

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNINOVAFAPÍ  
BACHARELADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ISAAC FERREIRA LIMA DE SOUSA

**METODOLOGIA SEIS SIGMA: uma proposta de melhoria para redução dos  
custos na produção de Gelato de uma gelateria em Teresina-Piauí**

TERESINA - PI

2018

ISAAC FERREIRA LIMA DE SOUSA

**METODOLOGIA SEIS SIGMA: uma proposta de melhoria para redução dos custos na produção de Gelato de uma gelateria em Teresina-Piauí**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao Centro Universitário UNINOVAFAPI, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Ricardo Seixas Lima dos Santos.

Teresina - PI

2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

S725m Sousa, Isaac Ferreira Lima de.

Metodologia seis sigma: uma proposta de melhoria para redução dos custos na produção de gelato de uma gelateria em Teresina-Piauí / Isaac Ferreira Lima de Sousa. – Teresina: Uninovafapi, 2018.

Orientador (a): Prof. Esp. Ricardo Seixas Lima dos Santos; Centro Universitário UNINOVAFAPI, 2018.

79. p.; il. 23cm.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) – Centro Universitário UNINOVAFAPI, Teresina, 2018.

1. Seis sigma. 2. Método DMAIC. 3. Redução de custos.  
I.Título. II. Santos, Ricardo Seixas Lima dos.

CDD 614.42

Catálogo na publicação  
Antonio Luis Fonseca Silva– CRB/1035  
Francisco Renato Sampaio da Silva – CRB/1028

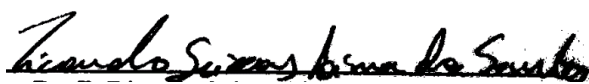
ISAAC FERREIRA LIMA DE SOUSA

**METODOLOGIA SEIS SIGMA: uma proposta de melhoria para redução dos custos na produção de Gelato de uma gelateria em Teresina-Piauí**

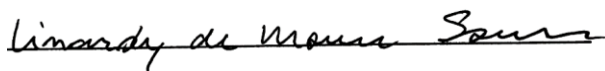
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC, apresentado ao Centro Universitário UNINOVAFAPI, como parte dos requisitos finais para obtenção de título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Data da Aprovação: 23 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA



Profº Ricardo Seixas Lima dos Santos  
Especialista em Engenharia de Produção  
Centro Universitário UNINOVAFAPI



Profº Linardy de Moura Sousa  
Mestre em Engenharia de Produção  
Centro Universitário UNINOVAFAPI



Profº Jorge Luiz de Macêdo  
Mestre em Engenharia de Produção  
Faculdade Facid Wyden

## **RESUMO**

O presente trabalho tem o objetivo de elaborar uma proposta de melhoria para reduzir os custos no processo de produção de Gelato através da utilização da metodologia Seis Sigma. O tema a ser abordado leva em consideração que os desperdícios no setor de produção são os maiores causadores do aumento do custo da mercadoria vendida da empresa. Inicialmente, realizou-se um levantamento de publicações existentes referentes à metodologia Seis Sigma e ao método DMAIC. Em seguida, efetuou-se um estudo do processo de produção de Gelato, iniciando pela coleta dos dados necessários e, posteriormente, partindo para a análise e elaboração da proposta aplicando as etapas do método DMAIC. Nos resultados do estudo encontram-se as informações referentes aos efeitos esperados. Tais resultados objetivam a redução de 1,4% a 2,4% do valor do custo da mercadoria vendida, podendo alcançar um ganho de R\$ 11.300,00 de um período de ano.

Palavras-chave: Seis Sigma; Método DMAIC; Redução de Custos.

## **ABSTRACT**

The present work aims to elaborate an improvement proposal to reduce costs in the gelato production process through the use of the six Sigma methodology. The topic to be addressed takes into account that waste in the production sector is the biggest cause of the increase in the cost of the merchandise sold by the company. Initially, we conducted a survey of existing publications regarding the six Sigma methodology and the Dmaic method. Then, a study of the gelato production process was carried out, starting with the collection of the necessary data and subsequently, starting for the analysis and elaboration of the proposal applying the steps of the Dmaic method. In the results of the study, the information regarding the expected effects is found. These results aim to reduce 1.4% to 2.4% of the value of the cost of the sold merchandise, and can achieve a R \$11,300.00 gain of a year period.

Keywords: Six Sigma; DMAIC method; Cost reduction.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho ao meu pai Moacyr e a minha mãe Iara que me apoiaram durante todo o curso. Foram vocês que me incentivaram e, em determinados momentos, me deram a força e a coragem suficientes para seguir sempre em frente. Foram vocês que se sacrificaram e sofreram para eu chegar aonde cheguei. Este trabalho é o resultado do árduo trabalho que eu lhes dei ao longo da minha trajetória, da nossa trajetória. Essa é uma das maneiras que tenho para demonstrar o orgulho e sorte que possuo de ter vocês ao meu lado. Eu amo vocês.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer pela conclusão deste trabalho às seguintes pessoas:

Aos meus pais pelo amor e pela estrutura familiar na qual eu fui criado, me ensinando os principais valores da vida e sendo exemplos de determinação, honestidade e humildade.

Aos meus avós, tios e tias pelas várias “puxadas de orelha” e cobranças em relação ao meu desempenho na faculdade e pelas inúmeras ajudas que recebi para a conclusão do curso.

Aos meus irmãos Felipe e Maria Gabriela pelas demonstrações amor e carinho e pelas confusões constantes. Espero um dia ser um exemplo para vocês.

A minha eterna e fiel companheira Júlia por ter me apoiado e me motivado a concluir minha graduação. Agradeço por nunca deixar que eu fique de cabeça baixa e por sempre me ajudar a ter minhas conquistas. Obrigado por estar na minha vida.

Aos meus professores que me proporcionaram conhecimentos e experiências inigualáveis. Agradeço pelo incentivo a continuar pesquisando e estudando e por mostrarem que o conhecimento pode ser uma fonte de energia inesgotável.

E por fim, gostaria de agradecer a Deus por colocar todas essas em minha vida.

Muito a aprender você ainda tem. [...] Paciência você deve ter.

– Mestre Yoda

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1 - Comparação entre o ciclo PDCA e o DMAIC-----                    | 22 |
| Figura 2 - Representação de um processo -----                              | 30 |
| Figura 3 - Fluxograma de um processo de compra-----                        | 42 |
| Figura 4 - Exemplo de histograma -----                                     | 43 |
| Figura 5 - Histograma de comparação entre duas situações -----             | 43 |
| Figura 6 - Diagrama de Pareto -----                                        | 44 |
| Figura 7 - Diagrama de causa e efeito. -----                               | 45 |
| Figura 8 - Formulário básico - FMEA -----                                  | 48 |
| Figura 9 - Esquema geral dos gráficos de controle-----                     | 49 |
| Figura 10 - Atividades realizadas na etapa Definir-----                    | 52 |
| Figura 11 - Fluxograma das atividades realizadas na etapa Medir-----       | 53 |
| Figura 12 - Fluxograma das atividades realizadas na etapa de Análise ----- | 53 |
| Figura 13 - Mapa de processos da empresa -----                             | 58 |
| Figura 14 - Mapa de processos do setor de produção do Gelato. -----        | 59 |
| Figura 15 - Diagrama de Causa e Efeito -----                               | 61 |
| Figura 16 - Gráfico de Pareto do problema analisado -----                  | 62 |
| Figura 17 - Relatório de capacidade do processo.-----                      | 65 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1 - Escala Sigma .....                                                 | 21 |
| Tabela 2 - Matriz de decisão .....                                            | 61 |
| Tabela 3 - FMEA .....                                                         | 63 |
| Tabela 4 - Representação dos valores do CMV .....                             | 64 |
| Tabela 5 - Número de falhas identificadas .....                               | 67 |
| Tabela 6 - Valores referentes ao cálculo do custo gerado pelas variáveis..... | 68 |
| Tabela 7 - Custo de produção do Gelato .....                                  | 69 |
| Tabela 8 - Custo gerado das variáveis.....                                    | 69 |
| Tabela 9 - Custos de implantação.....                                         | 73 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Quadro 1 - Comparação entre a TQM e o Seis Sigma.....                           | 29 |
| Quadro 2 - Tópicos para a seleção de projetos.....                              | 34 |
| Quadro 3 - Informações necessárias para a estruturação da coleta de dados. .... | 36 |
| Quadro 4 - Vantagens da utilização dos gráficos de controle. ....               | 50 |
| Quadro 5 - Sugestão da organização da equipe do projeto. ....                   | 56 |
| Quadro 6 - Ferramenta 5W1H.....                                                 | 57 |
| Quadro 7 - Variáveis que afetam o processo. ....                                | 57 |
| Quadro 8 - Determinação da localidade das variáveis. ....                       | 60 |
| Quadro 9 - Análise das causas de V1 .....                                       | 66 |
| Quadro 10 - Análise das causas de V2.....                                       | 67 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

5W1H – *What, Why, Where, When, Who and How.*

CMV – Custo da mercadoria vendida

$C_p$  – Índice de capacidade do processo

$C_{pk}$  – Índice de Capabilidade do processo

CTQ – *Critical to Quality* (Crítico para a qualidade)

DMAIC – Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar

FMEA – *Failure Mode and Effect Analysis* (Análise de Modo de Falhas e Efeitos)

ISO – *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Normalização)

LIE – Limite Inferior de Especificação

LSE – Limite Superior de Especificação

PAFC – Plano de Ação para Fora-de-Controle

PDCA – *Plan, Do, Check, Act*

POP – Procedimento Operacional Padrão

$P_p$  e  $P_{pk}$  – Índices de Performance do Processo

PPM – Parte Por Milhão

RNP – Número de Risco de Prioridade

TQM – *Total Quality Management* (Gestão da Qualidade Total)

## SUMÁRIO

|                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                                                    | <b>16</b> |
| <b>2. OBJETIVOS .....</b>                                                     | <b>18</b> |
| <b>2.1 Gerais .....</b>                                                       | <b>18</b> |
| <b>2.2 Específicos .....</b>                                                  | <b>18</b> |
| <b>3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                                         | <b>19</b> |
| <b>3.1 Seis Sigma .....</b>                                                   | <b>19</b> |
| <b>3.2 Método DMAIC.....</b>                                                  | <b>21</b> |
| <b>3.3 A equipe do Seis Sigma.....</b>                                        | <b>25</b> |
| <b>3.4 Diferença entre o Seis Sigma e outros programas de qualidade .....</b> | <b>27</b> |
| <b>3.5 Projeto Seis Sigma.....</b>                                            | <b>29</b> |
| <b>3.5.1 Seleção dos projetos.....</b>                                        | <b>32</b> |
| <b>3.5.2 Descobrimdo o desempenho atual do processo .....</b>                 | <b>35</b> |
| <b>3.5.3 Análise das causas.....</b>                                          | <b>37</b> |
| <b>3.5.4 Melhoria do processo.....</b>                                        | <b>39</b> |
| <b>3.5.5 Manter o processo sob controle .....</b>                             | <b>39</b> |
| <b>3.6 Ferramentas utilizadas no Seis Sigma.....</b>                          | <b>40</b> |
| <b>3.6.1 Mapeamento de processos.....</b>                                     | <b>41</b> |
| <b>3.6.2 Histograma.....</b>                                                  | <b>42</b> |
| <b>3.6.3 Diagrama de Pareto .....</b>                                         | <b>44</b> |
| <b>3.6.4 Diagrama de causa-efeito .....</b>                                   | <b>45</b> |
| <b>3.6.5 Índices de capacidade do processo .....</b>                          | <b>46</b> |
| <b>3.6.6 Brainstorming .....</b>                                              | <b>47</b> |
| <b>3.6.7 FMEA .....</b>                                                       | <b>48</b> |
| <b>3.6.8 Gráficos de controle.....</b>                                        | <b>49</b> |
| <b>4. METODOLOGIA.....</b>                                                    | <b>51</b> |
| <b>5. ESTUDO DE CASO.....</b>                                                 | <b>56</b> |

|              |                                      |           |
|--------------|--------------------------------------|-----------|
| <b>5.1</b>   | <b>Etapa Definir .....</b>           | <b>56</b> |
| <b>5.2</b>   | <b>Etapa Medir .....</b>             | <b>60</b> |
| <b>5.3</b>   | <b>Etapa Analisar .....</b>          | <b>65</b> |
| <b>5.4</b>   | <b>Etapa Melhoria.....</b>           | <b>70</b> |
| <b>5.4.1</b> | <b>Objetivos .....</b>               | <b>70</b> |
| <b>5.4.2</b> | <b>Problemas .....</b>               | <b>70</b> |
| <b>5.4.3</b> | <b>Causas.....</b>                   | <b>70</b> |
| <b>5.4.4</b> | <b>Soluções propostas .....</b>      | <b>71</b> |
| <b>5.4.5</b> | <b>Custos de implantação .....</b>   | <b>73</b> |
| <b>6.</b>    | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b> | <b>74</b> |
| <b>7.</b>    | <b>CONCLUSÃO.....</b>                | <b>75</b> |
|              | <b>REFERÊNCIAS.....</b>              | <b>77</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O mercado global se encontra cada vez mais competitivo, onde a cada momento surgem novos concorrentes com novas ideias ou projetos inovadores. Para as empresas, tal fato demonstra que elas precisam de uma estratégia sólida e em estado de melhoria constante para manter um nível superior ou igual aos de seus concorrentes ou para se obter uma vantagem competitiva.

As organizações sempre buscam ferramentas e métodos para redução de custos, aumento dos lucros e da satisfação do cliente. A busca por novas estratégias geralmente vem da seguinte pergunta: Qual é a estratégia que as empresas líderes de mercado estão utilizando para garantir a competitividade que eu não estou?

As empresas líderes de mercado fazem o uso de métodos padronizados e ferramentas de melhoria constante para aumentar as vendas, explorando oportunidades que gerem ganhos financeiros tangíveis. As organizações de sucesso estudam e controlam a variabilidade de um processo como forma de redução de falhas e aumento da confiabilidade, sendo muito mais eficaz do que apenas identificar e resolver um determinado problema. (ROTONDARO et al, 2014)

O aumento da qualidade gerado pela implantação de métodos de gestão da qualidade garante a confiabilidade e a competitividade da empresa. Assim é possível fazer uso dessa gestão para a melhoria processos e alcançar os objetivos estabelecidos.

De acordo com Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvetes (ABIS) o consumo de sorvete, em milhões de litros, vem caindo deste o ano de 2015. Apesar dessa informação há um aumento no número de empresas e franquias no mercado.

Embora sejam semelhantes o Gelato e o sorvete são dois produtos com características distintas. O Gelato não contém aromatizantes, conservantes ou corantes artificiais enquanto o sorvete possui. O Gelato possui menos gorduras que o sorvete devido a sua base ser feita de leite tipo A. A quantidade de açúcar presente no Gelato é inferior quando comparada com o sorvete, pois o teor de açúcar no Gelato é rigorosamente balanceado com a água, para atuar como anticongelante. Outra diferença é que o Gelato é mantido e servido em temperaturas

mais altas que o sorvete, criando uma diferença de textura e de cremosidade entre os produtos.

De acordo com uma pesquisa realizada pela Mintel em abril de 2018, o mercado de sorvetes no Brasil poderá ter um crescimento a partir do final do ano. A pesquisa ressalta a importância de que as empresas devem estar preparadas para atender as exigências dos novos consumidores. Para tal, elas podem investir em inovações de sabores ou produtos saudáveis para a fidelização dos clientes e garantia da competitividade.

Neste contexto de busca pela competitividade através da qualidade, metodologia Seis Sigma se mostra como um método de gestão inovador. Seu modelo de gerenciamento e controle dos processos permite que a organização entenda quais as necessidades de seus clientes, interno ou externo, e através de suas análises estatísticas proporciona ganhos financeiros elevados.

As ferramentas que são utilizadas por essa metodologia são basicamente as mesmas usadas em outros modelos de gestão da qualidade. O que difere é que no projeto Seis Sigma as ferramentas são relacionadas com as metas financeiras da empresa, permitindo que ela consiga potencializar seu resultado.

A proposta de melhoria é baseada no método DMAIC que consiste em um modelo para o planejamento e gerenciamento de um projeto. As ferramentas aplicadas no desenvolvimento estudo de caso foram utilizadas para identificação das variáveis que afetam o processo e para mensurar quais são as possíveis causas relacionadas com as variáveis identificadas.

O presente trabalho busca elaborar uma proposta de melhoria baseada no método de gestão Seis Sigma, onde a otimização do processo de produção visa a redução dos desperdícios que ocasionam no aumento do índice de custo da mercadoria vendida.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Gerais**

Elaborar uma proposta de melhoria para reduzir os custos no processo de produção de Gelato através da utilização da metodologia Seis Sigma.

### **2.2 Específicos**

- i. Apresentar a metodologia Seis Sigma como um instrumento de otimização de processos e de auxílio na tomada de decisão;
- ii. Determinar os processos críticos;
- iii. Definir e analisar as variáveis que afetam o processo;
- iv. Quantificar os gastos das variáveis identificadas;
- v. Sugerir possíveis soluções viáveis para otimização do processo estudado.

### **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

#### **3.1 Seis Sigma**

Segundo Pande, Neuman e Cavanagh (2007), em meados da década de 80 a Motorola em busca da redução dos efeitos da alta complexidade de seu processo produtivo criou um programa de qualidade com a finalidade de aumentar a qualidade de sua linha de produtos e reduzir a taxa de defeitos para aumentar sua competitividade no mercado. Logo após sua implantação, o programa chamado de Seis Sigma conquistou números incríveis. De acordo com os autores a empresa obteve um aumento de cinco vezes nas vendas, uma economia acumulada decorrente dos esforços da implantação da metodologia de US\$ 14 bilhões e um aumento anual no valor das ações em cerca de 21%.

