.

Esse levantamento foi feito numa população de 113 peças durante um intervalo de 3 meses, contabilizando 6 recebimentos de peças. É possível ver essa estratificação no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Defeitos encontrados por área



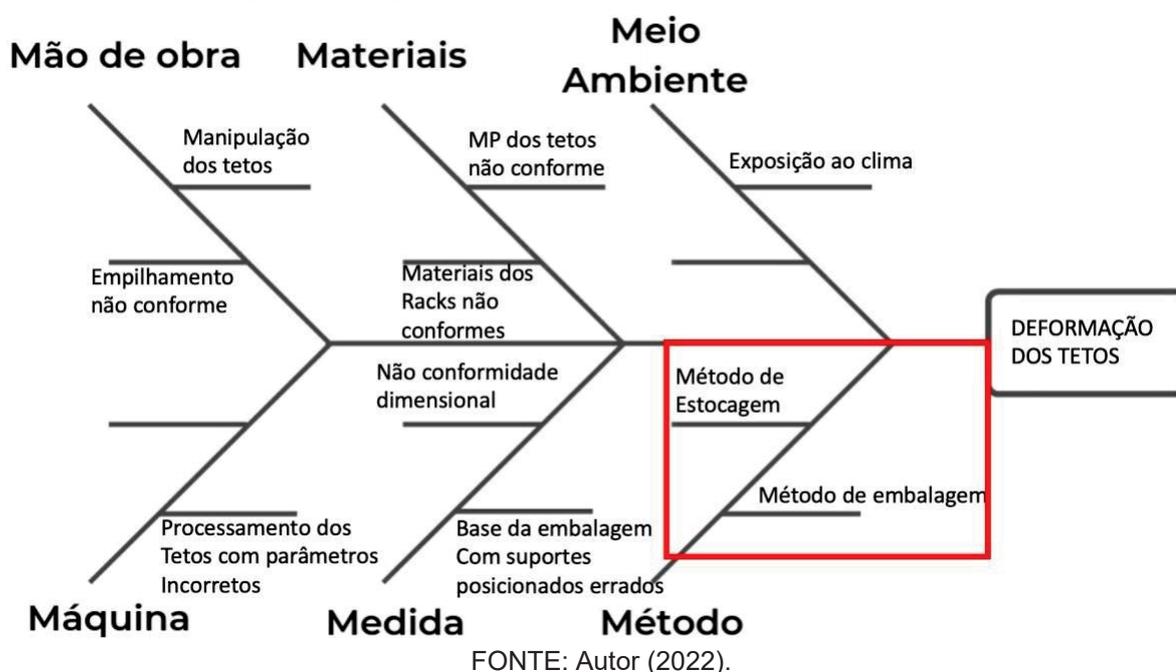
FONTE: Autor (2022).

Assim, mais de 80% dos defeitos dessa amostra inicial foram encontrados na saída do estoque, evidenciando que a possível causa raiz não estava relacionada a problemas do fornecedor, como transportes ou peças defeituosas, bem como não estaria relacionada a manipulação no processo produtivo, conforme evidenciado por Basulto *et al.* (2011).

### 3.3.2 Ishikawa – Diagrama Causa e efeito

Tendo como base as informações do Gráfico 3, onde a principal concentração de defeitos de dava no estoque, e visando identificar a causa raiz para a deformação, como descrito por Lima (2021), foi construído o Diagrama de Ishikawa. Conforme descrito no capítulo 2.5 o método consiste em determinar, através dos seis “M’s”, possíveis correlações entre Método, Máquina Medida, Meio Ambiente, Material e Mão de Obra e seus impactos nos defeitos dos tetos. Na Figura 9 apresenta-se o diagrama de causa efeito do problema.

Figura 9 – Diagrama Causa e efeito representativo ao problema.



