

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

ALINE LINARES HOKI

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC E FERRAMENTAS DO LEAN SIX SIGMA
PARA REDUÇÃO DO CUSTO DE ESTOQUE EM UMA EMPRESA DE
MATERIAIS DE ACABAMENTOS**

DOURADOS

2017

ALINE LINARES HOKI

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC E FERRAMENTAS DO LEAN SIX SIGMA
PARA REDUÇÃO DO CUSTO DE ESTOQUE EM UMA EMPRESA DE
MATERIAIS DE ACABAMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Faculdade de Engenharia – FAEN. Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD.

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Camparotti

DOURADOS

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

H721a Hoki, Aline Linares

Aplicação do método DMAIC e ferramentas do Lean Six Sigma para redução do custo de estoque em uma empresa de materiais de acabamentos / Aline Linares Hoki -- Dourados: UFGD, 2017.

83f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Carlos Eduardo Soares Camparotti

TCC (Graduação em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Lean. 2. Seis Sigma. 3. DMAIC. 4. Ferramentas do Lean Seis Sigma. 5. Redução de Custos. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

ALINE LINARES HOKI

**APLICAÇÃO DO MÉTODO DMAIC E FERRAMENTAS DO LEAN SIX SIGMA
PARA REDUÇÃO DO CUSTO DE ESTOQUE EM UMA EMPRESA DE
MATERIAIS DE ACABAMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção na Universidade Federal da Grande Dourados, pela comissão formada por:

Orientador: Prof. Me. Carlos Eduardo Soares Camparotti
FAEN – UFGD

Prof. Dra. Eliete Medeiros
FAEN – UFGD

Prof. Me. Márcio Rogério Silva
FAEN – UFGD

Dourados, 31 de março de 2017.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me cuidado e guiado como a menina dos Teus olhos durante todos estes anos de graduação, por me conceder sabedoria para lidar com os mais diversos desafios e por me proporcionar vitórias que jamais conseguiria sem a fé.

Aos meus pais, David e Analéia, meus exemplos de determinação e de garra, minha maior fonte de inspiração, são por eles e para eles que dedico todas as minhas conquistas, pois eles não mediram e não medem esforços para que eu possa adquirir o bem mais precioso da vida: o conhecimento. Sou eternamente grata pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Ao meu noivo e melhor amigo, Fernando Catelan, que me acompanhou durante esta fantástica viagem pela Engenharia de Produção, que de forma especial me deu força e coragem, que sacrificou diversos finais de semana de descanso para ficar ao meu lado enquanto estudava, sempre sendo tão paciente e cuidadoso. Esta é certamente uma das primeiras conquistas que conseguiremos juntos.

Ao meu orientador, Carlos Camparotti, pelo incentivo e pela confiança a mim depositada, por toda paciência a sanar as minhas dúvidas, me dando sempre todo o suporte necessário.

A Universidade Federal da Grande Dourados, por possibilitar o meu encontro com a profissão que faz meus olhos brilharem, a Engenharia de Produção.

RESUMO

Este trabalho mostra a redução de custos de estoque em uma empresa de materiais de acabamentos, pela adoção da filosofia *Lean Six Sigma*, sua aplicação e resultados obtidos. O principal objetivo é identificar as causas raiz para o elevado custo do inventário atual na empresa, por meio da aplicação das etapas *Define* (definir), *Measure* (medir), *Analyze* (analisar), *Improve* (melhorar) e *Control* (controlar) do método DMAIC, pretendendo, dessa forma, conhecer e compreender mais profundamente quais ferramentas podem ser aplicadas para solucionar esse problema. A filosofia seis sigma foca a melhoria de processos e o *Lean* a redução de desperdícios, tornando-se eficaz a integração. Foi realizada uma pesquisa-ação elaborando o plano de ação do método DMAIC e a aplicação das ferramentas do *lean* seis sigma na empresa. Nos resultados obtidos encontram-se as causas raiz a serem atacadas para a solução do problema selecionado, como estas causas foram atacadas e uma análise dos resultados após finalização das fases do DMAIC. Com a sua aplicação e das ferramentas *Lean Six Sigma* foi possível reduzir os custos de estoque em 32% no período de três meses, evidenciando a eficácia da integração entre o pensamento enxuto e o Seis Sigma, em outros setores além da manufatura.

Palavras-chave: lean. Seis Sigma, DMAIC, ferramentas do lean seis sigma, redução de custos.

ABSTRACT

This work shows the reduction of inventory costs in a construction finishing materials company, adopting the Lean Six Sigma philosophy, its application and results obtained. The main objective is to identify the root causes for the high cost of the current inventory in the company, by applying the steps Define, Measure, Analyze, Improve and Control of the method DMAIC, seeking to know and understand, more deeply, what tools can be applied to solve this problem. The Six Sigma philosophy focuses on process improvement and Lean on waste reduction, making their integration effective. An action research was carried out elaborating the action plan of the DMAIC method and the application of the lean six sigma tools in the company. In the results obtained, the root causes to be attacked for the solution of the selected problem, how these causes were attacked and an analysis of the results after finalizing the phases of the DMAIC in the company. With the application of DMAIC and Lean Six Sigma tools it was possible to reduce inventory costs by 32% over the three month period, evidencing the effectiveness of the integration between Lean Thinking and Six Sigma in other sectors besides manufacturing.

Keywords: lean. six sigma, DMAIC, lean six sigma tools, reduction of costs.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os cinco Princípios do <i>Lean Thinking</i>	23
Figura 2 – Estrutura do Diagrama de Ishikawa	32
Figura 3 – Modelo detalhado da Pesquisa-ação	41
Figura 4 – Mapa de Raciocínio: Fase Definir.....	47
Figura 5 – Diagrama de Ishikawa para o elevado custo e volume de estoque.	57

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição Normal.....	29
Gráfico 2 – Exemplo de Gráfico de Séries Temporais	31
Gráfico 3 – Exemplo de Histograma	32
Gráfico 4 – Exemplo de Diagrama de Pareto	33
Gráfico 5 - Modelo de Carta de Controle	38
Gráfico 6 – Ilustração do Problema.....	48
Gráfico 7 – Meta de Redução do Custo de Estoque	50
Gráfico 8 - Teste Estatístico de Normalidade: Gráfico de Probabilidade Normal	51
Gráfico 9 –Séries temporais de custo de estoque : outubro de 2015 a dezembro de 2016.....	52
Gráfico 10 – Variação dos Custos de Produtos em Estoque em relação ao mês anterior	53
Gráfico 11 – Histograma (com curva normal) dos Custos de Produtos em Estoque	54
Gráfico 12 – Causas relacionadas aos Produtos	58
Gráfico 13 – Causas relacionadas ao Sistema	59
Gráfico 14 – Causas relacionadas aos <i>Showrooms</i>	59
Gráfico 15 – Causas relacionadas as Compras	60
Gráfico 16 – Ranking geral por categoria de causas	61
Gráfico 17 – Diagrama de Pareto: Priorização do custo por categoria de produtos.....	62
Gráfico 18 – Diagrama de Pareto: Priorização por Marcas de Pisos e Revestimentos	64
Gráfico 19 – Custo de Estoque após a aplicação do método 5S.....	74
Gráfico 20 – Custo de estoque antes e depois do projeto <i>Lean Six Sigma</i> na empresa.....	75

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Formulário básico – FMEA.....	34
Quadro 2 – Significado dos 5S em Português	35
Quadro 3 – Identificação do Problema	47
Quadro 4 – Confiabilidade dos Dados.....	48
Quadro 5 – Definição da Meta	49
Quadro 6 – Identificação do processo gerador do problema	50
Quadro 7 – Marcas da Classe A Priorizadas e seus custos totais.....	63
Quadro 8 – Modos e Efeitos de Falha para Treinar a Equipe de Vendas.....	66
Quadro 9 – Modos e Efeitos de Falha para Identificar produtos com padronização de etiquetas	66
Quadro 10 – FMEA: Análise do Modo de Falha e Efeito	67
Quadro 11 – Classificação dos índices de severidade e de ocorrência - FMEA	68

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Senso de Utilização/Descarte de pisos nos <i>Showrooms</i>	70
Foto 2 – Padronização de Cores: Etiqueta Cinza	71
Foto 3 – Padronização de Cores: Etiqueta Branca	71
Foto 4 – Padronização de Cores: Etiqueta verde e cinza.....	71
Foto 5 – Identificação de Pisos e revestimentos com estoque através da Padronização de Etiquetas	72
Foto 6 – Ordenação dos pisos no <i>showroom</i>	73

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 PROBLEMA DE PESQUISA.....	15
1.2 OBJETIVO.....	16
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4 JUSTIFICATIVA.....	17
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 HISTÓRICO DA <i>LEAN MANUFACTURING</i> OU PRODUÇÃO ENXUTA.....	20
2.2 <i>LEAN THINKING</i>	21
2.3 PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO ENXUTO (<i>LEAN THINKING</i>).....	22
2.4 <i>Six Sigma</i>	24
2.5 Comparando <i>Six Sigma</i> e <i>Lean</i>	25
2.6 <i>Lean Six Sigma</i>	26
2.7 DMAIC – CONCEITO E SUAS FASES.....	27
2.8 FERRAMENTAS DO <i>LEAN SIX SIGMA</i> – FASE DE DEFINIÇÃO.....	28
2.8.1 Mapa de Raciocínio.....	28
2.9 FERRAMENTAS DO <i>LEAN SIX SIGMA</i> – FASE DE MEDIÇÃO.....	29
2.9.1 Gráfico de Séries Temporais.....	30
2.9.2 Histograma.....	31
2.9.3 Diagrama de Ishikawa.....	32
2.9.4 Diagrama de Pareto.....	33
2.10 FERRAMENTAS <i>LEAN SIX SIGMA</i> – FASE DE ANÁLISE.....	34
2.10.1 Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos - FMEA.....	34
2.11 FERRAMENTAS DO <i>LEAN SIX SIGMA</i> – FASE DE MELHORIA.....	35
2.11.1 5S.....	35
2.11.2 <i>Kaizen</i>	35
2.11.3 Gestão Visual.....	36
2.12 FERRAMENTAS DO <i>LEAN SIX SIGMA</i> – FASE DE CONTROLE.....	37
2.12.1 Cartas de Controle.....	37
3 METODOLOGIA.....	39
3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA.....	39
3.2 NATUREZA DA PESQUISA.....	39
3.3 ABORDAGEM DA PESQUISA.....	40
3.4 PESQUISA-AÇÃO.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	44

4.1	CENÁRIO ATUAL DA EMPRESA.....	44
4.2	ATUAIS DIFICULDADES DA EMPRESA EM ESTUDO	44
4.3	MÉTODO DMAIC – FASE DE DEFINIÇÃO	46
4.3.1	Mapa de Raciocínio	46
4.4	MÉTODO DMAIC – FASE DE MEDIÇÃO	51
4.4.1	Gráfico de Séries Temporais.....	52
4.4.2	Histograma.....	54
4.4.3	Diagrama de Ishikawa	55
4.4.4	Gráfico de Pareto	62
4.5	MÉTODO DMAIC – FASE DE ANÁLISE	65
4.5.1	Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA)	65
4.6	MÉTODO DMAIC – FASE DE MELHORIA	69
4.6.1	5S	69
4.6.1.1	1º Senso – Utilização/Descarte	69
4.6.1.2	2º Senso – Ordenação.....	70
4.6.1.3	3º, 4º e 5º Senso, – Limpeza, Saúde e Autodisciplina.	73
4.7	MÉTODO DMAIC – FASE DE CONTROLE	74
5	CONCLUSÃO	77
6	REFERÊNCIAS.....	79

1. INTRODUÇÃO

A mentalidade enxuta (*lean*) surgiu na Toyota, no Japão, pós-Segunda Guerra Mundial, criada por Taiichi Ohno, engenheiro da Toyota e seus precursores: Sakichi Toyoda, fundador do Grupo Toyoda em 1902; Kiichiro Toyoda, filho de Sakichi, que liderou as operações de manufatura de automóveis entre 1936 e 1950; e Eiji Toyoda.

O sucesso da adoção do pensamento enxuto na Toyota tem sido bem documentado, devido a sua reputação de excelência em qualidade, redução de custos, e por ser uma empresa altamente rentável resultado de suas grandes vendas de veículos no mercado. Mas o impacto da Toyota no mundo é além do dinheiro, além da qualidade de excelência de veículos, esta contribuiu para um novo paradigma de produção.

O termo “produção enxuta” cunhou-se no livro “*The Machine that Changed the World*” considerando um grande passo na evolução da manufatura para além da produção em massa de Henry Ford. Porém, o uso de *lean thinking* ultrapassou além da produção em massa de veículos para todos os tipos de manufatura: processos químicos, farmacêuticos, construção de navios e aeronaves, entre outros, sendo que também causou uma revolução nas indústrias de serviços, utilizando o pensamento enxuto para eliminar desperdícios, incluindo bancos, companhias de seguros, correios, hospitais, dentre outros (LIKER; MEIER, 2006).

Assim, com os bons resultados apresentados pela implementação da metodologia enxuta no ambiente industrial, despertou-se o interesse em expandir os princípios do *lean thinking* (pensamento enxuto) para além da linha de produção (PIERCY; RICH, 2009).

Deste modo, em um mercado de alta competitividade e de constantes mudanças, encontra-se um conjunto de desafios nos ambientes empresariais, que exigem que as empresas busquem priorizar a melhoria de seus processos, em termos de eficiência, qualidade, inovação, flexibilidade e serviço aos clientes. Este cenário requer que as organizações desenvolvam competências que as tornem cada vez mais competitivas, de modo com que haja a redução de seus custos e conseqüentemente o aumento de sua lucratividade, demonstrando a importância da prática da melhoria contínua de suas atividades.

Entretanto, para a melhoria contínua de processos, primeiramente é necessário identificar a causa raiz do problema. Neste contexto, há a combinação dos princípios da

lean manufacturing com os da metodologia *Six Sigma*, que resulta no *Lean Six Sigma*.

O presente trabalho de natureza exploratória objetiva contribuir na compreensão das possibilidades de aplicação dos princípios *lean six sigma* em serviços, especificamente, em uma empresa do setor comercial situada em Dourados – Mato Grosso do Sul.

Os princípios *Six Sigma* e *Lean* impulsionam a mudança, permitindo que as empresas busquem e eliminem desperdícios, cultivem a melhoria de processos e transformem as margens de lucro. Assim, a filosofia *Lean Six Sigma* envolve 5 (cinco) etapas: *Define* (Definir), *Measure* (Medir), *Analyze* (Analisar), *Improve* (Melhorar) e *Control* (Controlar), formando a sigla DMAIC.

Desta maneira, na pesquisa-ação adotou-se o método DMAIC para investigar a redução de custo e nível de estoque da empresa, analisando como a aplicação dos conceitos e ferramentas da filosofia *lean six sigma* pode impactar para a resolução de problemas no setor comercial oferecendo eficiência e agilidade em suas operações.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Obter resultados financeiros positivos é o que toda empresa almeja, principalmente em época de crise. Porém, a realidade é outra, o mercado vem enfrentando dificuldades há alguns anos e várias empresas estão perdendo competitividade ao decorrer do tempo por não adotarem estratégias de gestão eficazes em suas organizações.

Para que haja resultados positivos, ou seja, lucro, é necessário que o faturamento seja maior que os gastos da empresa, porém se os custos e as despesas diminuïrem, ainda que o faturamento se mantenha, o lucro aumentará.

Diante disto, muitos gestores tomam decisões precipitadas e incoerentes, como cortes de pessoal e diminuição na qualidade do produto ou serviço, o que pode acarretar na redução de custos, mas também impacta negativamente a entrega de valor ao cliente, o que resulta em queda do faturamento.

A filosofia *lean* trata sobre a identificação e eliminação de gastos desnecessários, para a redução de custos e para tornar a empresa mais “enxuta”, eficaz e competitiva, entregando mais valor ao cliente.

Entretanto, ainda há muitos resistentes a ideia de aplicação do pensamento enxuto em outros setores além da manufatura, com noções incorretas que as suas ferramentas são meramente aplicadas no chão-de-fábrica, fracassando em encontra-las em outros lugares.

Por tais motivos, despertou-se o interesse em estudar a aplicação dos princípios e ferramentas *Lean Six Sigma*, em uma empresa de materiais de acabamentos, no setor comercial, para melhoria de suas operações e redução de seus desperdícios, sendo que no cenário atual da empresa em estudo, a empresa vem sofrendo com um nível elevado de estoque, representando elevados recursos financeiros estagnados.

Assim, a presente pesquisa tem intuito de buscar a solução para o problema acima citados, utilizando o método DMAIC, juntamente com os princípios do Pensamento enxuto, visando responder os seguintes questionamentos:

“Quais princípios e ferramentas do *Lean Six Sigma* podem ser aplicados para a redução dos custos e volume de estoque no setor comercial? A adoção do pensamento enxuto no setor comercial é eficaz assim como é na manufatura?”

1.2 OBJETIVO

Esta pesquisa tem como objetivo realizar a aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, utilizando o modelo DMAIC para reduzir os atuais custos e volumes de estoque em uma empresa do setor comercial de materiais de acabamentos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do presente trabalho são:

- Apresentar uma pesquisa teórica sobre as principais ferramentas da Filosofia *Lean Six Sigma*.
- Utilizar o método DMAIC para resolução e análise dos atuais problemas enfrentados na empresa.
- Avaliar quais princípios e ferramentas serão aplicados para buscar a redução do

custo de estoque e obter a solução do problema.

- Analisar os resultados obtidos com a aplicação das ferramentas,, avaliando os seus benefícios;
- Propor aplicação futura de mais ferramentas do pensamento enxuto para melhoria contínua dos processos da empresa.

1.4 JUSTIFICATIVA

Este projeto visa contribuir de forma significativa como motivação para outros setores, além da manufatura, aplicar os conceitos do *lean six sigma* e de métodos de resolução de problemas – DMAIC - para a melhoria de seus processos e operações.

Segundo Araújo e Rentes (2005), a abordagem enxuta busca analisar as operações e verificar o fluxo de atividades necessárias para o atendimento do cliente, identificando quais atividades efetivamente geram valor para o consumidor e separando-as das que não agregam valor, questionando a possibilidade de se extinguir estas últimas. Este procedimento aperfeiçoa continuamente as operações e pode trazer benefícios para todos os elos envolvidos.

Dentre os princípios que fundamentam o pensamento enxuto (*lean thinking*) encontra-se o da identificação e redução de desperdícios, para que os recursos produtivos sejam essencialmente dedicados às atividades que agregam valor aos clientes (WOMACK; JONES, 1996).

Para identificar quais atividades realmente agregam valor aos clientes e eliminação de desperdícios, escolheu-se utilizar a metodologia Seis Sigma, que, segundo Pande et al. (2001), trata-se de uma metodologia para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso organizacional, através da compreensão dos requisitos dos clientes, por meio do uso disciplinado de fatos, dados e análise estatística para a melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

Pestorius (2007) aborda que o objetivo principal do Seis Sigma é o estímulo a melhoria contínua do processo pela adoção de metodologia de solução de problemas padronizada, documentada e passível de repetição.

De acordo com Rodrigues (2006), esta metodologia parte de um problema a ser

solucionado e evidencia a importância das pessoas e seus conhecimentos, com base em três pilares: adoção como filosofia de gestão, estratégia de negócio e operacionalmente com ferramentas estatísticas.

Diante dos conceitos e princípios do pensamento enxuto e da metodologia seis sigma, percebe-se a grande possibilidade de melhoria nos processos de negócio através da integração de ambos os conceitos, que compõem a filosofia conhecida com *Lean Six Sigma*.

Conforme Abraham (2007), a demanda pela integração entre o pensamento enxuto e o seis sigma está cada vez maior pelas empresas, sendo que Rodrigues (2006) e George (2004) tratam que o projeto Seis Sigma é dividido em cinco fases pela metodologia DMAIC: D (*Define* – Definir); M (*Measure* – Medir); A (*Analyse*) ; I (*Improve* – Melhorar) e C (*Control* – Controlar).