Diante do sucesso do programa outras empresas começaram a adotar a filosofia e obtiveram sucesso e resultados impressionantes. A Asea Brown Boveri por exemplo, obteve uma redução de 68% nas taxas de defeito e de 30% nos custos de produção o que gerou um ganho de US\$ 898 milhões/ano. Já a General Electric com um investimento de aproximadamente US\$ 1 bilhão entre os anos de 1996 e 1999 conseguiu aumentar sua receita operacional em US\$ 300 milhões em 1997 e ter um ganho de US\$ 750 milhões e US\$ 1.5 bilhões nos anos de 98 e 99 respectivamente. (WERKEMA, 2012)

O Seis Sigma trata-se de uma filosofia utilizada para a eliminação da não-conformidade nos produtos e nos processos e a garantia que as especificações dos clientes sejam atendidas. Essa metodologia busca reduzir a variabilidade dos processos através do uso de métodos estatísticos. (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006)

Ao relacionar o conceito do Seis Sigma sob a perspectiva de negócios pode-se definir essa metodologia como um procedimento de negócios que permite às empresas melhorarem seus resultados financeiros através do controle constante e do desenvolvimento das atividades, reduzindo os desperdícios e aumentando a satisfação dos clientes. Logo, o objetivo principal do programa Seis Sigma é aumentar a lucratividade por meio da melhoria dos processos. (TOLEDO et al., 2014)

De acordo com Rotondaro et al (2014) o foco principal do Seis Sigma está no cliente e no produto. Essa filosofia trata-se da compreensão das necessidades do cliente interno ou externo pois assim é possível maximizar e sustentar o sucesso da organização.

Werkema (2012) define a metodologia Seis Sigma como uma estratégia disciplinada e quantitativa que tem como finalidade principal o aumento da lucratividade da organização através da melhoria da qualidade dos produtos e processos e do aumento da satisfação dos clientes.

Embora essa filosofia possua como foco principal o aumento da qualidade e do lucro através da melhoria dos processos e da redução de custos, ela não se trata apenas de um programa para cortar custos ou aumentar a qualidade. Trata-se de um método de melhoria de toda a empresa que traz grandes impactos nos resultados financeiros, aumentando tanto a satisfação dos clientes quanto a competitividade da organização. (ROTONDARO et al, 2014)

A nomenclatura Seis Sigma é baseada no termo estatístico sigma ( $\sigma$ ) que é utilizado para representar um desvio padrão de uma determinada distribuição. Dentro da metodologia, o sigma é usado para representar o nível de variabilidade dentro do processo. Além disso, o programa ainda conta com outras características além do pensamento estatístico e da redução da variabilidade de um processo. O Seis Sigma é capaz de promover um alinhamento de nível estratégico, através do uso de indicadores de desempenho para o monitoramento dos resultados da empresa e define os projetos de melhoria por meio de prioridades estratégicas. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

Um processo de produção pode ser representado por um sistema com *input* (entradas) e *output* (saídas). O processo de produção transforma os *inputs* em um produto acabado e os *outputs* é o resultado da transformação da entrada, onde esse resultado pode ser um produto final ou um *input* para outro processo. O objetivo do programa Seis Sigma, visto sob o lado estatístico, é o de reduzir a variabilidade nesses processos, de modo que cada limite de especificação do projeto esteja a 3 desvios padrões da média do processo. (TOLEDO et al., 2014)

Uma das características mais marcantes da metodologia é a uso estruturado do pensamento estatístico ao longo dos processos. As técnicas e ferramentas

estatísticas são utilizadas para auxiliar o processo de análise e tomada de decisão em todas as etapas do programa. (CARPINETTI, 2016)

O Seis Sigma pode ser visto como uma estratégia gerencial de melhoria em processos, produtos ou serviços de uma organização. O foco da metodologia é a redução da taxa de defeitos ou falhas, onde um número de ocorrências tende a zero. Isso significa que o nível de perfeição do processo é de aproximadamente 99,99966%, ou seja, ocorrerá uma redução na variação nos resultados que serão entregues aos clientes finais de 3,4 falhas por milhão. A Tabela 1 apresenta os valores de partes por milhão (PPM) em relação ao nível sigma. (ROTONDARO et al, 2014)

Tabela 1 - Escala Sigma

| Limite de especificação | Porcentagem dentro da especificação | PPM defeituosos |
|-------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| $\pm 1$                 | 30,23                               | 697.700         |
| $\pm 2$                 | 69,13                               | 308.700         |
| $\pm 3$                 | 93,32                               | 66.810          |
| $\pm 4$                 | 99,3790                             | 6.210           |
| $\pm 5$                 | 99,97670                            | 233             |
| $\pm 6$                 | 99,999660                           | 3,4             |

Fonte: Toledo et al (2014).

O programa Seis Sigma tem como características mais marcantes o pensamento estatístico e a redução da variabilidade dos processos. Contudo existem outras características que compõem esse programa. O Seis Sigma ainda promove alinhamento estratégico, através do uso de indicadores de desempenho relacionados aos resultados da organização. Em resumo, o programa é uma estratégia gerencial disciplinada, com uma abordagem sistêmica que tem como objetivo a redução da variabilidade dos processos e aumento da lucratividade através do uso de métodos estatísticos e otimização dos produtos e processos. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

### 3.2 Método DMAIC

O método DMAIC busca a resolução de problemas e pode ser utilizado em vários setores da organização. Seu foco está em realizar melhorias ou otimizações nos processos que apresentam não conformidades ou falhas e é representado por cinco etapas. Na primeira fase, de acordo com as opiniões dos clientes e dos

objetivos do projeto o problema é definido. Na segunda fase, serão medidas e investigadas as causas que influenciam nos resultados do processo. Na terceira fase, os dados são analisados e transformados em oportunidades de melhorias. A quarta fase inclui a melhoria e otimização do processo, de acordo com a análise realizada na fase antecessora. Na quinta fase inicia-se a fase de controle das melhorias implantadas, que é realizada para assegurar que melhorias implantadas sejam mantidas a longo prazo. (BRASIL/MPF, 2013)

Os outros modelos de gestão da qualidade utilizam as ferramentas estatísticas geralmente para controle e análise dos dados do processo. No Seis Sigma essas ferramentas são utilizadas de forma sistemática voltadas para a melhoria do produto ou processo através do ciclo DMAIC. Esse ciclo consiste na definição (*Define*), medição (*Measure*), análise (*Analyze*), melhoria (*Improve*) e controle (*Control*) dos processos. O DMAIC é uma versão mais detalhada do ciclo PDCA de Deming que são os procedimentos básicos para se realizar a melhoria contínua. (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006)

Segundo Aguiar (2006) o sistema DMAIC foi criado baseado no ciclo PDCA. Ao se analisar os dois métodos observa-se que as duas ferramentas possuem interação si com etapas e procedimentos parecidos. A Figura 4, apresentada a seguir, mostra uma comparação entre as duas metodologias.

Figura 1 - Comparação entre o ciclo PDCA e o DMAIC



Fonte: AGUIAR, 2006.

A partir do uso de técnicas estatísticas e ferramentas que possibilitam o aumento da precisão dos processos, o DMAIC busca aprofundar o ciclo PDCA para alcançar resultados maiores. Além disso, esse método tem como principal objetivo o

resultado financeiro, logo cada ação de melhoria do processo gera efeito nas finanças. (MAGALHÃES; OLIVEIRA, 2011)

De acordo com Pande, Neuman e Cavanagh (2007) as empresas que adotam a filosofia Seis Sigma não são obrigadas a deixar de usar seus métodos de controle e melhoria da qualidade. A utilização do DMAIC pode trazer benefícios para a gestão e para a solução de problemas dentro do processo. Para os autores o DMAIC pode aprimorar o processo de melhoria ajudando a posicionar e consolidar o Seis Sigma, dando um novo contexto para as ferramentas utilizadas.

A primeira fase do processo DMAIC, Definir, consiste na definição dos requisitos do cliente e na tradução desses requisitos em Características Críticas para a Qualidade (CTQ). Captar a “voz do consumidor” e traduzir os dados obtidos para a qualidade do produto é uma tarefa de monitoramento constante devido as melhorias da concorrência e a mudança de opinião dos clientes. A equipe do projeto Seis Sigma deve analisar quais as CTQ do cliente são viáveis e trarão o maior retorno financeiro. (ROTONDARO et al, 2014)

O objetivo principal desta etapa é definir qual será o processo que será melhorado para atender uma necessidade do cliente, ou seja, definir com clareza qual será o escopo do projeto. A equipe formada para planejar e executar o projeto deve conhecer e entender o processo para que haja uma melhor definição das possíveis restrições e do cronograma de atividades. (WERKEMA, 2012)

Esta etapa é crítica para a metodologia, pois é necessário que haja um entendimento entre a equipe responsável pelo projeto de melhoria e o que o cliente deseja. Após a definição de qual processo deve ser melhorado, a equipe deve realizar uma análise custo-benefício para o projeto escolhido, com a finalidade de dar mais clareza sobre o retorno que a melhoria trará (CARVALHO; PALADINI, 2012)

Na fase de medição a equipe elabora o mapa do processo relacionando-o com as CTQ, definindo quais são as entradas e saídas do processo. Em seguida, através de um sistema eficaz de coleta de dados a equipe produz amostras representativas para a determinação da capacidade a curto e longo prazo. A principal finalidade dessa fase é medir a capacidade antes de interferir no processo. (ROTONDARO et al, 2014)

Na fase de medição a equipe do projeto elabora o plano de coleta de dados para a captação das informações do processo a ser melhorado. Os dados obtidos deverão ser analisados estatisticamente, medindo os impactos dos problemas e identificando quais são os problemas chave. (WERKEMA, 2012)

Para Rotondaro et al (2014) a fase de Análise faz uso de ferramentas da qualidade e de ferramentas estatísticas, que são utilizadas para identificação das possíveis causas óbvias e não óbvias. Para o autor, a utilização de métodos e softwares estatísticos além de auxiliar a equipe na elaboração e solução dos cálculos e gráficos necessários também proporciona uma maior precisão na análise dos dados.

Nessa terceira fase o principal objetivo é determinar quais são as principais causas dos problemas chave determinados na etapa anterior. Uma das principais características dessa fase é o uso ferramentas para a análise dos dados. O uso dessas ferramentas permite a identificação e a organização das causas chave, auxiliando no processo de tomada de decisão. (WERKEMA, 2012)

Ainda de acordo com a autora anterior a fase de melhoria é caracterizada pelo tratamento dos problemas chave, onde a equipe irá sugerir, avaliar e implementar as soluções escolhidas. Essas soluções são testadas em pequena escala ou em um teste piloto para serem analisadas posteriormente, avaliando se há necessidade de pequenos ajustes ou melhoria para a implantação das soluções em larga escala.

Nesta fase a equipe deve transformar os dados estatísticos obtidos nas etapas anteriores em dados do processo para que possam ser aplicados da maneira correta. A equipe ainda realiza a quantificação dos efeitos gerados nas metas financeiras e no desempenho. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

A última fase do DMAIC, Controle, é responsável por garantir que os resultados obtidos das fases anteriores sejam mantidos a longo prazo. Nesta fase é necessário que haja a manualização do processo, com o intuito formalizar e transmitir os novos padrões e procedimentos para todos os indivíduos envolvidos no processo. (WERKEMA, 2012)

A implementação correta da metodologia Seis Sigma permite à empresa integrar todas as áreas da empresa, compartilhando todo o aprendizado e garantindo que as falhas identificadas sirvam de experiência para outros setores e para projetos futuros. (ROTONDARO et al, 2014)

### **3.3 A equipe do Seis Sigma**

A implementação do programa Seis Sigma exige uma estrutura de liderança que permita os envolvidos no desenvolvimento do projeto executarem suas atividades com um nível de rapidez e qualidade elevado. Para tal, o treinamento é considerado um fator crítico para o sucesso do projeto Seis Sigma. (TOLEDO et al., 2014)

Rotondaro et al (2014) afirma que a criação da equipe Seis Sigma é um elemento fundamental para o sucesso do desenvolvimento do projeto, pois o programa é desenvolvido essencialmente por pessoas. Ainda que exista uma estrutura pré-definida para a equipe, cada organização pode montar sua equipe da forma que mais se adeque as suas condições e necessidades.

A equipe envolvida no programa recebe títulos ou denominações baseadas no Sistema *Belt*. Esse sistema, que é inspirado no sistema de graduação de artes marciais japones, busca a garantia de que todos dentro da empresa consigam entender e transmitir todas as informações para o desenvolvimento do projeto Seis Sigma. Assim, o sistema *Belt*, faz com que a equipe se aprimore constantemente, tornando-as um diferencial detentores de conhecimento. (TOLEDO et al., 2014)

As nomenclaturas que os profissionais recebem são comparadas a títulos de artes marciais pois, assim como na arte japonesa, quanto maior for seu grau de sabedoria e habilidade maior será sua faixa. As divisões que ocorrem são: *Champion* (campeão ou patrocinador), *Master Black Belt* (mestre faixa preta), *Black Belt* (faixa preta) e *Green Belt* (faixa verde). (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006)

O papel de *Champion* é destinado a alta gerência, no qual é responsável pela transmissão da visão da cultura Seis Sigma para a gerência da organização. Desse modo, o campeão é o líder do processo mudança, responsável pela condução da definição dos objetivos estratégicos relacionados ao programa. Ele ainda é responsável pela viabilização de recursos para a implementação e

manutenção do programa Seis Sigma, sendo o intermediário entre a alta cúpula e os líderes dos projetos. (CARPINETTI, 2016)

Para Rotondaro et al (2014) o campeão possui uma função de liderança dos executivos-chave da empresa. Ele é quem organiza e guia o início, o desenvolvimento e implanta os projetos Seis Sigma por toda a organização. Sendo ele o detentor de conhecimento aprofundado sobre a metodologia, ele é capaz de apresentar os caminhos para as mudanças que a empresa necessita e define quem serão as pessoas que irão disseminar a cultura por toda organização.

O *Master Black Belt* é uma função usada em empresas de grande porte, onde há um grande número de projetos a serem executados. Considerado o braço direito do campeão, ele é responsável por ajudar na implantação da cultura Seis Sigma por toda a organização. A principal atribuição dessa faixa está na ajuda da escolha e no treinamento de novos projetos de melhoria, oferecendo liderança técnica na organização e no treinamento da equipe que irá formar o projeto. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

Estes profissionais dedicam 100% do seu tempo para as atividades pertinentes aos projetos Seis Sigma. Logo, eles recebem um treinamento exaustivo e intenso onde são preparados para solucionar problemas utilizando o pensamento estatístico. (ROTONDARO et al, 2014)

Os *Black Belts* quase não possuem diferenças dos *Master Black Belts*. Assim como os mestres. Os faixas pretas também passam por treinamento intenso e são capazes de solucionar problemas com o uso do pensamento estatístico. Eles respondem ao *Master Black Belt* e lideram as equipes na condução e execução dos projetos. (CARPINETTI, 2016)

O papel do *Black Belt* dentro da organização é considerado a espinha dorsal na implementação e no suporte do programa Seis Sigma. As ferramentas estatísticas e as técnicas de qualidade são de conhecimento de outros modelos de gestão da qualidade, mas a forma como o Seis Sigma usa tais ferramentas e técnicas é nova, fazendo com que o papel do *Black Belt* seja crítico para a empresa. (TOLEDO et al., 2014)

Os *Green Belts* são os profissionais que não possuem um conhecimento aprofundado nos métodos estatísticos, onde suas tarefas do dia a dia contribuem para conclusão do projeto Seis Sigma. Em relação ao projeto, os *Green Belts* possuem duas tarefas principais: auxiliar na coleta de dados e no desenvolvimento dos experimentos e liderar pequenos projetos de melhoria no seu próprio ambiente de trabalho. (CARVALHO; PALADINI, 2016)

O *Green Belt* é um colaborador de nível médio-baixo, geralmente de área administrativa ou técnica, que recebeu um treinamento menos aprofundado sobre as técnicas e procedimentos estatísticos. Apesar de possuir pouco conhecimento teórico, ele possui um grande conhecimento dos processos e atividades que podem ser considerados projetos de melhoria. (CARPINETTI, 2016)

Apesar do sistema *Belt* proporcionar aos envolvidos um vasto conhecimento sobre a metodologia Seis Sigma, ele por si só não garante o sucesso. É necessário que outras habilidades, conhecimentos e técnicas sejam unificados ao sistema para sustentar o programa a longo prazo. Nesse contexto, as empresas devem evoluir de organizações treinadas para organizações de aprendizagem. (TOLEDO et al., 2014)

A estrutura organizacional é um dos grandes diferenciais do programa Seis Sigma em relação aos outros programas de qualidade já existentes. Sua estrutura voltada para gestão da melhoria dos processos, faz a ligação entre os diretores e gestores de alto nível e os colaboradores pertencentes a base da pirâmide, permitindo o cumprimento das metas estabelecidas e aumentando o vínculo entre a execução e a gestão das atividades de rotina da cadeia interna de valor. (CARPINETTI, 2016)

### **3.4 Diferença entre o Seis Sigma e outros programas de qualidade**

As grandes empresas possuem métodos padronizados e ferramentas para melhorar seus resultados e gerar oportunidades que podem resultar um aumento da lucratividade. A utilização de programas da qualidade como a ISO, e TQM tornam mais fácil o aumento da qualidade de seus produtos ou serviços. Cada um desses programas possui características voltadas para a melhoria e controle da qualidade, não levando em conta os aspectos financeiros do negócio ou a estratégia financeira da organização. (ROTONDARO et al, 2014)

O Seis Sigma é um programa que abrange toda a empresa que tem como objetivo alcançar, maximizar e sustentar o sucesso da organização através da redução da variabilidade dos processos. Esse programa tem foco na necessidade do cliente utilizando a análise estatística para otimizar e até reinventar os processos da organização. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009)

Segundo Yang e El-Haik (2003, *apud* Mazzutti 2014), quando se compara o Seis Sigma com outros programas de qualidade o principal diferencial é que no Seis Sigma as ferramentas e métodos podem ser aplicados em quaisquer processos e operações da organização.

