

UNAR
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ARARAS
DR. EDMUNDO ULSON

MARLON ANGELO CAETANO

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DA ABORDAGEM SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO
DOS CUSTOS NO FINAL DA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA MULTINACIONAL**

ARARAS – SÃO PAULO
2019

MARLON ANGELO CAETANO

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DA ABORDAGEM SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO
DOS CUSTOS NO FINAL DA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA MULTINACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Curso de Engenharia de Produção,
Centro Universitário de Araras Dr. Edmundo
Ulson, para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Professor Orientador: Prof. Ms. Sandro Luiz de
Carvalho Neve

ARARAS – SÃO PAULO

2019

MARLON ANGELO CAETANO

**APLICAÇÃO DE MÉTODOS DA ABORDAGEM SEIS SIGMA PARA REDUÇÃO
DOS CUSTOS NO FINAL DA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA MULTINACIONAL**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado ao Curso de Engenharia de Produção,
Centro Universitário de Araras Dr. Edmundo
Ulson, para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia de Produção.

Professor Orientador: Prof. Ms. Sandro Luiz de
Carvalho Neve

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em 27/09/2019 perante a Comissão Julgadora,
sendo:

Prof. Ms. Sandro Luiz de Carvalho Neve

RESUMO

Compreender os principais recursos, obstáculos e deficiências do programa Seis Sigma permite às organizações se apoiarem melhor seus planos estratégicos e aumentar suas necessidades de coaching, orientação e treinamento. Ele também oferece oportunidades para implementação de melhores projetos Seis Sigma. Para a implementação efetiva dos projetos Seis Sigma nas organizações, é preciso compreender os fatores críticos de sucesso que tornarão sua aplicação bem-sucedida. O presente estudo envolve um estudo de caso de um projeto onde é aplicada a metodologia DMAIC, como fonte de utilização do Lean Seis Sigma, para analisar as principais causas de um consumo excessivo de materiais no fim da linha de produção de uma multinacional, especificamente de cola paletizadora, além de propor melhorias afim de reduzir seu consumo. A utilização de ferramentas de qualidade permite as organizações a reduzirem custos, provocar um aumento de produtividade, reduzir as falhas e garantir um produto ou serviço confiável para aumentar o nível de satisfação de seus consumidores e clientes. Desta forma, o estudo evidenciará a aplicação de ferramentas de qualidade que suportam a metodologia DMAIC, como a análise de causa e efeito, gráfico de Pareto, gráficos sequenciais, entre outros. O resultado que se espera para um projeto dessa magnitude é a identificação de causas raízes que permitam a empresa enxergar seus gargalos e pontos de melhoria, bem como propor um plano para resolução ou mitigação das causas levantadas.

Palavras-chave: Seis Sigma, DMAIC, Ferramentas de Qualidade, Melhoria.

ABSTRACT

Understanding the key tools, difficulties, and shortcomings of the Six Sigma program enables organizations to better support its strategic plans and increase their focus on training needs. It also offers opportunities for implementing better Six Sigma projects. For the effective implementation of Six Sigma projects in organizations, you need to understand the critical success factors that will make your application successful. The present study involves a case study of a project where the DMAIC methodology is applied, as a source of use of Lean Six Sigma, to analyze the main causes of excessive consumption of materials at the end of the production line of a multinational, specifically palletizing glue, besides proposing improvements in order to reduce its consumption. Using quality tools enables organizations to reduce costs, increase productivity, reduce gaps, and ensure a reliable product or service to increase the satisfaction of their customers and consumers. In this way, the study will show the application of quality tools that support the DMAIC methodology, such as the analysis of cause and effect, Pareto graph, sequential graphs, among others. The expected result for a project of this magnitude is the identification of root causes that allow the company to see its bottlenecks and improvement points, as well as to propose a plan for resolution or mitigation of the causes raised.

Keywords: Six Sigma, DMAIC, Quality Tools, Improvement.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fatores de sucesso para implementação do Seis Sigma.....	19
Figura 2: Processo para seleção de projetos Seis Sigma.	21
Figura 3: DMAIC vs DMADV.....	32
Figura 4: Charter de um projeto	42
Figura 5: Gráfico de perda de Adesivo PVA.....	53
Figura 6: Perda de Adesivo PVA com meta.....	54
Figura 7: Charter do Projeto Perda de Adesivo PVA.....	55
Figura 8: Quantidade de caixas coladas por tubo.....	57
Figura 9: Troca do tubo de cola por turno.....	58
Figura 10: Aplicação de cola no sleep através do tubo pequeno por turno.....	58
Figura 11: 5W1H.....	59
Figura 12: Diagrama de Causa e Efeito.....	61
Figura 13: 5 Porquês.....	62
Figura 14: Diagrama de Causa e Efeito com causas raízes.....	63
Figura 15: Matriz de Esforço x Impacto.....	65
Figura 16: Plano de Ação 5W1H.....	66
Figura 17: Resultado de Perda de Cola.....	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Desempenho esperado para um processo	15
Tabela 2: Funções e Papeis no Seis Sigma.....	23
Tabela 3: Papeis de manutenção de grupo no Seis Sigma.....	24
Tabela 4: Funções inibidoras em um grupo no Seis Sigma.....	25
Tabela 5: Funções a cada agente Seis Sigma.	28
Tabela 6: Ferramentas utilizadas no DMAIC.....	33
Tabela 7: Stakeholders.....	52
Tabela 8: Plano de Coleta de Dados	56
Tabela 9: Possíveis Causas.	60
Tabela 10: Possíveis Soluções	64

Sumário

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Considerações Iniciais.....	10
1.2 Objetivo.....	11
1.3 Justificativa.....	11
1.4 Estrutura do Trabalho.....	11
1.5 Metodologia	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Seis Sigma	13
2.2 Porque Implementar a Metodologia Seis Sigma?	16
2.3 Fatores para sucesso de um projeto Seis Sigma	18
2.4 Seis Sigma: Formação da Equipe	21
2.4.1 Champions	26
2.4.2 White Belts.....	26
2.4.3 Green Belts.....	26
2.4.4 Black Belts	26
2.4.5 Master Black Belts	27
2.5 Passos para a implantação do Seis Sigma.....	30
2.6 Método DMAIC	32
2.6.1 Definir	33
2.6.2 Medir.....	35
2.6.3 Analisar	37
2.6.4 Implementar	38
2.6.5 Controlar	40
2.7 Integração das ferramentas com o DMAIC	41
2.7.1 Charter do Projeto	42
2.7.2 Voice of Customer (VOC)	43

2.7.3 Sipoc	43
2.7.4 Mapa do Processo	44
2.7.5 Benchmarking	44
2.7.6 Gráfico Sequencial	45
2.7.7 Gráfico de Pareto	46
2.7.8 Diagrama de Causa-Efeito	47
2.7.9 Brainstorming.....	48
2.7.10 FMEA	48
2.7.11 Diagrama De Afinidade	50
2.7.12 Estratificação.....	50
2.7.13 Histograma	50
3. ESTUDO DE CASO.....	50
3.1 Descrição do Projeto.....	50
3.2 Definir	51
3.3 Medir.....	56
3.4 Analisar.....	59
3.5 Implementar	63
4. CONCLUSÕES.....	69
5. BIBLIOGRAFIA	70

1. Introdução

1.1 Considerações Iniciais

Desde os primórdios da era industrial, a incansável busca pela excelência impulsiona esforços para o desenvolvimento de novas ferramentas, metodologias e práticas a fim de impulsionar o crescimento e eficiência. Neste contexto, o Seis Sigma surgiu como uma forma de melhorar a qualidade de produção de um processo, identificando e removendo as causas de defeitos e minimizando a variabilidade nos processos de fabricação e negócios (GEORGE, 2003).

O Seis Sigma pode ser definido como um sistema abrangente e flexível para alcançar, sustentar e maximizar o sucesso empresarial. Segundo Pande et al. (2000), ele é conduzido exclusivamente pela compreensão das necessidades dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas e atenção diligente ao gerenciamento, melhoria e reinvenção de processos de negócios.

Kwak e Anbari (2006) definem o Seis Sigma como uma abordagem gerencial dirigida por projetos com o objetivo de obter melhoria contínua em produtos, serviços e processos de uma organização por meio da redução de defeitos.

Os projetos do Seis Sigma demonstraram melhorar os processos de negócios usando métodos estatísticos para identificar e reduzir a variação do processo. (HENDERSON AND EVANS, 2000). Além disso, a filosofia do programa Seis Sigma reconhece a necessidade de vincular a implementação do projeto e a conclusão do projeto às necessidades financeiras da empresa. Pande (2000) descreve os benefícios potenciais da abordagem Seis Sigma:

- Redução de custos
- Melhoria da produtividade
- Crescimento da participação de mercado
- Fidelização de clientes
- Ciclo de redução do tempo
- Redução de defeitos
- Mudança cultural
- Desenvolvimento de produtos / serviços

O que diferencia o Seis Sigma de outras práticas de melhoria contínua é o foco em resultados financeiros, uso de um método estruturado para o processo de melhoria e de métricas específicas para monitoramento do processo (SCHROEDER et al. 2008). Portanto, o Seis Sigma, é uma metodologia muito eficiente focada na melhoria do desempenho através da mitigação e eliminação da perda, da variabilidade e das fontes de defeitos que provocam queda no desempenho. Para as instituições que almejam a manutenção da competitividade perante ao mercado, é altamente recomendado a aplicação da metodologia Seis Sigma.

1.2 Objetivo

Este estudo tem como objetivo principal desenvolver um projeto de melhoria numa etapa do processo de produção de uma multinacional do setor alimentício, utilizando um método estruturado da abordagem Seis Sigma, o DMAIC, de forma a identificar oportunidades de melhoria para redução de custos e eficiência deste processo.

1.3 Justificativa

No atual cenário competitivo global, as empresas buscam cada vez mais a redução de seus custos para que seus produtos tenham um preço compatível e chegue nas prateleiras com vantagens competitivas e requisitos de qualidade requeridos pelos seus clientes.

A empresa onde o projeto foi realizado faz o monitoramento para avaliação de perdas financeiras e de processos, a fim de ter a gestão sobre seus processos e materiais gastos. Por meio deste monitoramento foi identificada uma grande perda material no fim da linha de produção onde seu principal produto acabado é paletizado. Nesta etapa, uma das maiores perdas geradas foi decorrente do uso excessivo de cola paletizadora que se destacou perante a outros materiais analisados por uma ferramenta de melhoria, utilizada para classificação das perdas. Dessa forma, foi iniciado um projeto visando otimizar o gasto deste material e evitar desperdícios financeiros.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este estudo apresenta um projeto desenvolvido seguindo a metodologia DMAIC do programa Seis Sigma, realizado em uma indústria alimentícia localizada no estado de São Paulo. Ele está estruturado em quatro capítulos:

Capítulo I: Considerações iniciais, justificativa para o desenvolvimento do trabalho, seus objetivos e metodologia.

Capítulo II: Revisão bibliográfica sobre Metodologia de resolução de problemas Seis Sigma e DMAIC.

Capítulo III: Aplicação da metodologia DMAIC, discussão dos resultados e proposta de um plano de ação para melhoria no processo.

Capítulo IV: Apresentação das conclusões.

1.5 Metodologia

A metodologia utilizada para o presente trabalho foi a pesquisa ação. De acordo com Pinto (1989) uma pesquisa pode ser considerada pesquisa-ação quando existe de forma evidente a tomada de ação por aqueles que estão inseridos no processo de investigação.

Segundo Egg (1990), a pesquisa-ação tem o objetivo decidido pelo grupo realizador do projeto onde são aplicadas situações reais, transformando as pessoas envolvidas, pois existe a interação a relação entre a investigação e a ação. Ela é capaz de criar um ambiente onde as pessoas têm participação no projeto estabelecido.