Dessa maneira foi possível identificar que método de embalagem e o método de estocagem não eram apropriados para uma estocagem de mais de 35 dias e que não se tinha outras interferências representativas que contribuíam as não

conformidades das peças. Associando isso a concentração dos defeitos no estoque conforme mostrado no Gráfico 3 definiu-se a atuação direcionada ao método de embalagem.

### 3.4 FASE MELHORAR (IMPROVE)

Depois de definido a necessidade de atuação no método de embalagem, conforme demonstrado no Diagrama de Ishikawa, representado na Figura 9, deu-se início a fase melhorar. Essa fase tem como objetivo relacionar as oportunidades de melhoria para a solução do problema com a viabilidade técnica de cada uma, criando um plano implementação da solução.

#### 3.4.1 Avaliação do Método de embalagem

Conforme citado na sessão 3.1.4, o método de embalagem é preconizado pela equipe de engenharia de embalagem e leva em conta fatores como peso da peça, rotatividade e espaço ocupado.

Conforme demonstrado anteriormente nas figuras 6, 7 e 8 da seção percebe-se que as deformações estão concentradas na mesmaregião, sempre na região do meio da peça e que as peças das camadas mais altas eram as que possuíam maior deformação.

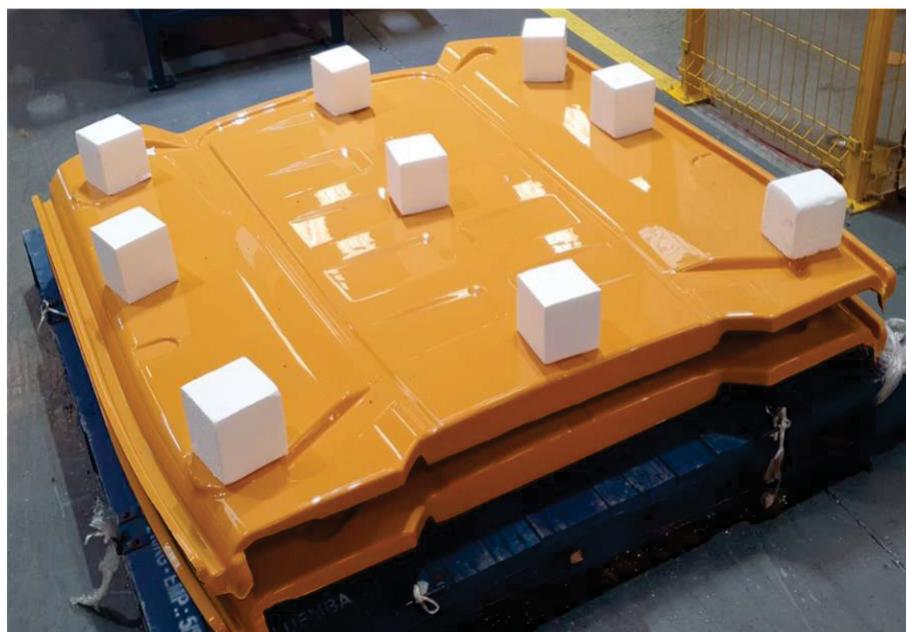
Analisando a separação de camadas nota-se que as espumas de separação de camadas não ficavam acomodadas depois de muito tempo estocadas e acabavam se deslocando ou cedendo. Isso pode ser evidenciado nas figuras 10 e 11.

Figura 10 – Representativo do deslocamento da espuma



FONTE: Autor (2022).

Figura 11 – Separadores entre camadas



FONTE: Autor (2022).

Comparando, as espumas centrais estavam se deslocando do centro para a ponta, o que fazia com que o teto, por se tratar de um material maleável, deformasse na região central.

### 3.4.2 Propostas

Após definido a influência das espumas no posicionamento dos tetos, elaborou-se 3 propostas de mudança do método, onde as espumas eram substituídas

por caixas de ovos mais uma proteção em plástico entre camadas, a fim de evitar o possível contato entre os tetos gerando defeitos. Nas figuras 12 e 13 é possível identificar o antes e o depois das embalagens. Na Figura 14 o estado final da nova embalagem.