Outro diferencial do Seis Sigma em relação às outras metodologias é em relação ao conceito de desperdício. No Seis Sigma o desperdício é definido como a diferença entre a qualidade potencial e a qualidade efetiva do processo. A qualidade potencial é o valor máximo que pode ser agregado no produto ou processo e a qualidade efetiva é o estado atual do produto ou processo. (RODRIGUES, 2004)

O Seis Sigma pode ser visto como uma estratégia, uma disciplina e um conjunto de ferramentas. É uma estratégia porque seu foco é na necessidade do cliente visando sua satisfação. Como consequência, a organização melhora seus resultados, medidos por uma maior participação de mercado e pelo aumento nos lucros. É uma disciplina porque utiliza uma sequência formal e padrão para todos os projetos, garantindo um aumento no desempenho do processo. Por fim, é um conjunto de ferramentas porque utiliza as ferramentas de análise em sua capacidade total, permitindo que a base de dados e a análise seja contínua. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009)

Ao se comparar o Seis Sigma com a TQM por exemplo, observa-se que as metodologias fazem uso das mesmas ferramentas, procedimentos estatísticos e métodos de procedimentos para a obtenção da qualidade. A diferença está na forma de aplicação dentro da organização. No Seis Sigma, essas ferramentas são aplicadas em toda a organização e não apenas para a obtenção da qualidade, focando nos resultados financeiros e nos objetivos estratégicos da organização. O Quadro 1 apresenta uma comparação entre algumas características do TQM e do Seis Sigma. (RODRIGUES, 2004)

Quadro 1 - Comparação entre a TQM e o Seis Sigma

| Aspectos                    | TQM                                                                                    | Seis Sigma                                                                                                            |
|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Quanto à Gestão             | Gerenciamento por técnicos, passou a ser mais uma atribuição do gerente.               | Gerenciamento por líderes, e coordenado por profissionais com dedicação integral.                                     |
| Quanto às Diretrizes        | Diretrizes gerais para a satisfação do cliente.                                        | Diretrizes focadas no negócio para a satisfação continuada do cliente.                                                |
| Quanto às Metas             | Metas com foco nas não-conformidades.                                                  | Metas claras e ambiciosas com foco no negócio.                                                                        |
| Quanto às Técnicas          | Fanatismo mecanicista e utilização das análises estatísticas de forma não customizada. | Adaptação das ferramentas e análise estatística, já existentes há décadas, com disciplina e rigor necessário ao caso. |
| Quanto à Integração         | Visão departamental ou setorial.                                                       | Visão organizacional.                                                                                                 |
| Quanto à Capacitação        | Conhecimento superficial de técnicas e ferramentas.                                    | Conhecimento de técnicas e gestão profundo.                                                                           |
| Quanto ao Nível Estratégico | Pouco comprometimento e não necessidade de conhecimento dos princípios e ferramentas.  | Comprometimento total e conhecimento dos princípios e ferramentas.                                                    |
| Quanto ao Foco              | Foco na não-conformidade para atendimento ao cliente.                                  | Foco no conhecimento para atendimento ao cliente.                                                                     |
| Quanto à Estrutura          | Estrutura organizacional funcional ou divisional.                                      | Estrutura organizacional focada em processos ou projetos e integração da cadeia de suprimentos.                       |

Fonte: adaptado de Rodrigues (2004)

Logo, o Seis Sigma é visto como uma estratégia de negócio e não apenas como um programa de qualidade. Apesar das ferramentas e técnicas usadas serem as mesmas dos outros programas, no Seis Sigma elas buscam potencializar os resultados obtidos para se alcançar o objetivo financeiro e estratégico da organização. (ROTONDARO et al, 2014)

### 3.5 Projeto Seis Sigma

Um projeto pode ser definido como um conjunto de atividades interligadas voltadas para a solução de um problema importante e que necessita de um período significativo para sua conclusão. Os projetos são uma descrição escrita e altamente detalhada de um plano que irá ser realizado. Nele consta as atividades,

cronogramas e os recursos necessários para o seu desenvolvimento e conclusão. (CHASE; JACOBS; AQUILANO, 2006)

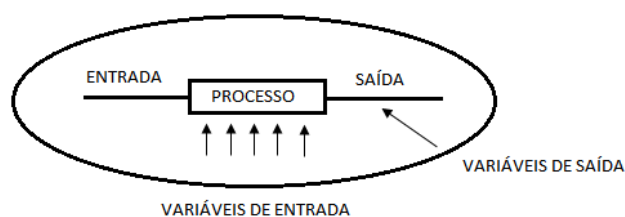
Um projeto é um conjunto inter-relacionado de atividades com pontos de partida e chegada definidos, com objetivos de cumprimento do cronograma, orçamento e exigências dos clientes. Todo projeto exige novas técnicas, habilidades e recursos para o seu desenvolvimento, logo a melhorias constante dos processos parte do conhecimento e a experiência dos envolvidos. (KRAJEWSKI; RITZMAN; MALHOTRA, 2009)

Para Corrêa e Corrêa (2016) um projeto pode ser definido como um conjunto único e finito de processos inter-relacionados voltados para a produção de uma especificação de qualidade, dentro de um período determinado e com a utilização de um recurso específico.

Os projetos são um aspecto essencial para a melhoria da qualidade e do processo. Um projeto deve representar um potencial avanço para o produto ou serviço. O impacto gerado por um projeto deve ser avaliado com base nos objetivos financeiros da organização, ajudando a garantir mais objetividade em seu desenvolvimento. Essa integração financeira entre o projeto e os objetivos estratégicos é a prática padrão da metodologia Seis Sigma. (MONTGOMERY, 2016)

Sobre a visão do Seis Sigma um projeto é voltado para a melhoria de um determinado processo. Essa ótica permite que os envolvidos entendam quais são os *inputs* e *outputs*, permitindo definir quais são as causas dos resultados não desejados. Assim, para que se obter uma melhoria, o foco dos integrantes da equipe Seis Sigma deve estar no comportamento das variáveis de entrada e de saída. A Figura 5 ilustra a definição de um processo com suas variáveis. (FILHO, 2014)

Figura 2 - Representação de um processo



Fonte: adaptado de Filho (2014)

Os projetos de melhoria Seis Sigma estão relacionados com as características críticas para a qualidade. Logo, um problema relacionado a qualidade pode ser entendido como uma ou mais CTQs que não são atendidas em seus processos. A solução dos projetos de melhoria busca quais são os fatores que influenciam nos resultados não esperados pelo processo e o que pode ser feito para transformar os resultados. (TOLEDO et al., 2014)

Carvalho (2000, apud Rotondaro et al, 2014, p. 49) diz que:

[...], enxergar as atividades de melhoria da qualidade segundo uma visão mais ampla de projetos que tenham impacto no negócio e que estejam alinhados às estratégias de negócios as empresas foi uma das contribuições dos programas Seis Sigma. Os projetos Seis Sigma são avaliados não só quanto aos resultados “técnicos”, mas também quanto ao gerenciamento do tempo, custo e utilização dos recursos alocados para o projeto, critérios estes relacionados à gestão do projeto propriamente dita.

Os estímulos para o início do projeto podem ser oriundos tanto de uma oportunidade gerada pelo mercado quanto por uma exigência do próprio negócio ou cliente. A premissa básica é entender o que é crítico para o mercado e quais são os impactos para a organização. Logo, os projetos Seis Sigma devem garantir que o desempenho da organização seja considerado de classe mundial, melhorando seus processos através da redução sistemática da variabilidade. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

O sucesso de um projeto é normalmente atribuído à clareza de seus objetivos e seu gerenciamento por parte da equipe envolvida. Logo, torna-se primordial a definição clara dos objetivos e da organização da equipe que irá fazer parte do projeto antes de seu início. (CORRÊA; CORRÊA, 2016)

Os projetos Seis Sigma possuem duas categorias: *top-down* ou *bottom-up*. O primeiro é caracterizado por apresentar um maior alinhamento com os objetivos organizacionais e com os requisitos dos clientes. É uma estrutura que parte da alta gerência, onde são responsáveis por apresentar os projetos para os demais envolvidos no programa. Já a segunda categoria é elaborada normalmente pelos *Black Belts* e tem como características um escopo bem definido, porém em alguns casos não atende aos objetivos organizacionais devido ao fato de partir do setor operacional. (TOLEDO et al., 2014)

A perspectiva *top-down* é o que a organização deseja que a parte operacional realize, considerando os objetivos e metas estabelecidos. Já a perspectiva *bottom-up* considera o que as experiências diárias sugerem que a parte operacional deveria fazer. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

O modelo utilizado pela metodologia para o desenvolvimento dos projetos é o DMAIC, que é considerado uma evolução do Ciclo PDCA. Embora seja colocado de maneira diferente, o modelo está focado na identificação dos problemas-chave para a Seleção dos Projetos a serem realizados, na coleta dos dados do processo estudado que leva a equipe a conhecer o Desempenho Atual do Processo, na definição das causas dos problemas-chave levando à Análise das Causas, na formulação das ações e procedimentos de Melhoria do Processo e na concretização e manutenção das melhorias atingidas pelo projeto levando a Manter o Processo Controlado. (ROTONDARO et al, 2014)

### **3.5.1 Seleção dos projetos**

A primeira etapa do programa Seis Sigma é a definição dos projetos que receberão da organização os recursos necessários para o seu desenvolvimento. O processo seletivo deve garantir que os recursos que serão alocados estejam nos projetos que possuem alinhamento com a estratégia da empresa e com impacto desejado de melhoria da eficiência e da eficácia, garantindo-lhe uma vantagem competitiva. É importante destacar ainda que uma CTQ pode ser alvo de um projeto de melhoria mais de uma vez. Logo, as informações e dados obtidos servirão de base para o desenvolvimento do novo projeto. Isso torna importante a manutenção constante do banco de dados que contempla os dados dos projetos Seis Sigma desenvolvidos. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

Os critérios de seleção do projeto podem possuir várias possibilidades de metas organizacionais como retorno financeiro ou fatia do mercado. Contudo, nem sempre as organizações irão conseguir conduzir vários projetos Seis Sigma simultaneamente para todas as CTQs identificadas, pois normalmente existem limitações de recursos. Logo, é necessário o estabelecimento de alguns requisitos para a seleção de projetos, seguido das etapas de identificação das CTQs, identificação das lacunas de desempenho, verificação se o escopo e o projeto são gerenciáveis e determinação da viabilidade do projeto. (TOLEDO et al., 2014)

A etapa de seleção dos projetos é uma das atividades fundamentais do processo de implantação do Seis Sigma. Projetos que são bem selecionados possuem uma maior chance de sucesso e, conseqüentemente, uma maior consolidação da cultura Seis Sigma dentro da organização. Projetos mal selecionados resultaram no atraso ou na falta de resultados trazendo insatisfação para os envolvidos, o que pode resultar no fracasso da implementação do programa. (WERKEMA, 2012)

Na primeira fase existem alguns passos que são comuns todos os projetos Seis Sigma. Esses passos seguem uma sequência lógica para o desenvolvimento do planejamento inicial do projeto. Primeiramente define-se quais são os requisitos do cliente e traduz esses requisitos em características críticas para a qualidade. Em seguida é definida a equipe que irá compor o projeto. Nesta etapa é necessário que a equipe possua o conhecimento necessário e esteja preparada para aplicar com sucesso as técnicas e ferramentas do programa Seis Sigma. A terceira etapa é o mapeamento dos processos críticos que tem como objetivo identificar quais são os problemas-chave e as não-conformidades. Por fim, a última etapa é realizar uma análise custo-benefício para determinar se o projeto é viável. (ROTONDARO et al, 2014)

O Quadro 2 apresenta quais são as questões mais críticas para a reflexão em cada uma das quatro etapas para a seleção dos projetos Seis Sigma.

Quadro 2 - Tópicos para a seleção de projetos

| <b>Etapas</b>                                               | <b>Questões</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Identificação das CTQs</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Quais são os critérios ganhadores de pedidos?</li> <li>• Análise dos critérios competitivos está focada nos clientes preferenciais?</li> <li>• Os processos críticos da organização foram mapeados?</li> <li>• As CTQs têm um defeito identificável, sendo possível mensurar o impacto do projeto?</li> </ul>                                                                                                                                                                           |
| <b>Identificação das lacunas de desempenho</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe risco de perda de competitividade com os atuais níveis de desempenho?</li> <li>• O desempenho atual apresenta uma lacuna significativa diante dos concorrentes?</li> <li>• Nosso desempenho é pior que os dos concorrentes na CTQs?</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Verificação se o escopo e o projeto são gerenciáveis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• O projeto tem apoio e recursos adequados proporcionados pelas partes interessadas (<i>stakeholders</i>)?</li> <li>• Os recursos disponíveis são suficientes para concluir o projeto?</li> <li>• Qual o horizonte de tempo necessário para a conclusão do projeto?</li> <li>• Existem muitas áreas envolvidas no projeto?</li> <li>• Os “donos” dos processos envolvidos participam do projeto?</li> <li>• Existe duplicidade ou conflito com outros projetos da organização?</li> </ul> |
| <b>Determinação da viabilidade do projeto</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Qual o risco de o projeto não obter a melhoria de desempenho planejada (viabilidade técnica)?</li> <li>• Os benefícios obtidos com o projeto são maiores que os custos (viabilidade econômica)?</li> <li>• Existem recursos suficientes para financiar o projeto (viabilidade financeira)?</li> </ul>                                                                                                                                                                                   |

Fonte: adaptado de Carvalho; Paladini, 2012

O processo de seleção do projeto Seis Sigma é considerado uma parte vital para qualquer processo de melhoria de negócio. Os projetos devem ser completados em um período de tempo razoável para que a organização não gaste muitos recursos e não perca muito tempo em um único projeto. Além disso, os projetos

devem ter impactos reais sobre as principais atividades da organização. (MONTGOMERY, 2016)

### **3.5.2 Descobrendo o desempenho atual do processo**

Essa fase está associada a etapa de Medição (*Measure*) do método DMAIC. Ela consiste em como medir o processo, identificar quais são os processos que influenciam nas CTQs e medir os defeitos gerados pelo processo-chave. (ROTONDARO et al, 2014)

Nesta fase a medição dos dados de resultado dos processos mapeados devem ser detalhados e comprovados. A definição de um sistema de medição é importante para que dos dados obtidos sejam confiáveis e possuam um grau aceitável de precisão para que não ocorra erros nas etapas posteriores. (CARPINETTI, 2016)

De acordo com Toledo et al. (2016) essa fase pode ser dividida em quatro etapas: mapeamento detalhado, estruturação para coleta de dados, implementação e validação da coleta de dados e medição da capacidade do processo.

Na etapa do mapeamento detalhado, o mapa do processo elaborado na etapa de Definir é detalhado, evidenciando quais são os subprocessos definindo quais são suas entradas e saídas. Assim é possível relacionar quais são as variáveis-chave de entrada e de saída do processo para estabelecer uma relação de causa e efeito. (ROTONDARO et al, 2014)

A etapa de estruturação para a coleta de dados serve para orientar o processo de coleta de dados. O Quadro 3 apresenta os principais aspectos que precisam ser considerados nessa etapa.

Quadro 3 - Informações necessárias para a estruturação da coleta de dados.

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>O que medir</b>           | A partir do mapeamento do processo, os dados a serem medidos podem ser consideradas medidas de resultado ou fatores causais. Eles precisam estar relacionados ao problema e às CTQs.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Tipos de medida</b>       | O que está sendo medido pode ser classificado como medida de entrada, processo ou saída (resultado).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Tipos de dados</b>        | Pode ser classificado como atributo (conforme/não conforme, bom/ruim) ou variável (tempo, diâmetro).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Unidades de medida</b>    | Milímetros (mm), centímetro (cm), metro (m), segundos (s), minutos (m), horas (h), dias (d) entre outros.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Definição operacional</b> | É a descrição de algo que será medido, em que todas as partes envolvidas possuem uma compreensão comum e não existe nenhuma ambiguidade sobre aquilo que está sendo medido.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Alvo ou especificação</b> | O alvo é o valor ideal de uma característica da qualidade para o cliente, e a especificação é uma faixa de valor aceitável para a característica da qualidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Fonte de dados</b>        | Deve fazer a opção por utilizar dados históricos ou coletar novos dados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Plano de coleta dados</b> | Consiste basicamente em três elementos: formulários, estratificação e amostragem. Os formulários servem para registrar os dados de uma maneira clara. A estratificação permite explorar informações relevantes sobre os dados tais como: quem, o quê, quando, onde. No caso da necessidade de novos dados, a amostragem pode tornar-se necessária e, com isso, a frequência e o tamanho da amostra tornam-se fatores importantes para garantir a representatividade. |

Fonte: Adaptado de Toledo et al. (2014)

A etapa de implantação de validação da coleta de dados faz referência ao treinamento da equipe de coleta de dados e à verificação da confiabilidade dos dados que foram obtidos pela equipe. Nessa fase, a equipe Seis Sigma pode fazer uma reflexão sobre o sistema de medição e sobre as dificuldades enfrentadas durante a coleta de dados com o propósito de melhorar o processo de coleta para os projetos Seis Sigma futuros. (TOLEDO et al., 2014)

Na fase de medição é realizado o cálculo da capacidade do processo que está relacionado à habilidade do processo em atender os limites de especificação atribuídos, ou seja, busca medir a capacidade potencial que o processo pode atingir. Essa capacidade é calculada ainda no final do projeto para que haja uma

verificação se ações de melhorias realizadas foram eficazes. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

Nessa etapa ainda é realizado o cálculo do índice de capacidade real do processo. Nessa fase o *Black Belt* seleciona uma ou mais CTQ, mapeia os respectivos processos e realiza o cálculo de capacidade a curto e longo prazo. O foco é medir a capacidade real do processo para que as melhorias implementadas possam ser maximizadas. (ROTONDARO et al, 2014)

No final da fase de Medir, a equipe Seis Sigma deve atualizar o projeto, caso necessário, reexaminar os objetivos e a abrangência do projeto e reavaliar a equipe integrante. Essas ações servem para garantir a qualidade e o sucesso do projeto. A equipe ainda deve documentar e compartilhar quaisquer dificuldades enfrentadas com o dono do processo ou com a alta cúpula, podendo ainda sugerir melhorias rápidas e imediatas para o processo. (MONTGOMERY, 2016)

### **3.5.3 Análise das causas**

A análise das causas é a etapa onde a equipe do projeto Seis Sigma analisa os dados coletados na etapa de medição. Para isso, faz-se necessário o uso de algumas ferramentas da qualidade e de ferramentas estatísticas com a finalidade de identificar quais são as causas comuns e as causas atribuíveis dos problemas. Nesta fase a utilização de *softwares* estatísticos facilitam a elaboração e compreensão dos cálculos e dos gráficos necessários. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

As causas comuns são fontes de variabilidade que são embutidas no processo e as causas atribuíveis são as fontes externas que influenciam no processo. A eliminação de uma causa comum de variabilidade gera uma mudança significativa no processo, enquanto a eliminação de uma causa atribuível envolve a solução de um problema específico. (MONTGOMERY, 2016)

A fase de Análise consiste em determinar quais as causas mais prováveis dos defeitos encontrados e procurar entender por que os defeitos são gerados, identificando quais são as variáveis-chave que possuem um maior impacto no processo. Assim, o objetivo principal dessa fase é determinar quais são as causas do processo que mais influenciam no seu desempenho. Para isso, a utilização de

ferramentas da qualidade e de ferramentas estatísticas servem para identificar e analisar esses resultados do processo. (TOLEDO et al., 2014)

Para Rotondaro et al (2014) essa fase pode ser dividida em duas fases: análise dos dados coletados e definição dos objetivos de melhoria do projeto. A primeira consiste em avaliar os dados coletados através do uso de ferramentas estatísticas para a identificação das causas da variação do processo. A segunda fase serve para estabelecer quais serão os pontos de melhoria que processo pode aceitar baseado em sua capacidade atual.