Borror (2008) define DMAIC como uma estratégia de qualidade que utiliza dados estatísticos para a melhoria de processos, que é uma parte integrante de uma iniciativa Seis Sigma, mas em geral pode ser implementado como parte de outras iniciativas de melhoria de processos, como ocorre com a aplicação do *lean thinking* (pensamento enxuto).

Portanto foi definida a aplicação do *lean seis sigma* na empresa em estudo, utilizando o método DMAIC como guia para a identificação do problema e definição das causas raízes, definindo metas de melhorias a serem alcançadas na organização para a redução do custo de estoque, eliminando assim desperdícios no setor em estudo.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está organizado e estruturado nos capítulos descritos a seguir:

O Capítulo 1 traz a introdução ao tema, o problema de pesquisa, os objetivos, a justificativa do estudo, e a organização do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão da literatura, na qual foram pesquisados assuntos referentes ao histórico da *lean manufacturing*, a evolução do *lean thinking* ao surgimento do *lean six sigma*, a metodologia DMAIC e as ferramentas do *lean six sigma*.

O Capítulo 3 demonstra a metodologia utilizada para realizar a pesquisa e os procedimentos necessários para a aplicação do modelo DMAIC com base na adoção de

ferramentas e princípios do pensamento enxuto e da filosofia seis sigma, compondo as ferramentas do *Lean Six Sigma*, na redução de custos de estoque no setor em estudo.

O Capítulo 4 apresenta a discussão e análise dos resultados obtidos com a aplicação do modelo DMAIC com a filosofia *Lean six sigma* na empresa em estudo, identificando o problema atual e suas causas raiz e realizando análises estatísticas para a proposição de melhorias para solucionar o problema.

O Capítulo 5 aborda as conclusões finais da autora, onde contém as possíveis aplicações futuras que podem ser desenvolvidas para a adoção do sistema enxuto no ambiente empresarial, sendo que ao final do trabalho no Capítulo 6, estarão as obras utilizadas como referencias bibliográficas para a elaboração da presente pesquisa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta o histórico da *Lean manufacturing*, a evolução do *lean thinking* ao surgimento do *lean six sigma*, a metodologia DMAIC e as ferramentas do *lean six sigma*, tais como os benefícios da aplicação das mesmas.

2.1 HISTÓRICO DA *LEAN MANUFACTURING* OU PRODUÇÃO ENXUTA

A evolução dos sistemas de produção está intimamente ligada à história da Toyota Motor Company (TMC) que tem suas raízes em torno de 1918, quando Sakichi Toyoda, que realizou uma patente para um tear automático que revolucionou a indústria de tecelagem. Depois de vender as patentes em 1929, a empresa reinventou-se na indústria automóvel que, na época, foi dominada no Japão pelas subsidiárias locais da Ford e da General Motors (GM).

A produção de caminhões e carros começou em 1935 e, em 1937 a TMC foi formalmente constituída. Na década de 50, toda a indústria automobilística japonesa estava produzindo uma produção anual equivalente a três dias de produção de automóveis dos Estados Unidos, deste modo, Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, dois engenheiros da TMC, foram enviados para os EUA, a uma visita a Ford Motor, para estudar métodos de fabricação. Assim, Taiichi Ohno argumentou que os sistemas de produção ocidentais apresentavam duas grandes falhas: produção de componentes em grandes lotes que resultam em grandes estoques e os métodos focavam em uma grande produção ao invés das preferências dos clientes.

Consequentemente, eles concluíram que copiar ou melhorar o sistema Ford de produção seria inviável no Japão, devido a sua economia estar prejudicada após a Segunda Guerra Mundial, com baixa produtividade e carência de recursos. Portanto, seria necessária a criação de um novo sistema de produção que proporcionasse a eliminação de desperdícios na produção, surgindo o Sistema Toyota de Produção (TPS – Toyota Production System).

Conforme Hines, Holweg e Rich (2004) e Womack et al. (1990), a TPS permitiu a Toyota, ao longo das décadas de 50 à 80, um diferencial competitivo, tornando seus carros superiores em quesitos quanto à qualidade e custo em comparação aos carros americanos

O termo *Lean* foi primeiramente utilizado no livro “A Máquina que Mudou o Mundo” (*The Machine that Changed the World*), de Womack, Jones e Roos, publicado nos EUA em 1990, onde foi apresentado um estudo aprofundado na indústria automobilística mundial, realizado pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em que era evidenciada a razão do sucesso das indústrias japonesas, as vantagens e desempenho do Sistema Toyota de Produção e a enorme mudança na produtividade, qualidade e desenvolvimento de produtos.

Womack et al (1990), trata que a *lean manufacturing* (*lean production* ou produção enxuta), engloba as vantagens do sistema de produção artesanal e de produção em massa, pois proporciona alta produtividade e flexibilidade, sem os custos elevados da produção artesanal e a rigidez excessiva da produção em massa.

Assim, a produção enxuta não é vista apenas como um sistema em que se utilizam ferramentas padrões, mas pelo contrário, é entendida como uma mentalidade, filosofia, metodologia ou modelo de produção. A *lean* exige uma grande participação e comprometimento da equipe de trabalho com a troca de papéis, na qual os gerentes e líderes devem tornar-se facilitadores e mentores para permitir que os colaboradores da linha de frente façam melhorias, engajando todo o pessoal na identificação e resolução de problemas voltada para uma atitude de melhoria contínua (WOMACK; JONES, 2004).

Após a publicação em 1990 do livro “*The machine that changed the world*”, Womack e Jones publicaram o livro “*Lean Thinking*”, em 1996, que buscou apresentar a possibilidade de expandir a filosofia *lean* para a indústria de serviços.

2.2 LEAN THINKING

Entende-se *Lean Thinking*, ou pensamento enxuto, como uma combinação de boas operações de gestão e uma eficaz gestão de pessoas que permite que uma organização implemente a melhoria de seus processos e, assim, aumente a sua eficiência e qualidade (LIKER, 2005; WOMACK et al., 1990; WOMACK; JONES, 2005).

A maioria das pesquisas sobre o pensamento enxuto foram conduzidas dentro do contexto da manufatura, o que, muitas vezes, presume que *lean* é somente aplicado para processos industriais de grande escala. Entretanto, Womack et. al. (1990, p.9) afirmou que

as ideias fundamentais da produção enxuta são universais, aplicadas em qualquer lugar e por qualquer indivíduo e que há evidências para mostrar que o *lean thinking* vêm sendo transferido da manufatura de veículos para muitas outras indústrias.

Womack e Jones , no livro “*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*” publicado em 1996, abordaram o conceito de enxuto a partir de uma perspectiva geral, estendendo a base do conceito de nível funcional para o nível de negócios. Ambos os autores ainda referem-se ao pensamento enxuto como um caminho para especificar valor, alinhar valor criando ações na melhor sequência, conduzir estas ações sem interrupções sempre que alguém solicitá-las, e executá-las mais e mais eficazmente.

Assim sendo, cinco princípios do pensamento enxuto foram introduzidos para direcionar os vários desafios que ocorrem dentro e entre unidades de negócios devido as diferentes culturas organizacionais e diferentes pensamentos em processos de gestão.

2.3 PRINCÍPIOS DO PENSAMENTO ENXUTO (*LEAN THINKING*)

Segundo o *Lean Institute* Brasil, o pensamento enxuto apresenta cinco princípios, sendo eles:

- Valor;
- Fluxo de valor;
- Fluxo contínuo;
- Produção puxada e,
- Perfeição.

Cada um deles é melhor explicado na Figura 1:

Figura 1 - Os cinco Princípios do *Lean Thinking*

Valor

A definição de valor é feita pelo cliente. Cabe à empresa atender os requisitos dos clientes e eliminar aquilo que não agrega valor e portanto é desperdício, a fim de obter lucros por meio da melhoria contínua, redução de custos e melhoria da qualidade.

Fluxo de Valor

Os processos devem ser definidos em: Agregam valor; Não agregam valor mas são necessários e os que não agregam valor e podem ser eliminados. Este princípio permite a redução de custos de máquinas, energia, tempo, etc.

Fluxo Contínuo

Deve-se buscar a produção sem interrupções, de modo a reduzir perdas por tempo de concepção de produtos, de processamento de pedidos e estoques. O cliente demanda fidelidade e, portanto, a empresa precisa atender sua necessidade rapidamente.

Produção Puxada

Este princípio significa produzir de acordo com o desejo do cliente, que puxa o processo e resulta na redução de estoques. Garante um fluxo contínuo e processos conectados.

Perfeição

Este princípio prega a melhoria contínua de pessoas, processos, produtos etc., de todos os envolvidos no fluxo de valor, com objetivo de possibilitar uma troca de conhecimentos entre a equipe a fim de melhorar o produto continuamente e obter a satisfação do cliente.

Fonte: Adaptado de *Lean Institute Brasil* (2013)

2.4 *Six Sigma*

Pyzdek (2003) define Seis Sigma como uma implementação rigorosa, focada e altamente eficaz de princípios e técnicas da qualidade, que objetiva o desempenho organizacional livre de erros. Sigma é uma letra do alfabeto grego usada por estatísticos para medir a variabilidade de um processo, ao passo que o desempenho de uma empresa é medida pelo nível sigma de seus processos de negócio. Tradicionalmente, as empresas aceitavam três ou quatro níveis de desempenho sigma como a norma, apesar do fato de que esses processos criaram entre 6.200 e 67.000 problemas por milhão de oportunidades. O padrão *Six Sigma* de 3,4 problemas por milhão de oportunidades é uma resposta às crescentes expectativas dos clientes e à crescente complexidade dos produtos e processos modernos.

Pande, Neuman e Cavanagh (2000) abordam a metodologia Seis Sigma como um sistema compreensivo e flexível para alcançar, manter e maximizar o sucesso nos negócios, pois é exclusivamente impulsionado pela compreensão profunda das necessidades dos clientes, uso disciplinado de fatos, dados e análise estatísticas e atenção para gerenciar, melhorar e reinventar processos de negócios.

Já Werkema (2002) conceitua Seis Sigma como “uma estratégia gerencial disciplinada e altamente quantitativa, que tem como objetivo aumentar drasticamente a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos e do aumento da satisfação de seus clientes”.

Assim, entende-se que o objetivo essencial do *Six Sigma* é eliminar defeitos e desperdícios, através da melhoria de qualidade e eficiência, simplificando e otimizando todos os processos do negócio, desde suporte aos clientes até gerenciamento de prestação de serviços.

Cabe ressaltar que um dos métodos mais populares de metodologia para a melhoria de processos foi introduzido por W. Edwards Deming, conhecido como Ciclo PDCA (Planejar, Executar, Verificar e Agir). A partir deste método, desenvolveu-se inicialmente na Motorola uma evolução do ciclo PDCA, o modelo Maic (Medir, Analisar, Melhorar e Controlar), sendo posteriormente adotado pela GE como DMAIC, adicionando a etapa Definir.

Os projetos *Six Sigma* utilizam do modelo DMAIC para a solução de problemas, pois os projetos que o utilizam como ferramenta, melhoram a eficiência dos seus processos, produtos e serviços em qualquer fase do projeto (KOZIOLEK, 2008; BREYFOGLE, 2003). Portanto, a adoção do DMAIC passou a ser a base fundamental para o sucesso que estas empresas alcançaram, incentivando a outras empresas a utilizarem-no (ECKES, 2001; HARRY et al, 1998; PANDE et al., 1998).

2.5 Comparando *Six Sigma* e *Lean*

O pensamento enxuto foi divulgado como um novo método de mudança e melhoria organizacional, particularmente como um mecanismo de redução de custos (ACHANGA et al., 2006; BICHENO, 2004).

A ênfase principal de *Lean* é em cortar etapas desnecessárias e desperdiçadas em um processo de modo que somente são tomadas as etapas que diretamente agregam o valor ao cliente. Qualquer parte da produção que não agrega valor é simplesmente removida da equação, deixando um processo altamente racionalizado e rentável no lugar que fluirá suave e eficientemente (GUPTA, 2015).

Da mesma forma, o Seis Sigma tem sido promovido como um novo método de mudança organizacional e melhoria (HOERL et al., 2004; ARNHEITER e MALEYEFF, 2005). Como escreve Spector (2006, p.42), "*Lean* e *Six Sigma* são duas das técnicas de melhoria de negócios mais eficazes disponíveis atualmente".

A finalidade do Seis Sigma é reduzir o custo reduzindo a variabilidade nos processos que conduzem a diminuição de defeitos. *Six sigma* é um método para melhorar a capacidade do processo e melhorar a taxa de processamento (NAVE, 2002). O Seis Sigma também é saudado como um método para reduzir o desperdício, aumentar a satisfação do cliente e melhorar os resultados financeiros (REVERE; BLACK, 2003).

Essencialmente, os sistemas *Six Sigma* e *Lean* têm o mesmo objetivo. Ambos procuram eliminar o desperdício e criar o sistema mais eficiente possível, mas adotam diferentes abordagens para alcançar esse objetivo. Em termos mais simples, a principal diferença entre *Lean* e *Six Sigma* é que eles identificam a causa raiz de resíduos de forma diferente.

Gupta (2015) trata que os praticantes do *lean thinking* acreditam que o desperdício vem de atividades que não agregam valor para o cliente, enquanto os do Seis Sigma afirmam que os desperdícios resultam da variação dentro do processo.

Tais diferenças explicam o motivo pelo qual as metodologias *Lean* e *Six Sigma* têm tido êxito em melhorar o desempenho geral do negócio em uma variedade de setores, tendo esforços para promover o *Lean Six Sigma*, pois estas duas disciplinas tem provado ser especialmente bem sucedida quando se trabalha em conjunto (ARNHEITER;MALEYEFF, 2005; BRETT; QUEEN, 2005, CALDWELL et al., 2005, GEORGE et al., 2005; GUPTA, 2015).

2.6 *Lean Six Sigma*

Como citado anteriormente, a filosofia *lean* foca na redução de desperdícios, enquanto o Six Sigma atua para a redução de variação no processo. A integração de ambas as filosofias originou a filosofia *Lean Six Sigma*.

De acordo com a *American Society for Quality*, *Lean Six Sigma* é uma filosofia de melhoria de processos baseada em fatos e dados que valoriza a prevenção de defeitos através da detecção de não conformidades. Esta filosofia gera a satisfação do cliente e resultados financeiros ao reduzir a variação, o desperdício e o tempo de ciclo, promovendo o uso da padronização e fluxo de trabalho, criando assim uma vantagem competitiva. Aplica-se em qualquer lugar onde existem variação e desperdícios, e cada funcionário deve estar envolvido.

Enquanto a filosofia *lean* atinge seus objetivos através do uso de ferramentas menos técnicas como *kaizen*, organização do local do trabalho e gerenciamento visual, o *Six Sigma* tende a usar a análise estatística de dados, projetos experimentais e testes de hipóteses (KUBIAK; BENBOW, 2009). Desta forma a junção das ferramentas destas filosofias pode ser utilizada para promover a melhoria de qualidade de uma maneira estratégica e sistemática.

Segundo Liker (2005) para o alcance dos objetivos básicos propostos pela Filosofia *Lean*, são necessárias algumas ferramentas e conceitos básicos que auxiliam as organizações a colocarem em prática os conceitos enxutos, sendo que para cada um destes

conceitos e ferramentas há uma finalidade diferenciada e que devem ser aplicados em conjunto para viabilizar a redução de desperdícios.

As ferramentas *Lean Six Sigma* estão incluídas no roteiro de execução do projeto de melhoria através da utilização do modelo DMAIC (Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar). A execução deste roteiro visa à criação de processos robustos que permitem que as empresas atinjam padrões altos e controlados (QUALITY MAGAZINE, 2015).

Em outras palavras, a filosofia *Lean Six Sigma* é composta pela adoção do método DMAIC, seguindo cada uma das suas fases para a compreensão melhor dos problemas, quantificando possíveis defeitos e suas causas, utilizando ferramentas e princípios do pensamento enxuto em cada uma de suas fases a fim de promover a redução de desperdícios do processo.

Sendo assim, a seguir será explicado sobre a metodologia DMAIC e quais ferramentas são adotadas dentro de cada fase desta metodologia para melhoria de processos.

2.7 DMAIC – CONCEITO E SUAS FASES

Borror (2008) define DMAIC como uma estratégia de qualidade baseada em dados para a melhoria de processos. É uma parte integrante de uma iniciativa Seis Sigma, mas em geral pode ser implementado como um procedimento autônomo de melhoria de qualidade ou como parte de outras iniciativas de melhoria de processos, como ocorre com a aplicação do *lean thinking* (pensamento enxuto).

Werkema (2002) trata que o modelo DMAIC é um método sistemático que se baseia em dados e utiliza ferramentas estatísticas para se atingirem os resultados estratégicos almejados pela empresa.

Percebe-se que o método DMAIC tem como meta a melhoria de um processo existente na empresa, sendo efetivo para a melhoria da qualidade em qualquer setor, tendo como consequência o aumento de produtividade, eliminação de desperdícios, redução de custos, melhoria de processos administrativos, entre outros.

Adotando a filosofia *Lean six sigma*, o modelo DMAIC engloba dentro de cada uma das suas fases além de conceitos, princípios e ferramentas do *lean thinking*, a análise

estatística de dados utilizando ferramentas e princípios do Seis Sigma.

Desta forma, em sua edição do livro “*The Certified Quality Engineer Handbook*”, Borrer (2008) trata sobre as 5 (cinco) fases que compõe o acrônimo DMAIC, sendo elas:

- *Define* – Fase de Definição : define o problema, a atividade de melhoria, a oportunidade de melhoria, os objetivos do projeto e os requisitos do cliente (interno e externo).
- *Measure* – Fase de Medição: analisa quantitativamente os dados de desempenho do processo para definir onde está o problema.
- *Analyze* – Fase de Análise: analisa o processo com fatos e dados para determinar as causas raiz da variação, do mau desempenho, defeitos, etc.
- *Improve* – Fase de Melhoria: propõe soluções para a melhoria do desempenho do processo através da abordagem e eliminação das causas raiz.
- *Control* – Fase de Controle: controla o processo otimizado e o seu desempenho futuro.

2.8 FERRAMENTAS DO *LEAN SIX SIGMA* – FASE DE DEFINIÇÃO

Na fase de Definição do modelo DMAIC associado ao *Lean six sigma* há diversas ferramentas que podem ser aplicadas, sendo elas: Mapa de Raciocínio, Voz do Cliente, *benchmarking*, Matriz de Escopo, SIPOC e o Contrato do Projeto (Project Charter).

Para fins da presente pesquisa, serão explicadas apenas as ferramentas utilizadas durante o projeto *lean six sigma* aplicado na empresa.

2.8.1 Mapa de Raciocínio

Werkema (1995) define o Mapa de Raciocínio como um documento dinâmico que registra a forma de raciocínio durante a execução de um trabalho ou projeto.

O mapa de raciocínio deve conter:

- A meta inicial do projeto (objetivo inicial);
- As principais questões às quais a equipe precisou responder durante o desenvolvimento do projeto, como: as causas do problema e quais são as ações de melhoria;
- As ferramentas qualitativas e quantitativas utilizadas para analisar os dados do projeto.

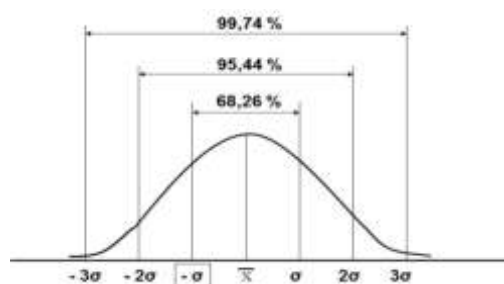
2.9 FERRAMENTAS DO *LEAN SIX SIGMA* – FASE DE MEDIÇÃO

Na fase de Medição há dois tipos de ferramentas: qualitativas e quantitativas. Como ferramentas qualitativas, tem-se: mapa de processo, espinha de peixe (Diagrama de Ishikawa), Matriz Causa e Efeito e Matriz Esforço x Impacto. Já como ferramentas quantitativas tem-se os gráficos básicos: gráfico de séries temporais, histograma, boxplot, diagrama de Pareto, gráfico sequencial e análise de capacidade..