De acordo com Thiollent (1997) a pesquisa-ação é uma investigação baseada na prática, que relaciona pesquisa e ação em um meio no qual agentes e investigadores se interagem, na busca pela ilustração da realidade onde estão situados, não só apenas para identificar problemas, mas também realizar experimentos para a busca de soluções para os mesmos.

Para Vergara (2005) é recomendado o uso da pesquisa-ação para pesquisas a serem conduzidas em grupos e instituições de pequeno a grande porte, com foco em longo prazo. O primeiro passo é identificar as finalidades das ações que normalmente são chamadas de melhoria. A criação de um espaço onde não exista prejulgamento é essencial para o sucesso da pesquisa, pois assim observa-se a formulação de soluções possíveis. Com isso podemos notar que a pesquisa-ação não é limitada a uma situação, mas objetiva a criação de situações que levam a mudança.

O objetivo da pesquisa-ação de acordo com Spink (1976) é promover o raciocínio, caracterização e execução de ações além de desenvolver, engrandecer e experimentar possíveis soluções teóricas para a pesquisa em questão, estabelecendo uma relação entre pesquisador e ambiente.

Ainda de acordo com Spink (1976) a pesquisa-ação empreende em um planejamento baseado em fases pré-definidas que objetiva a elaboração de um plano de ação bem definido.

O desenvolvimento da pesquisa-ação se dá por meio de um roteiro flexível, que leva em conta as conjunturas do pesquisador junto às características da situação a ser investigada (FRENCH, 2009).

Portanto, neste estudo, usou-se pesquisa ação de forma a identificar uma oportunidade de melhoria no ambiente produtivo e, posteriormente, desenvolver ações que visassem implementar as melhorias identificadas. Para isso utilizou-se do método DMAIC de forma a Definir, Medir, Analisar as oportunidades de melhoria, implementar as ações e controlar seus resultados.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Seis Sigma

Neste capítulo abordaremos alguns aspectos teóricos da metodologia Seis Sigma utilizados para a implantação de um projeto através das etapas propostas pelo método DMAIC.

A metodologia Seis Sigma é uma diretriz sistemática e quantitativa focada na redução da variabilidade de processos e por consequência no aumento da produtividade. Essa redução é proporcionada pela mentalidade de melhoria contínua, que envolve a qualidade desde a matéria prima até o produto final, objetivando o consumidor final (WERKEMA, 2004).

A letra Sigma, provinda do grego representa um símbolo matemático utilizado para demonstrar variações em uma distribuição de dados, seja ela aleatória ou representando um processo. É padronizado que um processo Seis Sigma tem a ocorrência de apenas 3.4 defeitos a cada um milhão de ocorrências, sendo ele qualquer situação em que o produto é descaracterizado o que impossibilita sua chegada ao consumidor final. Então o objetivo da metodologia Seis Sigma é reduzir o número de ocorrências que causam a descaracterização do produto, aumentando assim sua competitividade perante o mercado.

Um defeito é uma descaracterização de um produto ou processo que os torna inviável para consumo por parte do cliente, ou seja, não atende as necessidades do consumidor. Do ponto de vista estatístico, em um processo 6σ , apenas duas unidades por bilhão fora de especificação, ou seja, a cada um bilhão de execuções, duas seriam descaracterizadas. (USEVINICIUS, 2004).

A metodologia Seis Sigma teve como pioneira a empresa Motorola nos anos 80. O objetivo da companhia era a redução do número de falhas para garantir excelência em qualidade (CORONADO, 2002).

O Seis Sigma está relacionado desde sua origem como uma ferramenta para garantia da qualidade com foco na resolução de problemas. Em seguida foi evoluída para uma ferramenta com foco no negócio como um todo (BARNEY, 2002).

Uma das características que marcam a filosofia do programa Seis Sigma é a incorporação do pensamento estatístico, o que leva ao uso de ferramentas e análises críticas para avaliar a variabilidade de um processo ou situação (CARVALHO; PALADINI, 2005).

De acordo com Harry (2000), manter um processo centralizado é uma tarefa difícil de ser executada, já que no longo prazo temos várias variáveis que afetam em seu deslocamento, seja para cima ou para baixo do valor especificado.

Para Perez Wilson (1999) a metodologia Seis Sigma pode atuar de inúmeras maneiras dentro das empresas, tanto como Benchmarking, como uma forma de comparação do nível de qualidade de seus processos. Também atua como uma Meta para que se atinja apenas 3,4 defeitos por milhão.

Além das maneiras citadas acima, o Seis Sigma é utilizado como medida de determinação do nível de qualidade, pois quando o número de sigmas é abaixo de 6, como em processos 3 sigmas, os níveis de qualidade são também baixos, além de servir como parâmetro para avaliação da performance de um produto ou processo.

A variabilidade deve ser vista pela organização como um problema a ser solucionado constantemente, pois um processo instável leva ao crescimento do número de falhas e por consequência no aumento do custo. Um processo com alta variabilidade, resulta em um produto terminado de qualidade inferior as especificadas pelo cliente. (ROTONDARO, 2002).

Segundo Maximiano (2005) “Eficácia é a palavra usada para indicar que a organização realiza seus objetivos. Quanto mais alto o grau de realização dos objetivos, mais a organização é eficaz”.

Ainda segundo Maximiano (2005) “Eficiência é a palavra usada para indicar que a organização utiliza produtivamente, ou de maneira econômica, seus recursos. Quanto mais alto o grau de produtividade ou economia na utilização dos recursos, mais eficiente a organização é. Em muitos casos, isso significa usar menos quantidade de recursos para produzir mais”.

O Seis Sigma tem a visão de levar uma organização a ser a melhor no setor em que ela se encontra. É a criação de uma mentalidade focada em busca da redução da variações e defeitos. É entender que a qualidade vai além das expectativas dos consumidores (WERKEMA, 2004).

De acordo com Thomas Pyzdek (2003), Seis Sigma traz uma nova abordagem para a qualidade, ou seja, a conformidade com as normas e regimentos internos se tornando um programa onde a qualidade agrega valor para a produção reduzindo variabilidade, defeitos e como um valor agregado por um esforço produtivo focalizando a redução de defeitos e perdas nos processos.

A filosofia do programa Seis Sigma volta a atenção de todos para o que é realmente importante dentro da organização e para aqueles quem a empresa existe. É uma filosofia voltada para a causa e efeito. Sistemas de gerenciamento bem desenvolvidos e processos de negócios operados por funcionários felizes fazem com que clientes e proprietários estejam satisfeitos e encantados. (THOMAS PYZDEK, 2014).

A grande diferença do Seis Sigma para os demais programas da qualidade, é a garantia do elevado retorno financeiro, além de ser um método para avaliação da atual situação dos processos e da própria empresa. O que chamamos de escala Sigma, nos mostra a quantidade de falhas em um processo a cada um milhão de ocorrências, mostrando o nível de qualidade em que a empresa se encontra (WERKEMA, 2006).

A Tabela 1 demonstra o desempenho esperado para um processo Seis Sigma, expondo uma comparação entre os níveis Sigma:

Tabela 1 - Desempenho esperado para um processo

Nível de Qualidade	Defeitos por Milhão	Custo da Não Qualidade (% de vendas)
Dois Sigma	308.537	20 a 25
Três Sigma	66.807	15 a 20
Quatro Sigma	6.210	10 a 15
Cinco Sigma	233	5 a 10
Seis Sigma	3,4	<5

Fonte: Werkema, 2006

Para determinar o desempenho de uma atividade ou processo, a metodologia Seis Sigma fornece indicadores que nos permitem traduzir financeiramente a situação. São eles: índices de capacidade de processo - Cp e Cpk; parte por milhão (PPM) (REIS, 2003).

A capacidade consiste na capacidade de um processo executar suas funções nas condições especificadas de trabalho, ou seja, ela nos permite determinar se um processo atende as especificações exigidas. O índice Cp fornece a capacidade potencial que o processo tem para atender as especificações (ROTH, 2005).

$$C_p = \frac{LSE - LIE}{6\sigma} \quad (1)$$

onde LSE representa limite superior de especificação e LIE representa limite inferior de especificação, já o símbolo σ , representa o desvio padrão do processo.

De acordo com Montgomery (2004), para valores de C_p maiores ou iguais a 2, o processo é considerado capaz. Para valores de C_p iguais a 1,0, o processo é considerado pouco capaz. Entretanto, para valores de C_p menores que 1,0, o processo não é considerado capaz. Valores situados entre 1 e 2 são considerados aceitáveis.

Índice de capacidade (Cpk) mede a capacidade efetiva do processo, é dado por:

$$C_{pk} = \text{MIN}\left(\frac{LSE - m}{3\sigma}; \frac{m - LIE}{3\sigma}\right) \quad (2)$$

onde LSE representa limite superior de especificação, LIE representa limite inferior de especificação, o símbolo σ , representa o desvio padrão do processo e representa a média do processo. O Cpk fornece dados reais que o processo possui para atender às especificações, pois quantifica a capacidade (ROTH, 2005).

Assim, os projetos Seis Sigma têm apresentado um retorno significativo de grande contribuição para o ambiente acadêmico, e também para a indústria, já que evidencia a seleção de problemas a serem resolvidos enquanto projetos.

2.2 Por que Implementar a Metodologia Seis Sigma?

Quando uma empresa japonesa assumiu uma fábrica da Motorola que fabricou aparelhos de televisão Quasar nos Estados Unidos na década de 1970, eles rapidamente se concentraram em fazer mudanças drásticas na maneira operada pela fábrica. Sob a gestão japonesa, a fábrica logo produzia aparelhos de televisão com um número de defeitos vinte vezes menor quanto produziam sob a administração da Motorola. Eles fizeram isso usando a mesma força de trabalho, tecnologia e projetos, e fizeram isso ao reduzir os custos, deixando claro que o problema era o gerenciamento da Motorola (THOMAS PYZDEK, 2014).

Usando o Seis Sigma, a Motorola ficou mais conhecida como a líder de qualidade e lucro no mundo. Em seguida ganhou o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige em 1988, o deu início a revolução do Seis Sigma. Seria um tratar o Seis Sigma como uma abordagem da qualidade tradicional. A qualidade, definida de forma tradicional como o cumprimento dos requisitos internos, se distorce do que podemos chamar de Seis Sigma.

O Seis Sigma é sobre conscientizar a organização a ter foco na redução de perdas e no valor ofertado ao cliente (BARNEY, 2002).

A metodologia Seis Sigma fundamenta-se na utilização de ferramentas técnicas de eficiência comprovada e na qualificação de líderes para condução de um projeto, chamados de Belts. A eficiência da ferramenta é comprovada pois companhias que consolidam o programa, conseguem elevar seu nível de qualidade de seus produtos e serviços, garantindo um produto mais barato (PANDE ET AL., 2000).

Com isso, o Seis Sigma baseia-se nos requisitos do cliente, bem como nos indicadores de performance de cada empresa, alinhando os objetivos do negócio com os objetivos do cliente, obtendo resultados surpreendentes para ambas as partes. Então torna-se primordial, para o sucesso da implementação, entender as necessidades do público alvo (ECKES, 2000).

Para o sucesso de um projeto Seis Sigma é necessário identificar aquilo que o cliente realmente procura em seu produto ou serviço. As melhorias estão intrinsecamente ligadas ao modo em que a organização opera seus processos, pois o Seis Sigma foca na resolução e eliminação de causas-raízes dos variados problemas enfrentados pela mesma. A grande vantagem da metodologia é que ela consegue realizar mudanças efetivas sem alterações em sua estrutura. Um alto nível de qualidade representa vantagem competitiva, confiabilidade do cliente e redução nas perdas (KELLER, 2011).

A metodologia Seis Sigma é altamente aplicável dentro de uma empresa, sendo eficiente e eficaz em todos os setores, pois traz consigo conceitos como Benchmarking e Controle estatístico de processos. O programa provoca uma grande mudança nas organizações, pelo fato de trazer a necessidade de uma estrutura hierarquizada, o que garante a eficiência da aplicação de suas fases. Ela se torna uma ferramenta especial pois tem seu foco na resolução de causas, garantindo que o problema não volte a se repetir (HALLIDAY, 2001).