A etapa de Análise busca identificar qual é o problema prioritário, quais são as suas causas fundamentais e quantas vezes ele ocorre em determinado período. Para isso deve-se realizar uma análise no processo considerando o problema prioritário e identificando quais são as oportunidades de melhoria. Logo, o uso intenso de ferramentas estatísticas serve para analisar os dados do problema e de suas variações, sendo possível identificar, aferir e entender o que causam essas variações ocorrem e como podem ser melhoradas. (WERKEMA, 2012)

As causas fundamentais do problema prioritário identificadas precisam ser priorizadas de acordo com seu grau de impacto no resultado. Logo, é necessário que os dados coletados sejam confiáveis para que seja verificado quais causas influenciam significativamente no processo. Assim, é possível quantificar esses dados para que seja priorizado as causas com um maior grau de influência sobre a ocorrência do problema. (AGUIAR, 2006)

Montgomery (2016, p. 40-41) diz que:

As ferramentas de análise são usadas com dados históricos ou dados coletados no passo Medir. Esses dados são, em geral, úteis no fornecimento de pistas que podem levar às causas dos problemas pelos quais o processo está passando. Algumas vezes, essas pistas podem levar a avanços e identificar melhorias específicas. Na maioria dos casos, no entanto, o objetivo do passo Analisar é uma tentativa de exploração e compreensão das relações entre as variáveis do processo e o desenvolvimento de uma ideia sobre potenciais melhorias no processo. Uma lista de oportunidades específicas e de causas de raiz que são marcas para ação no passo Melhorar deve ser desenvolvida. As estratégias de melhoria serão mais desenvolvidas e realmente testadas no passo Melhorar.

### **3.5.4 Melhoria do processo**

Esta é a etapa em que a equipe Seis Sigma deve aplicar as melhorias no processo estudado. Os dados estatísticos analisados na etapa de Análise devem ser transformados em dados do processo, onde a equipe irá modificar tecnicamente o processo, atuando sobre as causas raízes identificadas. (ROTONDARO et al, 2014)

De acordo com Werkema (2012), a princípio é necessário realizar um *Brainstorming* para que potenciais soluções sejam enumeradas com o intuito de eliminar as causas das variações do processo. Em seguida, as ideias devem ser analisadas, refinadas e até combinadas para darem origem as possíveis soluções que estejam alinhadas com os objetivos do projeto.

As soluções propostas para o projeto devem ser priorizadas de forma que o objetivo inicial possa ser atingindo. Essa priorização deve levar em consideração que as propostas de soluções devem ser economicamente viáveis, gerenciáveis e que tragam o retorno esperado no prazo estabelecido. (AGUIAR, 2006)

Em seguida, é realizado o desenvolvimento de um teste piloto para avaliar as soluções dentro do processo. O teste piloto nada mais é do que um experimento de confirmação cujo o propósito é avaliar e documentar a solução confirmando que a proposta atende aos objetivos do projeto. (MONTGOMERY, 2016)

A implementação da melhoria do processo pode gerar mudanças no comportamento dos envolvidos. É possível ocorrer mudança de responsabilidades, equipamentos e materiais adicionais, treinamento e revisões rotineiras dos procedimentos. Após a implementação da melhoria a equipe deve analisar os novos resultados obtidos com o intuito de identificar o impacto gerado e se possui algum resultado indesejado. Caso aconteça, será necessário que o processo volte para a fase de medição para que se tenha dados precisos para uma nova análise e uma nova proposta de melhoria. (TOLEDO et al., 2014)

### **3.5.5 Manter o processo sob controle**

Na fase de controle a equipe Seis Sigma precisa definir como será feito o controle do processo e como as informações serão repassadas para aqueles que trabalham no processo diariamente. Logo, nessa fase deve ser elaborado e validado um sistema de medição e controle para monitorar as atividades do processo em

tempo real, de modo a garantir que sua nova capacidade seja mentida. (ROTONDARO et al, 2014)

Para Werkema (2012), o primeiro passo dessa etapa é realizar uma avaliação dos efeitos obtidos com a implementação das soluções, através da comparação dos resultados aferidos anteriormente com os novos dados do processo. Posteriormente, é necessário estabelecer novos Procedimentos Operacionais Padrão ou uma revisão dos já existentes, com o intuito de padronizar as modificações implementadas no processo.

Outro ponto importante dessa fase é que ela ainda é responsável por detectar possíveis mudanças no processo com o menor tempo possível. Caso seja detectado um efeito indesejado, é necessário realizar uma melhoria corretiva adequada evitando surpresas. (CARVALHO; PALADINI, 2012)

Algumas ferramentas como os gráficos de controle e o programa 5S devem ser utilizados para auxiliar nessa fase. Os gráficos de controle servem de indicadores para determinar se o processo está dentro dos limites especificados. O programa 5S ajuda na organização e na gestão do processo, além de trazer padronização e redução dos desperdícios. (CARPINETTI, 2016)

No final do processo a equipe Seis Sigma deve documentar toda as informações e experiências que foram adquiridas ao longo do desenvolvimento do projeto com a finalidade de avaliar o como foram conduzidos os procedimentos. Essa documentação é importante para analisar se teve alguma questão que não foi trata e para que esses documentos sirvam de base para projetos futuros. (WERKEMA, 2012)

### **3.6 Ferramentas utilizadas no Seis Sigma**

Uma das razões de o DMAIC possuir tanto sucesso é pelo seu uso eficaz de um conjunto de ferramentas de análise. Cada etapa do processo possui um pequeno conjunto de ferramentas que podem ser utilizadas ao longo do desenvolvimento de um projeto. Cada empresa aplica as técnicas necessárias na busca do Seis Sigma de acordo com suas necessidades e objetivos. (MONTGOMERY, 2016)

As ferramentas analíticas da metodologia são utilizadas há vários anos pelos programas tradicionais para melhoria da qualidade. O que difere é que no Seis

Sigma essas ferramentas são integradas ao sistema de gestão da empresa, com o intuito de potencializar seu uso dentro dos processos de melhoria. (JACOBS; CHASE, 2009)

### **3.6.1 Mapeamento de processos**

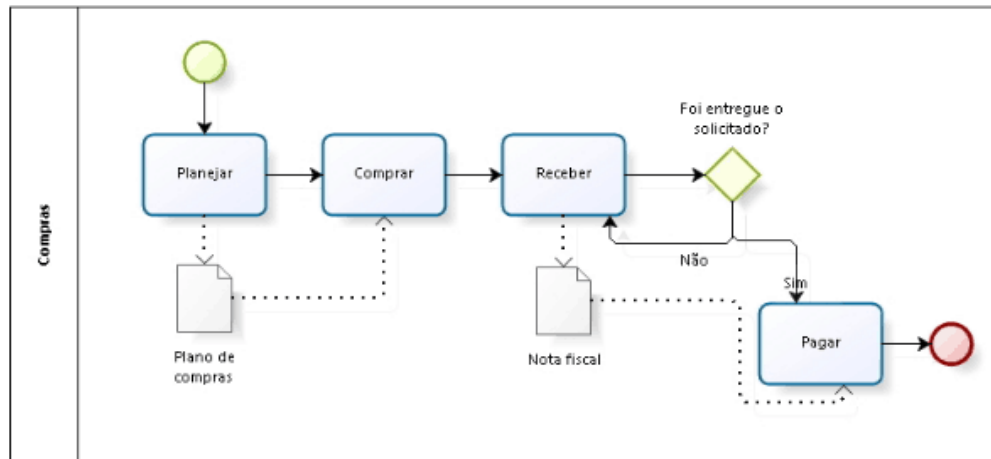
O mapeamento de processos consiste no desenho da sequência de funcionamento da organização real de um processo. O objetivo é mostrar o relacionamento entre os elementos e as atividades do processo. Os mapas de processo possibilitam um melhor entendimento sobre os processos, contribuindo para que o conhecimento da organização sobre suas operações seja mais claro. (CARPINETTI, 2016)

O mapeamento de processos consiste na descrição das atividades que ocorrem durante o desenvolvimento do projeto, mostrando o fluxo dos materiais, pessoas ou informações que o percorrem. Um mapa de processos apresenta como as atividades do processo se relacionam entre si e qual seu sentido lógico. Normalmente utiliza-se um fluxograma para mostrar as etapas do processo e suas interações. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

O fluxograma exibe a sequência das diferentes etapas do processo e quais as relações entre suas atividades. Através da análise cuidadosa do fluxograma, é possível identificar quais são as atividades desnecessárias, pontos de limite, falhas ou outras deficiências, ficando mais fácil propor melhorias. O foco do fluxograma é mostrar o processo baseado em suas atividades reais e não as atividades planejadas ou esperadas. (VIEIRA, 2014)

Um fluxograma é a representação gráfica, por meio de símbolos, de descrever e mapear as etapas de um processo, ordenando-as em uma sequência lógica. Apesar do mapa de processo ser representado pelo fluxograma, os objetivos dessas ferramentas são distintos. No fluxograma o objetivo é obter a descrição das etapas do processo, em ordem sequencial. No mapa de processos objetiva a apresentação das informações quanto aos pontos de entrada, processamento e saída do processo, para analisar e propor otimizações. A Figura 6 apresenta um exemplo de um mapa de processos. (RODRIGUES, 2004)

Figura 3 - Fluxograma de um processo de compra



Fonte: Pedrosa, 2017.

Rotondaro et al (2014) diz que a metodologia Seis Sigma busca definir quais as causas óbvias e não óbvias que afetam o processo de modo a elimina-las ou melhora-las e controla-las. Para tal, a metodologia usa o mapa de processos para identificar quais são essas causas e para definir quais são os objetivos de melhoria.

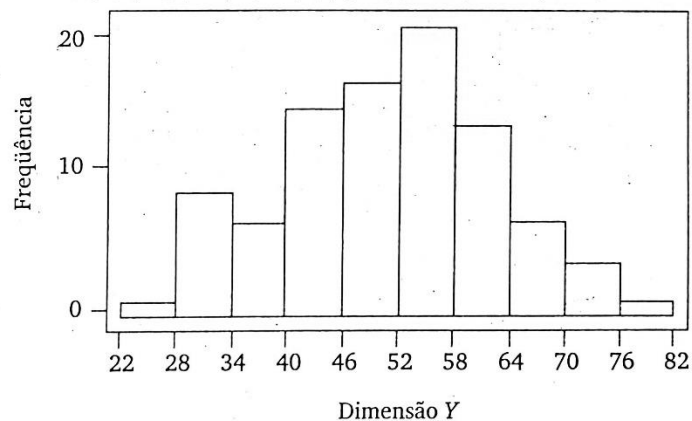
### 3.6.2 Histograma

O histograma é um resumo de dados quantitativos em forma de gráfico agrupados em classes de frequência. A ferramenta permite verificar a forma da distribuição, o valor central e a dispersão dos dados coletados. (ROTONDARO et al, 2014)

O histograma apresenta, por meio de barras verticais dispostas lado a lado, a distribuição de frequências de uma variável, revelando informações que dificilmente serão notadas ao se observar uma tabela. Em resumo, o histograma revela a quantidade de variação que o processo possui através do estudo da dispersão dos dados. (VIEIRA, 2014)

Em um histograma, o eixo horizontal é usado para representar a escala de medida para os dados do processo, enquanto o eixo vertical é usado para representar as contagens ou frequência. A Figura 7 apresenta um exemplo de um histograma. (MONTGOMERY, 2016)

Figura 4 - Exemplo de histograma

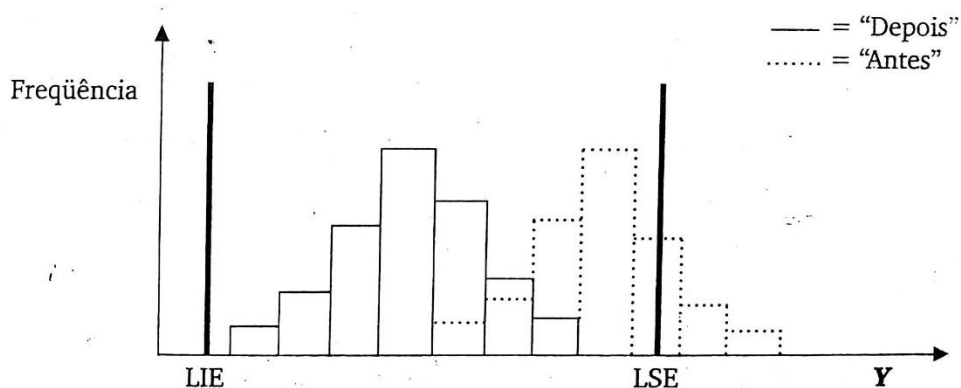


Fonte: Rotondaro et al (2014)

Os limites de especificação superior e inferior, LSE e LIS respectivamente, são os limites de tolerância definidos baseados com os requisitos estabelecidos pelo cliente. Eles garantem que o processo seja mantido sob controle através do controle da variabilidade dos dados em um intervalo de tempo. (RODRIGUES, 2004)

O histograma também pode ser utilizado para realizar uma comparação das situações antes e depois da melhoria do processo, podendo ser indicada em um mesmo gráfico, conforme mostra a Figura 8 Essa comparação serve para analisar se a melhoria implementada traz os resultados esperados ou se há necessidade de alguma outra intervenção no processo. (ROTONDARO et al, 2014)

Figura 5 - Histograma de comparação entre duas situações



Fonte: Rotondaro et al (2014).

### 3.6.3 Diagrama de Pareto

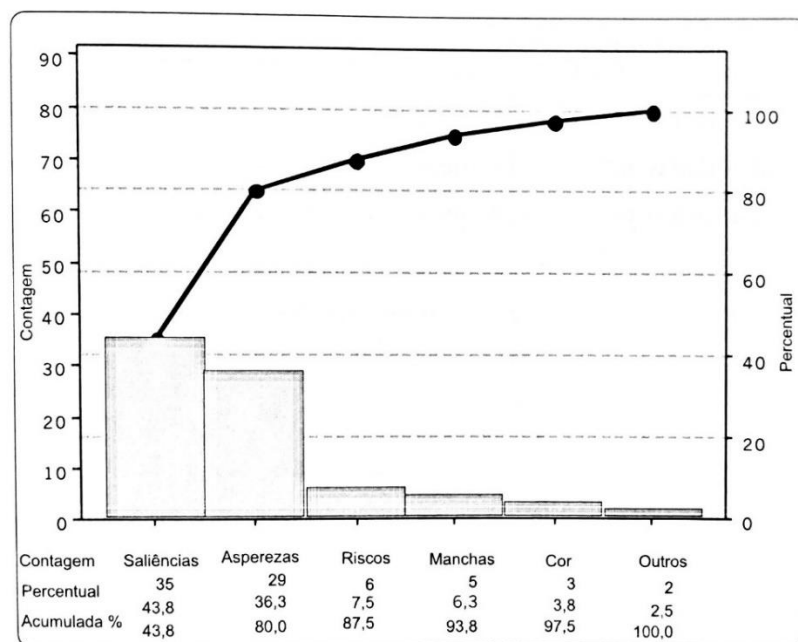
O Diagrama de Pareto é um gráfico com barras ordenadas em ordem decrescente. No eixo horizontal são colocados quais são os tipos de perdas e no eixo vertical as quantidades pedidas, de modo a mostrar que a ordem das barras obedeça a uma ordem relativa de perdas. O diagrama estabelece prioridades pois apresenta a ordem em que a causas das perdas devem ser melhoradas. (VIERA, 2014)

Para Rotondaro et al (2014, p. 135)

[...] é uma descrição gráfica de dados que apresenta a informação de forma que se possa concentrar os esforços de melhoria nos pontos onde os maiores ganhos podem ser obtidos – nos itens que representam as melhores oportunidades de melhoria.

O Diagrama de Pareto é uma ferramenta que pode auxiliar no estabelecimento de prioridades para a ação gerencial, focando seus esforços nos itens que ocorrem com mais frequência. Logo, é possível elaborar um plano para os problemas que possuem um maior impacto sobre o resultado do processo. A Figura 9 apresenta um exemplo do Diagrama de Pareto. (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001)

Figura 6 - Diagrama de Pareto



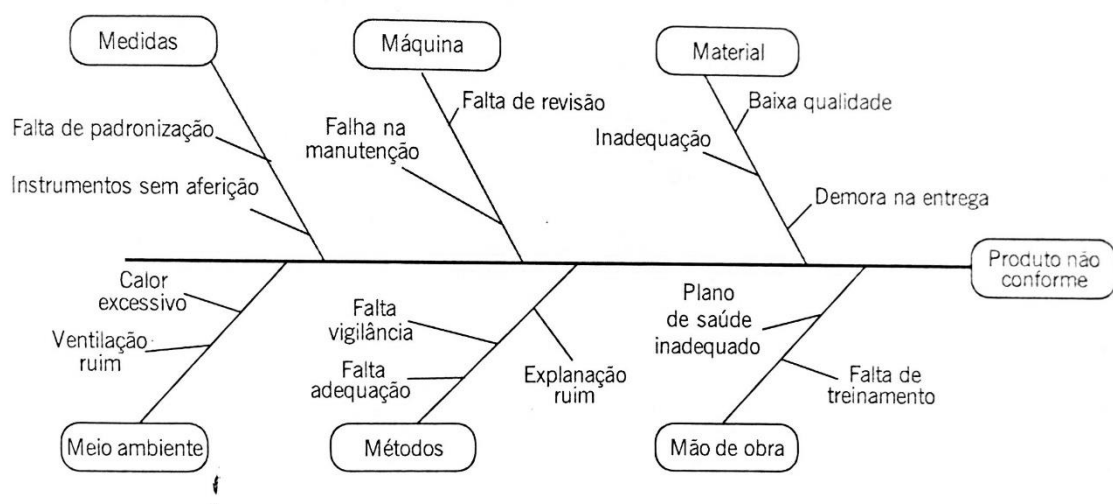
Fonte: Vieira (2014)

### 3.6.4 Diagrama de causa-efeito

O diagrama de causa-efeito é uma ferramenta que serve de auxílio para determinar a causa raiz do problema e para determinar quais áreas ainda necessitam de mais dados. A estrutura dessa ferramenta possibilita determinar quais as possíveis causas do efeito indesejado, relacionado essas causas as principais atividades do processo. (SLACK; CHAMBERS; JOHNSTON, 2009)

O diagrama causa-efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou diagrama de espinha de peixe, é uma ferramenta estatística que apresenta a relação entre as causas e os efeitos de um determinado problema. Após a identificação das causas primárias é realizado uma subdivisão em causas secundárias para que se entenda melhor os efeitos do problema, conforme mostra a Figura 10. (VIEIRA, 2014)

Figura 7 - Diagrama de causa e efeito.