Quando se deseja analisar ou descrever uma variável quantitativa, o primeiro passo é avaliar se a mesma provém de uma população que apresenta uma distribuição normal. Esta distribuição representa o comportamento de diversos processos nas empresas, considerando, a probabilidade de ocorrência de um fenômeno, a área sob a curva representa 100%, significando que a probabilidade de uma observação assumir um valor entre dois pontos quaisquer é igual a área compreendida entre esses dois pontos. (GHASEMI; ZAHEDIAS, 2012).

A distribuição normal apresenta-se em formato de sino, simétrica em relação a sua media, como no Gráfico 1 a seguir:

Gráfico 1 - Distribuição Normal



Fonte: FREEDMAN, PISANI e PURVES (2007).

A verificação da normalidade é feita por meio do Gráfico de Probabilidade Normal e do teste estatístico de Normalidade. No presente trabalho será utilizado o teste de normalidade Anderson-Darling cuja regra de decisão é: se p-valor for maior ou igual que o nível de significância escolhido (normalmente 0,05) então os dados apresentam uma distribuição normal (ANDERSON; DARLING, 1954.)

Após a verificação de normalidade dos dados, a próxima etapa é a elaboração de gráficos básicos, para identificar padrões de comportamentos dos dados que mostram oportunidades de melhorias (BERENSON; LEVINE, 1999). Estes gráficos podem ser úteis para:

- Identificar a acuracidade dos dados coletados;
- Identificar tendências atípicas e pontos extremos;
- Identificar periodicidades ou sazonalidades;
- Identificar a necessidade da utilização de ferramentas e recursos mais avançados para analisar a causa raiz.

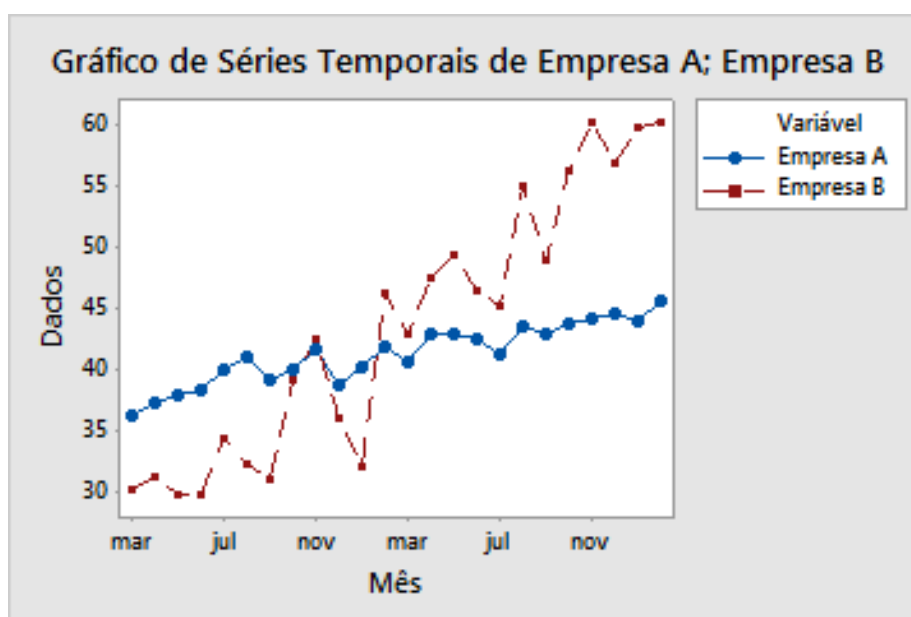
2.9.1 Gráfico de Séries Temporais

O gráfico de séries temporais relaciona duas variáveis em dois eixos, X e Y, sendo que a variável X é o tempo ou sequência de acontecimentos.

De acordo com Shumway e Stoffer (2005), este gráfico é importante para a identificação de padrões não aleatórios na série temporal, através da análise do comportamento da variável ao decorrer do tempo, pois através deste, pode-se notar tendências, sazonalidades e, quando existe mais de uma série no mesmo gráfico, compará-las. Ademais, este gráfico permite fazer previsões sobre o futuro, orientando a tomada de decisões.

A seguir tem-se um exemplo de Gráfico de Séries Temporais (Gráfico 2), aplicado para analisar a quantidade de clientes fidelizados de duas empresas ao longo de dois anos.

Gráfico 2 – Exemplo de Gráfico de Séries Temporais



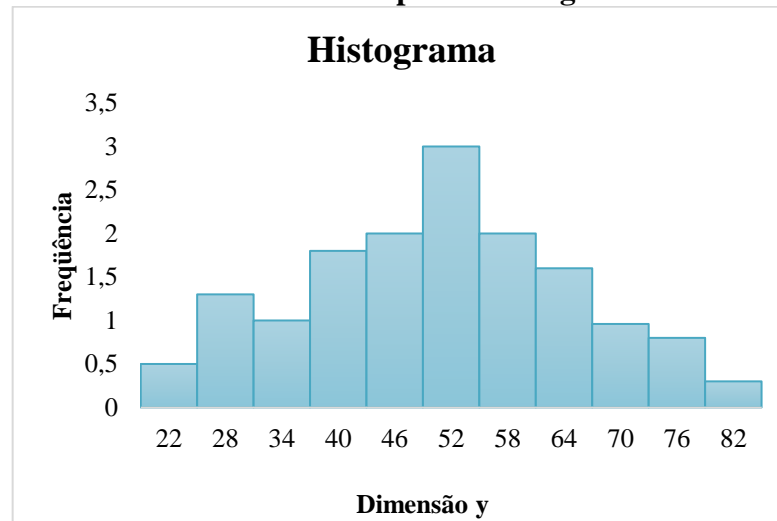
Fonte: adaptado de Minitab Library (1994)

Através do gráfico acima se percebe que a empresa A apresenta um crescimento lento de quantidade de clientes, sendo praticamente estável, enquanto que a empresa B iniciou com poucos clientes, porém superou e ultrapassou a quantidade de clientes fidelizados da Empresa A no segundo ano. Então, conclui-se que a Empresa B teve maiores flutuações de clientes mensalmente, do que a empresa A.

2.9.2 Histograma

Rotandaro et al (2008) define histograma como uma forma de descrição gráfica de dados quantitativos, agrupados em classes de frequência, que permite verificar a forma da distribuição, o valor central e a dispersão dos dados.

O fundamento da utilização do histograma é obter conhecimento em relação ao problema analisado. Este conhecimento é adquirido através de informações básicas determinadas pelo histograma, como centralização, dispersão e a forma de distribuição dos dados, que servem como uma guia para a melhoria do sistema analisado (SILVEIRA, 2016). Um exemplo de histograma está disponível no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Exemplo de Histograma

Fonte: adaptado de Rotandaro et. al. (2008).

2.9.3 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa, de acordo com Werkema (1995), é uma ferramenta cuja aplicação possibilita identificar a relação existente entre o resultado de um processo e as possíveis causas desse processo que podem de alguma maneira afetar o resultado final. Ishikawa (1993) afirma que é uma ferramenta eficaz para especificar as diversas causas possíveis de um determinado problema.

Conforme a Figura 2, este diagrama permite partir de um determinado efeito, e buscar as possíveis causas para a ocorrência do mesmo, viabilizando a estratificação do problema para então poder-se atacar as causas raízes do mesmo e solucioná-lo.

Campos (1999) trata que as diversas causas encontradas podem ser divididas em categorias ou famílias de causas, sendo elas: máquinas, meio-ambiente, medidas, métodos e mão-de-obra, sendo por tais motivos também conhecido com diagrama dos 6 (seis) M.

Figura 2 – Estrutura do Diagrama de Ishikawa

Fonte: Campos, 1999.

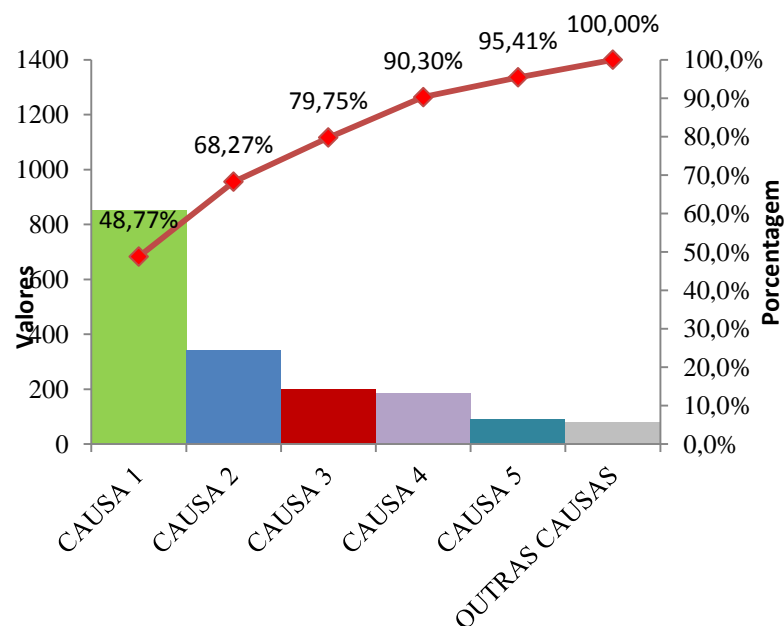
2.9.4 Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto trata-se de um gráfico de barras verticais que dispõe a informação de forma a tornar evidente e visual a priorização de temas. Esta disposição das informações também possibilita estabelecer metas numéricas viáveis de serem alcançadas (WERKEMA,1995).

Braz (2008) aborda que o diagrama de Pareto possibilita a identificação de quais pontos devem ser priorizados e concentrados esforços de melhoria para obter os maiores ganhos, sendo que na horizontal são apresentadas as diversas classes de problemas ou de causas que se deseja comparar; na vertical tem-se a frequência de ocorrência de cada classe de problema, dispostas em ordem decrescente e por fim tem-se uma curva que representa a porcentagem acumulada das ocorrências com os valores indicados em um segundo eixo vertical disposto à direita das colunas.

Um exemplo do diagrama de Pareto consta no Gráfico 4, o qual mostra que as causas 1, 2 e 3 representam 79,75% dos valores analisados, sendo portanto estas as que devem ser priorizadas para a análise do problema.

Gráfico 4 – Exemplo de Diagrama de Pareto



Fonte: adaptado de Rotondaro (2008).

2.10 FERRAMENTAS *LEAN SIX SIGMA* – FASE DE ANÁLISE

Na fase de Análise as ferramentas são: Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA), Diagrama de Dispersão, Regressão Linear, Testes de Hipóteses, Análise de Variância (ANOVA), Regressão Logística e Teste Qui-Quadrado.

2.10.1 Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos - FMEA

O FMEA (Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos) é uma ferramenta que tem como objetivo identificar, hierarquizar e prevenir as falhas em potencial de um produto ou processo, sendo uma ferramenta que auxilia no aumento de confiabilidade e facilita a rastreabilidade das ações necessárias para a diminuição de riscos (RODRIGUES, 2004).

De acordo com Werkema (1995), com a utilização do FMEA é possível:

- Identificar as potenciais falhas e deficiências de um produto ou processo;
- Quantificar a severidade do efeitos das falhas;
- Identificar as causas das falhas e deficiências e quantificar sua frequência;
- Prevenir e focar na eliminação dos problemas potenciais;
- Facilitar a documentação e rastreabilidade das ações.

No Quadro 1 consta um formulário básico do FMEA:

Quadro 1 – Formulário básico – FMEA.

Função do Processo	Modo de Falha potencial	Efeitos potenciais da falha	Índice de Severidade	Causas e mecanismos potenciais de falha	Índice de Ocorrência	Controles atuais do processo	Índice de Detecção	NPR	Ações recomendadas	Responsável e Prazo	Ações tomadas	Resultados das ações tomadas			
												IS	IO	ID	NPR

Fonte: adaptado de Rotondaro (2008).

2.11 FERRAMENTAS DO *LEAN SIX SIGMA* – FASE DE MELHORIA

Já na fase de Melhoria as ferramentas são: Diagrama de Árvore, Matriz de Priorização de Soluções, Plano de Ação 5W2H, 5S, *Just in time* e *Kaizen*.

2.11.1 5S

5S é uma sigla para cinco palavras japonesas: Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, e Shitsuk, cujas traduções em português estão no Quadro 2 a seguir:

Quadro 2 – Significado dos 5S em Português

Termo em Japonês	Tradução em Português
Seiri	Senso de Descarte
Seiton	Senso de Organização
Seisou	Senso de Limpeza
Seiketsu	Senso de Padronização
Shitsuke	Senso de Autodisciplina

Fonte: Elaborado pela autora.

A filosofia 5S refere-se amplamente à manutenção de limpeza, sendo um conjunto de práticas para otimizar a organização do ambiente de trabalho, criar disciplina e aumentar a produtividade (GAPP et al, 2008; HIRANO, 1996; HIRANO, 2009 e HO; CICMIL; FUNG, 1995).

O método de gestão 5S é reconhecido como aquele que maximiza níveis de valor agregado através da remoção de todos os fatores que não geram valor (WOMACK; JONES; ROOS, 1990). Este método evoluiu em indústrias no Japão, e foi introduzido no setor de manufatura no Ocidente na década de 80 (HIRANO, 1996).

2.11.2 *Kaizen*

Kaizen é uma palavra japonesa globalmente aceita como termo para Melhoria Contínua e representa uma abordagem focada em resolução de problemas gradual, ordenada

e contínua “mudança para o melhor” em alguns ou todos os elementos de um processo. Quando é aplicada ao local de trabalho, *Kaizen* refere-se as atividades que envolvam todos os funcionários e que melhora continuamente todas as funções e processos através da eliminação de desperdícios (KAIZEN INSTITUTE BRASIL, 2016).

Em vista disso, eventos *Kaizen* devem ser planejados, executados e avaliados em reuniões regulares usando atividades de trabalho em equipe bem estruturadas.

Há vários fatores que asseguram resultados mensuráveis na aplicação de *Kaizen* como: facilidade de treinamento e de introdução, motivação da equipe, foco na redução de custos e em melhorias de baixo risco, envolvimento de todos os colaboradores no processo de proposição de melhorias e implementação, análise da implementação da melhoria e testes com os criadores das ideias de melhorias, respeitando todas as ideias não importando o tamanho e o impacto das mesmas (GRABAN, 2012).

2.11.3 Gestão Visual

Vindo do fato que seres humanos são seres intensamente visuais e que a maioria das informações que recebem e aceitam do ambiente vem através do sentido de ver, a metodologia *Lean* colocou importância significativa sobre a implementação de ferramentas de gestão visuais e técnicas como um caminho para estabelecer uma visão sistêmica do ambiente de trabalho.

Segundo Galsworth (2013), o objetivo da gestão visual é criar um ambiente de trabalho que seja autoexplicativo, auto-ordenado, autorregulado e auto corrigido/melhorado onde o que deve acontecer, acontece no tempo exato, todas as vezes devido as soluções visuais. Ainda, Bertani (2012) define que a gestão visual deve expor visualmente as ferramentas, peças, atividades de produção e indicadores de desempenho do sistema de produção, para permitir que a situação real possa ser entendida rapidamente por todos os envolvidos.

Desta forma, entende-se que a Gestão Visual é um conjunto de várias ferramentas visuais (sinais, cores, marcações, quadros informativos, luzes, etc.) para organizar uma área, monitorar o trabalho, aparelhos e equipamentos em uso.

2.12 FERRAMENTAS DO *LEAN SIX SIGMA* – FASE DE CONTROLE

Por fim, na fase de Controle, as ferramentas são: cartas de controle, OCAP, Procedimento Operacional Padrão e Poka Yoke.

2.12.1 Cartas de Controle

Cartas de controle é um conjunto de amostras ordenadas no tempo que são interpretados, em função de linhas horizontais, denominadas de LSC (Limite Superior de Controle) e LIC (limite inferior de controle) (ROTONDARO, 2008).

Estas ferramentas são elaboradas para dados com distribuição normal ou aproximadamente normal e auxilia no monitoramento da variabilidade e na avaliação da estabilidade do processo, de modo a identificar a atuação de causas comuns e causas especiais no processo (WERKEMA, 2006).

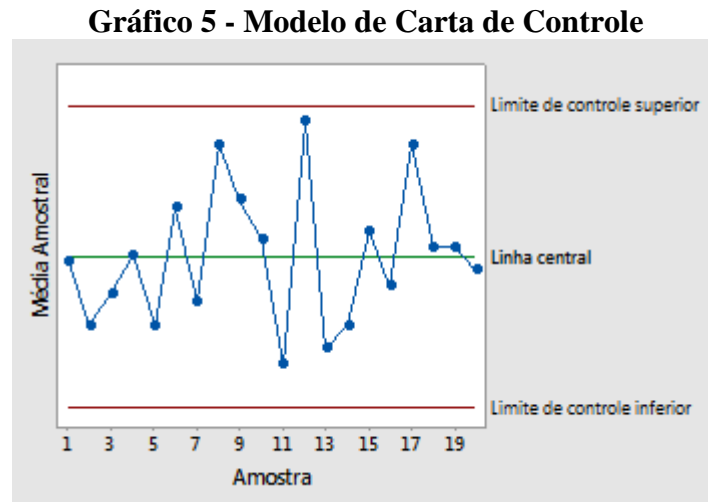
Montgomery (2004) aborda que as causas comuns são as diversas fontes (causas) de variação que atuam de forma aleatória no processo, gerando uma variabilidade inerente do processo. Já as causas especiais são causas que não são pequenas e não seguem um padrão aleatório (erros de set up, problemas nos equipamentos ou nas ferramentas, um lote de matéria prima com características muito diferentes etc.) e por isso também são chamadas de causas assinaláveis.

Werkema (1995) aborda que as causas especiais podem ser identificadas se na carta de controle obter:

- Pontos fora dos limites de controle;
- Periodicidade (a curva traçada apresenta repetidamente uma tendência para cima e para baixo em intervalos de tempos de amplitude similares);
- Sequência de sete ou mais pontos consecutivos em apenas um dos lados da linha média;
- Tendência de sete ou mais pontos consecutivos com um movimento contínuo ascendente ou descendente;

- Aproximação dos limites de controle.

No Gráfico 5 é apresentado um modelo de carta de controle, demonstrando as linhas do limite de controle superior (LSC) e os limites de controle inferior (LIC):



Fonte: Minitab Library

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta quais métodos foram utilizados para o desenvolvimento deste trabalho.

3.1 PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

A pesquisa bibliográfica é uma etapa fundamental que influenciará todas as etapas da pesquisa, pois fornece o embasamento teórico que o trabalho irá se basear. Esta etapa consiste no levantamento, seleção, fichamento e arquivamento de informações relacionadas à pesquisa (AMARAL, 2007).

Deste modo, os principais objetivos da pesquisa bibliográfica realizada foram:

- Fazer um breve histórico sobre *Lean manufacturing*, *Lean Thinking*, *Six Sigma* e *Lean Six Sigma*.
- Atualizar-se sobre o tema;
- Encontrar respostas ao problema formulado;
- Levantar possíveis desafios e contradições sobre o tema;
- Evitar repetição de trabalhos já realizados.

Assim, realizou-se um levantamento nas seguintes plataformas: Portal de periódicos nacionais Capes, *Web of Science*, Scopus e Scielo, com as seguintes palavras-chave: *lean*, *lean thinking*, *six sigma*, *lean six sigma* e *lean six sigma tools*.

3.2 NATUREZA DA PESQUISA

Esta pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos para serem aplicados na prática e sua principal característica é entender, explicar e solucionar problemas por meio de teorias já existentes.

3.3 ABORDAGEM DA PESQUISA

A presente pesquisa possui uma abordagem qualitativa e quantitativa. É considerada qualitativa pois por se tratar de uma pesquisa aplicada, para a elaboração de algumas ferramentas como *Ishikawa* e FMEA foi necessária a perspectiva dos envolvidos no processo.

Já em relação aos dados apresentados nos resultados, considera-se de abordagem quantitativa, pois foi utilizada análise estatística para demonstração e comprovação dos resultados.