É de suma importância, que os projetos realizados através da metodologia Seis Sigma sejam vistos como melhorias na qualidade seguindo uma visão ampla de projetos que propiciem resultado para o negócio e estejam alinhados às organizações (CARVALHO, 2002).

Outro fator importante na implementação de um projeto Seis Sigma é a mudança na cultura da organização, pois a sua execução exige que sejam realizadas mudanças que tragam uma nova forma de pensar por parte dos colaboradores para que seu ambiente se torne cada vez mais motivador para a busca pela melhoria continua (ANTONY, 2004).

2.3 Fatores para sucesso de um projeto Seis Sigma

Segundo Carvalho (2002) o sucesso implementações de projetos Seis Sigma se dão pela intensa aplicação de ferramentas estatísticas, bem como o foco no cliente por uma interação entre a gestão e processos. A metodologia tem obtido resultados consideráveis com sua implementação.

O elo entre a equipe de gestão da organização e os encarregados pela implementação de um projeto Seis Sigma é um fator primordial para seu sucesso. A orientação e acompanhamento realizado pela gestão, será de grande importância para que o projeto siga o planejado e entregue os resultados esperados. Para isso deve ser criado um calendário de orientações para que o acompanhamento seja realmente eficiente. Dentro desses encontros a equipe de gestão saberá o que foi realizado e quais serão os próximos passos, sendo utilizada também como cadeia de ajuda (HARRY E SCHROEDER, 2000).

Os projetos Seis Sigma vinculam as atividades da empresa com seus objetivos de melhoria. A ligação é tão estreita que, em uma organização bem estruturada, as pessoas que trabalham em projetos Seis Sigma podem dizer quais objetivos dessa organização serão afetados pelo projeto e os líderes podem medir o impacto do Seis Sigma sobre a mesma de forma clara e significativa. Os custos e os benefícios do Seis Sigma são monitorados usando sistemas de rastreamento e em qualquer momento, o líder pode determinar se Seis Sigma está cumprindo suas metas (BREYFOGLE, 2003).

Para Werkema (2006) a utilização do método pré-estabelecido e o foco no cliente, se tornam um fator importante para o sucesso de um projeto. Aliado a isso, a escolha apropriada do projeto torna-se crítico para seu sucesso. A escolha certa do projeto alinhada a participação ativa da gestão, assegurará o sucesso de seu desenvolvimento e a entrega dos resultados esperados.

De acordo com Perez Wilson (1999) o sucesso de um projeto está estreitamente ligado a uma liderança frequente, podendo esta, interferir diretamente no seu insucesso. A rotina de reuniões, sejam elas semanais ou mensais, promovida pela liderança propiciam a equipe um momento de alinhamento afim de assegurar seu desenvolvimento. Sem a participação efetiva da equipe de liderança da organização, o projeto tende ao fracasso. Chang (2010) lista dez fatores de sucesso para a implementação do Seis Sigma descritos na Figura 1.

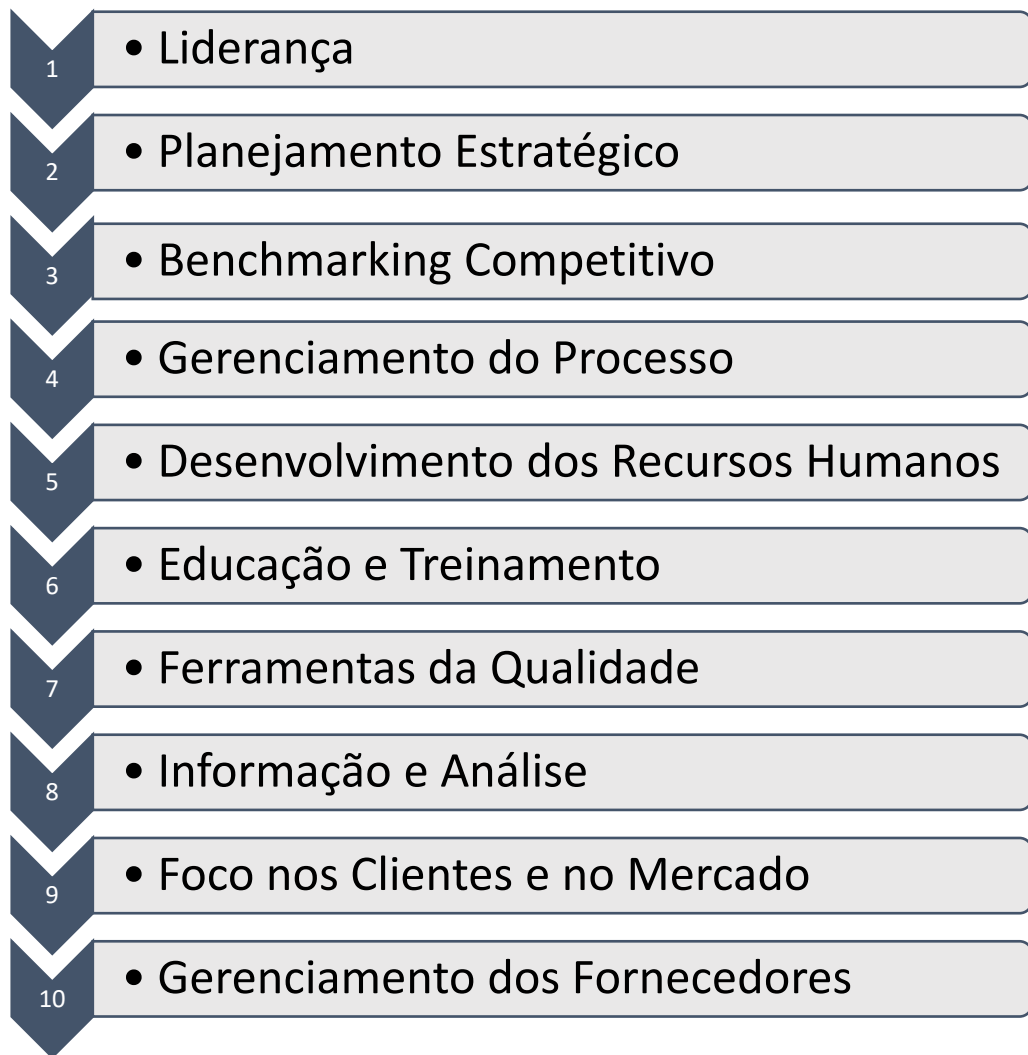


Figura 1: Fatores de sucesso para implementação do Seis Sigma

Fonte: Chang (2002).

De acordo com Chang (2002), existem 10 fatores de sucesso para o sucesso da implementação do Seis Sigma dentro de uma organização. Sendo eles liderança, onde a base para o sucesso é uma liderança presente e influenciadora; Planejamento estratégico, definindo um plano bem estruturado com etapas bem definidas, o que facilita a gestão; Benchmarking competitivo, buscando as melhores práticas no mercado a fim de estabelecer metas ambiciosas para o projeto; Gerenciamento do processo, dominando o mesmo, para que ele seja inteiramente mapeado facilitando a gestão e visualização; Desenvolvimento dos recursos humanos, para formar líderes influentes com alta capacidade de gestão e previsão dos riscos atrelados ao projeto; Educação e treinamento, com foco no desenvolvimento de uma equipe de alto potencial e dominante das ferramentas da metodologia Seis Sigma; Ferramentas da qualidade, que promovem o tratamento dos dados e a busca da melhoria contínua; Informação e análise dos dados, o que possibilita uma visão holística do problema a ser tratado; Foco nos clientes e no

mercado para priorizar o que agrega valor ao produto ou processo em questão; e gerenciamento dos fornecedores para garantir o melhor preço e maior qualidade da matéria prima.

Um fator importante para o sucesso de um projeto é a escolha certa do mesmo. Juran (1988) define que “um problema identificado para a resolução com métricas coincidente podem ser utilizadas para determinar metas e controlar o progresso”.

Os projetos devem ser focados nos objetivos certos. Esta é a responsabilidade da liderança seniores, por exemplo, o sponsor do projeto. A liderança é o único grupo com a autoridade necessária para designar responsabilidades interfuncionais e permitir o acesso a recursos interdepartamentais. Os projetos Seis Sigma afetarão um dos principais grupos de partes interessadas: clientes, acionistas ou funcionários.

Deste modo, uma proposta de projeto que não tenha um calendário factível não deve ser aprovada como um projeto Seis Sigma. Keller (2001) classifica que a seleção de projetos Seis Sigma deve revelar a visão das etapas para a atribuição de recursos disponíveis atrelados ao tempo de execução do projeto. Essas informações devem estar visíveis para que com base na matriz de esforço e impacto.

Ainda segundo Keller (2001), o escopo do projeto deve ser realista, contendo metas e objetivos viáveis e nem muito abrangentes para que o foco durante a execução não se perca. Projetos com o escopo estendido podem comprometer a implementação da metodologia dentro da organização, sendo fonte de frustração da equipe e da equipe de gestão.

De acordo com Werkema (2004), projetos selecionados de forma correta serão contribuintes para o sucesso da implementação da cultura Seis Sigma dentro de uma companhia. Conforme a Figura 2, o fluxo de definição de projetos deve acontecer de acordo com as prioridades estratégicas definidas previamente.

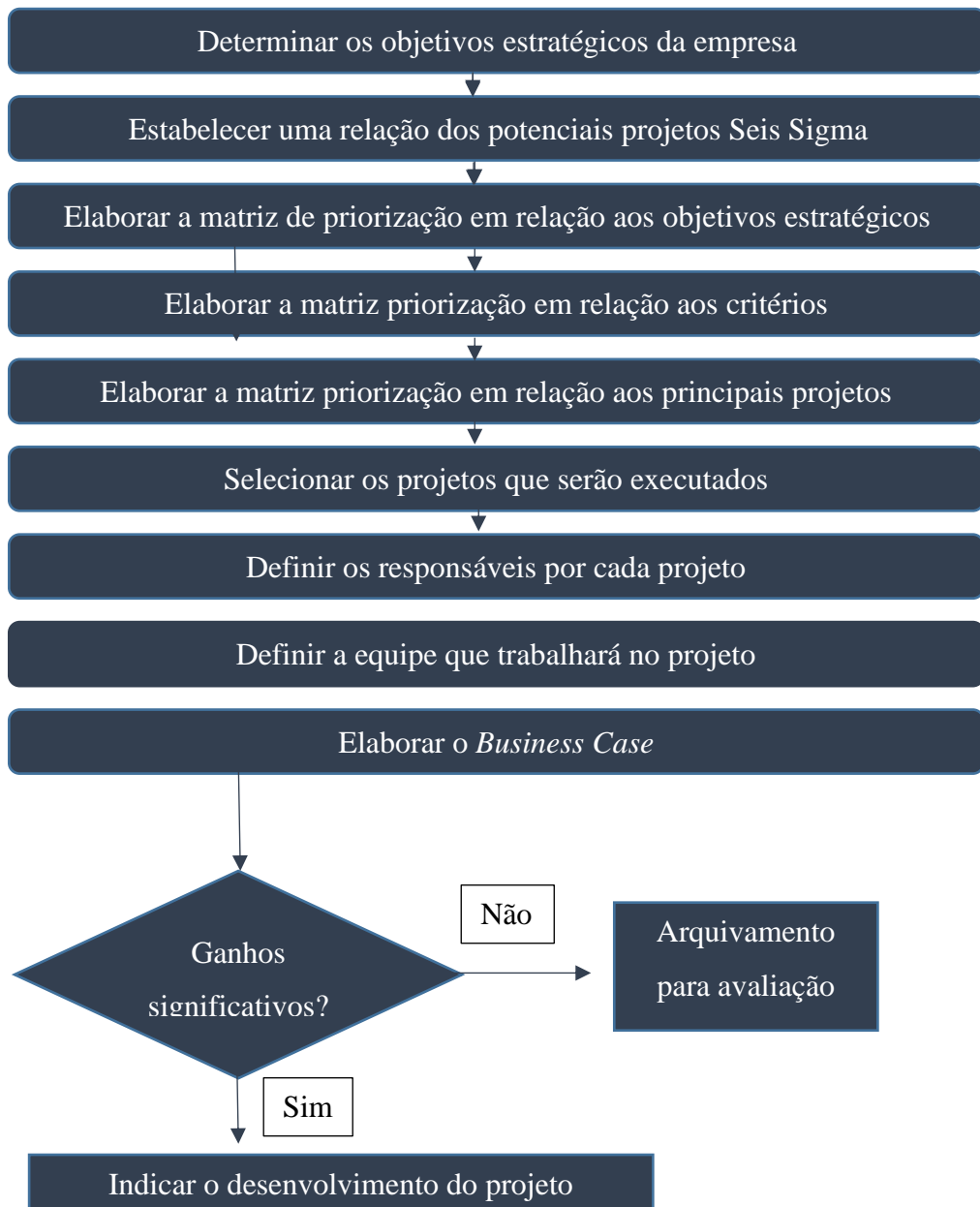


Figura 2: Processo para seleção de projetos Seis Sigma.