Fonte: Vieira (2014)

Esse diagrama é muito utilizado na etapa de Analisar nos projetos Seis Sigma. Quando essa ferramenta é bastante detalhada, pode servir como um eficiente meio de localizar e reparar defeitos dentro do processo. Além disso, a construção do diagrama de causa e efeito em grupo tende a levar os envolvidos a focarem diretamente no problema e não a atribuírem culpa. (MONTGOMERY, 2016)

O Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta estatística utilizada para mostrar qual a relação existente entre um resultado do processo e os fatores que podem influenciar nesse resultado. Nos projetos Seis Sigma, o resultado do processo que

está é objeto de estudo é um problema que se deseja eliminar ou otimizar. Logo, o diagrama é usado para o levantamento de informações e apresentação visual das possíveis causas, quais são suas relações com o problema e quais são os pontos de melhoria. (ROTONDARO et al, 2014)

### 3.6.5 Índices de capacidade do processo

O estudo da capacidade do processo tem como objetivo determinar se um processo é estável, ou seja, a partir do conhecimento do comportamento do processo, determinar se ele é capaz de atingir seus objetivos respeitando suas especificações predeterminadas. Para determinar a capacidade de um processo são utilizados basicamente quatro índices: o índice de capacidade do processo ( $C_p$ ), o índice de capacidade do processo ( $C_{pk}$ ) e os índices de performance ( $P_p$  e  $P_{pk}$ ). (CARVALHO; PALADINI, 2012)

O índice de capacidade do processo ( $C_p$ ) mede a capacidade potencial do processo, ou seja, mede a capacidade do processo em atender os limites de especificação. Esse índice é definido pelo intervalo de tolerância dividido pela amplitude do processo, que corresponde ao desvio padrão multiplicado por 6:

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma}$$

onde o LSE e o LIE representam os limites superior e inferior, respectivamente e a letra grega sigma ( $\sigma$ ) representa o desvio padrão do processo. (ROTONDARO, 2014)

O índice  $C_p$  não leva em consideração a localização da média processo em relação às suas especificações. Ele mede simplesmente a dispersão das especificações em relação à dispersão Seis Sigma do processo. Assim o índice de capacidade mede apenas a capacidade nominal do processo, não representando a porcentagem do processo que está fora da especificação. (MONTGOMERY, 2016)

O índice de capacidade do processo ( $C_{pk}$ ) mostra com que eficiência o processo consegue atender os seus limites de especificação, ou seja, mede a capacidade efetiva do processo. Diferentemente do  $C_p$ , ele leva em consideração a centralização da média do processo ao relacionar uma dada dispersão com as especificações do processo. Pode ser descrito pelo afastamento que a média do

processo apresenta dos limites de especificação em unidades de desvio padrão, onde é adotado o menor valor encontrado:

$$C_{pk} = \min \left[ \frac{LE - \bar{\mu}}{3\sigma} \text{ ou } \frac{\bar{\mu} - LIE}{3\sigma} \right]$$

onde o LSE e o LIE são, respectivamente, os limites superior e inferior de especificação, o  $\sigma$  representa o desvio padrão do processo e o  $\bar{\mu}$  representa a média do processo. (MONTGOMERY, 2016)

Os índices de performance indicam o desempenho atual do processo. Matematicamente são representados pelas seguintes equações:

$$P_p = \frac{LSE - LIE}{6s}$$

$$P_{pk} = \min \left[ \frac{LSE - \bar{x}}{3s} \text{ ou } \frac{\bar{x} - LIE}{3s} \right]$$

onde o LSE e o LIE são, respectivamente os limites superior e inferior de especificação, o  $\bar{x}$  representa a estimativa da média e o  $s$  é a estimativa do desvio padrão do processo. (RAMOS, 2000)

Os índices  $P_p$  e  $P_{pk}$  são similares ao  $C_p$  e  $C_{pk}$ , a diferença que os índices de capacidade e capacidade consideram que existem somente causas comuns de variação, enquanto os índices de performance consideram as causas especiais de variação. O índice de performance  $P_{pk}$  é considerado o melhor índice para avaliar o desempenho real do processo porque ele indica como o processo realmente se comporta ao longo do tempo, considerando o posicionamento e a dispersão dos dados todo o período analisado. (MACHADO, 2010)

### 3.6.6 Brainstorming

O *Brainstorming* é uma ferramenta cujo o objetivo é regular a participação das pessoas envolvidas em um cenário de reunião quando se procura ter ideias, enumerar quais são as causas de um problema ou até enumerar problemas. Essa ferramenta permite que os envolvidos contribuam com suas opiniões e pensamentos sobre o tema exposto, permitindo que haja um melhor entendimento e compreensão. (FILHO, 2014)

O *Brainstorming*, também conhecido como tempestade de ideias, é um processo de grupo em que os participantes falam sobre suas ideias de forma livre, sem crítica e no menor intervalo de tempo possível. O propósito dessa ferramenta é lançar e detalhar ideias para a resolução de um determinado problema. (JUNIOR et al., 2010)

### 3.6.7 FMEA

O método de análise de modos de falha e efeito (FMEA) é uma ferramenta que permite detectar quais as falhas ou possíveis falhas que um sistema ou processo pode obter. Ele identifica os defeitos e investiga e analisa cada um individualmente quanto à probabilidade de ocorrência, aos efeitos gerados e à probabilidade de ser detectado. Possui como objetivo principal detectar e eliminar potenciais defeitos antes de serem apresentados. (SCHMID et al., 2009)

Essa ferramenta é uma abordagem estruturada para identificar, estimar, priorizar e avaliar o risco de possíveis falhas em cada estágio de um processo. Ela se inicia pela identificação de cada elemento do processo que está sujeito a falhas e lista quais são as falhas potenciais, das possíveis causas e os efeitos gerados. No final, o FMEA recomenda uma ação para eliminar a possível falha detectada alocando uma pessoa ou departamento responsável para resolver o problema, conforme apresenta a Figura 11. (JACOBS; CHASE, 2009)

Figura 8 - Formulário básico - FMEA

| Função do processo | Modo de falha potencial | Efeito(s) potencial(is) da falha | Índice de severidade | Causa(s) e mecanismo(s) potencial(is) | Índice de ocorrência | Controles atuais do processo | Índice de detecção | NPR | Ações recomendadas | Responsável e prazo | Ações tomadas | Resultados das ações |            |         |     |
|--------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|------------------------------|--------------------|-----|--------------------|---------------------|---------------|----------------------|------------|---------|-----|
|                    |                         |                                  |                      |                                       |                      |                              |                    |     |                    |                     |               | Severidade           | Ocorrência | Deteção | NPR |
|                    |                         |                                  |                      |                                       |                      |                              |                    |     |                    |                     |               |                      |            |         |     |
|                    |                         |                                  |                      |                                       |                      |                              |                    |     |                    |                     |               |                      |            |         |     |
|                    |                         |                                  |                      |                                       |                      |                              |                    |     |                    |                     |               |                      |            |         |     |
|                    |                         |                                  |                      |                                       |                      |                              |                    |     |                    |                     |               |                      |            |         |     |
|                    |                         |                                  |                      |                                       |                      |                              |                    |     |                    |                     |               |                      |            |         |     |

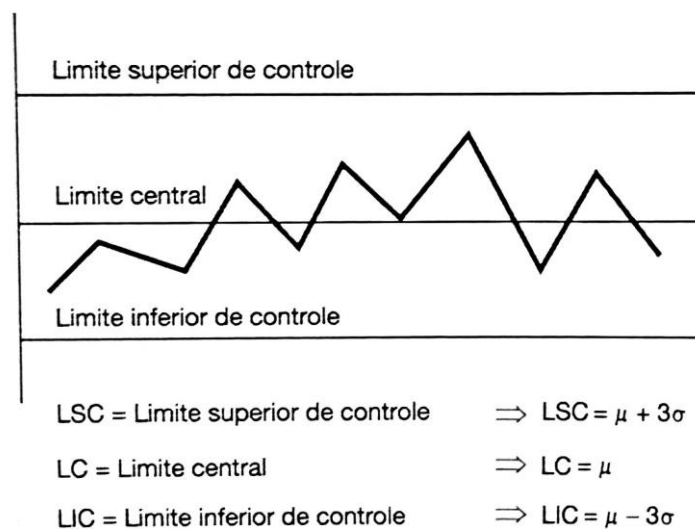
Fonte: Rotondaro et al (2014)

O FMEA é uma importante ferramenta para a fase de Análise nos projetos de melhoria do Seis Sigma. Ela identifica quais são as variáveis que mais influenciam nos resultados do processo, utilizando-se do conhecimento do grupo para determinar quais são essas variáveis e quais são os impactos sobre o que é crítico para a qualidade. (ROTONDARO et al, 2014)

### 3.6.8 Gráficos de controle

O gráfico de controle é uma ferramenta muito utilizada nos programas de qualidade para monitorar o desempenho de um processo ao longo do tempo. Nele os dados são representados por pontos, a média é representada por uma linha vertical central e os limites de especificação são as linhas que estabelecem as margens dentro das quais os dados do processo podem variar. Em resumo, o gráfico de controle serve para mostrar aos analistas se o processo está ou não sob controle. (VIEIRA, 2014)

Figura 9 - Esquema geral dos gráficos de controle



Fonte: Toledo et al. (2014)

Essa ferramenta possui um baixo custo de implantação e pode ajudar a identificar alguns pontos para a melhoria do processo, permitindo que o processo se comunique com o analista. Devido essa facilidade de comunicação, ocorre um maior entendimento sobre a variabilidade que o processo possui, podendo gerar um plano de ação para manter o processo sob controle. O Quadro 4 apresenta algumas outras vantagens da utilização dessa ferramenta. (RODRIGUES, 2004)

Quadro 4 - Vantagens da utilização dos gráficos de controle.

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Melhoria da produtividade</b>                           | O gráfico de controle é capaz de reduzir a sucata e o retrabalho, o que ocasiona no aumento da produtividade e na redução do custo de produção.                                                                                                                         |
| <b>Eficaz na prevenção de defeitos</b>                     | O gráfico de controle ajuda a manter o processo sob controle permitindo que o processo não produza itens fora da especificação.                                                                                                                                         |
| <b>Evitam o ajuste desnecessário do processo</b>           | Partindo da filosofia “se não está quebrado, não concerte”, o gráfico de controle é capaz de diferenciar quais variáveis estão afetando o processo, sendo possível executar um plano de ação específico para o problema.                                                |
| <b>Fornecem informações de diagnóstico</b>                 | Frequentemente, o padrão de pontos do gráfico de controle pode conter informações de valor para o diagnóstico realizado pelo operador ou pelo engenheiro. Essas informações permitem a implementação de mudanças no processo com o objetivo de melhorar seu desempenho. |
| <b>Fornecem informações sobre a capacidade do processo</b> | O gráfico de controle fornece informações sobre o valor de vários parâmetros importantes do processo e sobre sua estabilidade ao longo do tempo, permitindo que se faça uma estimativa da capacidade atual do processo.                                                 |

Fonte: adaptado de Montgomery (2016)

No Seis Sigma, o plano de ação elaborado na fase de controle para manter o processo sob controle é chamado de plano de ação para fora-de-controle (PAFC). O PAFC é um fluxograma ou uma descrição textual das atividades que devem em seguida à detecção dos sinais de fora de controle do gráfico de controle. Um gráfico de controle sem um PAFC, provavelmente, não será uma ferramenta muito útil para manter o processo sob controle. (MONTGOMERY, 2016)

Os gráficos de controle são considerados a principal ferramenta empregada na etapa de controle do projeto Seis Sigma. Eles possuem como objetivos verificar se o desempenho do processo é previsível ou estável e se são necessárias algumas ações de melhoria para manter o processo sob controle. (ROTONDARO et al, 2014)

#### 4. METODOLOGIA

Do ponto de vista de sua natureza, este trabalho é classificado como uma pesquisa aplicada. De acordo com Neto (2012) a pesquisa aplicada tem como objetivo a produção de conhecimentos que apresentem aplicação prática e que são dirigidos à solução de algum problema real e específico, envolvendo verdades e interesses locais.

Quanto aos seus objetivos possui a classificação de pesquisa exploratória. Segundo Prodanov e Freitas (2013) uma pesquisa exploratória tem como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideais gerando novas informações ou problemas, mais precisos ou com hipóteses para estudos futuros.

Quanto aos procedimentos técnicos de coleta de dados, o trabalho é classificado com um estudo de caso. Para Neto (2012) um estudo de caso é caracterizado pelo estudo aprofundado e exaustivo de um ou mais objetos (casos). O uso de múltiplas ferramentas de coleta de dados e presença da interação entre o pesquisador e o objeto de pesquisa permite ao investigador ampliar e detalhar as informações referentes aos casos estudados.

Quanto à forma de abordagem do problema a pesquisa é classificada como quali-quantitativa. Esse tipo de abordagem envolve tanto os métodos estatísticos para mensuração e análise das hipóteses da pesquisa quantitativa quanto a consideração das causas dos problemas e resultados encontrados a partir das informações qualitativas obtidas.

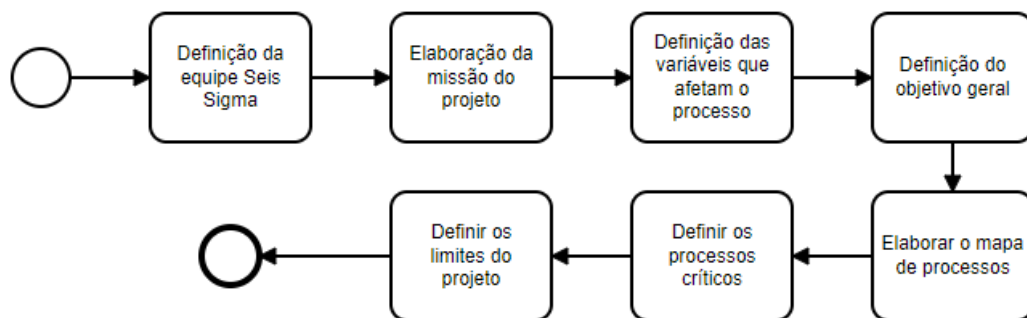
A metodologia utilizada para o desenvolvimento do estudo de caso foi baseada no método DMAIC, na qual é o procedimento utilizado nos projetos Seis Sigma para melhoria e otimização dos projetos divididos em cinco etapas: Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar. Assim, o trabalho foi dividido em três fases: revisão de literatura, estudo de caso e resultados e discussões.

Na revisão de literatura foi realizado uma análise detalhada em livros, revistas, sites, artigos, monografias e dissertações sobre o tema com o propósito extrair o maior número de informações possíveis para a elaboração do trabalho.

O estudo de caso consiste na coleta e análise das informações necessárias para elaboração da proposta de melhoria através da utilização da metodologia Seis Sigma. A divisão do estudo de caso segue a terminologia DMAIC.

Na etapa Definir contém as informações referentes as definições e premissas básicas do projeto. Primeiramente foi sugerido a equipe que pode compor o projeto baseado no cenário atual da empresa. Em seguida foram definidos a missão do projeto, as variáveis que afetam o processo e o objetivo geral do projeto. Por fim o processo foi mapeado para definição dos processos críticos e dos limites do projeto. A Figura 1 apresenta as sequências de atividades realizadas nessa fase.

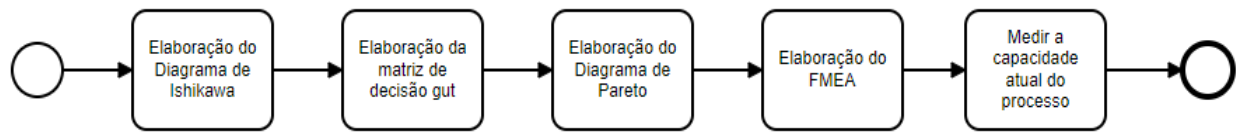
Figura 10 - Atividades realizadas na etapa Definir



Fonte: elaborado pelo autor.

A etapa Medir consiste em realizar a coleta e a medição de todas as informações necessárias para o desenvolvimento do projeto. Primeiramente foi elaborado um Diagrama de Ishikawa para determinar onde estão localizadas as variáveis definidas na etapa de definição. Em seguida foram elaborados uma matriz de decisão e um Diagrama de Pareto para priorizar as variáveis de acordo com seus respectivos impactos no desempenho do processo. O método de análise de modos de falha e efeito (FMEA) foi criado para comprovar os impactos causados pelas variáveis e para realizar uma análise preliminar das variáveis. Por fim, foi realizado a medição da capacidade atual do processo pelo *software* Minitab, onde os dados e informações obtidas foram analisados na etapa de Análise. As medições A Figura 2 apresenta o fluxograma das atividades realizadas nessa fase.

Figura 11 - Fluxograma das atividades realizadas na etapa Medir



Fonte: elaborado pelo autor.

Na etapa Análise foram realizados uma investigação nas variáveis que possuem um maior impacto no desempenho do processo. A investigação partiu da detecção das causas das variáveis analisadas e da quantidade de ocorrência das mesmas. Em seguida, os valores de desperdício das variáveis foram transformados em dados financeiros para se determinar o valor financeiro que está sendo perdido. A Figura 3 apresenta o fluxograma das atividades realizadas nessa fase.

Figura 12 - Fluxograma das atividades realizadas na etapa de Análise



g

Fonte: elaborado pelo autor.