Figura 12 – Antes (azul) e depois (bruto) da base da embalagem



FONTE: Autor (2022)

Figura 13 – Antes (esquerda) e depois (direita) do separador entre camadas



FONTE: Autor (2022)

Figura 14 – Método de embalagem final



FONTE: Autor (2022)

A diferença entre as 3 propostas consistia na quantidade de peças em cada rack. Definiu-se 3 tipos de empilhamento. Uma com 10 peças, outro com 15 e a última com 20 peças, como pode-se observar na Figura 15 e na Tabela 3.

Tabela 3 – Propostas

	SEPARADORES	EMPILHAMENTO	QUANTIDADE DE CONJUNTOS
MODELO 1	PAPELÃO	10	3
MODELO 2	PAPELÃO	15	3
MODELO 3	PAPELÃO	20	3

FONTE: Autor (2022)

Figura 15 – Diferentes quantidades de empilhamento



FONTE: Autor (2022)

### 3.4.3 Validação da proposta

Com o design definido, iniciou-se o processo de validação interna na empresa. Para validar o método as peças, foram feitos três conjuntos de cada nível de empilhamento, totalizando nove amostras. Essas amostras ficaram expostas por 90 dias na área padrão de estocagem, conforme representado na Figura 16.

Figura 16 – Conjuntos em teste no estoque.



FONTE: Autor (2022)

Após esse período de testes, as peças foram direcionadas para o ponto de uso e validação da qualidade antes da montagem. Na Figura 17 é possível notar o estado

das peças após o período de estocagem e movimentação, em comparação com o anterior.

Figura 17 – Comparativo entre recebimentos no ponto de uso.



FONTE: Autor (2022)

A Tabela 4 apresenta a síntese da quantidade de rejeições por conjunto.

Tabela 4 – Resultado da validação

	PEÇAS REJEITADAS		
	10 PEÇAS	15 PEÇAS	20 PEÇAS
CONJUNTO 1	0	1	3
CONJUNTO 2	0	1	2
CONJUNTO 3	0	0	3

FONTE: Autor (2022)

Dessa maneira, pelo resultado das amostras, definiu-se que o novo método de embalagem seria composto por 15 peças espaçadas por papelão, levando em conta o número de defeitos e a melhor utilização do espaço de armazenamento.

### 3.5 FASE CONTROLAR (CONTROL)

A fim de validar as viabilidades a longo prazo da alteração, deu-se seguimento à fase controlar. Essa fase tem como objetivo, validar as ações de melhoria propostas,

monitorando o desempenho através dos indicadores selecionados na sessão medir e os resultados alcançados.

### 3.5.1 Indicadores de qualidade

Com o novo método validado conforme os resultados apresentados na tabela 4, os pedidos com o novo método implementado, ou seja, novos separadores e com em empilhamento de 15 peças conforme conjunto modelo 2, e começaram a ser recebidos e consumidos. A evolução do nível de rejeição após a implementação desse método é demonstrada no Gráfico 4.

Gráfico 4 - Resultados (qualidade)



FONTE: Autor (2022).

Após a alteração não houve mais rejeições por deformações, sendo as rejeições após o ponto de corte resquícios dos lotes antigos ainda não consumidos. Devido ao baixo nível de rejeições também não foi identificada mais a falta de peças em máquinas.

### 3.5.2 Área de estocagem

Conforme ressaltado na sessão 3.2.2, devido o aumento do estoque de segurança, a área estocada teve um aumento consequente. Com o aumento de peças por rack, de 10 peças no método antigo para 15 no novo para a área necessária para o armazenamento diminuiu. Esse impacto pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados da redução de estocagem.