Duffy (1987, apud Neves, 1996) indica que há benefícios no emprego conjunto dos métodos qualitativos e quantitativos, pois permite compreender o ponto de vista dos envolvidos dos agentes envolvidos durante o fenômeno em estudo (método qualitativo) e permite controlar e identificar variáveis específicas com uma visão global do fenômeno.

3.4 PESQUISA-AÇÃO

Para a realização deste estudo será utilizada a abordagem metodológica de pesquisa-ação pois a pesquisadora irá participar de modo cooperativo e participativo nas etapas do estudo para desenvolver as soluções propostas para o problema levantado.

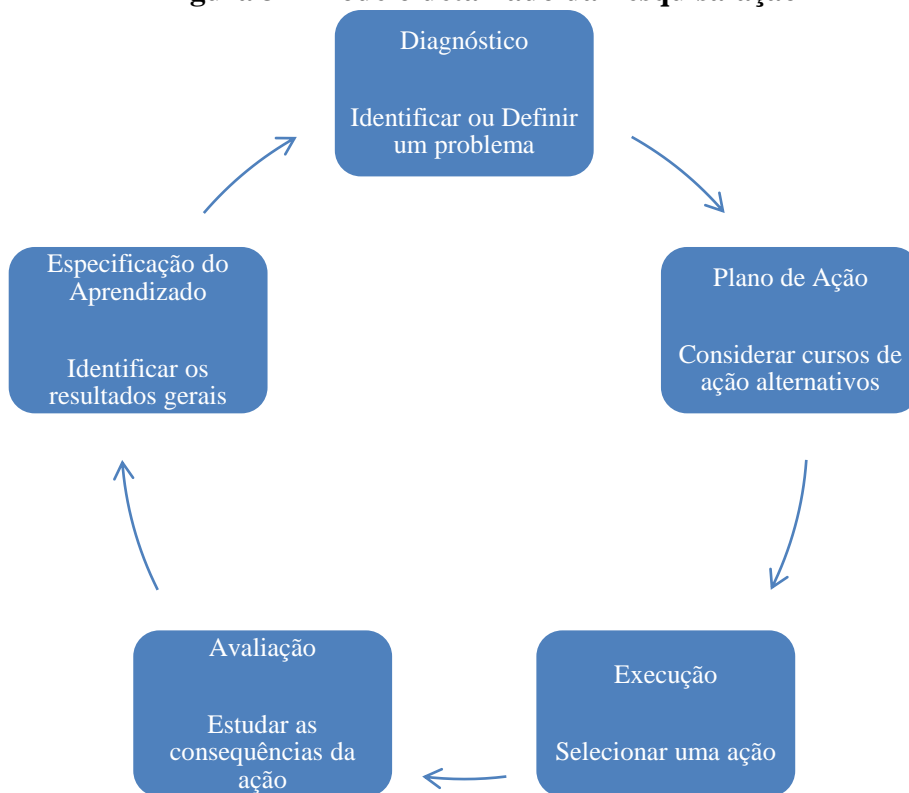
De acordo com Silva e Menezes (2005), esta pesquisa permite um desenvolvimento profissional de “dentro para fora”, pois leva em consideração os aspectos sociais das pessoas envolvidas na prática e envolve-as no problema de pesquisa.

Logo, esta pesquisa será exploratória, pois o seu objetivo é buscar uma forma de melhorar o entendimento sobre a utilização das ferramentas do *lean six sigma* em uma empresa de materiais de acabamentos.

Gerald Susman (1983) apresentou 5 fases para conduzir a pesquisa-ação. Inicialmente um problema é identificado e dados são coletados para um diagnóstico mais detalhado. Em seguida, faz-se um levantamento de todas as soluções possíveis, a partir das quais um único plano de ação é elaborado e implementado. Após a intervenção são coletados os dados obtidos através dos resultados da ação e são analisados, e assim, os

resultados são interpretados para saber o quanto a ação foi bem sucedida. Nesta etapa, o problema é reavaliado e o processo inicia-se desde o início do ciclo, e sucede-se até que o problema seja resolvido. O ciclo é demonstrado na Figura 3 a seguir:

Figura 3 – Modelo detalhado da Pesquisa-ação



Fonte: adaptado de Suman (1983)

Assim, a presente pesquisa irá realizar estas etapas do seguinte modo:

- **Diagnóstico**: O problema levantado trata-se de responder a seguinte pergunta: “Quais princípios e ferramentas do *Lean Six Sigma* podem ser aplicados para a redução dos custos e volume de estoque no setor comercial? A adoção do pensamento enxuto no setor comercial é eficaz assim como é na manufatura?”.
- **Plano de ação**: Para busca das respostas ao questionamento levantado, foi adotado o método DMAIC – *SIX SIGMA*, constituinte das seguintes fases:
 1. Fase de Definição (*DEFINE*): nesta fase o intuito foi definir o problema do projeto de modo a avaliar os dados históricos e definir o processo onde este ocorre. A principal etapa desta fase é definir qual é o problema a ser solucionado, sendo que após a identificação do problema e análise do seu comportamento ao

longo do tempo, definiu-se a meta do projeto *Lean Six Sigma* para a empresa em estudo;

2. Fase de Medição (*Measure*): o objetivo desta fase foi analisar o processo e o fenômeno do problema, de modo a conhecer o estado atual do processo, analisar os dados históricos quantitativamente e principalmente levantar as causas potenciais do problema, classificá-las e priorizá-las.
 3. Fase de Análise (*Analyze*): esta fase visou a identificação das causas raízes do problema com fatos e dados, para analisar quais principais causas devem ser atacadas.
 4. Fase de Melhoria (*Improve*): para a causa raiz estudada e comprovada na fase de análise foi identificada a solução adequada que será implantada para a melhoria do problema em estudo, desta forma nesta fase ocorreu à proposição, priorização e execução das soluções do problema. Além disso, iniciou-se a verificação do impacto e os resultados obtidos com as melhorias implementadas.
 5. Fase de Controle (*Control*): nesta fase monitorou-se os resultados alcançados após as melhorias definidas na fase anterior, estabelecendo controles que garantam a melhoria contínua do processo.
- Execução: nesta etapa foi realizada a aplicação de algumas ferramentas do *Lean Six Sigma* em cada uma das fases do DMAIC na empresa em estudo, sendo estas aplicadas pela autora da presente pesquisa em conjunto com os colaboradores da empresa e da alta direção. Cabe ressaltar que os gráficos e ferramentas utilizadas foram elaborados com a utilização do software estatístico MINITAB e do Microsoft Excel.
 - a. Fase de Definição: a ferramenta selecionada foi o mapa de raciocínio, pois este serviu como um guia inicial para o projeto, auxiliando na definição do problema e na avaliação dos dados históricos. O problema foi definido através de um brainstorming com a equipe da alta direção e os dados históricos foram coletados através do software ERP da empresa.
 - b. Fase de Medição: utilizou-se o gráfico de distribuição normal para testar a normalidade dos dados, após isto se aplicou o histograma, diagrama de Ishikawa para identificação das possíveis causas para o problema e gráfico de Pareto para

priorização das causas.

- c. Fase de Análise: foi utilizado o FMEA (Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos) para identificar, hierarquizar e prevenir as falhas em potencial do processo;
 - d. Fase de Melhoria: nesta fase ocorreu a aplicação da metodologia 5S e gestão visual para solucionar o problema em estudo. O 5S foi aplicado com o envolvimento da equipe de vendas e da alta direção.
 - e. Fase de Controle: elaborou-se a carta de controle para comparar como os dados históricos se comportavam anteriormente a aplicação da filosofia *lean six sigma* na empresa, analisando se o processo estava sob controle estatístico ou se apresentava causas especiais, e elaborando uma nova carta de controle após a melhoria para avaliar os resultados da aplicação. Cabe ressaltar que a fase de controle não apresentará os dados completos do projeto, pois o mesmo tem a duração até o mês de maio de 2017 e portanto, trata-se de um projeto em andamento.
- Avaliação: será feita a análise dos dados obtidos através das aplicações das ferramentas do *Lean Six Sigma* durante as fases do método DMAIC anteriormente citadas, realizando uma análise quantitativa e qualitativa sobre os resultados da ação;
 - Especificação do aprendizado: levantamento dos resultados gerais obtidos com a pesquisa-ação;

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este capítulo apresenta a discussão e análise dos resultados obtidos com a aplicação do modelo DMAIC com a filosofia *Lean Six Sigma* na empresa em estudo, identificando o problema atual e suas causas raiz e realizando análises estatísticas para a proposição de melhorias para solucionar o problema.

4.1 CENÁRIO ATUAL DA EMPRESA

A empresa em estudo trata-se de uma empresa do ramo comercial, fundada em 1985, situada na cidade de Dourados, Mato Grosso do Sul, onde fornece materiais de acabamento para construções, estando dentro de seu portfólio: louças, metais (torneiras, misturadores, monocomando, engates), pisos, porcelanatos, cerâmicas, revestimentos, azulejos, pastilhas, banheiras, aquecedores solar, cubas, vasos (bacias), entre outros.

Seu público-alvo é toda a população de Dourados e da região da Grande Dourados, possuindo como missão “tornar-se a melhor e maior empresa de materiais de acabamento do estado”, sendo seus principais valores a realização de todas suas atividades com comprometimento, integridade, ética e disciplina.

4.2 ATUAIS DIFICULDADES DA EMPRESA EM ESTUDO

Atualmente a empresa apresenta dois desafios que geram descontentamento tanto nos clientes internos quanto nos externos:

1. O tempo de resposta ao consumidor final é muito alto, o que acarreta na desmotivação da equipe de vendas e um elevado índice de reclamação de clientes;
2. Há um elevado número de produtos em estoque, que estão a mais de um ano sem saída, resultando em recursos financeiros ociosos em forma de estoques, que poderiam ser investidos em novidades aos clientes

O levantamento do primeiro problema ocorreu através da observação direta da

autora da desmotivação e do índice de reclamação dos clientes internos (vendedores), no qual a principal queixa dos mesmos é a dificuldade em realizar o processo de venda no atual sistema ERP da empresa.

Já o segundo problema foi levantado através de um *brainstorming* realizado com a alta direção da empresa, que se compõe do diretor e dos gerentes (comercial e administrativo) da organização. Os mesmos se queixaram que há mais de um ano os custos das mercadorias em estoque não são reduzidos, o que influencia diretamente nos gastos e na receita da empresa.

Cabe ressaltar que antes do início da pesquisa-ação a empresa não tinha um processo de controle do estoque, portanto, a empresa sofria com as seguintes consequências:

- Excesso de produtos em estoque com pouca rotatividade;
- Falta de produtos com muita procura pelos clientes;
- Compras de produtos na hora e na quantidade errada.

A primeira consequência, o excesso de produtos de baixo giro no estoque, acarreta em altos custos de armazenagem de mercadorias que se tornam obsoletas devido ao lançamento de novas linhas de produto. No setor de varejo em estudo, é muito comum a cada ano uma linha de acabamentos (pisos, revestimentos, pastilhas, entre outros) serem descontinuados e surgirem novos produtos.

Desta maneira, junto com os lançamentos dos novos produtos, os consumidores também passam a demandar novidades, sendo que se a empresa tem um grande nível de estoque de produtos antigos pouco investimento em novos produtos será possível, devido ao grande custo de estoque parado, significando recursos financeiros estagnados. Isto torna o ambiente empresarial pouco competitivo, pois toda vez que o cliente procura por um lançamento e não encontra na empresa, ele o busca na concorrência, o que gera o risco de perdê-los.

Assim, percebeu-se que problema levantado a respeito do controle de estoque também impacta diretamente no processo de vendas da empresa, deste modo, junto com a equipe da alta direção definiu-se que o problema da pesquisa seria atacar primeiramente o alto custo e nível de estoque da empresa, pois também traria consequências positivas para a melhoria no processo de vendas.

Portanto, a aplicação do método DMAIC integrado com os conceitos da filosofia *Lean Six Sigma* na presente pesquisa, teve como foco a redução dos custos atuais de estoque.

4.3 MÉTODO DMAIC – FASE DE DEFINIÇÃO

A fase de definição do presente trabalho consiste na identificação e definição do problema, na avaliação do seu histórico, de modo a definir o escopo do projeto com precisão, identificando o processo gerador do problema e definindo uma meta global.

O principal objetivo desta fase é definir qual é o problema a ser solucionado. Para tanto, utilizou-se a ferramenta Mapa de Raciocínio.

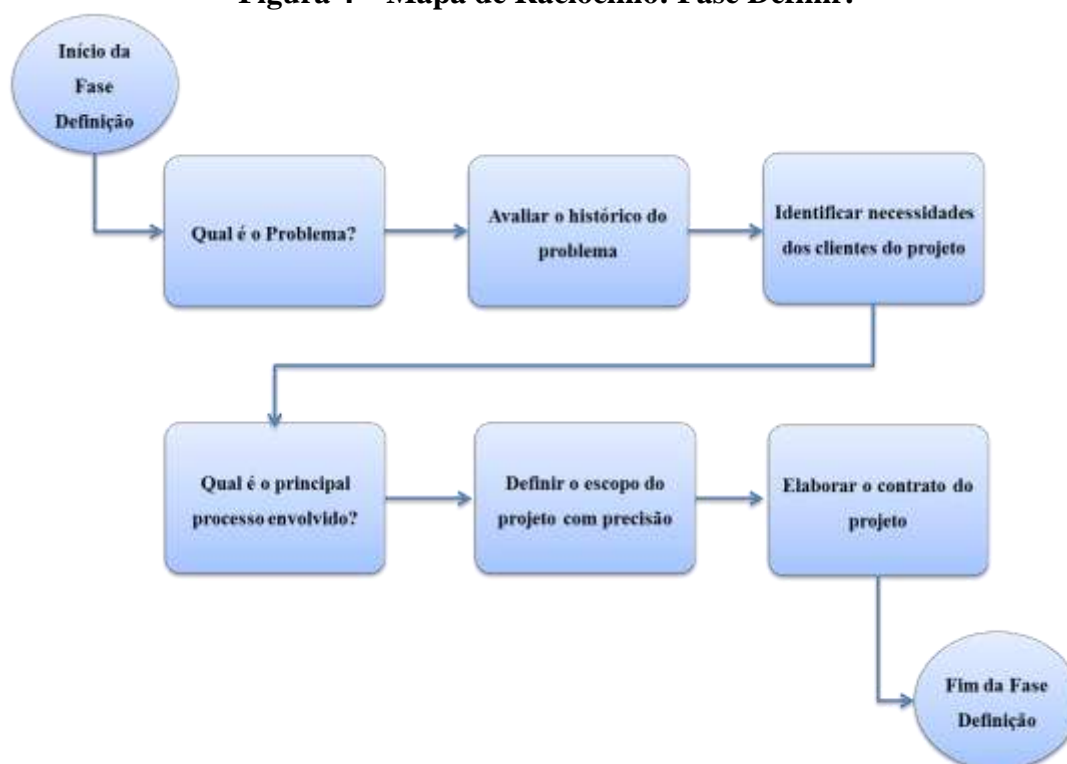
4.3.1 Mapa de Raciocínio

O mapa de raciocínio possui a finalidade de registrar a forma de raciocínio em cada etapa para a execução do projeto *Lean Six Sigma*, conseqüentemente, esta ferramenta torna possível documentar as informações do projeto.

Para tanto, foi elaborado um mapa de raciocínio (Figura 4) para identificar o problema atual da empresa em estudo, contendo os seguintes tópicos:

- Identificação do problema atual da empresa;
- Avaliação do histórico do problema;
- Identificação das necessidades dos clientes do projeto;
- Definição do principal processo envolvido;
- Definição do escopo do projeto;
- Elaboração do contrato do projeto.

Figura 4 – Mapa de Raciocínio: Fase Definir.



Fonte: Elaborado pela autora.

O mapa de raciocínio serviu como um guia para identificar as principais questões que devem ser respondidas durante o desenvolvimento do modelo DMAIC na empresa de materiais de acabamento em estudo. Assim, a seguir têm-se as principais perguntas e as respostas para realização da Etapa Define.

Quadro 3 – Identificação do Problema

Define.1 – Qual é o problema?

A empresa vem enfrentando elevados custos e volume de produtos em estoque nos últimos anos, sendo que a empresa nunca teve um controle de estoque, e hoje apresenta um excesso de mercadorias estagnadas que representa elevados custo de estocagem. Reclamações por parte da alta direção e gerência são cada vez mais frequentes pois isto impacta diretamente na receita da empresa e na falta de recursos financeiros para investir em novidades aos clientes.

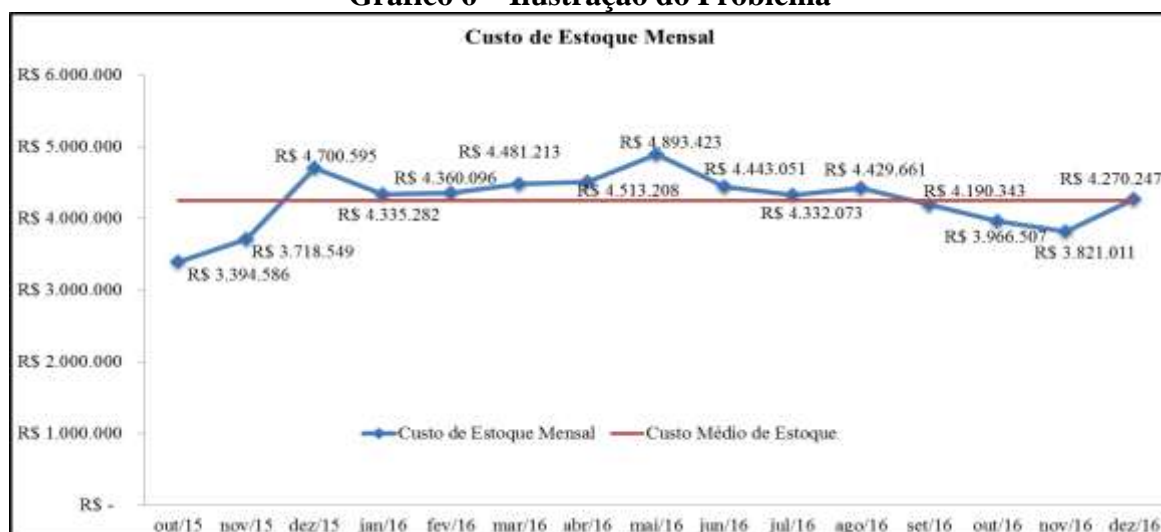
O custo anual de mercadorias em estoque está próximo a R\$ 4,3 milhões.

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a ilustração do problema acima citado, foi elaborado o Gráfico 6 com o comportamento dos custos do estoque desde Outubro de 2015 até Dezembro de 2016,

período de 15 (quinze) meses.

Gráfico 6 – Ilustração do Problema



Fonte: Elaborado pela autora.

No período avaliado no Gráfico 6 pôde-se verificar que durante 15 (quinze) meses a média do custo de produtos em estoque foi de R\$ 4.256.656,00, um custo extremamente elevado de recursos financeiros estagnados em forma de inventário. Também nota-se que durante o ano de 2016 o custo permaneceu praticamente estável, sendo necessário avaliar as causas da pouca movimentação do estoque.

A próxima questão analisada com base no mapa de raciocínio está no Quadro 4 a seguir:

Quadro 4 – Confiabilidade dos Dados

Define.2 – Existem dados confiáveis para o histórico? Por quê os dados foram considerados confiáveis?

Os dados foram obtidos pelo sistema ERP da empresa. Os dados são preenchidos de acordo com a entrada de notas fiscais de compras e a saída dos produtos é registrada ao decorrer das vendas realizadas. O sistema ERP foi implantado em abril de 2015, e portanto o sistema ainda não apresentava acurácia de informações, portanto, serão considerados os dados a partir de outubro/2015 para maior confiabilidade dos dados.

Fonte: Elaborado pela autora.