A etapa Melhoria contém a proposta de melhoria, onde consta todas as informações referentes a melhoria proposta. Já a etapa Controle não consta nesse trabalho pois há uma necessidade de implantação da melhoria para o desenvolvimento dessa fase.

A empresa objeto de estudo é uma loja especializada na fabricação e venda de Gelato e sorvete *gourmet*. Em Teresina, a empresa possui duas lojas onde cada uma possui sua própria fabricação de Gelato. Os gestores e demais colaboradores não possuem conhecimento sobre a metodologia Seis Sigma, exceto um colaborador que um curso de formação *Green Belt*.

A princípio, foi realizado uma apresentação da metodologia Seis Sigma aos gestores explicando quais são as vantagens de sua utilização e quais são seus

objetivos e resultados esperados desse programa. Na apresentação foi mostrado como a utilização da metodologia Seis Sigma pode ser uma poderosa ferramenta para otimização de processos e para o auxílio na tomada de decisão.

Na segunda etapa foi realizado uma avaliação sobre os objetivos estratégicos da empresa em relação ao seu desempenho. A análise foi feita através de uma observação dos principais indicadores de desempenho, ou seja, através dos indicadores de desempenho que possuem interações com os objetivos estratégicos da empresa, onde foi possível constatar que o índice de custo da mercadoria vendida (CMV) era o que possuía uma maior variação.

O CMV da empresa é calculado semanalmente, onde as informações são analisadas em reuniões semanais com os gestores e controladores para definir quais ações devem ser tomadas. O cálculo é feito pelo próprio sistema interno da empresa, mas pode ser representado pela sequência das seguintes equações matemáticas:

$$CMV_i = (Ec + C + Te)$$

$$CMV_f = (CMV_{ef} + Ts)$$

$$CMV = (CMV_i - CMV_f)$$

$$\text{índice CMV} = \frac{CMV * 100}{\text{Faturamento}}$$

onde o  $CMV_i$  é o custo da mercadoria vendida no início do período, o  $Ec$  é o valor do estoque no início do período, o  $C$  é valor das compras do período, o  $Te$  são as transferências de entrada, o  $CMV_f$  é o custo da mercadoria vendida no final do período, o  $CMV_{ef}$  é o valor do estoque no final do período, o  $Ts$  são as transferências de saída e o  $CMV$  é o custo final da mercadoria vendida.

As transferências de entrada e de saída são correspondentes aos itens do estoque que são transferidos de uma loja para outra. Essas transferências variam de acordo com a necessidade de compra ou demanda do período.

O índice de custo da mercadoria vendida é considerado o principal indicador de desempenho da empresa. A partir dele, outros indicadores de desempenho são criados para se avaliar o desempenho específico de um processo. Para empresa a

meta estipulada para o índice CMV é de 22% por semana, onde o custo da mercadoria vendida corresponde a valor médio semanal de R\$ 33.254,58. Contudo, baseado na avaliação foi verificado que esse índice não atende a especificação estabelecida.

Após o levantamento das informações iniciais sobre o processo foi possível dar início ao desenvolvimento da proposta de melhoria utilizando a metodologia DMAIC. As informações e dados contidos nas etapas abaixo serviram de base para elaboração da proposta de melhoria.

## 5. ESTUDO DE CASO

### 5.1 Etapa Definir

A primeira etapa é definir qual a equipe que irá compor o projeto Seis Sigma. As equipes dos projetos Seis Sigma são dirigidas por um *Black Belt* ou pelo responsável da área em que o projeto será executado. Como a empresa não possui um *Black Belt* o projeto deve ser dirigido por um dos chefes do setor de controle da produção ou pelo gestor da empresa.

Os integrantes do projeto precisam ser selecionados pelo responsável do projeto. A equipe selecionada ainda necessita possuir características multidisciplinares, ou seja, a equipe deve ser composta por membros de diferentes funções dentro da organização (controller, engenharia, supervisor de produção, financeiro) e possuírem o conhecimento necessário sob os processos englobados no projeto. O Quadro 5 abaixo apresenta uma possível organização de uma equipe Seis Sigma, levando em consideração o atual cenário da empresa.

Quadro 5 - Sugestão da organização da equipe do projeto.

| EQUIPE SEIS SIGMA |                      |                              |
|-------------------|----------------------|------------------------------|
| Colaborador       | Função na empresa    | Função no projeto            |
| Colaborador 1     | Eng. de Produção     | Responsável                  |
| Colaborador 2     | Gerente de Loja      | Supervisor                   |
| Colaborador 3     | Financeiro           | Supervisor                   |
| Colaborador 4     | Auxiliar de Produção | Controle e análise dos dados |
| Colaborador 5     | Estagiário           | Controle e análise dos dados |

Fonte: elaborado pelo autor.

Nesta etapa é extremamente importante que pelo menos um colaborador do setor financeiro faça parte da equipe Seis Sigma. Seu papel é controlar os custos do projeto, bem como garantir que o projeto esteja alinhado com os objetivos estratégicos da empresa.

Após a definição da equipe que irá compor o projeto Seis Sigma, é necessário definir qual a missão do projeto. A missão funciona como um guia para o desenvolvimento das demais atividades do projeto. Para elaborar a missão foi utilizado a ferramenta 5W1H, conforme é apresentado no Quadro 6:

Quadro 6 - Ferramenta 5W1H

| <b>FERRAMENTA 5W1H</b> |                                                 |
|------------------------|-------------------------------------------------|
| <i>Who</i> (Quem)      | Equipe de projeto Seis Sigma                    |
| <i>What</i> (O que)    | Reduzir o índice de custo da mercadoria vendida |
| <i>Why</i> (Por que)   | Redução do desperdício                          |
| <i>Where</i> (Onde)    | No processo produtivo de Gelato                 |
| <i>When</i> (Quando)   | No período de quatro meses                      |
| <i>How</i> (Como)      | Utilizando a metodologia DMAIC                  |

Fonte: elaborado pelo autor.

Deste modo, a declaração da missão do projeto ficou da seguinte maneira: “A equipe Seis Sigma, de quatro meses, reduzirá o índice de custo da mercadoria vendida utilizando a metodologia DMAIC.”

A partir da definição da missão do projeto, a equipe Seis Sigma precisa analisar e observar as informações e os processos do setor de produção do Gelato. Em seguida deve ser elaborado um quadro contendo as variáveis que devem ser analisadas durante o processo.

Essas variáveis precisam ter relação com a missão do projeto, ou seja, as variáveis devem possuir impactos ou efeitos significativos no índice CMV, no qual a redução ou eliminação dessas variáveis resultaria na redução desse índice. O Quadro 7 apresenta as variáveis que estão relacionadas com seus respectivos efeitos e impactos causados para a empresa, onde as informações foram obtidas pelo banco de dados da empresa e observação do setor para a elaboração da proposta de melhoria.

Quadro 7 - Variáveis que afetam o processo.

| <b>VARIÁVEIS</b>                       | <b>EFEITOS</b>                        | <b>Impactos</b>                                               |
|----------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Erro na contagem                       | Falta de produto no estoque de vendas | Redução do faturamento                                        |
| Não cumprimento da receita             | Redução da qualidade                  | Diminuição do rendimento                                      |
| Erro do insumo                         | Erro na produção                      | Aumento do custo de produção                                  |
| Instrumento quebrado no liquidificador | Perca do produto                      | Aumento do custo de produção e redução das vendas             |
| Cabelos no produto                     | Devolução do produto                  | Queda da confiabilidade dos clientes e redução do faturamento |
| Deixar o freezer aberto                | Perca do produto                      | Aumento do custo de produção e redução das vendas             |

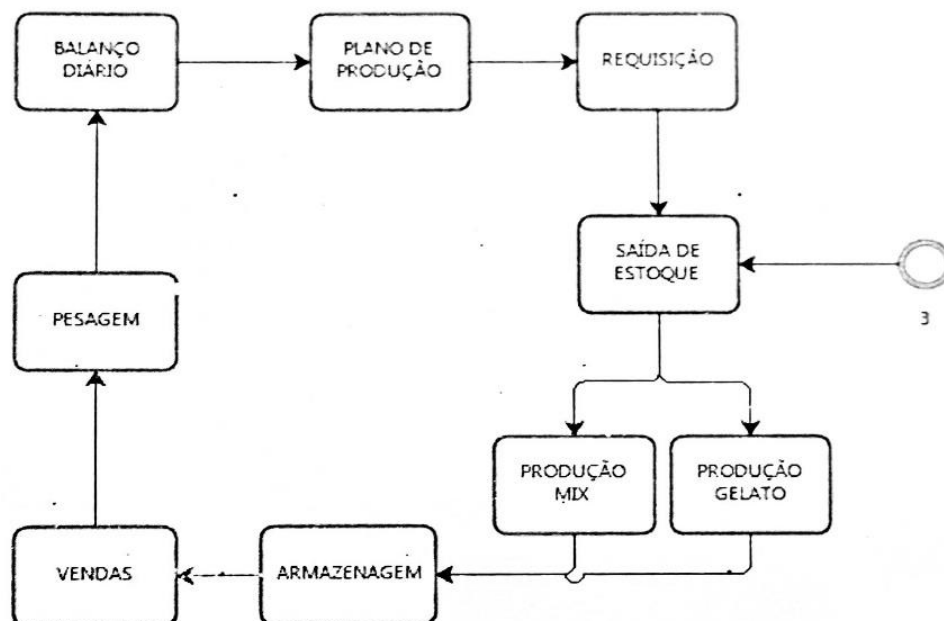
|                                        |                                 |                                                   |
|----------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------|
| Deixar o produto na bancada            | Perca do produto                | Aumento do custo de produção e redução das vendas |
| Falta de padronização do produto final | O produto não se torna atrativo | Redução do faturamento                            |

Fonte: elaborado pelo autor.

Com a identificação das variáveis que afetam o processo, a equipe é capaz de elaborar o objetivo do projeto. De acordo com as variáveis apresentadas e com os objetivos estratégicos da empresa o objetivo do projeto de melhoria é: “reduzir o índice CMV em 2%, alcançando um ganho aproximado de R\$ 5.300,00 por ano”. Nesta etapa a importância do colaborador do departamento financeiro é de grande valor pois ele auxilia na definição dos objetivos relacionando com os objetivos financeiros bem como no controle de ganhos ao longo do seu desenvolvimento.

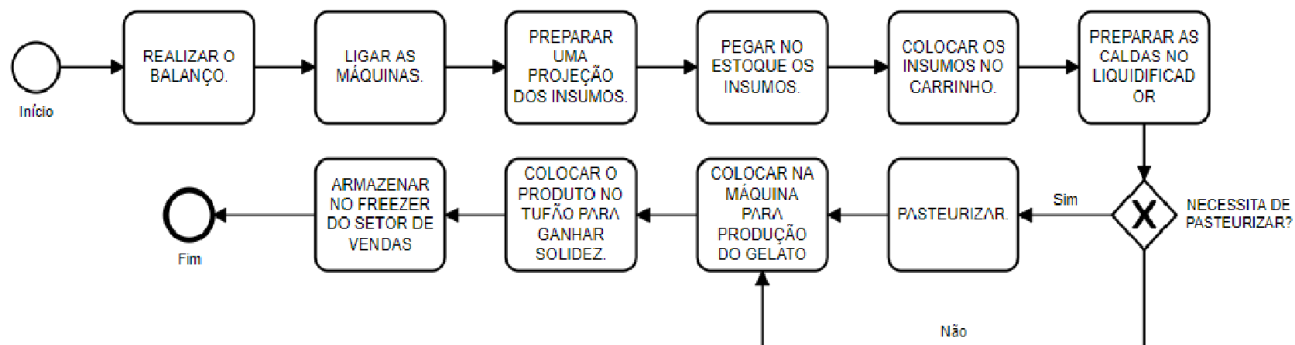
A próxima ação é a elaboração do mapa de processos da organização e do setor onde o projeto será executado. Esses mapas servem para que todos os envolvidos possam compreender o funcionamento das atividades da empresa. Nessa fase devem ser destacadas os processos críticos para o desenvolvimento da atividade. As Figuras 13 e 14 representam o mapa de processos da empresa e o mapeamento de processos do setor de produção de Gelato, respectivamente.

Figura 2 - Mapa de processos da empresa



Fonte: fornecido pela empresa.

Figura 3 - Mapa de processos do setor de produção do Gelato.



Fonte: elaborado pelo autor.

Diante do mapa de processos do setor, é possível determinar quais são os processos críticos. Os processos críticos são aqueles que possuem relação com os objetivos estratégicos da empresa, logo os problemas que estão inseridos em tais processos também devem ser considerados críticos.

O primeiro processo crítico é o balanço que corresponde a contagem dos produtos que tem no estoque de vendas. Erros apresentados nesta etapa podem ocasionar problemas em todos os setores da empresa tais como a superprodução e não produção de determinado produto. O problema de superprodução pode aumentar significadamente o custo de produção enquanto a não produção ocasiona redução das receitas. Ambos possuem um impacto relevante no índice CMV.

O segundo processo crítico é o erro na projeção dos insumos. Uma projeção mal planejada pode gerar no atraso na entrega do produto ou na coleta incorreta dos insumos. Caso um item seja coletado esteja errado haverá uma maior probabilidade de o colaborador errar na receita e, consequentemente, perder o produto gerando um aumento no custo de produção.

O terceiro processo crítico é o preparo das caldas no liquidificador. Nesta atividade os colaboradores devem se atentar as quantidades dos insumos e a qual insumo está sendo colocado. Caso ocorra algum desses erros, o custo de produção irá aumentar gerando impactos no índice CMV.

O quarto processo crítico é o armazenamento do produto final no estoque de vendas. Neste processo os cuidados que devem ser tomados são os cuidados com

o armazenamento correto dos produtos e se os *freezers* estão fechados, para que não ocorra nenhuma perda de consistência do gelato.

A partir do mapa de processos é possível determinar os limites do projeto. Os limites servem para delimitar quais áreas ou processos são incluídos ou excluídos do projeto.

Inclui: processo produtivo de Gelato, controles e indicadores do setor, indicadores estratégicos, sistemas de medição e análise dos dados e informações do sistema sobre o setor.

Exclui: estoque dos insumos, análise das atividades de outros setores, indicadores de outros setores.

## 5.2 Etapa Medir

Um diagrama de Ishikawa foi montado com a finalidade de relacionar as variáveis definidas na etapa anterior com os fatores existentes no ambiente. O diagrama é capaz de mostrar aonde estão localizadas as variáveis que causam o efeito indesejado. Um *Brainstorming* foi realizado para definir a localidade das variáveis e para a definição das possíveis causas que geram tais falhas.

O Quadro 8 apresenta em qual espinha do diagrama as variáveis se encontram, de acordo com o *Brainstorming* realizado.

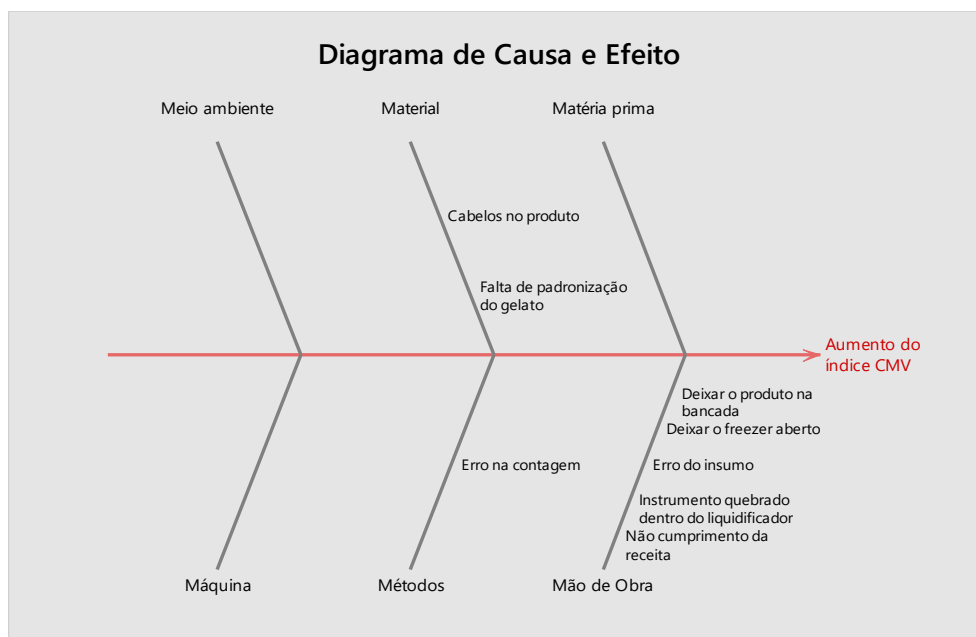
Quadro 8 - Determinação da localidade das variáveis.

| Variáveis                                                                                                                                        | Localidade          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Cabelos no produto<br>Falta de padronização do Gelato.                                                                                           | Espinha Materiais   |
| Erro na contagem                                                                                                                                 | Espinha Métodos     |
| Não cumprimento da receita<br>Erro do insumo<br>Deixar o freezer aberto<br>Deixar o produto na bancada<br>Instrumento quebrado no liquidificador | Espinha Mão de Obra |

Fonte: elaborado pelo autor.

As espinhas Meio ambiente, Matéria prima e Máquina ficam em branco porque nenhuma das variáveis se adequaram à essas características. A Figura 15 mostra o Diagrama de Ishikawa do problema.

Figura 4 - Diagrama de Causa e Efeito



Fonte: elaborado pelo autor.

Com base nos dados obtidos na criação do diagrama de causa e efeito, foi criada uma matriz de decisão para priorizar as variáveis. A matriz é dividida entre gravidade (G), urgência (U) e tendência (T). Podem ser atribuídos valores de um a cinco para cada um dos parâmetros. Ao final, multiplica-se os valores de cada parâmetro para determinar o grau de prioridade do problema. Quanto maior for o grau de prioridade do problema maior deve ser a agilidade para realizar uma ação de melhoria.

Para a elaboração da matriz foi realizado outro *Brainstorming* com o propósito de definir com clareza quais as prioridades do processo. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos.