Fonte: Werkema (2004).

2.4 Seis Sigma: Formação da Equipe

As equipes que compõem projetos Seis Sigma são o principal meio de implantação da metodologia e também para o cumprimento dos objetivos da empresa. As equipes Seis Sigma em sua maioria são lideradas pelo Black Belt, mas o líder da equipe pode ser desde o Green Belt até um White Belt Seis Sigma que tem conhecimento suficiente pelo escopo do projeto.

Segundo Thomas Pyzdek (2014) as equipes Seis Sigma são constituídas por um grupo de líderes que trazem autoridade, conhecimento, habilidades e atributos pessoais para o projeto. Não há nada particularmente especial sobre as equipes Seis Sigma em comparação com outras equipes de trabalho. São pessoas com diferentes origens e talentos que buscam um objetivo comum. Como todos os grupos de pessoas, há envolvimento dinâmico que deve ser entendido se a missão da equipe for realizada.

A estrutura das organizações modernas baseia-se no princípio da divisão do trabalho. A maioria das organizações hoje consistem em vários departamentos, cada um dedicado à sua própria especialidade. Um problema fundamental é que os departamentos funcionais separados tendem a otimizar suas próprias operações, muitas vezes em detrimento da organização como um todo. Por outro lado, as organizações tradicionais, de fato, criam barreiras entre os departamentos. Os gerentes departamentais são muitas vezes obrigados a competir por partes de orçamentos limitados. Em outras palavras, eles estão jogando um jogo onde o ganho de outro gerente é visto como a perda de seu departamento (RUSKIN, 1995).

As equipes interdepartamentais são grupos de pessoas com as habilidades necessárias para oferecer o valor desejado. Os processos são projetados pela equipe para criar o valor de forma eficiente e eficaz. O gerenciamento deve fazer com que as habilidades necessárias existam na organização. É também o trabalho da equipe de gestão eliminar as barreiras necessárias para que exista cooperação (JURAN, 1989).

A literatura confirma a importância da seleção de uma equipe preparada para a condução de um projeto Seis Sigma. As características das pessoas que compõem a equipe é igualmente ou até mais importante do que a qualidade técnica. De acordo Harry e Schroeder (2000) as características pessoais da equipe são indispensáveis para o sucesso de um projeto, assim como o treinamento adequado. É necessário que o perfil dos participantes seja traçado através de uma matriz de competências e sejam traçados planos de desenvolvimentos para cada integrante de forma individual.

É definido por Thomas Pyzdek (2014) que existem dois tipos básicos de funções assumidas pelos membros de um grupo: funções da tarefa e funções de manutenção do grupo. As funções de grupo de tarefas são as funções relacionadas com a facilitação e coordenação dos esforços do grupo para selecionar, definir e resolver um problema específico. Para cada tipo de função o autor define quais são os papéis a serem seguidos. Eles serão mostrados pelas Tabelas a seguir. A Tabela 2, demonstra as funções de tarefa.

Tabela 2 - Funções e Papeis no Seis Sigma

Função	Descrição
Iniciador	Propõe novas ideias, tarefas ou objetivos; sugere procedimentos ou ideias para resolver um problema ou organizar o grupo.
Questionador	Solicita dados relevantes relacionados ao problema que está sendo discutido.
Pesquisador de opinião	Procura esclarecimentos de valores relacionados ao problema ou sugestões.
Provedor de informação	Fornecer informações úteis sobre o assunto em discussão.
Fornecedor de opinião	Oferece sua opinião sobre as sugestões feitas. A ênfase é em valores e não em fatos.
Ilustrador	Dá exemplos.
Coordenador	Mostra relacionamento entre sugestões e indica problemas e alternativas.
Orientador	Relaciona a direção do grupo com os objetivos acordados.
Avaliador	Questionar lógica por trás de ideias, utilidade de ideias ou sugestões.
Mantenedor de Foco	Tentativas de manter o grupo em direção a uma ação.
Programador	Manter o grupo sem distração realizando tarefas como distribuição de atividades.
Registrador ou Arquivista	Serve como a memória do grupo.

Fonte: Thomas Pyzdek, 2014 (adaptado).

As funções de tarefa do grupo descritas na Tabela 2 são geralmente facilmente reconhecidos. Outro tipo de papel desempenhado em pequenos grupos são os papéis de manutenção do grupo. Os papéis de manutenção do grupo visam a construção da coesão do grupo e do comportamento centralizado. Eles incluem os comportamentos mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Papéis de manutenção de grupo no Seis Sigma.

Função	Descrição
Encorajador	Oferece elogios a outros membros; aceita contribuições dos outros.
Harmonizador	Reduz a tensão proporcionando humor ou promovendo a reconciliação; faz com que as pessoas explorem suas diferenças de uma maneira que beneficie todo o grupo.
Mediador	Esse papel pode ser assumido quando a ideia de um membro do grupo é desafiada; admite erros, o que pode modificar sua posição.
Moderador	Encoraja a participação, sugere procedimentos para manter abertos os canais de comunicação.
Padronizador	Desenvolve padrões a serem atingidos pelo grupo, avalia o progresso do mesmo em termos desses padrões.
Observador / Comentador	Registra aspectos do processo grupal; ajuda a agrupar avaliar o seu funcionamento.
Seguidor	Aceita passivamente as ideias dos outros; serve como público em discussões em grupo.

Fonte: Thomas Pyzdek, 2014 (adaptado)

O desenvolvimento de tarefas e papéis de manutenção é uma parte vital do processo de criação do time. A construção de equipes é definida como o processo pelo qual um grupo aprende a funcionar como uma unidade, e não como uma coleção de indivíduos.

Além de desenvolver um comportamento produtivo orientado para o grupo, também é importante reconhecer e lidar com papéis individuais que podem bloquear a construção de uma equipe coesa e efetiva. Essas funções são mostradas na Tabela 4. O papel do líder inclui o do observador do processo. Nessa capacidade, o líder monitora a atmosfera durante reuniões grupais e o comportamento de indivíduo.

Tabela 4 - Funções inibidoras em um grupo no Seis Sigma.

Função	Descrição
Agressor	Exprime desaprovação atacando os valores, ideias ou sentimentos de outros. Mostra ciúme ou inveja.
Bloqueador ou Resistente	Evita o progresso ao persistir em problemas que foram resolvidos; resiste às tentativas de consenso; opõe-se sem razão.
Exibido	Chama a atenção para si mesmo para se gabar, relatando realizações pessoais.
Individualista	Utiliza o grupo como um fórum para ideologias pessoais que têm pouco a ver com valores ou objetivos de grupo.
Descomprometido	Mostra falta de compromisso com o trabalho grupal por cinismo, brincadeiras.
Dominador	Declara autoridade interrompendo outros, usando bajulações para manipular, reivindicando status superior.
Ardiloso	Tentativas de evocar simpatia e/ou assistência de outros membros através de uma atitude de "coitadinho".
Advogado de Interesses Especiais	Reivindica os interesses de um grupo específico. O interesse desse grupo coincide com seu próprio interesse.

Fonte: Thomas Pyzdek, 2014 (adaptado)

O objetivo é identificar o comportamento contraproducente. Claro, uma vez identificado, o líder deve responder com tato e diplomaticamente grupo e seus membros. O sucesso do Seis Sigma é, em grande medida, dependente sobre a performance de grupos.

Os principais líderes envolvidos no processo de implantação são:

2.4.1 Champions

Os Champions Seis Sigma são indivíduos de alto nível que entendem o Seis Sigma e estão empenhados em seu sucesso. Em organizações maiores, o Seis Sigma será liderado por um campeão de alto nível de tempo integral, como um vice-presidente executivo. Em todas as organizações, os campeões também incluem líderes informais que usam o Seis Sigma no seu trabalho diário e comunicam a mensagem Seis Sigma em todas as oportunidades. Os patrocinadores são proprietários de processos e sistemas que ajudam a iniciar e coordenar atividades de melhoria Seis Sigma em suas áreas de responsabilidades (THOMAS PYZDEK, 2014).

2.4.2 White Belts

A principal diferença entre um White Belt e os Belts mais altos é que os problemas que o foco do White Belt está mais localizado em problemas departamentais em vez de problemas interdepartamentais. O treinamento White Belt envolve 40 h de instrução na metodologia de resolução de problemas e as ferramentas e técnicas a serem utilizadas na metodologia. Geralmente são profissionais de nível hierárquico mais baixo dentro da organização, que são treinados nas metodologias Seis Sigma para que possam dar suporte em projetos menores chamados de “Projetos Guarda-Chuvas”. Esses projetos surgem dentro da execução de um projeto Green ou Black Belt (HARRY AND CRAWFORD, 2004).

2.4.3 Green Belts

Os Green Belts são líderes de projetos Seis Sigma capazes de formar e facilitar as equipes Seis Sigma e gerenciar projetos Seis Sigma, desde o conceito até a conclusão. O treinamento Green Belt consiste em cinco dias de treinamento em sala de aula e é conduzido em conjunto com projetos Seis Sigma. O treinamento abrange gerenciamento de projetos, ferramentas de gerenciamento de qualidade, ferramentas de controle de qualidade, resolução de problemas e análise descritiva de dados. Os campeões do Seis Sigma devem participar do treinamento do Green Belt. Normalmente, os Black Belts Seis Sigma ajudam a Green Belts a definir seus projetos antes do treinamento, a participar de treinamento com seus Green Belts e ajudá-los com seus projetos após o treinamento (WERKEMA, 2006).

2.4.4 Black Belts

Os candidatos para o título de Black Belt são indivíduos tecnicamente orientados, de grande porte, pelos seus pares. Eles devem estar ativamente envolvidos no processo de mudança e desenvolvimento organizacional. Os candidatos podem vir de uma ampla gama de disciplinas e não precisam ser formalmente formados por estatísticos ou analistas.

No entanto, como se espera que dominem uma grande variedade de ferramentas técnicas em um período de tempo relativamente curto, os candidatos do Black Belt provavelmente terão um histórico na matemática do nível universitário, a ferramenta básica da análise quantitativa.

O curso em métodos estatísticos deve ser considerado uma forte vantagem ou mesmo um pré-requisito. Como parte de seu treinamento, os Black Belts normalmente recebem 160 horas de instrução em sala de aula, além de treinamento de projeto individual de Master Black Belts ou consultores. A quantidade necessária de treinamento varia consideravelmente de empresa para empresa. No setor financeiro, os Black Belts geralmente recebem três semanas de treinamento, enquanto os Black Belts em grandes instalações de pesquisa podem receber até seis semanas de treinamento (THOMAS PYZDEK, 2014).