Antes da implantação do atual sistema ERP a empresa utilizava outro *software*,

sendo que em abril de 2015 o novo sistema passou a ser utilizado e deste modo a maior parte dos bancos de dados do outro sistema não foi transferido para o novo programa. Assim, para maior acuracidade das informações, foi definido que o período entre abril e outubro de 2015 seria para a adaptação do uso do software, sendo que o prazo de 6 meses já apresenta um banco de dados próprio do sistema com base nas informações reais da empresa.

Após a seleção dos dados históricos, a próxima etapa na fase de definição é definir a meta para o projeto *lean six sigma* na empresa. A definição da meta está explanada no Quadro 5 abaixo:

Quadro 5 – Definição da Meta

Define.3 – Qual é a meta?
<p>Como o problema em questão refere-se a dados internos da empresa, é muito difícil conseguir realizar um <i>benchmarking</i> para avaliar como se comporta os níveis e custos de estoque da concorrência. Porém pode-se avaliar com base nos princípios da produção enxuta na qual o ideal é o foco no zero estoque (produção puxada e <i>Just in Time</i>).</p> <p>O valor médio do indicador (custo do estoque) é de R\$ 4.256.656 com desvio padrão de R\$ 388.892,28, e amplitude dos valores igual a R\$ 1.498.837.</p> <p>Para definir a meta foi feito o cálculo da lacuna de performance do indicador e levado em consideração a redução da variabilidade.</p> <p>Performance atual: R\$ 4.256.656,00 Valor do Benchmarking: R\$ 0,00 50% da lacuna da performance: R\$ 2.128.328,00</p> <p>Desta forma foi definido junto à direção e os gerentes a redução em 53% dos custos de estoque.</p>

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim, o projeto *lean six sigma* aplicado na empresa em estudo terá a seguinte meta: Reduzir o custo médio de produtos em estoque em 53% (de R\$ 4.256.656 para R\$ 2.000.000, considerando um desvio padrão de R\$ 182.779) até maio de 2017.

No Gráfico 7 encontra-se a ilustração do comportamento dos custos do estoque durante o final do ano de 2015 até o final de 2016 com a reta da meta de redução traçada para melhor visualização.

Gráfico 7 – Meta de Redução do Custo de Estoque



Fonte: Elaborado pela autora.

Com base no gráfico acima observa-se que o nível atual de estoque está muito longe para alcançar a meta, sendo necessário investigar o problema e definir as causas por haver pouca movimentação dos produtos do estoque.

Quadro 6 – Identificação do processo gerador do problema

Define.4 – Qual é o processo gerador do problema?

O processo gerador do problema compreende na estocagem de um grande volume de produtos e a pouca saída destes produtos, percebida pela pouca redução dos níveis de estoque. Atualmente percebe-se que há uma certa estabilidade no comportamento do custo de estoque, que não apresentam saídas dos produtos ao passar dos meses, envolvendo assim a área de vendas.

Fonte: Elaborado pela autora.

Assim após a identificação do problema, foi definido que dentro do escopo do projeto estará: análise dos custos do estoque, identificação das causas raízes, envolvimento com os colaboradores internos, realização de *brainstorming* com a alta direção e gerência.

O escopo do projeto não incluirá a análise dos fornecedores e não poderá haver novos investimentos para a realização do mesmo.

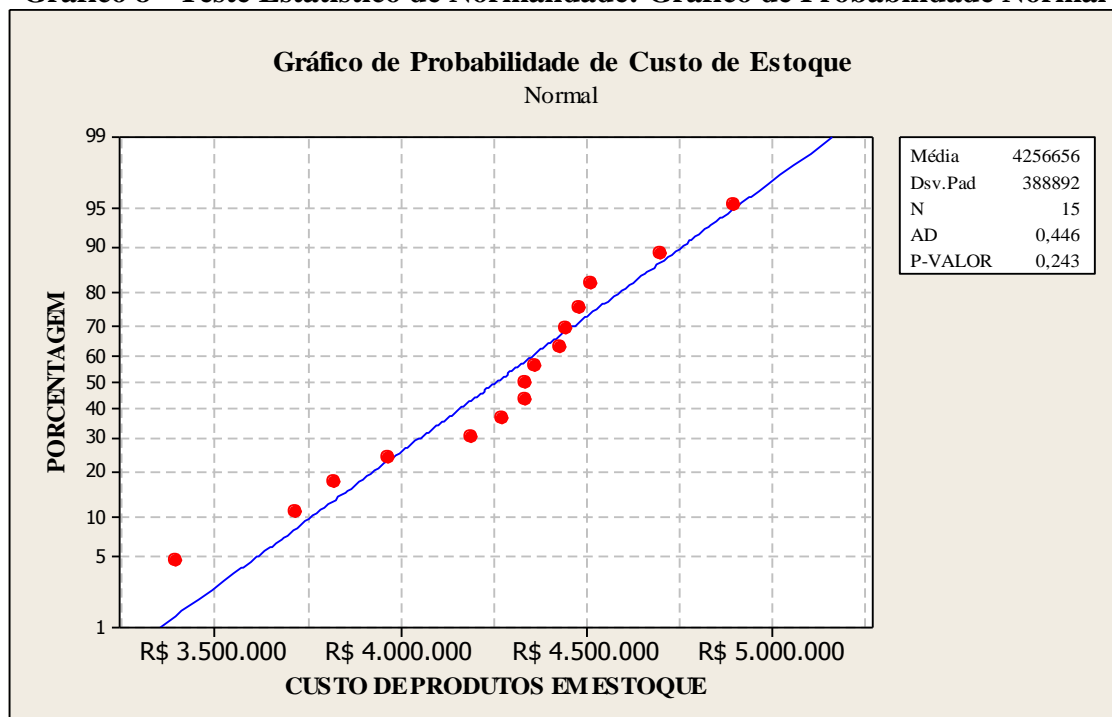
Após definir o escopo do projeto, iniciou-se a fase de medição para analisar os dados históricos apresentados nesta fase.

4.4 MÉTODO DMAIC – FASE DE MEDIÇÃO

Esta fase teve o intuito de analisar estatisticamente o indicador do problema, os dados foram coletados através do ERP da empresa e conferidos por um responsável, considerando a base de dados como confiável.

A primeira etapa foi averiguar se os dados coletados apresentam distribuição normal, deste modo foi realizado o teste estatístico de normalidade utilizando o gráfico de probabilidade normal presente no Gráfico 8:

Gráfico 8 - Teste Estatístico de Normalidade: Gráfico de Probabilidade Normal



Fonte: Elaborado pela autora.

Como foi citado no referencial teórico o teste de normalidade adotado foi o de Anderson-Darling cuja regra de decisão é:

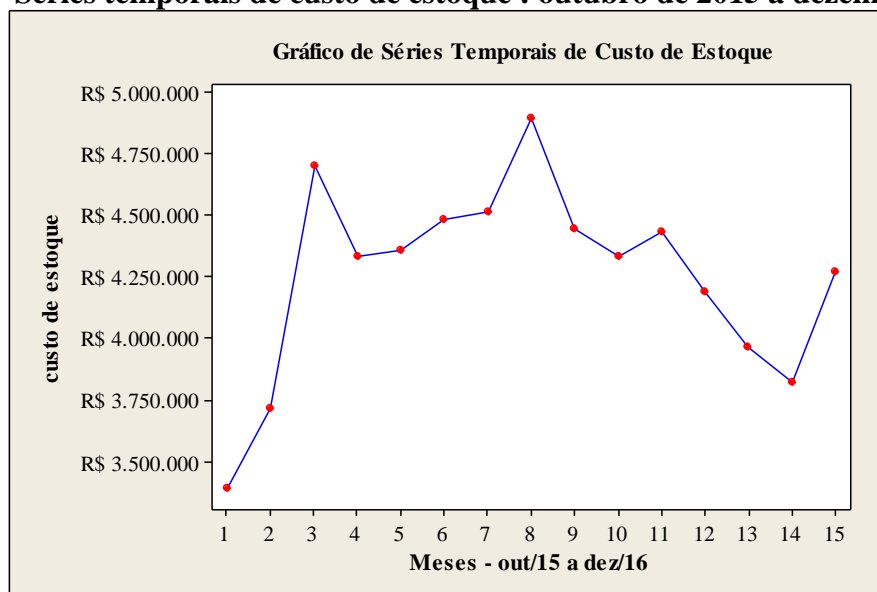
- Se p-valor for maior ou igual que 0,05 os dados apresentam uma distribuição normal;
- Se p-valor for menor que 0,05 então os dados não são normais.

No Gráfico 8, nota-se que P-VALOR é maior do que 0,05, portanto os dados são considerados normais. Assim podem-se aplicar os gráficos básicos para identificar onde estão as causas do alto custo de estoque atual da empresa.

4.4.1 Gráfico de Séries Temporais

Para analisar o comportamento dos custos de estoque da empresa ao longo do tempo, especificamente de outubro de 2015 a dezembro de 2016, foi elaborado o gráfico de Séries Temporais (Gráfico 9), abaixo:

Gráfico 9 –Séries temporais de custo de estoque : outubro de 2015 a dezembro de 2016



Fonte: Elaborado pela autora.

Através do Gráfico 9 é possível analisar que há uma semelhança no comportamento nos meses de dezembro de 2015 (ponto 3) e de dezembro de 2016 (ponto 15), sendo que em ambos teve um aumento nos custos de produtos em estoque. Isto se explica pois no fim do ano a alta direção e a equipe de vendas espera que o fluxo de clientes aumenta, porém não há uma previsão certa da demanda e são feitas compras de produtos com base na

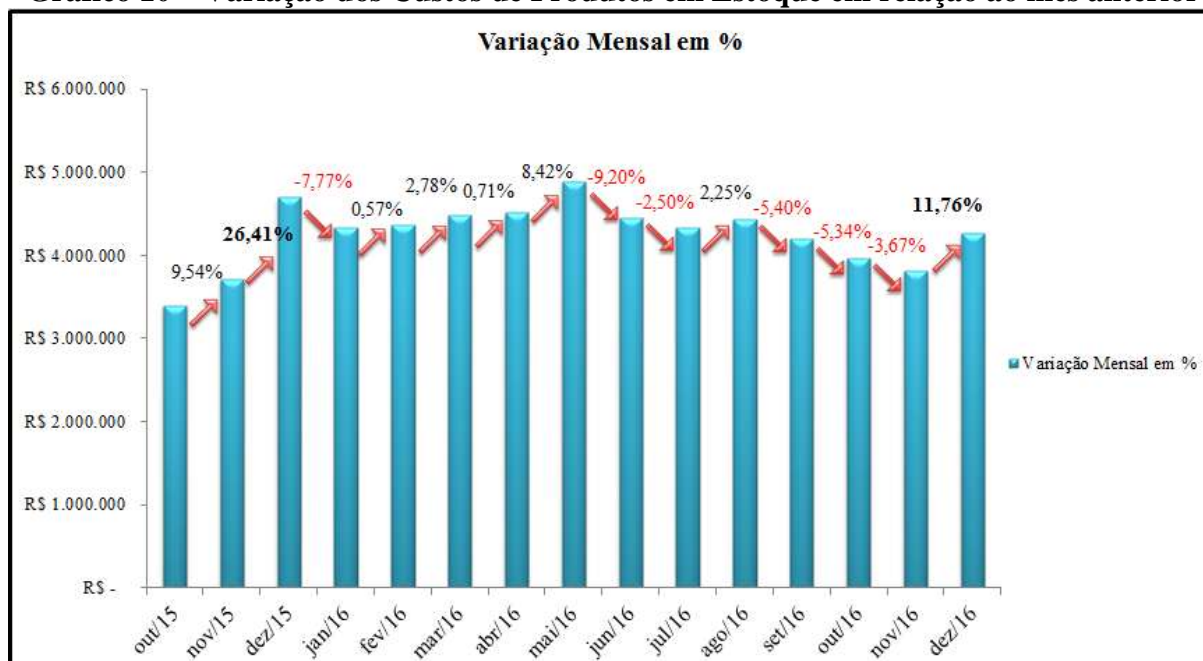
experiência dos mesmos, sem um controle do estoque efetivo.

Assim, no mês de dezembro há a entrada de novas mercadorias, o que se explica o aumento dos custos do estoque visível no gráfico.

Também é possível observar que nos próximos meses, de janeiro a agosto de 2016, o comportamento do custo do estoque é moderadamente estável, evidenciando que houve pouca movimentação e saídas dos produtos que constam em estoque, exceto no mês de maio (ponto 8) que apresentou o maior nível do estoque durante o período analisado e nos meses de setembro a novembro que apresentou uma boa redução dos custos.

Para evidenciar o comportamento dos custos dos produtos em estoque, elaborou-se o Gráfico 10 para analisar a variação dos custos em relação ao mês anterior.

Gráfico 10 – Variação dos Custos de Produtos em Estoque em relação ao mês anterior



Fonte: Elaborado pela autora.

Este gráfico evidencia que nos meses de novembro a dezembro dos dois anos teve o aumento dos produtos em estoque, sendo que de nov/15 a dez/15 o custo de estoque aumentou em 26,41% ao passo que em novembro/2016 a dezembro/2016 teve o aumento de 11,76%, os maiores aumentos observados no gráfico.

Já no mês de maio, que teve um aumento de 8,42% pode-se entender que a quantidade dos produtos que entrou foi produtos sob encomenda, sendo que no próximo mês já teve uma redução de 9,20% dos custos do estoque, significando exatamente a saída

dos produtos sob encomenda e uma pequena saída de produtos em estoque (0,78%).

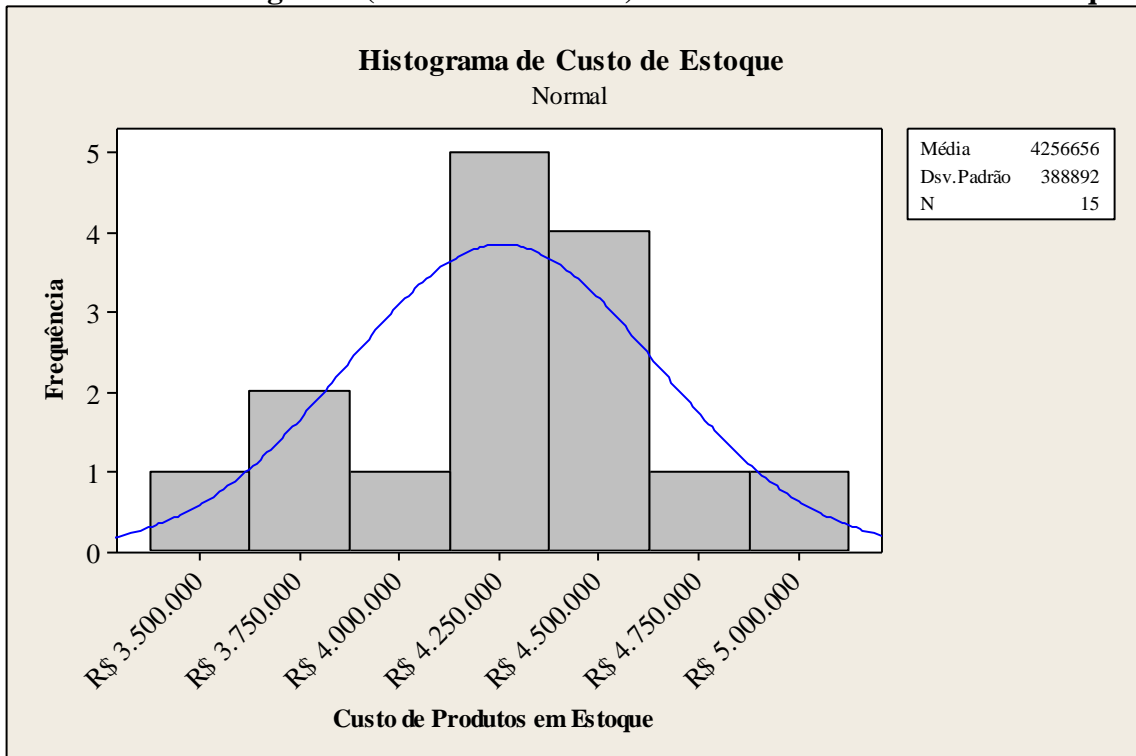
A análise deste gráfico também permite verificar a dificuldade em reduzir os custos de estoque durante o ano, sendo que o comportamento do gráfico mostra que os níveis do estoque diminuem mas logo em seguida voltam para próximo aos R\$ 4,3 milhões.

Cabe ressaltar que a experiência da equipe de vendas e da direção tem fundamento, mesmo que não seguem uma previsão da demanda, pois observa-se que em janeiro de 2016 teve uma redução de 7,77% de produtos em estoque, porém, trata-se de uma redução pouco significativa, sendo necessário descobrir as causas da baixa movimentação dos produtos em estoque

4.4.2 Histograma

Para a análise da frequência de ocorrência do indicador do problema durante os 15 (quinze) períodos em estudo, utilizou-se o histograma com a curva normal dos custos de produtos em estoque, disponível no Gráfico 11:

Gráfico 11 – Histograma (com curva normal) dos Custos de Produtos em Estoque



Fonte: Elaborado pela autora.

O histograma mostra que durante o período analisado (outubro de 2015 a dezembro de 2016) a ocorrência mais frequente foi em torno da média de R\$ 4.256.656,00 com um desvio padrão de R\$ 388.892,00, sendo que 5 meses apresentaram valores próximos a este.

Este valor é extremamente alto para se ter em produtos em estoque, sendo por este motivo os focos do projeto *Lean Six Sigma* a redução dos mesmos. Este alto custo impacta diretamente nos gastos e na receita da empresa, assim, quando a alta direção foi informada sobre a média anual dos custos de produtos em estoque, a mesma reforçou a necessidade de se definir as causas e atacar o problema atual da empresa.

Para a identificação dessas causas, foi utilizada a ferramenta Diagrama de Ishikawa.

4.4.3 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa foi elaborado a partir da realização de um *brainstorming* com a alta direção e com os colaboradores da área de vendas, no qual foram levantadas causas potenciais relacionadas ao sistema ERP atual da empresa, aos *showrooms*, aos produtos e as compras.

Na categoria de produtos, as causas para o problema do alto custo do estoque atual na empresa foram:

- Não estão sendo feitas vendas dos produtos;
- Falta de direcionamento do produto ao cliente;
- Falta conhecimento de quais produtos tem estoque e,
- Não há incentivos e metas para a venda destes produtos.

Já na categoria relacionada ao sistema levantou-se as seguintes causas:

- A equipe de vendas não consulta o que tem estoque no sistema;
- Não há uma lista de produtos em estoque disponível para o vendedor;
- Falta conhecimento de como utilizar o sistema;
- Falta treinamento do sistema ERP.

Além dessas, foram levantadas causas relacionada aos *showrooms* (mostruários) na

empresa, visto que é o local que mais gera valor para o cliente, que chega na loja e se encaminha diretamente para olhar as opções disponíveis nas estantes.