<b>Método</b>	<b>Peças</b>	<b>Racks</b>	<b>Área individual m2</b>	<b>Área total m2</b>
Antigo	2600	260	2,56	665,6
Novo	2600	173	2,56	442,88

FONTE: Autor (2022)

Vale ressaltar que a diminuição de área de estocagem nunca foi uma prerrogativa do estudo. Dessa forma esse ganho foi incremental ao projeto.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme descrito na seção medir, a necessidade do projeto era diminuir as rejeições dos tetos por deformação. Após a implementação do novo método de embalagem, conforme descrito no Gráfico 4, as deformações cessaram e não houve mais indícios de falta de peças

Dessa forma, a fim de evidenciar os ganhos e resultados do projeto, dividiu-seos resultados em dois blocos: Custo da qualidade e processo e Custo da área de estocagem.

### 4.1 CUSTO DE QUALIDADE E PROCESSO

Conforme descrito na seção 3.3.2, o custo foi dividido em peças descartadas, sendo considerado um valor médio aproximado do período e o valor para retrabalho das máquinas, ou seja, o custo hora necessário para substituição das peças defeituosas ou montagem das peças das máquinas que saíram incompletas bem como o custo da revalidação das máquinas.

Após a implementação, não houve mais faltas de peças, dessa forma o custo foi zero para reparo de máquinas. Já do viés de peças descartadas, houve um ganho significativo. Dessa forma, o custo evitado para peças e retrabalhos com o novo método foi de R\$ 308.433,78. Esses ganhos podem ser vistos na Tabela 6.

Tabela 6 – Ganho financeiro relativo a peças e máquinas

	ANTES	DEPOIS
MÁQUINAS AFETADAS	R\$ 146.000,00	R\$ 0,00
PEÇAS AFETADAS	R\$ 171.157,82	R\$ 8.724,04
<b>Total</b>	R\$ 317.157,82	R\$ 8.724,04

FONTE: Autor (2022)

## 4.2 CUSTO DE ESPAÇO DE ARMAZENAMENTO

Com a definição do novo método, houve um aumento de peças por rack, por consequência uma diminuição da área de estocagem. Conforme definido na anteriormente na sessão 3.3.2, para cálculo do impacto do aumento da área de estocagem considerou-se o valor por metro quadrado de área fabril. A base usada é uma média do valor faturado anualmente, relativo ao ano anterior dividido pela área total da empresa.

Assim, para um volume de 2600 peças, após a implementação do método, diminuiu-se a área em 222,72 m<sup>2</sup>, totalizando um ganho de R\$ 1.019.424,00.

Tabela 7 – Ganho financeiro relativo à área de estocagem

	<b>ANTES</b>	<b>DEPOIS</b>
<b>Área</b>	665,6 m <sup>2</sup>	442,88 m <sup>2</sup>
<b>Custo estocagem</b>	R\$ 2.795.520,00	R\$ 1.776.096,00

FONTE: Autor (2022)

## 4.3 VALIDAÇÃO DO BUSINESS MODEL CANVAS

Conforme descrito Banchieri et al. (2013) e Martikainen et al. (2013), o BMC simplifica significativamente a descrição do modelo de negócios, apresentando de maneira gráfica e concisa sua lógica fundamental. Tendo isso como princípio, foi desenvolvido um BMC relativo ao projeto, onde era representado toda a lógica para validação das ações, bem como possíveis investimentos e patrocínio necessários para evoluções das ações.

Pode-se dizer que, através da construção do BMC, foi possível se ter uma compreensão assertiva do modelo de negócios para tomada rápida sobre decisões estratégicas, como por exemplo a troca do método de embalagem. Na Figura 18 tem-se o BMC relativo ao projeto.