Os candidatos bem-sucedidos serão confortáveis com os computadores. No mínimo, eles devem ser proficientes com um ou mais sistemas operacionais, planilhas, gerenciadores de banco de dados, programas de apresentação e processadores de texto. Como parte de seu treinamento, eles também serão obrigados a tornar-se proficientes no uso de um ou mais pacotes avançados de software de análise estatística e, provavelmente, software de simulação. Seis Sigma Black Belts trabalham para extrair conhecimento acionável do armazém de informações de uma organização.

Para garantir o acesso às informações necessárias, as atividades do Seis Sigma devem ser integradas de perto com os sistemas de informação da organização. Obviamente, as habilidades e treinamento do Seis Sigma Black Belts devem ser proporcionados por um investimento em software e hardware. Não faz sentido fazer esses problemas com estes especialistas economizando alguns dólares em computadores ou softwares.

2.4.5 Master Black Belts

Este é o mais alto nível de proficiência técnica e organizacional. Master Black Belts fornecem liderança técnica do programa Seis Sigma. Assim, eles devem saber tudo o que o Black Belts conhece, além de habilidades adicionais vitais para o sucesso do programa Seis Sigma. A habilidade adicional pode ser uma profunda compreensão da teoria matemática em que se baseiam os métodos estatísticos.

Master Black Belts devem ser capazes de ajudar os Black Belts a aplicarem os métodos corretamente em situações incomuns, especialmente métodos estatísticos avançados. Sempre que possível, o treinamento estatístico deve ser conduzido apenas por Master Black Belts qualificados ou consultores especializados equivalentes. Se for necessário que Black Belts e Green Belts proporcionem treinamento, eles só devem fazê-lo sob a orientação de Master Black Belts. Caso contrário, o fenômeno de "propagação do erro" ocorrerá, ou seja, os treinadores do Black Belt transmitem erros aos formandos do Black Belt que os passam para Green Belts, que transmitem maiores erros aos membros da equipe. Portanto todos os Master Black Belts Master devem possuir excelentes habilidades de comunicação e ensino (HARRY E SCHROEDER, 2000).

Para Thomas Pyzdek (2014) uma das principais diferenças na infraestrutura Seis Sigma é a criação de posições de agentes de mudança mais formalmente definidas. O autor propõe as funções de cada agente Seis Sigma, que será apresentado na Tabela 5:

Tabela 5 - Funções a cada agente Seis Sigma.

Entidade Responsável	Função	Responsabilidades
Master Black Belt	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista Seis Sigma • Agente permanente de mudança em tempo integral • Black Belt certificado com habilidades especializadas e experiência útil para a implantação do Seis Sigma em toda a empresa 	<ul style="list-style-type: none"> • Alta proficiência na utilização da metodologia Seis Sigma para alcançar resultados • Especialista técnico além do nível do Black Belt em um ou mais aspectos da melhoria do processo (por exemplo, análise estatística avançada, gerenciamento de projetos, comunicação, ensino, coaching de projetos) • Identifica oportunidades para aplicação do Seis Sigma em toda a empresa • Treinamento Básico de Black Belt • Treinamento Green Belt • Coach/Mentor de Black Belts

<p>Black Belt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Especialista técnico Seis Sigma • Agente de mudança temporário e em tempo integral 	<ul style="list-style-type: none"> • Conduz projetos de melhoria onde a abordagem Seis Sigma é indicada • Conclui com êxito projetos de alto impacto que resultam em benefícios para a empresa • Demonstra domínio nos conhecimentos Black Belt • Competência demonstrada na obtenção de resultados através da aplicação dos Seis Sigma • Consultor interno de melhoria de processos para áreas específicas • Coach/Mentor de Green Belts • Recomenda Green Belts para certificação
<p>Green Belt</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Criador de Projetos Seis Sigma • Líder de projeto Seis Sigma • Agente da mudança do Seis Sigma a tempo parcial. Continua a desempenhar tarefas normais enquanto participa de equipes de projeto Seis Sigma • Champion Seis Sigma em áreas específicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Demonstra domínio nos conhecimentos Green Belt • Proficiência demonstrada na obtenção de resultados através da aplicação do Seis Sigma • Recomenda projetos Seis Sigma • Participa das equipes de projeto Seis Sigma • Conduz equipes Seis Sigma em projetos de melhoria local • Trabalha em estreita colaboração com outros líderes de melhoria contínua para aplicar abordagens formais de análise de dados para projetos

		<ul style="list-style-type: none"> • Ensina equipes locais, compartilha conhecimento do Seis Sigma • Conclusão bem-sucedida de pelo menos um projeto Seis Sigma a cada 12 meses para manter sua certificação Green Belt
Sponsor do Projeto	<ul style="list-style-type: none"> • Atender e apoiar as equipes de projetos Seis Sigma 	<ul style="list-style-type: none"> • O Sponsor é, em última instância, responsável pelo sucesso dos projetos patrocinados • Participa ativamente em projetos • Assegura recursos adequados para o projeto

Fonte: Thomas Pyzdek, 2014 (adaptado)

2.5 Passos para a implantação do Seis Sigma

Pande et al. (2001) define que projetos Seis Sigma devem ter seu início através da determinação dos requisitos do cliente, sendo estes fundamentais para a escolha das metas dos projetos, tendo em vista a diminuição entre as perspectivas da organização e os resultados atuais. A metodologia Seis Sigma se ampara, como dito anteriormente, no modo em que ocorre a seleção dos projetos. Então, o primeiro passo para desenvolver um projeto é a compreensão dos pontos críticos da qualidade (CTQs), que são os pontos críticos para a qualidade (BREYFOGLE, 2003). CTQs são as principais características mensuráveis de um produto ou processo cuja especificação de desempenho deve atender aos requisitos do cliente. Alinham os esforços de melhoria ou design com os requisitos do cliente. Os CTQs representam as características do produto ou serviço definidas pelo cliente (interno ou externo). Eles incluem limites de especificações superiores e inferiores ou quaisquer outros fatores relacionados ao produto ou serviço. Um CTQ geralmente deve ser interpretado a partir da declaração qualitativa do cliente para uma especificação de negócios cuidadosa gerenciável (REID, 2003).

Então, torna-se necessário fazer opção por um dos métodos de solução de problemas que podem ser aplicados ao programa Seis Sigma. Dentro das possibilidades temos: DMAIC, que são as iniciais para as etapas: define (definir), measure (medir), analyse (analisar), improve (melhorar) e control (controlar), DMADV (que contempla as fases: definir, medir, analisar,

desenhar e verificar), DFSS (design for Seis Sigma), DMADV (que contempla as fases: definir, medir, analisar, desenhar e verificar) ou ainda, a metodologia DMEDI (com as etapas: definir, medir, explorar, desenvolver e implementar). Diante dos métodos de solução de problemas apresentados, aquele que apresenta maior utilização pela maioria das empresas é o método DMAIC, pelo fato de apresentar cinco etapas que desenvolvem projetos através de uma estruturação para diagnóstico, desenvolvimento, implementação e conclusão. (KLEFSJÖ et al., 2001). A Figura 3 representa o processo de tomada de decisão entre DMAIC e DMADV.

DMAIC x DMADV

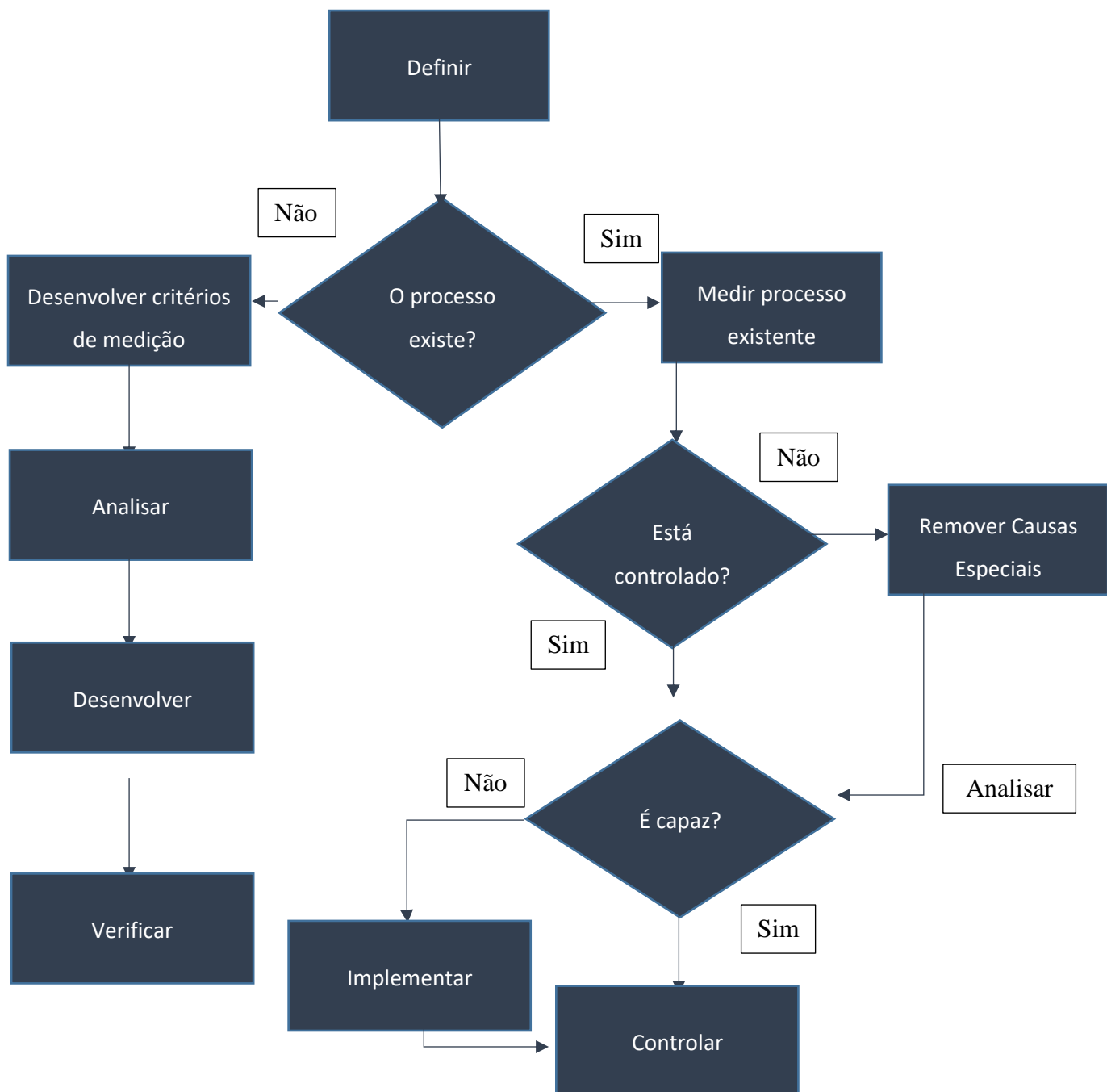


Figura 3: DMAIC vs DMADV

Fonte: Thomas Pyzdek, 2014 (adaptado).

2.6 Método DMAIC

O DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) é o processo clássico de resolução de problemas da metodologia Seis Sigma. Tradicionalmente, a abordagem deve ser aplicada a um problema com um processo existente, no estado estacionário ou com oferta de produto ou serviço. A variação das especificações do cliente em um produto ou processo é o principal problema (HAMBLETON, 2007).

A variação pode assumir muitas formas. O DMAIC resolve problemas de defeitos ou falhas, desvio de um alvo, excesso de custo ou tempo e deterioração, assim como identifica requisitos-chave, entregas, tarefas e ferramentas padrão para uma equipe de projeto utilizar quando se lida com um problema. O Seis Sigma reduz a variação dentro e entre as etapas de adição de valor em um processo (STAMATIS, 2004).

A abordagem DMAIC é projetada para permitir flexibilidade e trabalho iterativo. À medida que o aprendizado avança através do processo em 5 etapas, suposições ou hipóteses quanto à causa raiz do problema podem ser descartadas, exigindo que a equipe do projeto as revele e modifique ou explore possibilidades alternativas.