Deste modo, as causas para o alto custo e volume de estoque em relação aos *showrooms* foram:

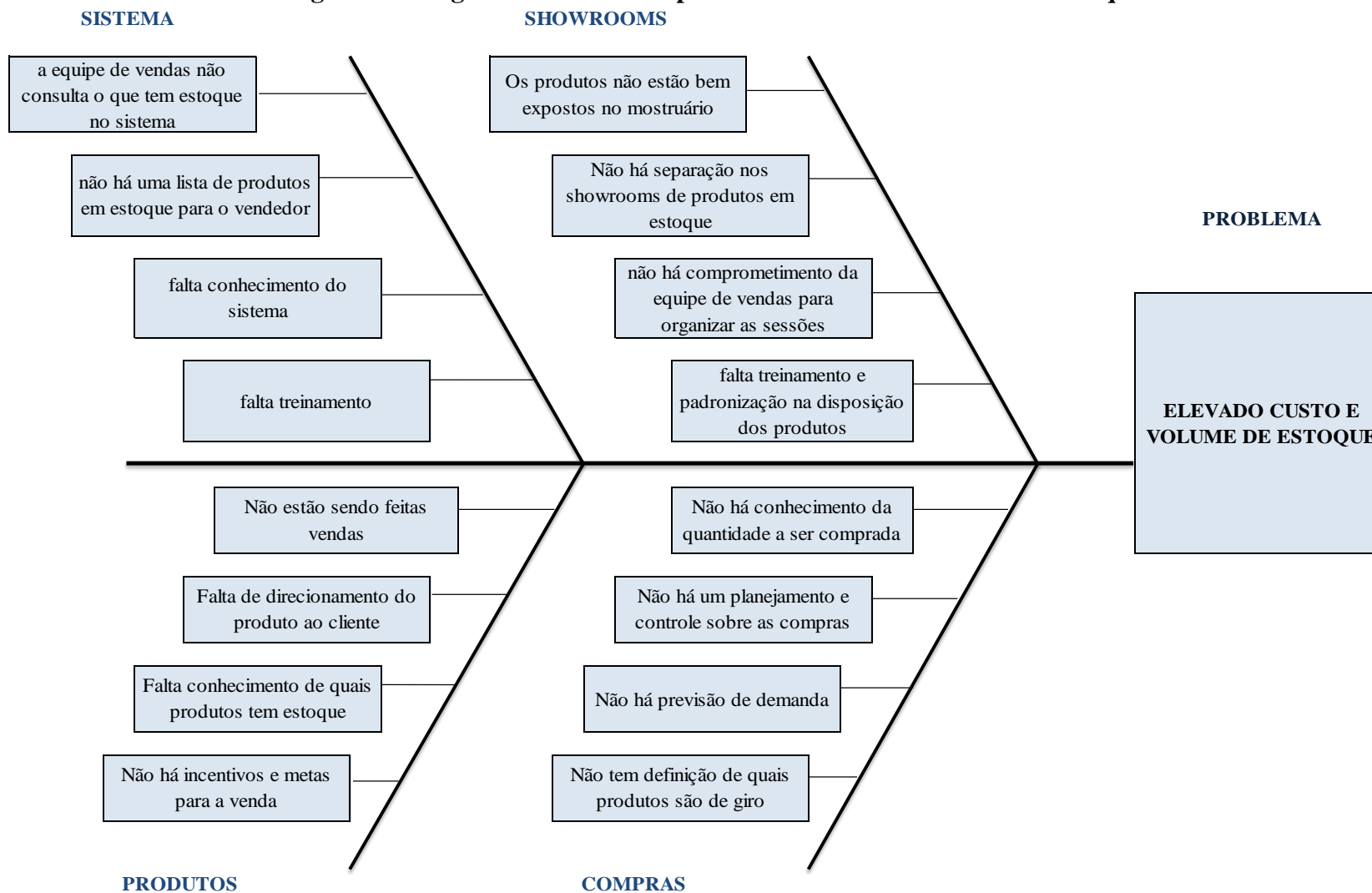
- Os produtos não estão bem expostos no mostruário: os produtos não estão bem posicionados em locais que chamam a atenção do cliente;
- Não há separação/distinção, nos *showrooms*, dos produtos em estoque e sob encomenda: o vendedor não sabe quais produtos que tem estoque para direcionar ao cliente, pois há uma disposição misturada dos produtos;
- Não há comprometimento da equipe de vendas para organizar as sessões;
- Falta treinamento e padronização para a disposição dos produtos: não há padrão para identificação dos produtos em estoque no *showroom*, o que necessita que o vendedor vá consultar no sistema se o produto consta em estoque toda vez que o cliente gosta de algum produto.

Por fim, a equipe também levantou possíveis causas relacionadas ao processo de compras na empresa, sendo estas:

- Não há conhecimento da quantidade a ser comprada;
- Não há um planejamento e controle sobre as compras: as compras são realizadas de acordo com a experiência da alta direção e do comprador, conforme vão julgando necessárias;
- Não há previsão de demanda;
- Não tem definição de produtos de giro: o setor de compras não sabe quais produtos tem grande saída ou não, podendo realizar compras de quantidades grandes de produtos de pouca rotatividade.

Para a ilustração das causas potenciais levantadas, elaborou-se o diagrama de Ishikawa (Figura5) com as quatro categorias: produtos, *showrooms*, sistema e compras.

Figura 5 – Diagrama de Ishikawa para o elevado custo e volume de estoque.

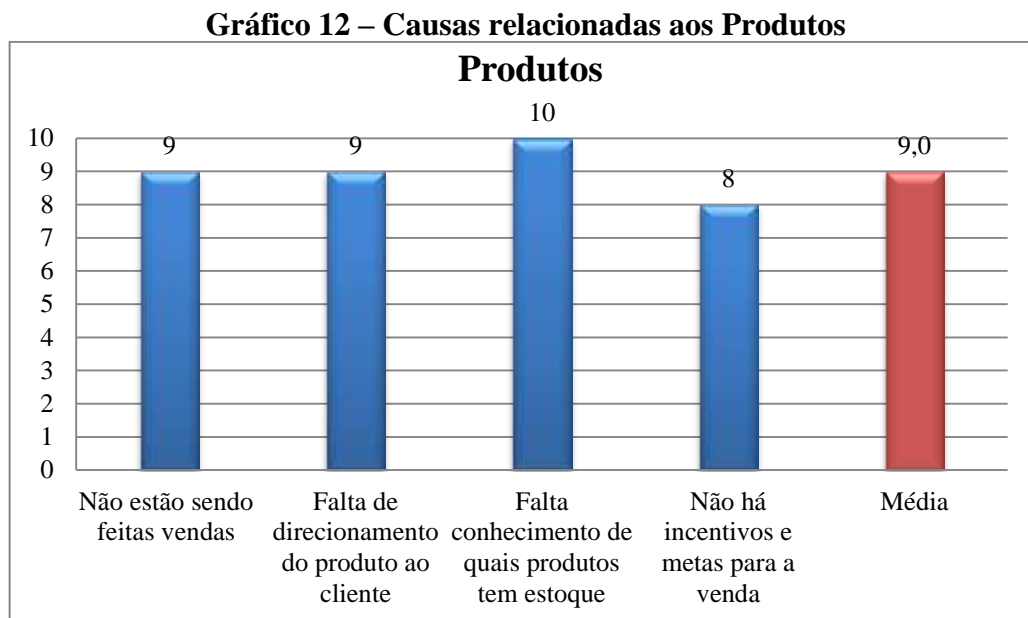


Fonte: Elaborado pela autora

O diagrama foi importante para estimular a participação de toda a equipe e da gestão para encontrar a possível causa raiz para o problema.

Com o envolvimento da equipe de vendas no processo de identificação das causas, já foi possível apresentar a cultura de melhoria de processos e redução de desperdícios que o *lean six sigma* aborda em seus princípios.

Após a estruturação do Ishikawa, fez-se uma análise de cada uma das categorias relacionadas ao problema, classificando as causas potenciais de 0 a 10, em conjunto com quatro colaboradores da equipe de vendas, estando o resultado disponível no Gráfico 12:

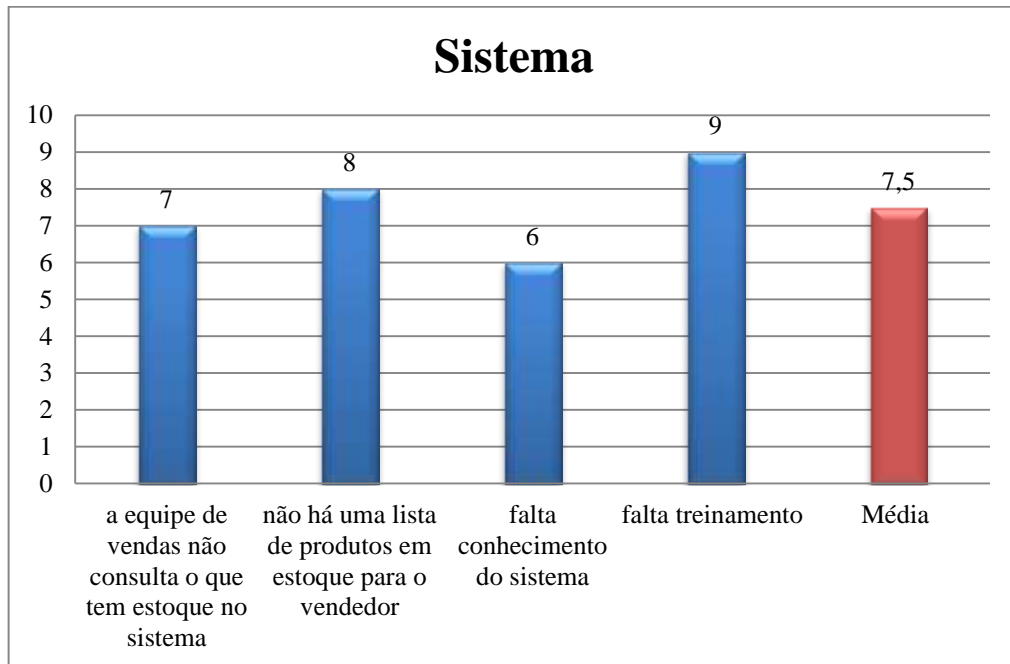


Fonte: Elaborado pela autora.

Com base no gráfico, pode-se perceber que a maior causa relacionada à categoria produtos é a falta de conhecimento de quais produtos tem estoque ou não, sendo que a causa “não estão sendo feitas vendas” e “falta direcionamento do produto ao cliente” ficaram empatadas, porém também estão intimamente relacionadas com a falta do conhecimento dos produtos em estoque. Esta categoria apresentou média de 9,0 de impacto no alto custo do estoque.

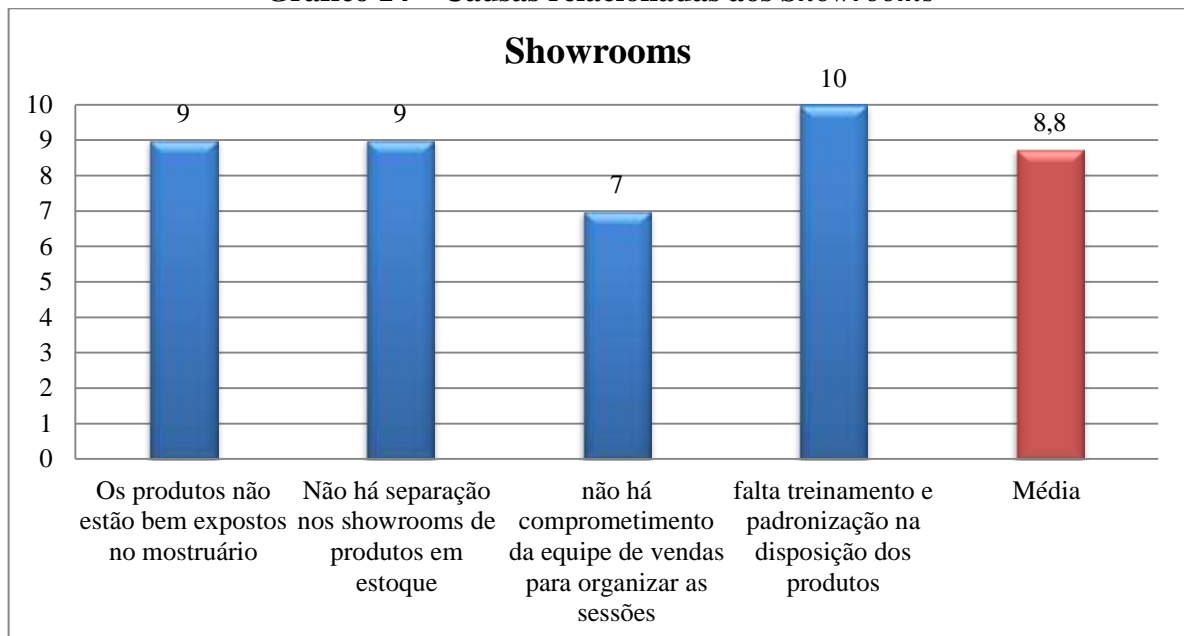
Já na categoria relacionada ao sistema a classificação destas causas pode ser vista no Gráfico 13, na qual a falta de treinamento foi a causa de maior pontuação, visto que as outras são oriundas devido a ausência da capacitação do uso do sistema na empresa.

Gráfico 13 – Causas relacionadas ao Sistema



Fonte: Elaborado pela autora.

Quanto em relação a categoria dos *showrooms* a ilustração das potenciais causas e suas classificações constam no Gráfico 14:

Gráfico 14 – Causas relacionadas aos *Showrooms*

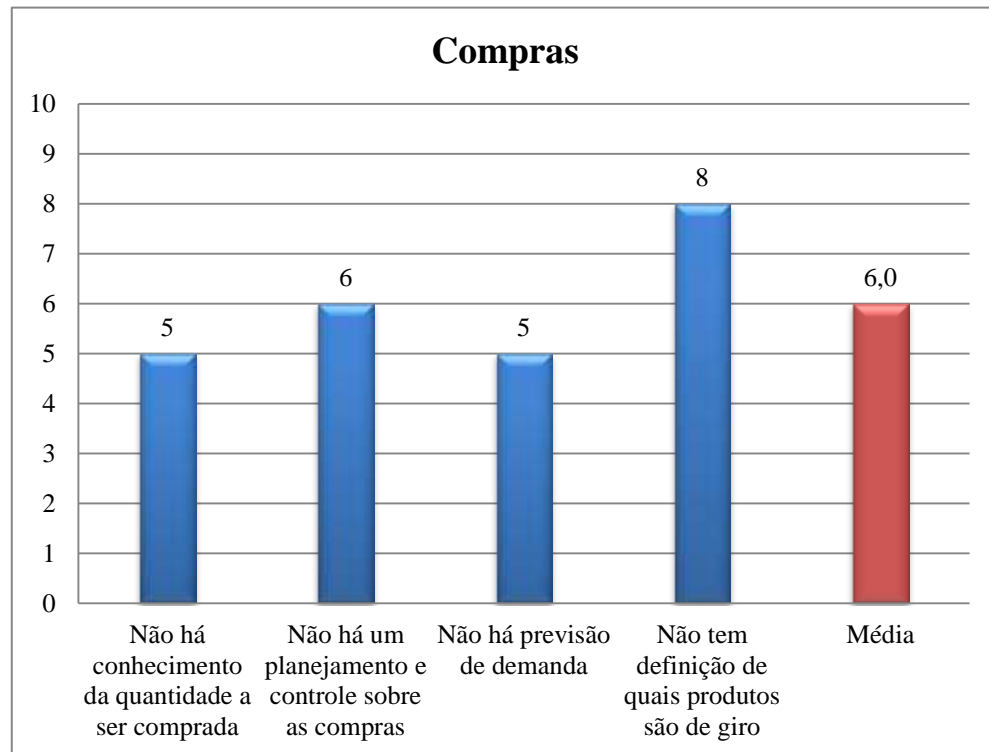
Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se no gráfico que a maior causa potencial em relação ao *showroom* é a falta de treinamento e padronização no processo de disposição dos produtos no mostruário,

sendo que a categoria de causas relacionada aos *showrooms* apresentou uma média de 8,8 de impacto no problema.

Por fim, foram classificadas as causas relacionadas ao processo de compras na empresa, sendo estas expostas no Gráfico 15:

Gráfico 15 – Causas relacionadas as Compras

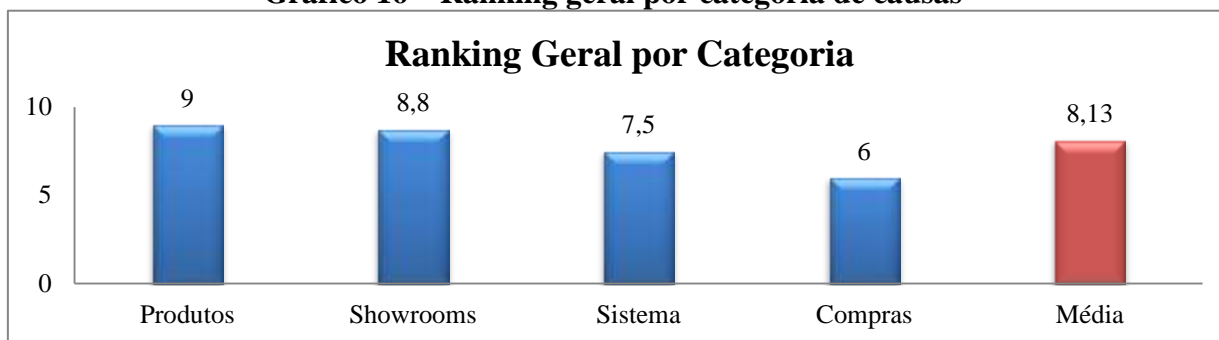


Fonte: Elaborado pela autora.

Observa-se que a causa de maior pontuação neste caso foi da empresa não ter controle e definição de quais produtos são de giro ou não, porém, durante o *brainstorming* com os vendedores foi ressaltado que por mais que as causas relacionadas às compras são de mensurável importância para a redução do problema, elas não se tratam das causas prioritárias ou causas raiz do problema, explicando a média final de 6,0 de impacto no problema.

Em sequência foi elaborado o Gráfico 16 com o ranking geral por categoria, para averiguar qual é a causa raiz do elevado custo de estoque na empresa durante os 15 meses analisados.

Gráfico 16 – Ranking geral por categoria de causas



Fonte: Elaborado pela autora.

Com este gráfico torna-se claro que a causa está relacionada a categoria de Produtos, que apresente média 9 de impacto no problema, e logo em seguida tem-se as causas relacionadas aos *showrooms* com média de 8,8 de impacto.

Analisando as causas de ambas as categorias, pode-se entender que há certa associação entre as mesmas, pois em relação aos produtos, os vendedores não tem conhecimento de quais produtos tem estoque e portanto não conseguem direcionar o cliente para a venda destes produtos, e os *showrooms* estão intimamente ligados com a percepção do cliente, sendo que se os produtos não estiverem bem identificados e bem expostos no mostruário, o cliente pode não observar o produto e ter preferência por outro item sob encomenda,

Por consequência definiu-se, junto com a alta direção da empresa e com a equipe de vendas, que serão atacadas as causas referentes às duas categorias, pois uma impacta na outra.

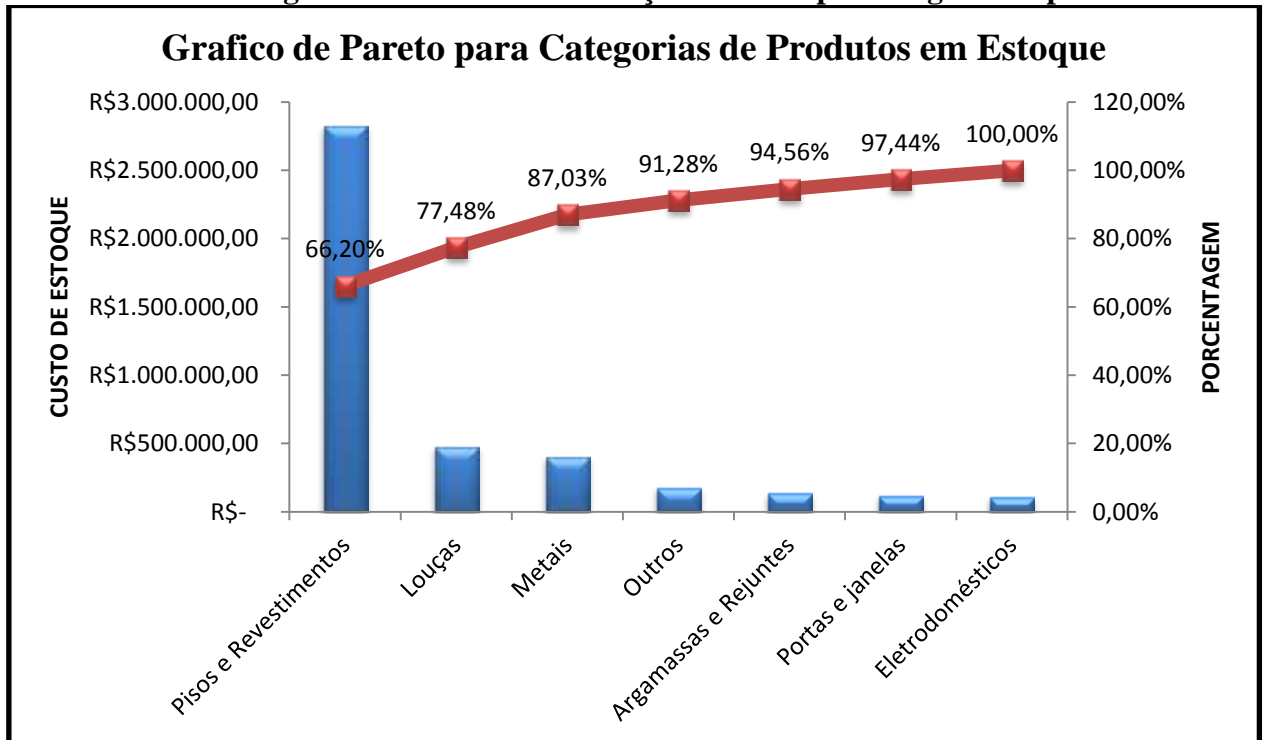
Dentro da categoria de causas “produtos” a principal causa identificada foi a falta de conhecimento de quais produtos tem estoque tanto da equipe da alta direção quanto da equipe de vendas, já em relação aos *showrooms*, a principal causa foi a falta de treinamento e padronização no processo de disposição dos produtos no mostruário.