Figura 18 – BMC do projeto

<b>BUSINESS CASE</b>				
<b>PROBLEMA</b>	<b>SOLUÇÃO</b>	<b>PROPOSIÇÃO DE VALOR</b>	<b>UNFAIR ADVANTAGE</b>	<b>SEGMENTAÇÃO DE MERCADO</b>
Dificuldade de abastecimento de matéria prima, ocasionando um aumento no estoque de segurança, uma maior área de estocagem, dificultando a gestão de estoque e gerando problemas de qualidade	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestão eficiente do estoque</li> <li>- Minimizar área de estocagem</li> <li>- Diminuição dos problemas de qualidade</li> </ul>	Solução personalizada visando minimizar: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desabastecimento de linha</li> <li>- Taxa de rejeição de peças</li> <li>- Custos de área de estocagem</li> </ul>	Solução personalizada para o sistema interno da empresa  <b>CANAIS</b>  Demonstrativo de máquinas embarcadas sem impacto de MPoU	Usuários diretos ou indiretos do sistema de estoque: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Logística</li> <li>- Linha de produção</li> <li>- Qualidade</li> </ul>
	<b>MÉTRICAS</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Indicador de MPoU (Missing point of use)</li> <li>- Custo total de estocagem</li> <li>- Índice PPM</li> </ul>			
<b>ESTRUTURA DE CUSTOS</b>			<b>FLUXOS DE RECEITA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Horas da equipe</li> <li>- Readequação da infraestrutura</li> <li>- Ajuste do sistema de estocagem</li> </ul> Payback: custo de investimento vs avoided costs (fluxo de receitas)			Redução nos custos de: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Área estocada</li> <li>- Não qualidade</li> <li>- Máquinas não embarcadas (atraso de entrega)</li> </ul>	

FONTE: Autor (2022).

## 5 CONCLUSÕES

Partindo-se da hipótese de que modificar o estoque de segurança não era uma premissa viável, desenvolvendo um CANVAS que descrevia o modelo de negócios, apresentando de maneira gráfica e concisa a necessidade do negócio e aplicando uma ferramenta de qualidade, o diagrama causa e efeito, que ajudou a definir a área de atuação no método de embalagem pode-se concluir:

- a) A mudança no método de embalagem se mostrou efetiva, pois após a implementação não houve mais incidência de defeitos por deformação. Os que foram apontados no gráfico 3 após a data de implementação eram residuais relacionados à lotes antigos.
- b) A mudança no método também teve impactos positivos na falta de componentes para montagem nas máquinas. Após a implementação não houve mais registros de falta de peças na linha nem a necessidade de retrabalhos das máquinas.
- c) O método de embalagem definido dentre as três hipóteses proporcionou, além da estabilização da qualidade, um ganho de área de estocagem de aproximadamente 222 m<sup>2</sup> que não estava previsto inicialmente.
- d) Em termos financeiros, custo evitado da não qualidade, que compreendia o custo de descarte de peças e de retrabalho de máquinas, foi de aproximadamente de R\$ 302.000,00. Para o custo de armazenamento, o ganho representativo a diminuição da área estocada foi de aproximadamente R\$1.020.000,00.