DMAIC baseia-se em três princípios fundamentais:

- Orientado a resultados; conduzido por dados, fatos e métricas.
- O trabalho é baseado em projetos (de curto prazo, com comprimento dependente em escopo e complexidade) e estruturado por projeto, em relação a um processo contínuo.
- Combinação inerente de vínculo entre ferramentas e tarefas, que varia de acordo com o método.

A metodologia DMAIC usa uma estrutura passo a passo. Os passos geralmente são sequenciais. No entanto, algumas atividades dessas etapas podem ocorrer simultaneamente ou podem ser iterativas. As entregas para um determinado passo devem ser concluídas antes da aprovação formal da revisão do gate. As revisões periódicas ocorrem sequencialmente.

Para cada fase são indicadas algumas ferramentas como demonstradas na Tabela 6:

Tabela 6 - Ferramentas utilizadas no DMAIC.

Fase	Ferramentas Seis Sigma
Definir	<ul style="list-style-type: none"> • Charter do projeto • Voice of Customer (VOC) • SIPOC • Mapa do Processo • Benchmarking
Medir	<ul style="list-style-type: none"> • Gráfico Sequencial • Gráfico de Pareto • Histograma
Analisar	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de Causa e Efeito • Brainstorming • FMEA
Implementar	<ul style="list-style-type: none"> • 5W2H
Controlar	<ul style="list-style-type: none"> • Controle Estatístico de Processos

Fonte: Thomas Pyzdek, 2014 (adaptado)

2.6.1 Definir

Na etapa Definir serão identificados os projetos Seis Sigma a serem desenvolvidos pela organização, sempre objetivando a satisfação das expectativas dos clientes em termos de qualidade, preço e prazo de entrega.

Esta fase, de acordo com Stamatis (2004), é focada na identificação dos problemas e processos a serem melhorados dentro da organização, seja ela de qualquer ramo ou setor. Os problemas identificados nessa fase, devem ter como foco principal o atendimento dos requisitos dos clientes.

Os clientes de uma empresa são aqueles que sofrem as consequências da não qualidade de um produto ou serviço oferecido. A capacidade dessa organização em satisfazer a expectativa desse cliente está estritamente relacionada à variação ocorrida em seus processos. O objetivo da fase Definir é examinar de forma abrangente a área do problema, ampliando as áreas de deficiência. A Fase Definir implica identificar uma área de melhoria, desenvolver uma

compreensão mais detalhada do processo associado, identificar os objetivos do projeto, formar uma equipe, desenvolver mapas de processos iniciais, identificar barreiras e soluções e finalizar uma declaração de problema para orientar o trabalho do projeto. (WERKEMA, 2002).

As pessoas intrinsicamente ligadas ao processo desempenham um papel vital na fase Definir, comunicando requisitos, objetivos e orientação para a equipe além de direcionar o projeto. Uma fase Definir efetiva reconhecerá um problema e trabalhará com uma equipe para estabelecer as bases para uma análise mais aprofundada.

Identificar uma área problema é o primeiro passo na etapa Definir e a melhoria de processos para eliminar o desperdício. Este passo pode implicar em uma ampla descrição de um problema baseado na observação. Entretanto, o problema deve ser quantificável. As áreas problemas podem incluir custos, produtividade, tempo, defeitos, segurança ou potencial de satisfação do cliente. A contribuição do Sponsor é crucial para identificar uma área problema. Esta entrada fornece informações importantes sobre suas necessidades, objetivos ou detalhes do Sponsor do projeto sobre um processo que pode não ser óbvio para um observador externo (MOREIRA ET. AL, 2004).

Uma vez identificado um problema, o próximo passo é o líder do projeto trabalhe juntamente com o Sponsor para desenvolverem uma compreensão mais profunda do problema e como ele se encaixa em um processo maior. A avaliação da área problema implica em mover-se para um nível adicional de detalhes para enquadrar o caminho a seguir e para desenvolver uma melhor compreensão das necessidades do cliente. A avaliação deve identificar o que é crítico para a qualidade, custo, entrega, segurança, satisfação do cliente ou qualquer setor dentro do qual a área problemática cai. As questões para consideração incluem o seguinte:

- Como o problema afeta todo o processo?
- O processo inteiro deve ser alterado para resolver este problema específico?
- Qual é a parte mais crucial do processo?
- A deficiência pode ser quantificada?
- Os alvos podem ser quantificados?

O Sponsor desempenha um papel fundamental neste passo. Ele fornece requisitos para a melhoria do processo, que deve ser mensurável e se relaciona diretamente com o produto ou serviço. O Sponsor e o líder do projeto identificarão relacionamentos importantes dentro da organização, o processo e o nível de importância do projeto e quaisquer requisitos ou restrições adicionais para a equipe.

As metas do projeto devem seguir as diretrizes SMART: específicas, mensuráveis, alcançáveis, relevantes e vinculadas ao tempo. Uma vez identificados, as metas podem ser priorizadas pelo Sponsor. Qualquer problema mensurável deve ter uma métrica para avaliar o progresso do projeto. As métricas dependem dos requisitos do cliente e da empresa. Tollgates são uma ferramenta útil para estabelecer e traçar métricas. Tollgates incluem pontos de decisão, avaliações ou outras oportunidades para medir a eficiência.

A criação dos mapas de processo são uma ferramenta útil nesta etapa. A estrutura de suprimentos, insumos, processos, saídas e clientes (SIPOC) fornece um guia em várias etapas do projeto. O SIPOC é um mapa de processo de alto nível que proporciona entendimento e para uma analisar de todo o processo, incluindo o escopo e o impacto da área problema. As perguntas durante esta etapa incluem o seguinte:

- Como esse processo funciona?
- Quais são os passos mais valiosos?
- A área problema tem um impacto significativo?

As respostas a essas perguntas ajudarão a refinar o projeto e a identificar o que será ou não abordado.

Quando todas os passos foram concluídos, um Charter é finalizado para capturar a declaração de problema, descreva a área problema, identificar o escopo do projeto e o problema específico a ser abordado.

2.6.2 Medir

A Fase de Medir do DMAIC inclui o desenvolvimento de uma metodologia de coleta de dados para captar os aspectos pertinentes aos processos atuais e seus resultados, a coleta dos dados e o estabelecimento de uma linha de base para a determinação da melhoria. Medir geralmente inclui uma análise do sistema de medição e capacidade do processo. O SIPOC fornece um guia em várias fases do Seis Sigma, começando na fase Medir.

Durante a fase Medir, os processos da fase Definir serão preenchidos com dados. Com base nas descobertas da fase anterior, a equipe examinará os mapas de processos de forma mais próxima para avaliar os processos atuais, definir metas de coleta de dados e identificar oportunidades de melhoria com base nos dados. Observará e registrará as etapas do processo, incluindo inputs, saídas, revisões, atividades de configuração, habilidades necessárias no local de trabalho, operações e equipamentos. Com base nessas observações, identificará áreas para melhoria, que devem se alinhar com os resultados iniciais da fase Definir (WERKEMA, 2004).

Os mapas de processo identificam os limites da área problema, conforme escopo realizado durante a fase Definir. Um fluxograma ou outra representação gráfica pode ajudar a enxergar como o processo evolui desde a concepção até o desenvolvimento e a conclusão, considerando os pontos cruciais. Um mapa de processo de alto nível considerará o papel do cliente, fornecedor e produtor, mas também pode ser dimensionado para processos específicos em que um problema pode ocorrer. Uma análise de alto nível pode identificar áreas de sobreposição e ineficiência, observar os mapas de processo fortalece a compreensão da equipe do processo e fornece credibilidade e insights para a fase da Medir.

A priorização baseia-se fundamentalmente em dois princípios interdependentes: o que é mais importante para o cliente e o que tem o impacto mais significativo no processo. Uma análise de priorização mais completa será realizada na fase Analisar. No entanto, para o Medir, a equipe deve avaliar onde concentrar suas atividades de coleta de dados, o que mais interessa ao cliente e quais etapas contribuem com o maior valor para o resultado. Medir o processo implica em observar onde o processo está atualmente e identificar o possível estado ideal. O último passo requer a priorização de oportunidades de melhoria para investimentos diretos. Este processo é chamado de "utilização efetiva". A priorização será relacionada aos objetivos estabelecidos pelo cliente e equipe durante a fase Definir (THOMAS PYZDEK, 2014).

As métricas devem ser focadas no cliente e capturar benefícios nas áreas de maior valor. Elas também devem ser específicas e quantificáveis, não deixando espaço para erros de julgamento. Uma métrica particularmente útil é medir o tempo necessário para realizar uma atividade em relação ao tempo disponível.

Uma vez que as métricas são identificadas, a equipe pode avaliar e pesar as métricas de acordo com o impacto e a importância do aspecto do processo que está sendo medido. Esta avaliação permitirá que a equipe determine quais dados serão os mais úteis. A equipe também deve identificar restrições às métricas e pontos de dados e como eles afetam as atividades e análises de coleta (WERKEMA, 2004).

Depois de identificar métricas, a equipe deve identificar as necessidades de dados e desenvolver um plano para coletar os dados necessários. As informações dos mapas de processos destacam técnicas de coleta de dados e como tratar os dados disponíveis. As necessidades de dados serão responsáveis por fontes de variação de repetitividade e reprodutibilidade.

Antes que os dados sejam coletados, a equipe deve estipular exatamente o que está procurando e saber onde encontrar os dados e como coletar, medir e aplicar esses dados à análise. Os planos de coleta de dados devem seguir as métricas SMART. Os dados devem ser

tanto qualitativos quanto quantitativos. As perguntas feitas durante esta fase devem incluir o seguinte:

- Onde os dados estão disponíveis nas áreas de alta prioridade?
- Como os dados podem ser coletados, e já foi capturado em outro local (por exemplo, um relatório anual)?
- Em que aspectos do processo a equipe se concentrará?
- O passo final do Medir é aplicar a metodologia e entrar no campo para coletar os dados. Este passo requer cooperação e colaboração do Sponsor para obter acesso a fontes de dados e estabelecer a integridade das amostras. Uma vez que os dados são reunidos de acordo com a metodologia, é apresentado à equipe para análise (AGUIAR, 2006).

2.6.3 Analisar

Neste ponto, no processo DMAIC, um problema foi definido e os dados necessários foram identificados e coletados para que o problema possa ser melhor compreendido. O objetivo da fase Analisar é determinar as causas raízes mais críticas (de alta prioridade) do problema abordado.

A fase Analisar é projetada para identificar e entender causas raízes de múltiplas perspectivas. Para minimizar a probabilidade de ignorar informações críticas, é feito um esforço para identificar quantas causas fundamentais são possíveis. As causas fundamentais mais importantes são determinadas com base em seu impacto, especialmente no cliente. Uma variedade de técnicas de análise são utilizadas nos dados associados a essas causas raízes para obter informações sobre possíveis ações corretivas para mitigar ou resolvê-las (RODONTARO, 2008).

As causas originais e não os sintomas do problema devem ser abordadas. Uma causa raiz é o motivo fundamental para que aquele problema tenha ocorrido. Tomar ações corretivas em uma causa raiz impedirá que o problema se repita. Tomar medidas corretivas sobre um sintoma tratará o sintoma, mas não o problema em questão. Além disso, esse esforço não deve limitar-se a procurar apenas uma causa raiz, pois um efeito indesejável pode ter múltiplas causas (AGUIAR, 2006).

Podemos encontrar várias causas raízes relacionadas ao problema, e para isso devemos utilizar técnicas de priorização para atacar as causas mais impactantes. As técnicas comuns de priorização podem ser focadas estritamente nas causas já identificadas. Elas também podem ser usadas para complementar o esforço de identificação, observando uma situação mais expansiva e não apenas o problema específico em questão.

A priorização é fundamentada basicamente em dois princípios interdependentes: o que é mais importante para o cliente e o que tem o impacto mais significativo no processo (WERKEMA, 2004).