À vista disso, foi elaborado o diagrama de Pareto para identificar quais classes de produtos representam os maiores custos em estoque, para apresentar a equipe de vendas quais produtos mais constam em estoque e que, portanto, devem ser priorizados para as ações de vendas e criar processos de melhoria com foco na redução dos mesmos através do treinamento e padronização dos processos de exposição do produto no mostruário.

4.4.4 Gráfico de Pareto

Para a elaboração do diagrama de Pareto foram utilizados os dados de dezembro de 2016 para analisar o estoque remanescente e desta maneira foi gerada uma planilha, obtida através de um relatório do sistema ERP, de todos os produtos em estoque, onde foram analisados e categorizados 3667 itens, classificados em 7 tipos de classe de produtos, sendo estas: argamassas e rejuntas, louças, metais, pisos e revestimentos, portas e janelas e outros, constituindo o gráfico 17 abaixo:

Gráfico 17 – Diagrama de Pareto: Priorização do custo por categoria de produtos



Fonte: Elaborado pela autora.

Em dezembro de 2016 o custo do estoque era de R\$ 4.270 milhões, sendo que a análise do gráfico de Pareto mostra que 66,20% do custo do estoque são referente a pisos e revestimentos, equivalente a R\$ 2.826 milhões. Cabe salientar que a meta definida é a redução dos custos do estoque em 53% , desta forma se as ações de melhoria priorizar a redução apenas dos pisos e revestimentos já é possível atingir a meta.

Portanto, através do gráfico de Pareto foi definido que todas as ações de melhoria serão voltadas com foco em pisos e revestimentos, sendo necessário priorizar quais marcas

devem ser enfatizadas para informar e treinar a equipe de vendas, sendo elaborado assim, um segundo diagrama de Pareto (Gráfico disponível na página posterior).

De acordo com o diagrama, as marcas a serem priorizadas e, portanto definidas como classe A, são:

- Stato Dell Art, que representa o total de 18,66% do custo do estoque;
- Ceusa, equivalente a 15,93% do custo do estoque;
- Portodesign, referente a 10,47% ;
- Portinari, relativo a 9,88% ;
- Incepa Revestimentos, representando 9,28% e,
- Delta, 8,46% do custo de estoque atual da empresa.

O custo total de cada marca acima citada, e sua respectiva % sobre o total (R\$ 4.270 milhões) está explícita no Quadro 7.

Quadro 7 – Marcas da Classe A Priorizadas e seus custos totais.

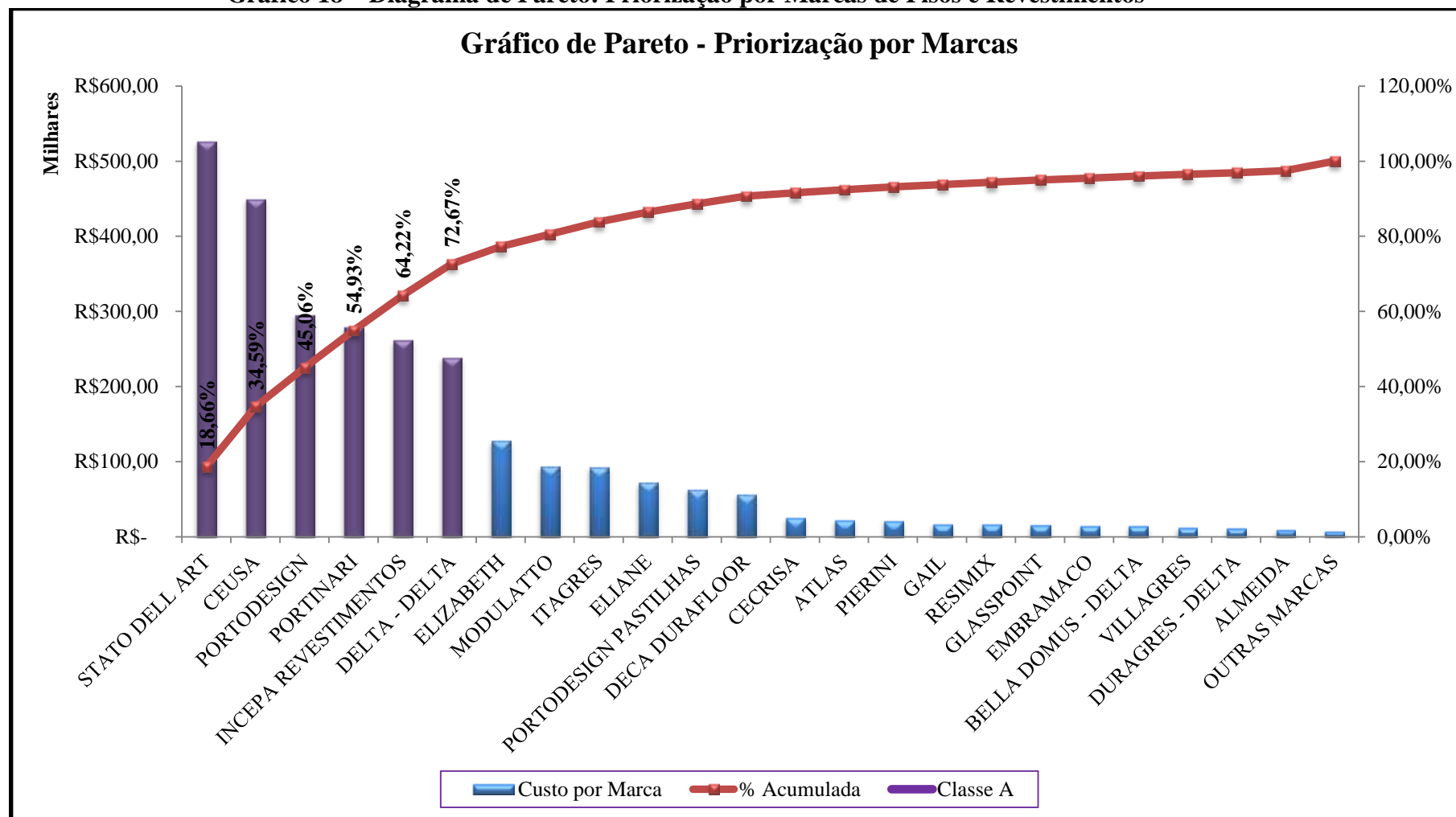
MARCAS	CUSTO TOTAL	% sobre o total	%acum
STATO DELL ART	R\$ 527.411,74	18,66%	18,66%
CEUSA	R\$ 450.321,16	15,93%	34,59%
PORTODESIGN	R\$ 295.896,19	10,47%	45,06%
PORTINARI	R\$ 279.205,27	9,88%	54,93%
INCEPA REVESTIMENTOS	R\$ 262.426,60	9,28%	64,22%
DELTA - DELTA	R\$ 239.040,34	8,46%	72,67%

Fonte: Elaboração própria.

A priorização e redução destas marcas permite uma redução de 72,6% do custo do estoque, sendo que apenas com ações de vendas e foco na redução apenas destas marcas, a meta definida de 53% já pode ser atingida.

No Gráfico 18 pode-se analisar o diagrama de Pareto estratificado por marcas, evidenciando as que são consideradas como Classe A.

Gráfico 18 – Diagrama de Pareto: Priorização por Marcas de Pisos e Revestimentos



Fonte: Elaboração própria.

Após a análise das marcas a serem priorizadas, foi definido qual processo será realizado para atacar as causas raiz do problema, sendo estes:

- Treinar a equipe de vendas apresentando o que tem estoque na loja: explicitar quais foram marcas prioritárias que representam o maior custo em estoque;
- Identificar e destacar os produtos de estoque nos showrooms com a padronização de etiquetas.

Porém antes de realizar as etapas acima, foi necessário analisar as potenciais falhas que pode ocorrer durante o processo afim de preveni-las, iniciando, assim, a Fase de Análise,.

4.5 MÉTODO DMAIC – FASE DE ANÁLISE

Na fase de análise o objetivo foi identificar como as causas raiz afetam o processo de forma significativa e geram variabilidade no resultado, adotando uma postura preventiva para a redução de riscos.

Desta forma, na presente pesquisa, escolheu-se fazer a análise de risco utilizando o FMEA (Análise de modos de Falhas e seus Efeitos), para aumentar a confiabilidade e facilitar a rastreabilidade das ações necessárias para diminuir os riscos.

4.5.1 Análise de Modos de Falhas e seus Efeitos (FMEA)

Na primeira etapa do processo, que se trata de treinar a equipe de vendas com o que tem estoque na loja apresentando as marcas que devem ser priorizadas para as vendas, os modos e efeitos de falha potenciais levantados foram:

- O vendedor não passa a informação para o cliente;
- O vendedor não participa do treinamento.

Os efeitos potenciais das falhas a cima citadas estão expostos no Quadro 8:

Quadro 8 – Modos e Efeitos de Falha para Treinar a Equipe de Vendas

Etapa do processo	Função e requisitos do processo	Modos de falha potencial	Efeitos potenciais da falha
Treinar a equipe de vendas com o que tem estoque	Apresentar a equipe as marcas que devem ser priorizadas para as vendas	O vendedor não passa informação pro cliente	O cliente não compra o produto do estoque
		O vendedor não participa do treinamento	O vendedor não sabe qual produto tem que ser vendido

Fonte: Elaborado pela autora.

Já na segunda etapa do processo que é a identificação dos produtos que tem estoque no mostruário com etiquetas padronizadas, os modos e efeitos da falha foram:

- A equipe não participa da organização e etiquetagem dos produtos;
- A equipe não mantém a atualização das etiquetas.

No Quadro 9 são explícitos os efeitos potenciais das falhas a cima citadas.

Quadro 9 – Modos e Efeitos de Falha para Identificar produtos com padronização de etiquetas

Etapa do processo	Função e requisitos do processo	Modos de falha potencial	Efeitos potenciais da falha
Identificar produtos de estoque nos showrooms com etiquetas padronizadas	Padronizar etiquetas com escala de cores para diferenciar o que tem estoque e o que é sob encomenda	A equipe não participar da organização e etiquetagem dos produtos	Não será possível identificar o que tem estoque ou não visualmente
		A equipe não manter a atualização das etiquetas	A informação visual não será confiável

Fonte: Elaborado pela autora.

Deste modo elaborou-se o FMEA do processo, como mostra no Quadro 10 na página seguinte.

Através da sua elaboração foi possível analisar quais os modos que o processo pode vir a falhar e quais são as consequências (efeitos) dessa falha. Esta ferramenta é importante pois permite determinar qual processo apresenta maiores riscos e portanto podem vir causar limitações durante a execução do projeto, podendo até mesmo influenciar no resultado final do mesmo. Esta análise de risco pode ser realizada através dos índices de severidade, de ocorrência e de detecção que multiplicados obtém-se o Nível de Priorização de Risco.

Quadro 10 – FMEA: Análise do Modo de Falha e Efeito

Etapa do processo	Função e requisitos do processo	Modos de falha potencial	Efeitos potenciais da falha	IS	Causas e mecanismos potenciais de falha	IO	Controles atuais do processo prevenção	Controles atuais do processo detecção	ID	NPR
Treinar a equipe de vendas com o que tem estoque	Apresentar à equipe as marcas que devem ser priorizadas para as vendas	O vendedor não passa informação para o cliente	O cliente não compra o produto do estoque	10	Faltam incentivos	8	Estabelecer metas e envolver a equipe	Controle de feedbacks internos	8	640
		O vendedor não participa do treinamento	O vendedor não sabe qual produto tem que ser vendido	8	Falha na comunicação interna	9	Eleger um responsável para comunicar a todos pessoalmente e envio de e-mails	Através de confirmações de presença no treinamento	6	432
Identificar produtos de estoque nos showrooms com etiquetas padronizadas	Padronizar etiquetas com escala de cores para diferenciar o que tem estoque e o que é sob encomenda	A equipe não participar da organização e etiquetagem dos produtos	Não será possível identificar o que tem estoque ou não visualmente	9	Não direcionamento da alta direção que toda equipe deve participar	6	Direção comunicar a equipe a necessidade de participar do processo	Ir até o local e verificar quem está participando	9	486
		A equipe não manter a atualização das etiquetas	A informação visual não será confiável	10	Falta de comprometimento da equipe de vendas	10	Apresentar para a equipe de vendas a importância de manutenção do processo e os benefícios	Fazer auditorias durante a primeira quinzena.	9	900

Fonte: Elaboração própria.

Os índices de severidade (IS), de ocorrência (IO) e de detecção, foram classificados da seguinte maneira, de acordo com o Quadro 11:

Quadro 11 – Classificação dos índices de severidade e de ocorrência - FMEA

Índice	Classificação
Índice de Severidade (na visão do cliente)	1: pouco perceptível 2-3: pouco importante 4-5-6: moderado 7-8: grave 9-10: extremamente grave
Índice de Ocorrência (probabilidade que a falha ocorra)	1: remota 2: muito pequena 3: pequena 4-5-6: moderada 7-8: alta 9-10: muito alta
Índice de Detecção	1: muito alta 2-3: alta 4-5-6: moderada 7-8: pequena 9: muito pequena 10: remota

Fonte: adaptado de Palady, 2004

O resultado do FMEA é obtido através do Nível de Priorização de Risco (NPR), sendo que de 1 a 99 é nível de risco baixo, de 100 a 500 moderado e de 501 a 1000 é alto.

Desse modo, a análise de risco pelo FMEA mostrou que o risco da equipe de vendas não manter a padronização das etiquetas e os *showrooms* organizados é muito alto (NPR=900), sendo necessário então realizar controles para prevenir para que essa falha não ocorra.

Portanto, buscou-se aplicar durante a fase de melhoria as atividades de controle de para prevenir os riscos de falhas, sendo o FMEA uma excelente ferramenta para trabalhar de forma preventiva e focar na eliminação dos problemas potenciais que podem aparecer ao decorrer do processo de melhoria.

4.6 MÉTODO DMAIC – FASE DE MELHORIA

Na fase de melhoria o objetivo é definir quais atitudes serão tomadas para solucionar o problema através da causa raiz identificado.

Deste modo para atacar a causa-raiz do problema, que é a falta de conhecimento dos pisos e revestimentos que constam em estoque e na padronização da disposição dos produtos no mostruário, foi aplicado a metodologia 5S, para organização dos showrooms, local diretamente relacionado com a perspectiva dos clientes.

4.6.1 5S

A aplicação do 5S iniciou nas duas primeiras semanas do mês de janeiro de 2017, na qual a primeira etapa para a sua realização foi o treinamento da equipe de vendas para apresentação das marcas prioritárias a serem direcionadas aos clientes.

Esse primeiro treinamento possibilitou o envolvimento da equipe de vendas no processo de melhoria, gerando incentivos e motivação para solucionar o atual problema de elevados custos de estoque na empresa. Deste modo, após a conscientização da equipe, foi iniciado as etapas do 5S.

4.6.1.1 1º Senso – Utilização/Descarte

A primeira etapa, foi analisar todos os pisos e revestimentos que estavam dispostos na loja, e verificar quais tinham em estoque e quais saíram de linha.

Assim, iniciou-se a organização pelas marcas priorizadas no diagrama de Pareto e retirou do showroom aqueles que estavam fora de linha, deixando apenas os produtos necessários.

Ademais, verificou-se que muitos produtos que tinham em estoque não estavam expostos no mostruário, e com o descarte dos produtos fora de linha, foi possível obter mais espaços para posicionar os mesmos.

Na Foto 1 é possível observar que todos os espaços para posicionar os pisos foram ocupados com produtos que com certeza estão em linha, sendo que os descontinuados foram descartados.

Foto 1 – Senso de Utilização/Descarte de pisos nos Showrooms



Fonte: Fotografia da autora.

4.6.1.2 2º Senso – Ordenação

No senso de ordenação o propósito foi facilitar o conhecimento dos produtos que constam em estoque, sem os vendedores terem a necessidade de se locomover até um computador para checar no sistema, diminuindo desperdícios como movimentação.

Para isso, foi feita a padronização de etiquetas de preços que são colocadas nos pisos e revestimentos, utilizando cores para a identificação dos mesmos.

A definição das cores e das etiquetas foi realizada em conjunto com a equipe de vendas, para envolvê-los no processo e os mesmos saberem da importância das ações a serem realizadas e nos benefícios que a padronização das etiquetas traria para a agilidade no processo de vendas, evitando assim o risco da equipe não se comprometer com a manutenção das etiquetas (controle de prevenção apresentado no FMEA).

O padrão das etiquetas foi definido como:

- Etiqueta cinza (Foto 2) com o preço do piso/revestimento: todos os pisos/revestimentos que tiverem com esta etiqueta são produtos que constam em estoque;

Foto 2 – Padronização de Cores: Etiqueta Cinza



Fonte: Fotografia da autora.

- Etiqueta branca (Foto 3) com o código de consulta do produto no sistema: estarão com esta etiqueta os pisos/revestimentos que são sob encomenda;

Foto 3 – Padronização de Cores: Etiqueta Branca



Fonte: Fotografia da autora.

- Etiqueta de cor verde em formato de círculo (Foto 4): todos os pisos que tem mais de 30 metros quadrados possuem esta etiqueta. Neste caso deve-se usar junto com a etiqueta cinza.

Foto 4 – Padronização de Cores: Etiqueta verde e cinza



Fonte: Fotografia da autora.

- Etiqueta de cor vermelha em formato de círculo: possuem essa etiqueta os pisos/revestimentos que saíram de linha, porém ainda tem certa quantidade disponível na loja, assim o vendedor visualiza que aquele produto só pode vender na quantidade disponível e retira-o da amostra.

Na Foto 5 a seguir podem-se observar as etiquetas cinza e verde aplicadas nos revestimentos que constam em estoque. Esta padronização é de extrema importância para a facilitação no direcionamento dos produtos com estoque para os clientes e na agilidade do atendimento do vendedor, que não precisa ir até o sistema consultar para saber se o produto tem em estoque ou não, e a quantidade mínima do mesmo.

Foto 5 – Identificação de Pisos e revestimentos com estoque através da Padronização de Etiquetas



Fonte: Fotografia da autora.

Além da padronização das etiquetas, neste senso também se trabalhou a organização dos pisos no showroom, sendo que os pisos com estoque e os sob encomenda ficam separados, estando os pisos sob encomenda posicionados no topo da estante e os com estoque, posicionados do meio da estante para baixo, sendo uma estratégia de direcionamento dos pisos para o cliente, que costumam observar os produtos que estão logo a sua frente, e os que estão próximos ao chão, conforme a Foto 6:

Foto 6 – Ordenação dos pisos no *showroom*



Fonte: Fotografia da autora.

4.6.1.3 3º, 4º e 5º Senso, – Limpeza, Saúde e Autodisciplina.

O senso de limpeza aplicado na empresa é relacionado à manutenção das etiquetas nos produtos que restarem o estoque. Assim, na empresa, cada colaborador do setor de vendas tem a sessão de pisos que é responsável, deste modo as ações deste senso na empresa é utilizar a limpeza como forma de inspeção.