## REFERÊNCIAS

- ASSAF NETO, A. **Finanças Corporativas e Valor**. São Paulo: Atlas, 2009.
- BANCHIERI, L.-C.; BLASCO, M. J.; CAMPA-PLANAS, F. Auto evaluación de la gestión por parte de pequeñas empresas y microempresas: estudio exploratorio. **Intangible capital**, v. 9, n. 2, p. 477–490, 1 jul. 2013. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/14008>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- BASULTO, J., BUSTO, J., SÁNCHEZ, R. **El concepto de desigualdad en Vilfredo Pareto**. Santiago de Compostela: Centro de Impresión Digital, 2011.
- Blog da Qualidade: Ciclo DMAIC. Disponível em: <https://blogdaqualidade.com.br/o-que-e-dmaic>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- CAO, M.; ZHANG, Q. Supply chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance. **Journal of Operations Management**, v. 29, n. 3, p. 163–180, 29 dez. 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0272696310001075>. Acesso em: 19 set. 2023.
- CROSBY, P. **Quality is Free: The Art of Making Quality Certain**. New York: McGraw-Hill, 1979.
- DE LIMA SOUZA, J. O. **Diagrama de Ishikawa: diagnosticar e resolver problemas**. [S.l.: s.n.], 2021.
- FARINA, D. A. DOS R. S. **Estabelecimento de startups: proposta de framework cíclico para geração e refinamento de conceitos e estruturação da operação inicial de negócios inovadores**. 184f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Escola Politécnica, USP, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-24102017-153206/pt-br.php>. Acesso em: 24 nov. 2023.
- GERDEMAN, J. **DLH Delivered**. Globalization: understanding the “new normal”, supply chain risks in 2022 and beyond. Disponível em: <https://www.dhl.com/global-en/delivered/globalization/supply-chain-risks-in-2022.html>. Acesso em: 24 set. 2023.
- ISHIKAWA, K. **What is Total Quality Control? The Japanese Way**. New Jersey: Prentice Hall, 1985.
- MACHLINE, C. Cinco décadas de logística empresarial e administração da cadeia de suprimentos no Brasil. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v. 51, n. 3, p. 227–231, 2011.
- MARTIKAINEN, A.; NIEMI, P.; PEKKANEN, P. Developing a service offering for a logistical service provider—Case of local food supply chain. **International Journal of Production Economics**, v. 157, n. C, p. 318–326, 2014. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/eee/proeco/v157y2014icp318-326.html>. Acesso em: 24 nov. 2023.

MARTINS, P.; LAUGENI, F. **Administração Da Produção**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MITTAL, A.; GUPTA, P.; KUMAR, V.; et al. The performance improvement analysis using Six Sigma DMAIC methodology: A case study on Indian manufacturing company. **Heliyon**, v. 9, n. 3, p. e14625, 2023. Disponível em: [https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440\(23\)01832-7.pdf](https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440(23)01832-7.pdf). Acesso em: 24 set. 2023.

NEOWAY. Cadeia de Suprimentos: O que é e como aplicar no seu negócio. Disponível em: <https://blog.neoway.com.br/cadeia-de-suprimentos>. Acesso em: 23 nov. 2023.

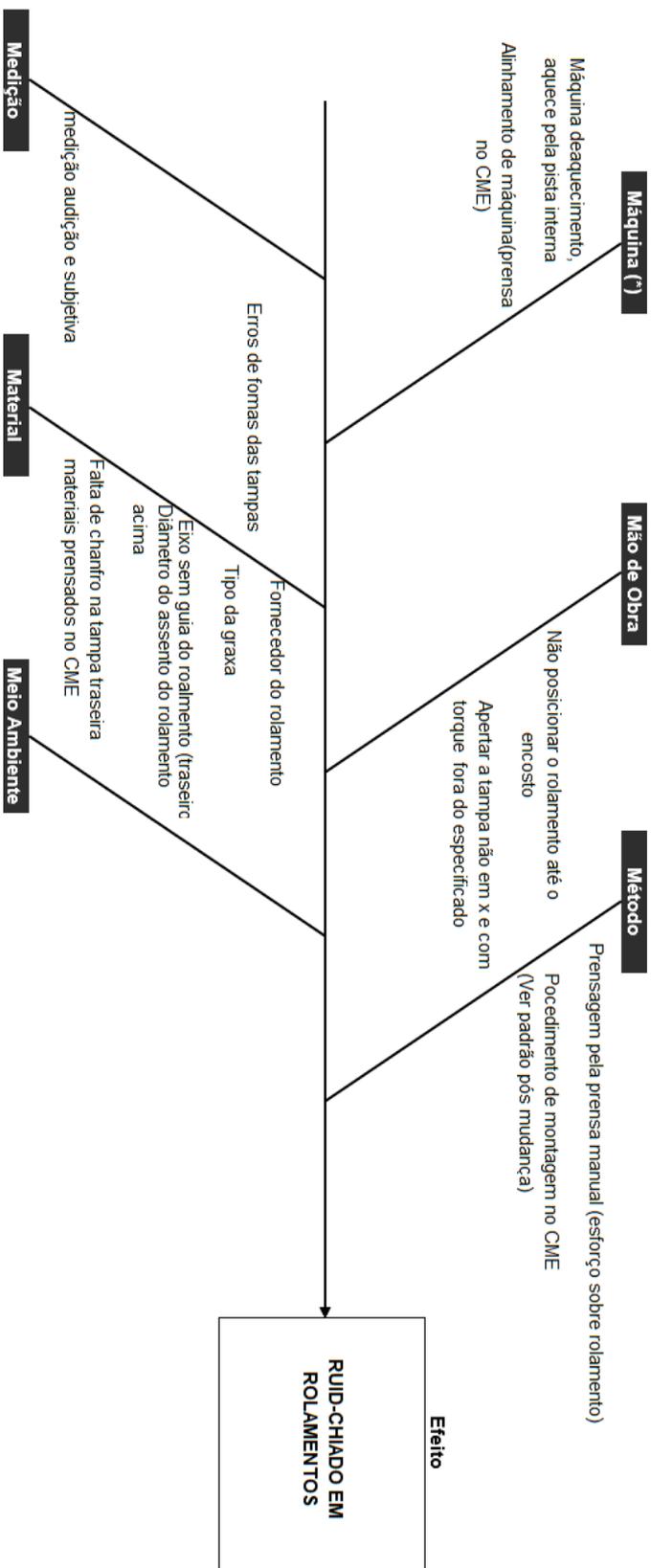
OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business model generation: inovação em modelos de negócios**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