As causas raiz de alta prioridade são analisadas para obter uma melhor visão sobre o que fazer a respeito delas. Esta análise estabelece as bases para determinar como melhorar a situação na próxima fase DMAIC. As técnicas de análise de causa raiz variam em função do nível de conhecimento da situação e da disponibilidade de dados para suportar esse conhecimento. As técnicas podem ser simples ou complexas. Em um nível básico, uma análise estatística do processo geral ou uma parte do processo pode mostrar a magnitude relativa do problema e fornecer uma medida do desempenho do processo ao longo do tempo. Análises estatísticas mais complexas podem ser usadas para entender as variações em maior profundidade e para prever o resultado das mudanças (THOMAS PYZDEK, 2014).

2.6.4 Implementar

Para Stamatis (2004) o objetivo da fase Implementar é determinar as ações necessárias para mudar o processo e melhorar o desempenho. As melhorias ocorrem através do aumento do valor para o cliente e eliminação o desperdício. As melhorias são quantificadas por comparações com as linhas de base relacionadas ao produto / processo estabelecidas na fase de Medir.

A equipe deve superar suposições convencionais e restrições impostas. Um exercício útil é separar o processo existente e desafiar tudo o que faz. Frases como "Nós sempre fizemos assim" não é motivo para continuar as mesmas práticas no futuro. Uma vez que alguns membros da equipe sugerem novas formas de fazer as coisas, outros se tornam inspirados a construir essas novas ideias. Quando essas iterações finalmente terminaram, a equipe deve rever todas as ideias para garantir que todos tenham uma compreensão comum de seu significado (RODONTARO, 2008).

A conclusão da revisão deve ser seguida de uma triagem inicial das ideias. Algumas ideias podem violar uma lei ou ser muito arriscadas. Todas as ideias impraticáveis ou inviáveis devem ser eliminadas neste momento. Todas as ideias restantes implicarão mudanças no processo e formarão um conjunto de potenciais processos a serem realizados.

As perdas devem ser identificadas antes de serem eliminadas. As sete classes de perdas são:

- Retrabalho,
- Superprodução,

- Processamento desnecessário,
- Excesso de transporte / transporte e inventário,
- Movimento desnecessário,
- Espera
- Defeito.

A variação do processo resulta claramente em perdas. As causas da variação do processo determinadas na fase Analisar representam fontes de perdas. Portanto, para identificar o desperdício, deve ser dada especial atenção a essas etapas no processo associado às causas raiz.

As perdas geralmente podem ser identificadas através da análise do processo geral, tal como funciona hoje e como pode funcionar no futuro, dada a implementação de algumas das ideias desenvolvidas durante o processo de brainstorming. Determinar o tempo necessário para cada etapa do processo e, em seguida, identificar o valor adicionado por essa etapa fornecem uma oportunidade para identificar o desperdício. Se um gargalo em um processo leva tempo, mas não adiciona nenhum valor ao cliente (e não é um requisito obrigatório), é um desperdício. O desperdício é identificado ao longo de todo o processo, não apenas nas áreas onde as causas raiz da variação foram encontradas (THOMAS PYZDEK, 2014).

Esses esforços, quando concluídos, realizam dois objetivos importantes:

- Identifique possíveis resíduos associados às mudanças propostas para corrigir as causas raiz de alta prioridade.
- Identifique o desperdício em outras etapas do processo.

Embora essas áreas de resíduos possam não estar associadas ao problema em questão, eles, sem dúvida, adicionam custos ao processo e podem representar alguns "frutos baixos" em termos de melhoria no processo.

Todos os desperdícios devem ser eliminados; no entanto, o processo de eliminação depende da situação e nem sempre é óbvio.

Na maioria das circunstâncias, tentar realizar tudo ao mesmo tempo é muito difícil. Portanto, recompensas das ações potenciais devem ser exploradas para que o melhor conjunto de atividades recomendadas possa ser prosseguido na ordem correta. Ferramentas de priorização podem ser usadas para ajudar a priorizar essas atividades. Por exemplo, uma matriz de esforço-impacto pode ser criada e a ênfase pode ser colocada em ações de baixo esforço, especialmente aquelas com grande retorno. Os critérios de classificação também podem ser desenvolvidos, e cada ação pode ser avaliada para determinar aqueles com a maior prioridade.

Outra consideração importante é a complexidade. Mesmo quando um cliente considera a complexidade como valor agregado, as ações que aumentam a complexidade devem ser cuidadosamente revisadas antes de serem incorporadas em um plano de implementação. A complexidade gera custos e aumenta o potencial de erro. Em alguns casos, a eliminação da complexidade é a abordagem mais rentável (THOMAS PYZDEK, 2014).

Determinar as ações mais importantes a serem tomadas sempre envolve riscos. As soluções podem não funcionar como esperado. Um programa piloto pode ser um passo valioso para testar soluções em pequena escala antes que todo o processo seja afetado. Ele oferece uma oportunidade para descobrir e mitigar os problemas no início do processo. Também oferece uma oportunidade para aumentar os inputs na solução final (WERKEMA, 2004).

As mudanças não podem ser feitas até que um plano seja planejado para executá-las. O plano de implementação inclui o que precisa ser realizado e as ações necessárias para fazê-lo. As tarefas grandes devem ser divididas em subtarefas para torná-las mais gerenciáveis. O plano deve detalhar o tempo e os recursos necessários para fazer o trabalho, os tempos esperados de início e de conclusão das ações-chave e as pessoas, equipamentos, suprimentos e dinheiro necessários para realizar cada ação (AGUIAR, 2006).

Um plano de implementação efetivo também descreve os papéis de todos os principais interessados envolvidos. As partes interessadas incluem as pessoas que:

- São responsáveis por fazer a mudança;
- Contribuir para a natureza da mudança;
- Deve ser mantido informado sobre a mudança;
- Aprovar a mudança.

Os planos de implementação devem abordar os efeitos de fazer a mudança, mostrando como as pessoas serão redistribuídas para outro trabalho produtivo.

2.6.5 Controlar

O objetivo da fase Controlar é garantir que o plano de implementação desenvolvido na fase Implementar alcance o efeito desejado. Este objetivo é alcançado através do estabelecimento de controles para ajudar a gerenciar as mudanças. Os controles incluem treinamento, comunicação e um esforço de monitoramento de implementação. Como alguns planos são executados como esperado, a parte final da fase Controlar é um processo de ação corretiva (WERKEMA, 2004).

Outro elemento da fase Controlar, inclui esforços de encerramento do projeto Seis Sigma. Os resultados do trabalho devem ser divulgados, e os membros da equipe devem ser reconhecidos por suas contribuições. Devem ser buscadas oportunidades para implementar mudanças semelhantes em outros lugares da organização. Finalmente, as lições aprendidas devem ser sistematicamente capturadas. As subseções a seguir descrevem as atividades durante a fase de controlar (THOMAS PYZDEK, 2014).

O primeiro passo na fase Controlar é executar o plano de implementação criado na fase Implementar. Não importa quanto esforço se envolva na preparação de um plano de implementação, sua execução geralmente ocorre como esperado, mesmo quando uma implementação piloto é usada.

O controle de implementação é realizado com um plano de ação. Um plano de ação identifica as ações que são necessárias em cada fase do processo para garantir que todas as saídas do processo estejam em um estado de controle. Ele rastreia todas as entradas para cada fase do processo, descreve como as entradas e saídas estão sendo medidas, monitoradas e controladas e indica o que deve ser feito quando algo não está no controle (STAMATIS, 2008).

Um plano de ação corretivo documenta as ações específicas que precisam ser tomadas. Assim como o plano de implementação, esse plano deve identificar as etapas e recursos necessários, a linha do tempo e as funções de todos os principais interessados. As ações específicas devem ser determinadas de acordo com um processo de ação corretiva que estabelece quais ações são necessárias em função de quais problemas são encontrados (AGUIAR, 2006).

2.7 Integração das ferramentas com o DMAIC

A metodologia DMAIC traz consigo ferramentas, sejam elas estatísticas ou analíticas, que são utilizadas para o desenvolvimento de cada fase proposta. Essas ferramentas demonstram uma maneira simples e direta para a obtenção de informações que são almejadas em cada etapa do projeto. A seguir serão abordadas essas ferramentas e também sua utilização e benefícios. O desenvolvimento de soluções potenciais envolve um conjunto complexo de atividades que devem ser adaptadas à situação específica a ser abordada. Muitas vezes, técnicas de geração de soluções múltiplas são empregadas, uma vez que diferentes abordagens podem gerar ideias mais eficazes (WERKEMA, 2004).

As soluções devem ser geradas para todas as causas raiz de alta prioridade, sendo uma de cada vez. Tantas soluções quanto possíveis devem ser geradas uma vez que as melhores ideias serão determinadas mais tarde. O brainstorming baseado em equipe é uma forma

estruturada e eficaz de gerar muitas ideias em um curto período de tempo. A chave para o brainstorming bem-sucedido é manter o processo criativo por não colocar qualquer limite nas ideias sugeridas e não avaliar as ideias durante o processo de brainstorming (THOMAS PYZDEK, 2014).

2.7.1 Charter do Projeto

O Charter do projeto tem objetivo de estabelecer um contrato formal entre o líder do projeto e o seu Sponsor. Ele também é a autorização oficial para o projeto. O projeto deve ser resumido em um documento como o mostrado na Figura 4:

CHARTER DE UM PROJETO DMAIC		
Dados do Projeto		
Título:		
Líder do Projeto:		
Sponsor:		
Meta:		
Início Projeto:	Término Projeto:	
Descrição do Problema/Oportunidade		
Cálculo dos ganhos		
Ganhos Resultante da Execução do Projeto (Diretos/Indiretos)		
Líder do Projeto	Resp. Cálculos financeiros	Sponsor

Figura 4: Charter de um projeto

Fonte: Autor.

O charter do projeto deve conter:

- Título;
- Líder do Projeto e Sponsor;
- Data de Início e Término;
- Descrição do Projeto;
- Ganhos do Projeto;
- Assinatura dos envolvidos.

2.7.2 Voice of Customer (VOC)

A ferramenta Voz do Cliente, é utilizada para apontar os requisitos e necessidades dos clientes para com a organização. Seu objetivo principal é demonstrar de forma clara, as expectativas do cliente (WERKEMA, 2004). Portanto, para que o VOC seja eficiente é necessário conter:

- Identificação de atributos indispensáveis para o cliente
- Identificação de atributos pouco significativos para o cliente
- Identificação dos pontos Críticos para Qualidade (CTQs)
- Estratificação para todos os pontos críticos identificados.

2.7.3 Sipoc

Praticamente todos os projetos Seis Sigma abordam processos de negócios que têm impacto em uma estratégia empresarial de alto nível. No entanto, é necessário mais trabalho para definir claramente a parte do processo geral de negócios a ser melhorada pelo projeto. Uma maneira de fazer isso é aplicar o fluxo de dados ou SIPOC para subprocessos até atingir a parte do processo que foi atribuída à equipe para melhoria (MANDELBAUM, ET. AL, 2012)

O SIPOC é um gráfico simples para definir com mais clareza o mapa de processo. SIPOC significa Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers, em uma tradução livre: Fornecedores, Entradas, Processo, Saídas e Clientes. A ferramenta facilita a visualização para as pessoas da equipe que ainda não estão familiarizadas com o processo. Para a construção do SIPOC algumas perguntas são frequentemente utilizadas:

1. Para qual participante este processo existe principalmente?
2. Qual o valor que ele cria? Qual a capacidade de produção?
3. Quem é o dono desse processo?
4. Quem fornece insumos para esse processo?
5. Quais são os inputs?

6. Que recursos esse processo usa?
7. Que etapas criam o valor?
8. Existem subprocessos com pontos iniciais e finais naturais?

Estas questões, que são comuns a quase todos os processos abordados pelos projetos Seis Sigma, foram organizadas em um formato padrão conhecido como SIPOC.