Cabe ressaltar que a metodologia 5S necessita muito do comprometimento e participação da equipe, diante disso, aplicou-se o conceito do 4º senso – Saúde, que também é considerado como senso de colaboração, no qual permite criar comprometimento entre os colaboradores da empresa, para que os mesmos criem e mantenham os padrões de limpeza.

Desta forma, para a disposição das etiquetas nos pisos toda a equipe de vendas foi envolvida, onde os vendedores fizeram duplas para organizar cada sessão, sendo que um ajudava o outro em cada uma das sessões de sua responsabilidade, estimulando a

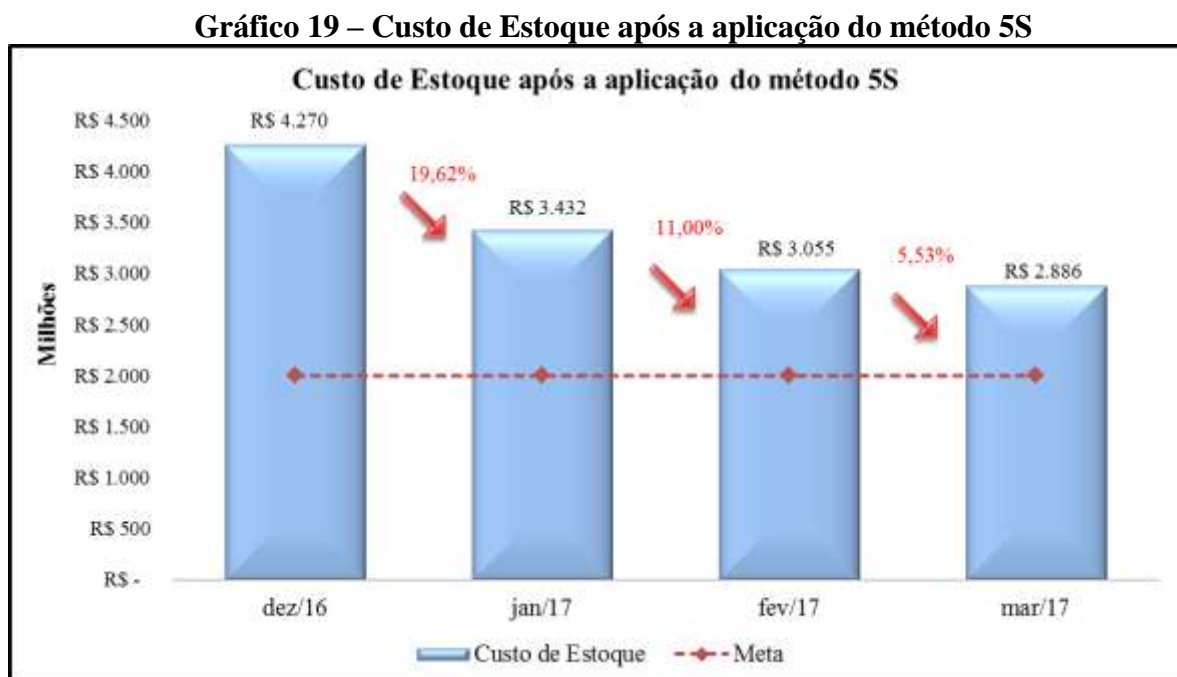
cooperação e o trabalho em equipe.

Por fim, o 5º senso - autodisciplina fez com que os vendedores criassem maior respeito e comprometimento em relação à empresa, pois viram que com a aplicação do 5S o trabalho deles foi facilitado, reconhecendo a importância da existência e do cumprimento da manutenção das etiquetas, servindo como motivação para realizar as tarefas com responsabilidade. Na fase de controle serão mostrados os resultados das ações de melhoria

4.7 MÉTODO DMAIC – FASE DE CONTROLE

O principal objetivo da fase de controle é responder a pergunta: “a meta foi atingida?”. Cabe ressaltar que o prazo da meta definida no projeto *lean six sigma* é até maio de 2017, sendo que para fins da presente pesquisa-ação só será possível demonstrar os resultados obtidos até o período do início de março de 2017.

Deste modo, os resultados obtidos após a aplicação da fase de melhoria estão expostos no Gráfico 19, que mostra a variação da redução de cada mês após a aplicação do método 5S.

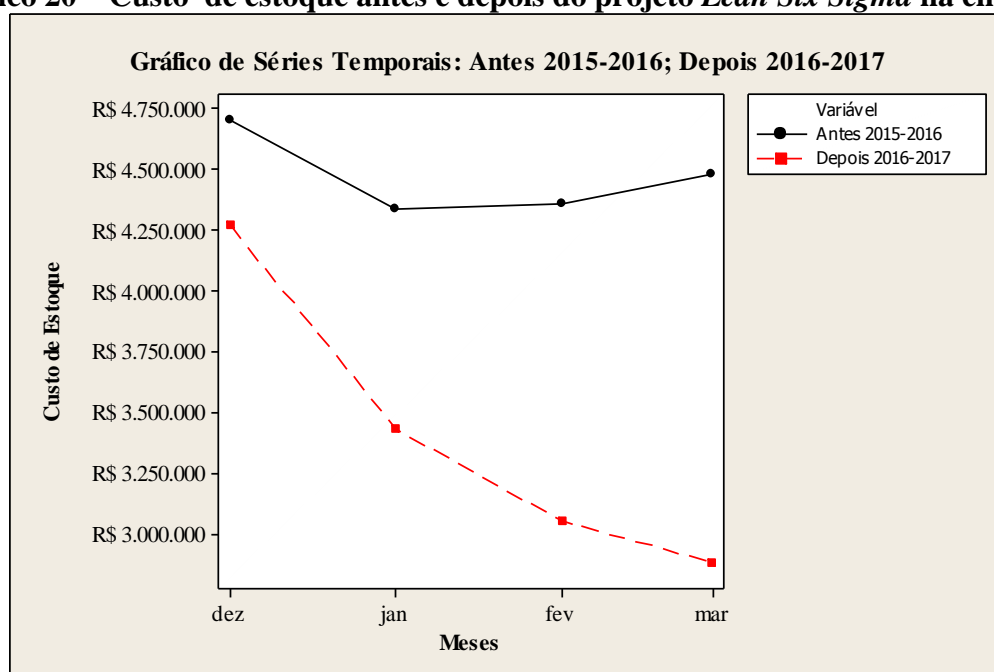


Pode-se analisar que antes da aplicação das fases do DMAIC, em dezembro o custo

era aproximadamente R\$ 4.270 milhões, caindo para R\$ 2.886 milhões em março de 2017, uma redução de R\$ 1.385 milhões do custo de estoque em 3 meses, equivalente a uma redução de 32,42%.

Uma redução desta grandeza nunca foi vista na empresa, evidenciando o sucesso da aplicação das ferramentas da *Lean Six Sigma* em conjunto com o método DMAIC . O Gráfico 20 a seguir, mostra um comparativo entre os meses de dezembro de 2015 a março de 2016, e dezembro de 2016 a março de 2017.

Gráfico 20 – Custo de estoque antes e depois do projeto *Lean Six Sigma* na empresa.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 20 mostra a tendência de aumento dos custos de estoque no início do ano de 2016, sendo que em dezembro de 2016 o comportamento do indicador do problema estava próximo como o de dezembro de 2015, e portanto, se não fosse adotado um processo de melhoria, a tendência seria que o indicador começasse a crescer novamente.

Deste modo, o gráfico evidencia que em janeiro de 2017 (fase de implantação do 5S) os custos passaram a reduzir significativamente, comprovando assim a melhoria do processo após a aplicação do *Lean Six Sigma*.

Porém, mesmo obtendo bons resultados, é necessário estabelecer critérios de controle para a melhoria contínua do processo, nesta fase seria muito interessante elaborar as cartas de controle do processo para definir os limites superiores e inferiores de especificação e avaliar se há causas especiais que estão fazendo com que o processo fique

fora de controle estatístico.

Devido aos prazos apresentados na pesquisa, a carta de controle não pôde ser aplicada, pois o número de amostra (3 meses) seria muito pequeno para se fazer uma boa análise.

Entretanto, espera-se que a carta de controle seja aplicada, selecionando os dados amostrais dos 6 meses (de janeiro a maio de 2017), analisando se o processo está sob controle estatístico, sendo de extrema importância que a empresa aplique esta ferramenta, pois é preciso que a tendência decrescente permaneça na empresa, e com a implantação da carta de controle é possível a empresa analisar a média atual do processo e seus limites de controle.

A análise das cartas de controle permitirá a alta direção ter conhecimento sobre a variabilidade do processo sob o novo indicador (custos de estoque), permitindo com que outras melhorias sejam aplicadas de acordo com os resultados da carta de controle.

Sendo assim é de grande importância que a carta de controle seja aplicada futuramente na empresa, para a manutenção dos resultados, para então dar prosseguimento no projeto *Lean Six Sigma* aplicando ferramentas como *kaizen*, *kanban*, *just in time* para a melhoria contínua de seus processos.

5 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste projeto foi realizar a aplicação da metodologia *Lean Six Sigma*, utilizando o modelo DMAIC para reduzir o custo de estoque em uma empresa de materiais de acabamentos do setor comercial.

Com a aplicação da metodologia obteve-se uma redução dos custos do inventário em 32,42% em relação ao mês anterior ao início da implantação do DMAIC na empresa. Ou seja, de um custo inicial de estoque de aproximadamente R\$ 4.270.000,00, reduziu-se para R\$ 2.886.000,00 em três meses de implementação da metodologia, apresentando uma redução de R\$1.385.000,00 de recursos financeiros estagnados em forma de estoque. Portanto, este trabalho certamente atingiu seu objetivo primordial.

Além da redução dos custos do estoque, a aplicação da filosofia *Lean Six Sigma* contribuiu para a melhoria da cultura organizacional da empresa, pois o projeto estimulou a cooperação entre a equipe de vendas e a alta administração, ao passo que, durante a pesquisa, observou-se que a equipe de vendas passou a ser comprometida com o processo e participou ativamente dos resultados da empresa, criando assim um ambiente de trabalho motivador e evidenciando que princípios do pensamento enxuto como fluxo de valor, produção puxada e perfeição podem ser aplicados no setor em estudo.

Em suma, a realização do projeto *Lean Six Sigma* na empresa em estudo possibilitou comprovar que ferramentas do pensamento enxuto como: mapa de raciocínio, teste de normalidade, gráficos de séries temporais, diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, FMEA, 5S e carta de controle, são aplicadas eficazmente em outros setores além da manufatura, apresentando excelentes resultados para a solução de problemas, demonstrando o sucesso na redução do custo do estoque em 32,4% durante o período de 3 meses, percentual nunca atingido antes na organização.

Cabe ressaltar que o projeto teve limitações em relação ao período de aplicação do método DMAIC na empresa, sendo que na fase de controle não foi possível aplicar a carta de controle devido ter apenas 3 (três) meses de dados após a aplicação da metodologia. Para uma análise significativa se o processo está sob controle estatístico ou não, precisaria ter ao menos 6 (seis) meses para se avaliar o comportamento da variabilidade do processo.

Desta forma, é importante que haja a aplicação futura das ferramentas de controle

para a melhoria contínua do processo, para atingir a meta de redução de 53% e cada vez mais estipular novos valores visando eliminar os desperdícios e reduzir a variabilidade dos processos da empresa, buscando sempre analisar o processo sob a perspectiva do cliente, de maneira a conduzir a empresa para alcançar a satisfação de seus consumidores e alavancar a competitividade no mercado.

6 REFERÊNCIAS

ABRAHAM, Márcio. **Modelo de Gestão do Lean Seis Sigma**. Qualidade Excelência Six Sigma. São Paulo, n.5, p.3-5, novembro-dezembro de 2007.

ACHANGA, P. et al. **Critical succes factors for lean implementation within SMEs**. Journal of Manufacturing Technology Management, v.17, n.4, p. 460-471, 2006.

AMARAL, João J. F.. **Como fazer uma pesquisa bibliográfica**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, p. 1-2, jan. 2007.

ANDERSON, T.W.; DARLING, D.A. **A Test of Goodness-of-Fit**. Journal of the American Statistical Association, 1954. p. 765–769.

ARAUJO, C. A. C.; RENTES, A. F. **Implementação de sistemas de produção enxuta por meio de eventos kaizen**. Banas Qualidade, São Paulo, v. 159, p. 38-48, 15 ago, 2005.

ARNHEITER, E. ; MALEYEFF, J., **The integration of lean management and Six Sigma, Total Quality Management**, Vol. 17, No.1, 5-18, 2005.

BERENSON, M. L., LEVINE, D. M. **Basic Business Statistics : Concepts and Applications**. New Jersey : Prentice Hall, 1999. 1058p.

BERTANI, T. M. **Lean Healthcare: recomendações para implementações dos conceitos de Produção Enxuta em ambientes hospitalares**. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, 2012).

BICHENO, J.. **The new lean toolbox**. Buckingham: PICSIE Books, 2004.

BORROR, Connie M. (Ed.). **The Certified Quality Engineer Handbook**. 3. ed. Milwaukee: American Society For Quality, 2008.

BRAZ, M. A. **Ferramentas e gráficos básicos**. In: ROTONDARO, R. G. (Coord.). Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Ed. Atlas, 2008.

BRETT, C. ; QUEEN, P.. **Streamlining enterprise records management with lean six sigma**. Information Management Journal, 2005, Vol. 39 No. 6, pp. 58-62.

CALDWELL, C.; BREXLER, J.; TOM GILLEM, T.. **Engaging physicians in lean six sigma**, Quality Progress, 2005, Vol. 38 No. 11, pp. 42-6.

CAMPOS, V. F.. **Gerenciamento da rotina do trabalho do dia-a-dia**. Minas Gerais; INDG Tecnologia e Serviços Ltda., 1999.

ECKES, G. **A revolução Seis Sigma – The Six Sigma Revolution** : o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. Tradução: Dr. Reynaldo Cavalheiro Marcondes – USP. Campus: Rio de Janeiro, 2001. 270p.

FREEDMAN, David; PISANI, Robert; PURVES Roger. **Statistic**. 4° edição New York: W. W. Norton & Company, 2007.

GALSWORTH, G.D.. **Visual Workplace/Visual Thinking: Creating Enterprise Excellence through the Technologies of the Visual Workplace**. Visual-Lean Enterprise Press, 2013.

GHASEMI, A.; ZAHEDIASL, S.. **Normality Tests for Statistical Analysis: A Guide for Non-Statisticians**. Int J Endocrinol Metab. 2012; 10 (2):486-489.

GEORGE, Michael L. **Lean Seis Sigma para serviços**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

GEORGE, Michael L. et al.. **Lean Six Sigma pocket toolbox**. New York, NY: McGraw-hill, 2005.

GRABAN, M. **Lean Hospitals: Improving Quality, Patient Safety and Employee Engagement**, CRC Press, 2012.

GUPTA, Dinesh. **Success Using Lean Six Sigma in Terms of Operations and Business Processes**. Hamburg: Anchor Academic Publishing, 2015.

HARRY, M. J. **Six Sigma** : a breakthrough strategy for profitability. Quality Progress, p. 60-64, May 1998.

HINES, P.; HOLWEG, M. & RICH, N. **Learning to evolve**. A review of contemporary lean thinking. International Journal of Operations & Production Management, v. 24 n. 10, p. 994-1011, 2004.

HIRANO, H. **5S for operators: 5 pillars of the visual workplace**. Portland, OR:

Productivity Press; 1996.

HIRANO, H. **JIT implementation manual - The complete guide to just-in-time manufacturing**: Volume 2 - Waste and the 5S's. Boca Raton: CRC Press; 2009.

HO, S. K.; CICMIL, S.; FUNG, C.K.. **The Japanese 5-S practice and TQM training**. Train Qual 1995; 3: 19_24

HOERL, R.. **One Perspective on the Future of Six-Sigma**, *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, Vol 1, No. 1, 112-119, 2004

ISHIKAWA, Kaoru. **Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa**. Rio de Janeiro: Campus, 1993

Kaizen Institute Brasil. Disponível em <<http://br.kaizen.com/home.html>>. Acessado em 04 out. 2016

KOZIOLEK, S.; DERLUKIEWICZ, D. **Method of assessing the quality of the design process of construction equipment with the use of DFSS (design for Six Sigma)**. *Automation in Construction*, v. 2, p. 223-232. 2012

KUBIAK, T.M.; BENBOW, D.W.. **The Certified Six Sigma Black Belt Handbook**. ASQ Quality Press, Milwaukee, 2009.

LEAN INSTITUTE BRASIL <http://www.lean.org.br/5-principios.aspx> Acesso em 18 de junho de 2015

LIKER, J.K., Meier, D.: **The Toyota Way Fieldbook** New York: McGraw-Hill; 2006.

LIKER, J. K. **O modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. Porto Alegre: Bookman, 2005. 320p.

MINITAB. **User'Guide Release 13.3 for Windows**, 1994.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4.ed. São Paulo: LTC, 2004.

NAVE, D. **How to compare Six Sigma, Lean and the Theory of Constraints.** Quality Progress, pp. 73-79, 2002

NEVES, José Luis. **Pesquisa qualitativa - características, usos e possibilidades.** São Paulo: Cadernos de Pesquisa em Administração, 1996.

PALADY, P. **FMEA: Análise dos Modos de Falha e Efeitos:** prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 3. ed. São Paulo: IMAM, 2004.

PANDE, Peter S.; NEUMAN, Robert P.; CAVANAGH, Roland R. **The Six Sigma Way:** How GE, Motorola, and Other Top Companies Are Honing Their Performance. New York: McGraw-Hill, 2000.

PESTORIUS, Michael S. **Aplicando o Seis Sigma às vendas e ao marketing.** Banas Qualidade. São Paulo, ano XVI, n.178, p.40-50, março de 2007.

PIERCY, Niall; RICH, Nick. **Lean transformation in the pure service environment:** The case of the call service centre. International Journal of Operations & Production Management, Vol. 29 No. 1, 2009, pp. 54-76.

PYZDEK, Thomas, **Uma Ferramenta em Busca do Defeito Zero,** HSM Management 38, maio-junho, pp. 64-70, 2003.

QUALITY MAGAZINE. **Five important lean six sigma tools.** Disponível em: <<http://www.qualitymag.com/blogs/14/post/92861-five-important-lean-six-sigma-tools>>. Acesso em: 16 dez. 2016.

REVERE, L.; BLACK, K. **Integrating six sigma with total quality management:** a case example for measuring medication errors. Journal of Healthcare Management, v. 48, n. 6, p. 377-391, 2003.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Ações para a qualidade:** GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

RODRIGUES, Marcus Vinicius. **Entendendo, aprendendo, desenvolvendo qualidade padrão Seis Sigma.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006

ROTONDARO, Roberto G (coord.) **Seis Sigma:** estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2008.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis, 2005.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. **Histograma**. São Paulo, nov. 2016. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/histograma/>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

SHUMWAY, Robert; STOFFER, David. - **Time Series Analysis and Its Applications With R Examples**. Springer Texts in Statistics, Second Edition. 2005

SPECTOR, R. **How constraints management enhances Lean and Six Sigma**. Supply Chain Management Review, v.10, n.1, p.42-7, 2006.

SUSMAN, Gerald I. **Action Research: A Sociotechnical Systems Perspective**. Ed. G. Morgan. London: Sage Publications, 1983. 95-113.

WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 1995.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Editora Qualimark, Rio de Janeiro, 2002.

WERKEMA, M. C. **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Otoni, 2006.

WOMACK, J.P., JONES, D.T. & ROSS, D.. **The Machine that Changed the World**, Rawson Associates, New York, NY, 1990.

WOMACK, J. P ; JONES, D.T.. **A mentalidade enxuta nas empresas – Lean Thinking**. Campus, 2004.

WOMACK, J. P ; JONES, D.T.. **Lean thinking - banish waste and create wealth in your corporation**. New York : Simon & Schuster, 1996.

WOMACK, J. ; JONES, D. T.. **Lean Solutions**. New York :Free Press, 2005.