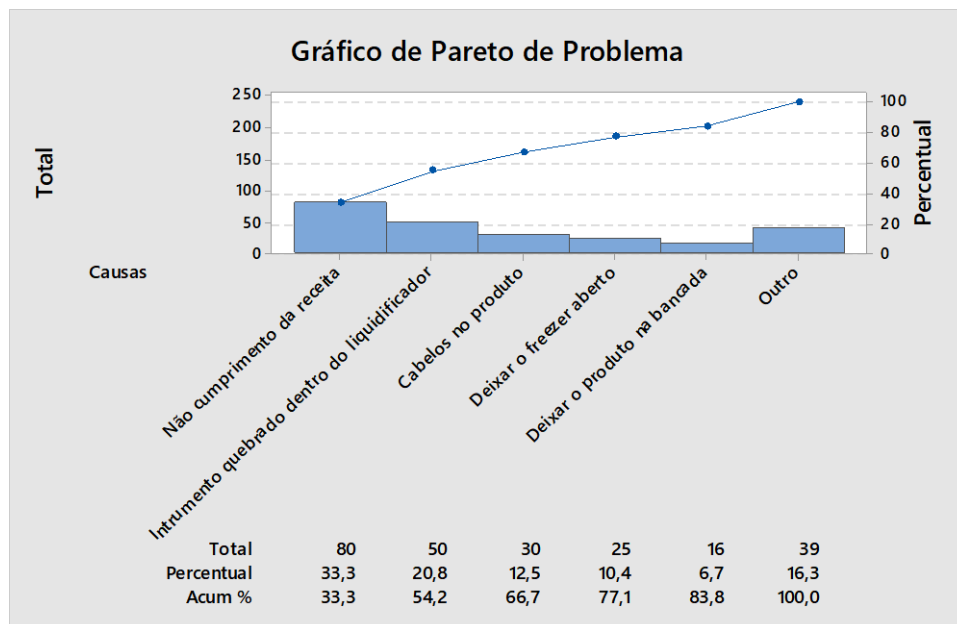
Tabela 2 - Matriz de decisão

| PROBLEMA |                                               | G | U | T | Prioridades |
|----------|-----------------------------------------------|---|---|---|-------------|
| 1        | Não cumprimento da receita                    | 4 | 5 | 4 | 80          |
| 2        | Instrumento quebrado dentro do liquidificador | 5 | 5 | 2 | 50          |
| 3        | Erro do insumo                                | 3 | 5 | 1 | 15          |
| 4        | Deixar o freezer aberto                       | 5 | 5 | 1 | 25          |
| 5        | Deixar o produto na bancada                   | 4 | 4 | 1 | 16          |
| 6        | Falta de padronização do Gelato               | 2 | 2 | 3 | 12          |
| 7        | Cabelos no produto                            | 5 | 3 | 2 | 30          |
| 8        | Erro na contagem                              | 3 | 4 | 1 | 12          |

Fonte: elaborado pelo autor.

Em seguida foi elaborado um Diagrama de Pareto baseado nas informações da matriz de decisão. O intuito do gráfico é proporcionar uma melhor visualização de quais variáveis devem ser priorizadas durante o desenvolvimento do projeto, conforme mostra a Figura 16.

Figura 5 - Gráfico de Pareto do problema analisado



Fonte: elaborado pelo autor.

Quanto mais próximo de 100, maior é a necessidade de trabalhar sobre essas variáveis, pois certamente são elas que possuem os maiores efeitos sob o processo. Pode-se verificar a partir do gráfico que os dois maiores problemas estão relacionados com a mão de obra.

A próxima etapa foi a criação de um FMEA, método de análise de modos de falha e efeito. Foram colocadas as variáveis que influenciam no processo, verificando qual seu efeito, quais as potenciais causas dessa falha e qual a forma de controle atual.

Posteriormente foram atribuídos os valores de 1 a 10 para as três escalas presentes no FMEA (severidade, ocorrência e detecção). Por fim, foi multiplicado os valores atribuídos das escalas para a determinação do RPN, número de prioridade de risco, que é o risco associado ao modo de falha. Como parâmetro básico a ferramenta estipula que as variáveis que apresentam RNP superior ou igual a 100 necessitam de ação de correção imediata.

Tabela 3 - FMEA

| Funções                | Modos de falha                                | Efeitos                                                  | Severidade          | Causas                                                                        | Ocorrência                    | Controles                  | Det.               | RPN           |
|------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|---------------|
| Quais são as entradas? | O que pode dar errado com as entradas?        | Qual é o impacto no cliente?                             | Gravidade do efeito | Quais são as causas dos modos de falha?                                       | Frequência dos modos de falha | Como podem ser detectados? | Chance de detecção | Grau de risco |
| Produção de Gelato     | Não cumprimento da receita                    | Redução da qualidade                                     | 6                   | Falta de atenção no trabalho;<br>Atraso na produção                           | 4                             |                            | 8                  | 192           |
|                        | Instrumento quebrado dentro do liquidificador | Perca do produto                                         | 10                  | Uso incorreto dos instrumentos de trabalho;<br>Atraso na produção             | 7                             |                            | 2                  | 140           |
|                        | Erro do insumo                                | Erro na produção                                         | 7                   | Falta de atenção;<br>sobrecarga de trabalho                                   | 2                             |                            | 2                  | 28            |
|                        | Deixar o freezer aberto                       | Perca do produto                                         | 10                  | Ausência de um <i>checklist</i> de encerramento                               | 1                             |                            | 5                  | 50            |
|                        | Deixar o produto na bancada                   | Perca do produto                                         | 4                   | Ausência de um <i>checklist</i> de encerramento                               | 1                             |                            | 2                  | 8             |
|                        | Falta de padronização do Gelato               | O produto não se torna atrativo                          | 2                   | Ausência de um instrumento específico para o desenho; Ausência de treinamento | 10                            |                            | 1                  | 20            |
|                        | Cabelos no produto                            | Devolução do produto                                     | 9                   | Uso incorreto da touca                                                        | 1                             |                            | 10                 | 90            |
|                        | Erro na contagem                              | Falta de produto no estoque de vendas e/ou superprodução | 4                   | Falta de atenção;<br>sobrecarga de trabalho                                   | 4                             |                            | 4                  | 64            |

Fonte: elaborado pelo autor.

A coluna de Controles foi deixada em branco devido ao fato de não ter sido identificado nenhum método ou sistema que possa detectar a ocorrência dos modos de falhas.

Nota-se que tanto no diagrama de Pareto quanto na análise do FMEA as duas variáveis que mais impactam no aumento do custo do índice CMV são o não cumprimento da receita e instrumento quebrado dentro do liquidificador. Logo, na etapa de Analisar foram estudadas apenas essas variáveis com o propósito de identificar quais as causas e os pontos de melhoria.

Em seguida, foi necessário medir da capacidade atual do processo em atingir a meta do custo da mercadoria vendida. Logo, foram retirados do sistema dados referentes ao índice CMV ao longo de três meses, que corresponde ao cálculo de doze índices.

A Tabela 4 apresenta quais são os valores em reais dos índices CMV de cada semana do período, qual o índice CMV do período e qual a diferença em relação a meta.

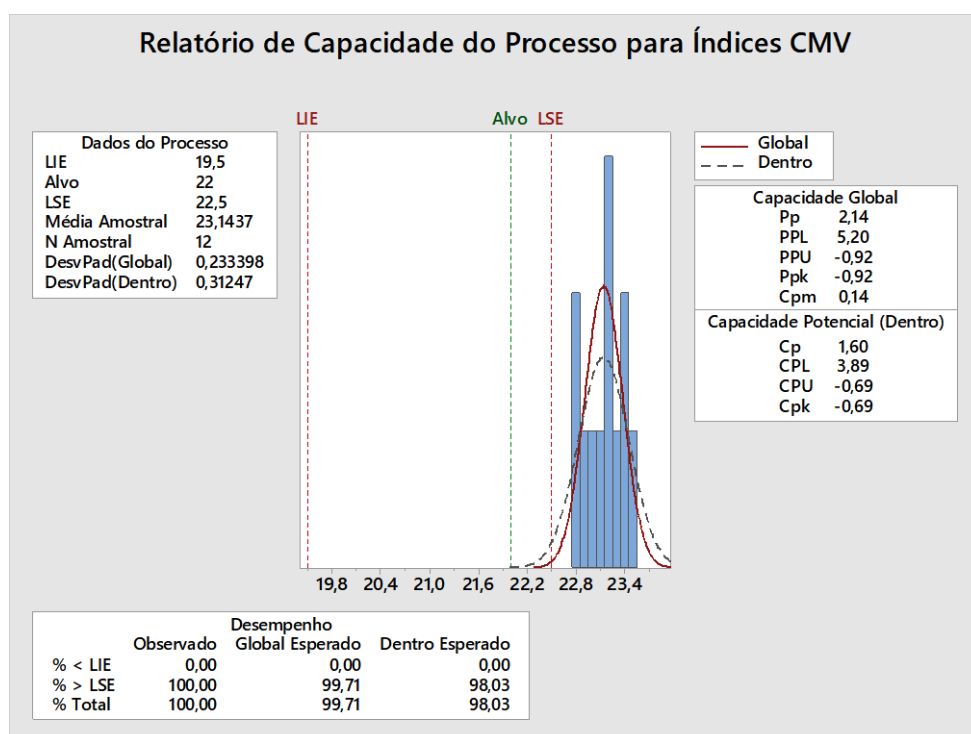
Tabela 4 - Representação dos valores do CMV

| Período   | Valor        | Índice CMV | Diferença |
|-----------|--------------|------------|-----------|
| Semana 1  | R\$32.789,48 | 22,790%    | 0,790%    |
| Semana 2  | R\$33.287,47 | 23,320%    | 1,320%    |
| Semana 3  | R\$33.789,14 | 23,452%    | 1,452%    |
| Semana 4  | R\$33.178,76 | 23,081%    | 1,081%    |
| Semana 5  | R\$33.519,27 | 23,404%    | 1,404%    |
| Semana 6  | R\$32.764,53 | 22,774%    | 0,774%    |
| Semana 7  | R\$33.287,24 | 23,182%    | 1,182%    |
| Semana 8  | R\$33.487,67 | 23,214%    | 1,214%    |
| Semana 9  | R\$33.617,84 | 23,381%    | 1,381%    |
| Semana 10 | R\$32.847,28 | 22,909%    | 0,909%    |
| Semana 11 | R\$33.378,43 | 23,207%    | 1,207%    |
| Semana 12 | R\$33.107,85 | 23,011%    | 1,011%    |

Fonte: fornecido pela empresa.

Ao inserir os dados do índice de custo de mercadoria vendida da Tabela 4 no *software* Minitab, foi possível gerar um relatório de capacidade do processo, conforme é apresentado na Figura 17.

Figura 6 - Relatório de capacidade do processo.



Fonte: elaborado pelo autor

O relatório mostra que o índice  $C_p$  é maior que 1, mostrando que o processo tem potencial para atingir a meta (alvo) especificado. Outra informação importante que o relatório mostra é o valor do  $C_{pk}$  que é menor que 1, indicando que o processo não está atendendo os limites de especificação. O cenário ideal seria o que o  $C_p$  e  $C_{pk}$  tivessem valores iguais ou próximos, assim o processo teria capacidade de otimização.

### 5.3 Etapa Analisar

A primeira ação realizada na etapa de análise foi uma investigação detalhada das variáveis que afetam o processo. Como foi verificado na etapa de medição, as variáveis que possuem um maior impacto no desempenho do processo são o não cumprimento da receita e o instrumento quebrado dentro do liquidificador. Logo, essas foram as variáveis que foram analisadas nesta etapa.

Para uma melhor organização e visualização dos dados foi definido que as variáveis receberiam as seguintes denominações: V1 para a variável de não cumprimento da receita e V2 para a variável de instrumento quebrado dentro do liquidificador. Os dados foram analisados em um período de doze

semanas (três meses), cuja as informações foram obtidas pelo banco de dados da empresa e pelas observações realizadas durante as visitas à empresa.

Inicialmente foi realizado uma análise para a identificação das causas que geram tais variáveis. Foi utilizado o Diagrama de Ishikawa elaborado na etapa de medição para identificar a localização das falhas e posteriormente analisar as causas das variáveis.

De acordo com o Diagrama de Causa e Efeito (Figura 15), observa-se que as variáveis analisadas estão situadas na espinha de mão de obra, que é o local onde apresenta o maior número de falhas em relação as demais espinhas. Nota-se ainda que ambas as variáveis estão localizadas no processo de mistura das caldas no liquidificador. Este processo além de ser considerado um processo crítico é o local que possui a maior interação homem-máquina.

A variável V1 foi analisada de acordo com o seu desempenho atual. Primeiramente foi listado quais as possíveis causas da variação. Em seguida, o processo de mistura das caldas foi analisado para identificar quais as falhas que realmente ocorrem. O mesmo procedimento foi realizado para a variável V2. Os resultados das análises de causas das variáveis estão descritos nos Quadros 9 e 10.

Quadro 9 - Análise das causas de V1

| Possíveis falhas                         | Esta falha foi detectada? | Por que?                                                               |
|------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Produção não possui o livro de receitas  | Não                       | O setor possui o livro de receitas                                     |
| Imprudência                              | Sim                       | Falta de atenção ou cuidado durante a produção                         |
| Pressa para conclusão da produção diária | Sim                       | Sobrecarga de trabalho ou desejo de saída antes do final do expediente |
| Falta de treinamento especializado       | Não                       | Todos os colaboradores passam por um treinamento antes da efetivação   |

Fonte: elaborado pelo autor.

Quadro 10 - Análise das causas de V2.

| Possíveis falhas                         | Esta falha foi detectada? | Por que?                                                               |
|------------------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Mal uso dos instrumentos de trabalho     | Sim                       | Os colaboradores não seguem os padrões de utilização dos instrumentos  |
| Imprudência                              | Sim                       | Falta de atenção ou cuidado durante a produção                         |
| Pressa para conclusão da produção diária | Sim                       | Sobrecarga de trabalho ou desejo de saída antes do final do expediente |
| Falta de treinamento especializado       | Não                       | Todos os colaboradores passam por um treinamento antes da efetivação   |

Fonte: elaborado pelo autor.

Após da definição das causas foram mensuradas o número de ocorrências de cada variável conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 - Número de falhas identificadas

| Período   | V1 | V2 |
|-----------|----|----|
| Semana 1  | 03 | 02 |
| Semana 2  | 02 | 01 |
| Semana 3  | 01 | 02 |
| Semana 4  | 03 | 01 |
| Semana 5  | 03 | 01 |
| Semana 6  | 02 | 02 |
| Semana 7  | 01 | 01 |
| Semana 8  | 02 | 03 |
| Semana 9  | 04 | 02 |
| Semana 10 | 05 | 03 |
| Semana 11 | 02 | 02 |
| Semana 12 | 03 | 04 |

Fonte: elaborado pelo autor.

Após serem mensurados as quantidades de ocorrências das falhas, foram calculados os custos gerados pelas falhas do processo, conforme mostra a Tabela 6. Esse cálculo levou em consideração todas as variáveis que afetam o processo. O cálculo realizado seguiu o seguinte raciocínio:

- i. Foram inseridos os valores financeiros do índice CMV de cada semana, o índice CMV em porcentagem e a meta da empresa;

- ii. Foi calculado a diferença do índice CMV com a meta da empresa;
- iii. Foi multiplicado os valores financeiros dos índices CMV pela diferença calculada e dividido por 100 para se obter o valor financeiro perdido na semana.

Tabela 6 - Valores referentes ao cálculo do custo gerado pelas variáveis

| Período            | Valor        | Índice CMV | Meta  | Diferença    | Valor do custo |
|--------------------|--------------|------------|-------|--------------|----------------|
| Semana 1           | R\$32.789,48 | 22,790%    | 22,0% | 0,790        | R\$ 258,88     |
| Semana 2           | R\$33.287,47 | 23,320%    | 22,0% | 1,320        | R\$ 439,41     |
| Semana 3           | R\$33.789,14 | 23,452%    | 22,0% | 1,452        | R\$ 490,52     |
| Semana 4           | R\$33.178,76 | 23,081%    | 22,0% | 1,081        | R\$ 358,51     |
| Semana 5           | R\$33.519,27 | 23,404%    | 22,0% | 1,404        | R\$ 470,74     |
| Semana 6           | R\$32.764,53 | 22,774%    | 22,0% | 0,774        | R\$ 253,63     |
| Semana 7           | R\$33.287,24 | 23,182%    | 22,0% | 1,182        | R\$ 393,55     |
| Semana 8           | R\$33.487,67 | 23,214%    | 22,0% | 1,214        | R\$ 406,47     |
| Semana 9           | R\$33.617,84 | 23,381%    | 22,0% | 1,381        | R\$ 464,25     |
| Semana 10          | R\$32.847,28 | 22,909%    | 22,0% | 0,909        | R\$ 298,74     |
| Semana 11          | R\$33.378,43 | 23,207%    | 22,0% | 1,207        | R\$ 402,97     |
| Semana 12          | R\$33.107,85 | 23,011%    | 22,0% | 1,011        | R\$ 334,66     |
| Custo total gerado |              |            |       | R\$ 4.572,33 |                |

Fonte: elaborado pelo autor.

Ao analisar a Tabela 6, observa-se que o valor financeiro perdido no final das doze semanas é de R\$ 4.572,33. Realizando uma estimativa básica, ao longo de um ano pode-se atingir um valor financeiro perdido de até R\$ 18.300,00, supondo que a variação do índice CMV continue com o mesmo grau de variação.

Em seguida, efetuou-se um cálculo para identificar o custo gerado apenas pelas variáveis V1 e V2. Para tal, realizou-se o cálculo do acréscimo financeiro no custo médio de produção de uma cuba de Gelato em relação com as variáveis V1 e V2. A Tabela 7 apresenta as informações sobre os valores de referência da produção de Gelato.

Tabela 7 - Custo de produção do Gelato

| Variáveis | Acréscimo |          | Custo de produção |          |          |
|-----------|-----------|----------|-------------------|----------|----------|
|           | Min       | Max      | Min               | Max      | Média    |
|           |           |          | R\$14,76          | R\$16,39 | R\$15,58 |
| V1        | R\$2,17   | R\$3,89  | R\$16,93          | R\$20,28 | R\$18,61 |
| V2        | R\$14,76  | R\$16,39 | R\$29,52          | R\$32,78 | R\$31,15 |

Fonte: fornecido pela empresa.

Os valores de acréscimo da variável V1 são baixos quando comparados com os de V2. Isso se justifica devido ao fato que em determinadas situações de V1 é possível realizar um retrabalho para reaproveitar parte do produto com defeito, o que não ocorre com V2.