RENATO NOGUEIROL LOBO. **Gestão Da Qualidade**. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.

SAEGER, A. DE; SILVA, A. **O diagrama de Ishikawa para a gestão do risco: Antecipar e resolver problemas dentro da empresa**. [s.l.]: 50Minutes.com, 2023.

SELVI, K.; MAJUMDAR, R. Six Sigma-Overview of DMAIC and DMADV **International Journal of Innovative Science and Modern Engineering**. India, v. 2, n 5, p. 16-19, 2014. Disponível em: <https://www.ijisme.org/wp-content/uploads/papers/v2i5/E0631042514.pdf>. Acesso em 23 nov. 2023.

APÊNDICE 1 – DIAGRAMA DE ISHIKAWA



APÊNDICE 2 – BUSINESS MODEL CANVAS

BUSINESS CASE				
PROBLEMA	SOLUÇÃO	PROPOSIÇÃO DE VALOR	UNFAIR ADVANTAGE	SEGMENTAÇÃO DE MERCADO
<p>Dificuldade de abastecimento de matéria prima, ocasionando um aumento no estoque de segurança, uma maior área de estocagem, dificultando a gestão de estoque e gerando problemas de qualidade</p>	<p>- Gestão eficiente do estoque - Minimizar área de estocagem - Diminuição dos problemas de qualidade</p> <p><b>MÉTRICAS</b></p> <p>- Indicador de MPOU (Missing point of use) - Custo total de estocagem - Índice PPM</p>	<p>Solução personalizada visando minimizar:</p> <p>- Desabastecimento de linha - Taxa de rejeição de peças - Custos de área de estocagem</p>	<p>Solução personalizada para o sistema interno da empresa</p> <p><b>CANAIS</b></p> <p>Demonstrativo de máquinas embarcadas sem impacto de MPOU</p>	<p>Usuários diretos ou indiretos do sistema de estoque: - Logística - Linha de produção - Qualidade</p>
ESTRUTURA DE CUSTOS		FLUXOS DE RECEITA		
<p>- Horas da equipe - Readequação da infraestrutura - Ajuste do sistema de estocagem Payback: custo de investimento vs avoided costs (fluxo de receitas)</p>		<p>Redução nos custos de: - Área estocada - Não qualidade - Máquinas não embarcadas (atraso de entrega)</p>		