Outro ponto que vale ressaltar é que os acréscimos levam em consideração apenas o custo do insumo. Outros custos como os de retrabalho, maquinário, perda de oportunidade e mão de obra não fazem parte desse cálculo.

Por fim, realizou-se um cálculo do custo gerado pelas variáveis V1 e V2. O cálculo utiliza o número de ocorrências das falhas multiplicado média do custo de produção do Gelato com acréscimo. A Tabela 8 apresenta os dados referentes ao cálculo realizado.

Tabela 8 - Custo gerado das variáveis

| Período   | V1         |          | V2         |            | Custo total |
|-----------|------------|----------|------------|------------|-------------|
|           | Ocorrência | Custo    | Ocorrência | Custo      |             |
| Semana 1  | 03         | R\$55,82 | 02         | R\$ 62,30  | R\$118,12   |
| Semana 2  | 02         | R\$37,21 | 01         | R\$ 31,15  | R\$68,36    |
| Semana 3  | 01         | R\$18,61 | 02         | R\$ 62,30  | R\$80,91    |
| Semana 4  | 03         | R\$55,82 | 01         | R\$ 31,15  | R\$86,97    |
| Semana 5  | 03         | R\$55,82 | 01         | R\$ 31,15  | R\$86,97    |
| Semana 6  | 02         | R\$37,21 | 02         | R\$ 62,30  | R\$99,51    |
| Semana 7  | 01         | R\$18,61 | 01         | R\$ 31,15  | R\$49,76    |
| Semana 8  | 02         | R\$37,21 | 03         | R\$ 93,45  | R\$130,66   |
| Semana 9  | 04         | R\$74,42 | 02         | R\$ 62,30  | R\$136,72   |
| Semana 10 | 05         | R\$93,03 | 03         | R\$ 93,45  | R\$186,48   |
| Semana 11 | 02         | R\$37,21 | 02         | R\$ 62,30  | R\$99,51    |
| Semana 12 | 03         | R\$55,82 | 04         | R\$ 124,60 | R\$180,42   |

Fonte: elaborado pelo autor.

Analisando a Tabela 8, observa-se que no período de doze semanas ocorreram 55 falhas gerando um custo de R\$ 1.324,39. Esse valor corresponde a 28,96% do valor financeiro total das falhas. É interessante ressaltar que esse custo é variável, ou seja, quanto maior for o número de falhas maior será o valor custo.

## **5.4 Etapa Melhoria**

Baseado na análise das informações apresentadas, foi elaborado uma proposta de melhoria para o processo de produção do Gelato. A proposta é dividida em seis fases: objetivos, problemática, causas, soluções, custos de implantação e prazo de implantação.

### **5.4.1 Objetivos**

O objetivo do projeto de melhoria é a redução do índice de custo da mercadoria vendida em 2%, alcançando um ganho de aproximadamente R\$ 5.300,00. Para isso foram analisadas as variáveis que possuíam um maior impacto nesse resultado.

### **5.4.2 Problemas**

Dos problemas que foram identificados apenas dois foram analisados: não cumprimento da receita (V1) e o instrumento quebrado dentro do liquidificador (V2). Essas variáveis foram identificadas devido aos seus impactos causados no índice CMV. A partir da análise, foi constatado esses problemas possuíam um alto grau de ocorrência e um impacto financeiro significativo.

### **5.4.3 Causas**

Para a variável V1 foram identificadas as seguintes causas:

- i. Falta de atenção ou cuidado durante a produção;
- ii. Sobrecarga de trabalho;

Em relação a primeira causa nota-se que o setor não possui uma padronização em seus processos. Isso proporciona ao colaborador a prática de improvisos e a não realização de determinadas atividades, pois ele pode

considerar que a atividade não é necessária, dificultando o controle e a análise das informações.

Sobre a segunda causa a falha pode está localizada na comunicação entre os setores de produção e controladoria. A produção diária é elaborada pelo controlador e repassada para o setor de produção logo no início da jornada de trabalho. Contudo, para elaborar a produção a controladoria necessita da contagem dos produtos da casa realizada pelo setor de produção. Logo, é possível que ocorra um atraso na entrega da produção diária, prejudicando o desempenho do setor de produção, podendo gerar uma sobrecarga de trabalho devido ao atraso. Com a sobrecarga há uma chance de ocorrer uma não conformidade ou um modo de falha, aumentando o custo do produto final.

Para a variável V2 foram identificadas as mesmas causas da variável V1. Logo, os mesmos problemas apresentados para a variável V1 se aplicam a variável V2. Contudo, outra causa foi identificada para V2 que é o não cumprimento das normas e procedimentos de utilização dos instrumentos do setor de produção.

Essa causa foi identificada a partir da observação do setor, onde em determinados momentos os colaboradores manuseavam seus instrumentos de trabalho de uma forma que não está prevista nos manuais e normas de utilização.

#### **5.4.4 Soluções propostas**

A proposta de melhoria se baseou na análise do processo de mistura dos insumos no liquidificador através do método DMAIC. Após a identificação das causas foram enumeradas possíveis soluções para a melhoria do processo e foram selecionadas aquelas poderiam gerar um maior retorno financeiro com um menor custo de implantação.

Inicialmente deve-se padronizar os procedimentos operacionais e o processo produtivo da empresa. A padronização deve ser realizada levando em consideração o desempenho potencial do processo. Utilizando o mapa de

processos como base, é recomendado que a empresa elabore procedimentos operacionais padrão (POP) para padronização dos processos.

Através da utilização do POP a empresa pode organizar os seus procedimentos, sendo possível minimizar os desvios ou falhas na execução da atividade, garantindo que elas sejam executadas de acordo com o que foi planejado.

Outra recomendação para empresa é a definição dos limites de ocorrência das variáveis identificadas. De acordo com o estudo, é sugerido que para a variável V1 o limite mínimo de ocorrência seja zero e o limite máximo seja duas ocorrências durante a semana. Para a variável V2 é sugerido que o limite de ocorrência seja zero, devido da gravidade da falha.

Para adequar a produção diária à jornada de trabalho dos colaboradores é recomendado que ocorra uma mudança no processo da empresa. No novo processo, a contagem dos produtos do estoque de vendas deve ser realizada no final do expediente do turno da noite. Assim no início do expediente do turno da manhã o controlador analisa os dados e gera a produção diária, reduzindo drasticamente o risco de atraso na entrega que, consequentemente, reduz a sobrecarga de trabalho.

Para garantir que as atividades serão executadas de acordo com o que foi planejado, é recomendado que se elabore um *checklist* para verificação e controle das atividades. O *checklist* pode conter os procedimentos a serem realizados e o tempo médio necessário para a realização da atividade. Ele ainda pode conter as informações referentes as possíveis falhas que possam ter ocorrido no processo. Nessas informações é sugerido que conste o modo de falha, o que causou e quanto custou a falha para análise posterior. Os demais sistemas e procedimentos para controle das possíveis melhorias implantadas devem ser elaborados o decorrer do desenvolvimento do projeto.

Por fim, é recomendável que a empresa invista no treinamento e na capacitação dos colaboradores. É aconselhável que os treinamentos sejam voltados para o controle do processo ou para a gestão da qualidade. Podem ser escolhidos os colaboradores do setor de controladoria ou aqueles que

participam ativamente do processo para desenvolverem suas características de liderança e gestão.

#### 5.4.5 Custos de implantação

A Tabela 9 apresenta os custos de implantação das melhorias. O valor financeiro obtido é referente a dois centros de capacitação Seis Sigma e um de capacitação em gestão. A quantia representa a média dos valores de serviços das três empresas no período de setembro a novembro de 2018. O valor do treinamento apresentado considera que apenas dois membros da empresa serão capacitados.

Tabela 9 - Custos de implantação

| <b>Melhoria</b> | <b>Valor</b> |
|-----------------|--------------|
| Treinamentos    | R\$ 5.000,00 |
| Total           | R\$ 5.000,00 |

Fonte: elaborado autor.

Os custos para a elaboração do POP e do *checklist* não foram atribuídos a Tabela 9 devido ao fato de não haver custos explícitos, ou seja, os custos referentes a tais melhorias já estão inclusos nos salários dos colaboradores que irão elaborar essas medidas.

Em relação aos treinamentos dos colaboradores o ideal seria que a empresa investisse na capacitação em Seis Sigma (*Black e Green Belt*) que engloba todo o conhecimento necessário para analisar e controlar os processos. Entretanto, a empresa pode optar em capacitar seus colaboradores para a gestão e controle da qualidade de processos.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo realizado tem por objetivo apresentar para a empresa as vantagens da utilização da metodologia Seis Sigma para o controle e análise dos processos de produção.

As ferramentas utilizadas no estudo fazem parte do método DMAIC, no qual foi o procedimento utilizado para elaborar a proposta de melhoria. Esse método consiste no planejamento, execução e análise do projeto, cujo o objetivo é aplicar melhorias no processo gerando um ganho financeiro para a empresa.

A proposta de melhoria desenvolvida tem como objetivo a redução do índice de custo da mercadoria vendida em 2%. Todos os cálculos envolvendo valores financeiros foram realizados pelo sistema interno da empresa.

Os resultados esperados com a implantação da proposta serão:

- i. Otimizar o sistema de produção de Gelato;
- ii. Facilitar o gerenciamento e o controle do processo produtivo;
- iii. Reduzir os custos de perca ou desperdício na produção de Gelato;
- iv. E, através da redução do desperdício, alcançar um ganho de aproximadamente R\$ 11.300,00 em um período de um ano.

Foram calculados ainda os limites mínimos e máximos de redução do índice CMV. Esses limites foram medidos de acordo com uma projeção financeira utilizando a mesma base de cálculo do custo gerado pelas variáveis. O limite mínimo de redução do índice CMV é de 1,4% e o limite máximo é de 2,4%. É importante ressaltar que o cálculo dos limites levou em consideração que o valor financeiro médio do CMV foi reduzido em 3% e que o valor do faturamento médio aumentou em 2,5%.

Destaca-se que para os resultados esperados sejam atingidos é necessário que haja um total engajamento e dedicação da empresa. A execução das melhorias propostas deve ser realizada de maneira clara e com todos os colaboradores envolvidos.

## 7. CONCLUSÃO

O presente trabalho permite visualizar quais são as etapas de um projeto cujo o objetivo é a melhoria de um processo, mostrando qual a importância do gerenciamento e controle das atividades para a obtenção de metas e objetivos estratégicos.

Através do desenvolvimento do estudo, foi possível compreender como funciona a aplicação da metodologia Seis Sigma em um processo de produção. Ainda foi possível entender que a metodologia não se restringe apenas para o setor produtivo ou para a área de qualidade, podendo ser aplicada em diversos cenários dentro da organização.

O modelo DMAIC se mostrou uma ferramenta extremamente eficaz para a gestão de um projeto. A etapa de definição (Definir) possibilitou uma definição mais clara das diretrizes, direcionando o foco para as atividades que influenciam no desempenho do processo. As etapas de medição (Medir) e análise (Analisar) permitiram a análise precisa das informações do processo produtivo e possibilitou a identificação das soluções que resultariam em um maior retorno financeiro.

A importância do método DMAIC, sob a ótica da metodologia Seis Sigma, pode ser determinada a partir do uso das ferramentas que fazem parte de sua estrutura. Tais ferramentas fornecem uma definição clara das atividades que são desempenhadas ao longo do desenvolvimento do projeto, o que permite uma observação mais fácil de qual estágio o projeto se encontra.

A metodologia Seis Sigma é uma filosofia com alto grau de eficiência comprovada em vários empreendimentos, onde sua utilização se expandiu para todos os setores e processos deixando de ser visto como um programa da qualidade para se tornar uma estratégia de gestão a longo prazo.

A importância da metodologia está centrada no controle da variação e na eliminação de falhas em processos de produção ou processos administrativos, tendo como principal meta o ganho financeiro. Por isso sua utilização se torna vantajosa para uma organização que busca pela competitividade no mercado.

A empresa apresentou falhas no processo de produção de Gelato que levam ao aumento do valor financeiro do índice de custo da mercadoria vendida. Apesar de serem identificadas pela empresa não há nenhum plano de ação definido para alcançar os objetivos.

Na possibilidade de implantação da melhoria proposta a empresa poderá identificar uma dificuldade para a elaboração e controle do POP e do *checklist*. Tais dificuldades são destacadas devido ao grau de conhecimento do processo e a disponibilidade de pessoal para o desenvolvimento dessas melhorias. Contudo, a implantação correta da proposta possui uma chance de reduzir o grau de dificuldade que pode ser gerado.

O trabalho foi de grande valia pois permitiu a aquisição de conhecimentos que servirão para os desafios futuros que irão aparecer no cenário profissional. O Seis Sigma se mostrou como uma metodologia fortemente preparada para se alcançar os objetivos e metas estabelecidos para a obtenção da vantagem competitiva.

Diante dos resultados do trabalho, podem ser recomendadas algumas sugestões para trabalhos futuros.

- Aplicação das duas etapas que não foram abordadas na pesquisa, Melhoria e Controle, dando continuidade ao trabalho desenvolvido;
- Realização de um estudo de tempos e movimentos para padronizar os procedimentos e tempos médios de produção do Gelato;

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao programa seis sigma**. Nova Lima: INDG, 2006.

Brasil. Procuradoria Geral da República. Secretaria Jurídica e de Documentação. **Manual de gestão por processos** / Secretaria Jurídica e de Documentação/Escritório de Processos Organizacionais do MPF. - Brasília: MPF/PGR, 2013.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da Qualidade**: Conceitos e técnicas. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 247 p.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E.P. (Org.) **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2012, 376 p

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 724 p.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. **Administração de Produção e Operações**: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016. 680 p.

DAVIS, Mark M.; AQUILANO, Nicholas J.; CHASE, Richard B>. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 598 p.

DUARTE, Douglas dos Reis. **Aplicação da metodologia Seis Sigma – modelo DMAIC - na operação de uma empresa do setor ferroviário**. 2011. 81 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2011.

FIGUEIREDO, Thiago Gomes. **Metodologia Seis Sigma como estratégia para redução de custos**: estudo de caso sobre a redução de consumo de óleo sintético na operação de usinagem. 2006. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2006.

FILHO, Geraldo Vieira. **Gestão da Qualidade Total**: uma abordagem prática. 5. ed. Campinas, SP: Alínea, 2014. 145 p.

GONÇALVES, Victor. **Fluxograma: o que é e como fazer**. 2018. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/fluxograma>>. Acesso em: 14 out. 2018.

JACOBS, F. Robert; CHASE, Richard B. **Administração de Produção e de Operações**: o essencial. Porto Alegre: Bookman, 2009. 424 p.

JUNIOR, Isnard Marshall et al. **Gestão da Qualidade**. 10. ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010. 203 p.

KRAJEWSKI, Lee; RITZMAN, Larry; MALHOTRA, Manoj. **Administração de Produção e Operações**. 8. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 615 p.

LIMA, Manolita Correia. **Monografia: a engenharia da produção acadêmica**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 244 p.

MACHADO, José Fernando. **Método estatístico: gestão de qualidade para melhoria contínua**. São Paulo: Saraiva, 2010. 184 p.

MAGALHÃES, Ana Elisa Peres; OLIVEIRA, Thiago Coutinho de. **REDUÇÃO E ESTABILIZAÇÃO DO VOLUME HÍDRICO EM UMA INDÚSTRIA METALÚRGICA**. 2011. 36 p. Monografia (PÓS GRADUAÇÃO EM MÉTODOS ESTATÍSTICOS COMPUTACIONAIS.), UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, Juiz de Fora - MG, 2011. Disponível em: [http://www.ufjf.br/estatistica/files/2014/10/ME\\_2011\\_Ana-e-Thiago.pdf](http://www.ufjf.br/estatistica/files/2014/10/ME_2011_Ana-e-Thiago.pdf). Acesso em: 15 ago. 2018.

MAZZUTTI, Claudemir Rogério. **Gestão de projetos com a metodologia Seis Sigma**. 2014. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Centro Universitário Eurípides de Marília – UNIVEM, Marília, 2014.

MONTGOMERY, Douglas C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 550 p.

NETO, José Antonio Chehuen (Org.). **Metodologia da pesquisa científica: da graduação à pós-graduação**. Curitiba: Crv, 2012.

NUNES, Camila da Cunha. **Aplicação da metodologia Seis Sigma no processo de atendimento ao cliente em caixas do banco Itaú S/A**. 2009. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, Departamento de Ciências Administrativas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

PANDE, P. NEUMAN, R. CAVANAGH, R. **Estratégia Six Sigma: como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando o seu desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2007.

PEDROSA, Lavínia. **Mapeamento de processos: Torne sua empresa mais produtiva**. 2017. Disponível em: <https://fcapjr.com.br/mapeamentodeprocessos/>. Acesso em: 10 out. 2018.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. 276 p.

RAMOS, Alberto Wunderler. **CEP para processos contínuos e em bateladas**. São Paulo: Blucher, 2000. 130 p.

RANÇA, André Soares de. **Implantação da estratégia Seis Sigma em uma indústria de fios e cabos elétricos**. 2012. 32 f. Monografia (Especialização) - Curso de Gestão Industrial: Produção e Manutenção, Diretoria de Pesquisa e Pós-graduação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná., Ponta Grossa, 2012.

RISSI, Leandro Antonio. **Aplicação da metodologia 6 sigma para resolução do problema da falta de acurácia no estoque de uma empresa**. 2007. 53 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

RODRIGUES, Marcus Vinicius Carvalho. **Ações para a qualidade**: GEIQ, gestão integrada para a qualidade: padrão seis sigma, classe mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004. 260 p.

ROTONDARO, Roberto Gilioli et al (Org.). **Seis Sigma**: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2014. 375 p.

SCHMID, Dr Dietmar et al. **Gestão da Qualidade**: segurança do trabalho e gestão ambiental. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2009. 240 p.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração de Produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.

TÁVORA, Kelly Ferreira Deon. **Aplicação da metodologia Seis Sigma no processo de corte de uma indústria produtora de capas para bancos de automóvel**. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Comercial, Faculdade de Economia do Porto, Porto, 2009.

TOLEDO, José Carlos de et al. **Qualidade**: Gestão e Métodos. Rio de Janeiro: LTC, 2014. 397 p.

VIEIRA, Sonia. **Estatística para a Qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014. 292 p.

WERKEMA, Cristina. **Criando a Cultura Lean Seis Sigma** – 3ª. Edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012, 259 p.