2.7.4 Mapa do Processo

Assim como as empresas possuem gráficos de organização, eles podem ter mapas de processos que dão uma imagem de como o trabalho flui através da empresa. Um mapa de processo cria um vocabulário para ajudar as pessoas a discutir a melhoria do processo. Um mapa de processo é uma representação gráfica de um processo, mostrando a sequência de tarefas usando uma versão modificada de símbolos de fluxogramas padrão. O mapa de um processo é uma imagem de como as pessoas fazem seu trabalho. Os mapas de processos são semelhantes aos mapas rodoviários, pois existem muitas rotas alternativas que irão realizar o objetivo. Em qualquer circunstância, uma rota pode ser melhor que outras. Ao criar um mapa de processo, as várias alternativas são exibidas e o planejamento efetivo é facilitado (CARPINETTI, 2012).

Os passos para criação de um mapa de processo são os seguintes:

1. Selecione um processo a ser mapeado.
2. Defina o processo.
3. Mapeie o processo primário.
4. Planejar caminhos alternativos.
5. Pontos de inspeção do mapa.
6. Use o mapa para melhorar o processo.

2.7.5 Benchmarking

O benchmarking é um método popular para desenvolver requisitos e estabelecer metas. Em termos mais convencionais, o benchmarking pode ser definido como a medição de seu desempenho em relação às das melhores empresas da classe, determinando como o melhor da classe atinge esses níveis de desempenho e usa a informação como base para os objetivos de sua própria empresa, as estratégias, e implementação. O benchmarking envolve a pesquisa sobre as melhores práticas na indústria, empresa ou nível de processo. O benchmarking vai além de uma determinação do "padrão da indústria", que interrompe as atividades da empresa para processar operações e procura o melhor da classe para uma operação específica (THOMAS PYZDEK, 2014).

O benchmarking vai além do ajuste de metas. Ele se concentra em práticas que produzem desempenho superior. O benchmarking envolve a criação de parcerias que permitem que ambas as partes aprendam umas das outras. Os competidores também podem se envolver em benchmarking, desde que evitem problemas de propriedade.

O benchmarking deve ser flexível para incorporar novas e inovadoras formas de reunir informações de difícil obtenção. É um processo de descoberta e uma experiência de aprendizagem. Isso obriga a organização a ter uma visão externa, a olhar para além de si mesma.

Os benefícios do benchmarking incluem:

- Criar uma cultura que avalie a melhoria contínua para alcançar a excelência
- Aumentar a criatividade ao desvalorizar a síndrome do não inventado
- Aumento da sensibilidade a mudanças no ambiente externo
- Mudança na mentalidade corporativa da relativa complacência para uma forte urgência para a melhoria contínua
- Centrar recursos através de metas de desempenho estabelecidas com a contribuição do empregado
- Priorizar as áreas que precisam ser melhoradas
- Compartilhar as melhores práticas entre parceiros de benchmarking

2.7.6 Gráfico Sequencial

Os gráficos sequenciais são gráficos de dados organizados na sequência temporal. A análise do gráfico sequencial é realizada para determinar se os padrões podem ser atribuídos a causas comuns de variação ou se houver causas especiais de variação. Os gráficos sequenciais devem ser usados para uma análise preliminar de qualquer dado medido em uma escala contínua que possa ser organizada em uma sequência de tempo. Os gráficos sequenciais respondem a pergunta " Este processo foi controlado estatisticamente pelo período observado? " Se a resposta for "não", então o processo foi influenciado por uma ou mais causas especiais de variação. Se a resposta for " sim ", o desempenho a longo prazo do processo pode ser estimado usando métodos de análise de capacidade de processo (AGUIAR, 2006).

Para traçar um gráfico sequencial deve seguir os passos:

1. Traçar um gráfico de linha dos dados na sequência de tempo.
2. Encontre a mediana dos dados. Isso pode ser feito facilmente usando o gráfico de linhas construído na etapa acima. Basta colocar uma ponta ou um pedaço de papel na parte superior do gráfico, paralelamente ao eixo inferior. Abaixar a régua até que a metade dos pontos

de dados apareça acima da régua, ou sobre ela. Desenhe uma linha horizontal no gráfico nesse ponto e rotule a linha " Mediana ".

2.7.7 Gráfico de Pareto

A análise de Pareto é o processo de classificação de oportunidades para determinar quais das oportunidades possíveis devem ser atacadas primeiro. Também é conhecido como "separar os poucos vitais dos muitos triviais". A análise de Pareto deve ser usada em vários estágios de um programa de melhoria afim de determinar qual etapa seguir (PALADINI, 1994).

Para a construção do gráfico de Pareto, deve-se seguir os seguintes passos:

1. Determine as classificações (categorias Pareto) para o gráfico. Se a informação desejada não existir, obtenha-a projetando folhas de verificação e folhas de registro.
2. Selecione um intervalo de tempo para análise. O intervalo deve ser para ser representar seu desempenho.
3. Determine as ocorrências totais (isto é, custo, contagem de defeitos, etc.) para cada categoria. Também determine o total geral. Se houver várias categorias que representam apenas uma pequena parte do total, agrupe essas em uma categoria chamada "outra".
4. Calcule a porcentagem para cada categoria dividindo o total da categoria pelo total geral e multiplicando por 100.
5. Ordene as categorias das maiores ocorrências totais para as menores.
6. Calcule a "porcentagem acumulada" adicionando a porcentagem para cada categoria à de qualquer categoria anterior.
7. Construa um gráfico com o eixo vertical esquerdo dimensionado de 0 para o total geral. Coloque um rótulo apropriado no eixo. Escale o eixo vertical direito de 0 a 100%, com 100% no lado direito sendo a mesma altura que o grande total no lado esquerdo.
8. Rotule o eixo horizontal com os nomes das categorias. A categoria mais à esquerda deve ser a maior, a próxima, a segunda maior, e assim por diante.
9. Desenhe em barras representando a quantidade de cada categoria. A altura da barra é determinada pelo eixo vertical esquerdo.
10. Desenhe uma linha que mostra a coluna de porcentagem cumulativa da tabela de análise de Pareto. A linha percentual acumulada é determinada pelo eixo vertical direito.

2.7.8 Diagrama de Causa-Efeito

A melhoria do processo envolve a ação sobre as causas da variação. Com a maioria das aplicações práticas, o número de possíveis causas para qualquer problema pode ser enorme. Kaoru Ishikawa desenvolveu um método simples de exibição gráfica das causas de qualquer problema de qualidade. Seu método é chamado por vários nomes, o diagrama de Ishikawa, o diagrama de espinha de peixe e o diagrama de causa e efeito (ROTONDARO et al, 2002).

Os diagramas de causa e efeito são ferramentas que são usadas para organizar e mostrar graficamente todo o conhecimento que um grupo tem relacionado a um problema particular. Normalmente, as etapas são:

1. Desenvolva um fluxograma da área a ser melhorada.
2. Defina o problema a ser resolvido.
3. Faça um brainstorming para encontrar todas as possíveis causas do problema.
4. Organize os resultados de brainstorming em categorias racionais.
5. Construa um diagrama de causa e efeito que exiba com precisão as relações de todos os dados em cada categoria.

Uma vez que estas etapas estão completas, a construção do diagrama de causa e efeito é muito simples. As etapas são:

1. Desenhe uma caixa no lado extremo direito de uma grande folha de papel e desenhe uma flecha horizontal que aponte para a caixa. Dentro da caixa, escreva a descrição do problema que você está tentando resolver.
2. Escreva os nomes das categorias acima e abaixo da linha horizontal. Pense nisso como ramos do tronco principal da árvore.
3. Desenhe os dados de causa detalhados para cada categoria. Pense nisso como membros e galhos nos galhos.

Um bom diagrama de causa e efeito terá muitos "galhos". Se o seu diagrama de causa e efeito não tem muitos ramos e galhos menores, isso mostra que a compreensão do problema é superficial (CAMPOS, 1992).

Para utilização no diagrama de causa-efeito, é recomendado o método do 6M. O 6M significa mão-de-obra, máquina, materiais, métodos, medida e meio ambiente. Abaixo está a ilustração detalhada do método.

Mão de Obra: Habilidades e qualificações para a função (Treinamentos, motivação pessoal, relações humanas, capacidades, etc.)

Máquina: Máquinas de desenvolvam com a qualidade requerida (Ferramentas de automação, materiais de suporte, veículos, disponibilidade, manutenção de equipamentos, etc.)

Materiais: Todas variáveis associadas à materiais (Inputs de sistemas de automação, condições de materiais, etc.)

Método: Metodologias utilizadas no processo ou procedimento (Informações de tarefas, procedimentos, padrões, especificações, sequência de atividades, etc.)

Medida: Todas medidas relacionadas ao processo (Tolerância de medidas necessárias para o processo, calibração de instrumentos, etc.)

Meio Ambiente: Variáveis associadas ao ambiente de trabalho (Condições da área de trabalho: humidade, temperatura, iluminação, condições meteorológicas, etc)

2.7.9 Brainstorming

O Brainstorming é uma ferramenta utilizada para a geração de ideias. Ela fomenta ideias de maneira rápida, onde essas ideias são possíveis soluções para o problema em discussão. Em uma tradução literal ela significa tempestade de ideias, onde o intuito é a geração do maior número de ideias possíveis, e para que isso aconteça deve-se reunir o maior número de pessoas que conhecem sobre o assunto. É importante que nenhuma ideia seja desprezada, pois mesmo que pareça inútil, ou sem ligação nenhuma com o tema, ela pode ser a causa raiz de um problema (REYES, 2000).

2.7.10 FMEA

A análise de modo e efeito de falhas, ou FMEA, é uma tentativa de delinear todas as falhas possíveis, seu efeito no sistema, a probabilidade de ocorrência e a probabilidade de a falha passar a ser detectada. O FMEA fornece uma excelente base para classificação de características, ou seja, para identificar pontos críticos para qualidade e outras variáveis críticas. Tal como acontece com a análise de Pareto, um dos objetivos do FMEA é direcionar os recursos disponíveis para as oportunidades mais promissoras. Um erro extremamente improvável, mesmo uma falha com graves consequências, pode não ser o melhor lugar para concentrar os esforços preventivos (THOMAS PYZDEK, 2014).

O FMEA é parte integrante do processo de projeto inicial e deve ocorrer durante a fase de melhoria do DMAIC. Os FMEAs são documentos vivos e devem ser atualizados para refletir mudanças de design, o que os torna útil na fase de controle. A análise é utilizada para avaliar itens de alto risco e as atividades em andamento para fornecer ações corretivas. O FMEA também é usado para definir considerações de teste especiais, pontos de inspeção de qualidade, ações de manutenção preventiva, restrições operacionais, vida útil e outras informações e atividades pertinentes necessárias para minimizar o risco de falha. Todas as ações recomendadas resultantes do FMEA devem ser avaliadas e formalmente dispostas por

implementação apropriada ou fundamentação documentada para nenhuma ação. As seguintes etapas são usadas na realização de um FMEA:

1. Descreva o sistema a ser analisado. A definição completa do sistema inclui a identidade das funções internas e de interface, o desempenho esperado em todos os níveis do sistema, restrições do sistema e desvios de falha. As narrativas funcionais do sistema devem incluir descrições de cada objetivo em termos de funções que identificam tarefas a serem realizadas para cada objetivo e modo operacional. As narrativas devem descrever os projetos ambientais, os tempos de ciclo esperados e a utilização do equipamento, bem como as funções e saídas de cada item.
2. Construir mapas de processos que ilustram a operação, inter-relações e interdependências de entidades funcionais.
3. Realize a análise SIPOC para cada subprocesso no sistema. Todas as interfaces do processo e do sistema devem ser indicadas.
4. Liste a função pretendida de cada etapa no processo ou subprocesso.
5. Para cada etapa do processo, identifique todos os possíveis itens e modos de falha da interface e defina o efeito na função ou item imediato, no sistema e na missão a ser realizada para o cliente.
6. Avalie cada modo de falha em termos das piores consequências potenciais que podem resultar e atribua uma categoria de classificação de gravidade, ou SEV.
7. Determine a probabilidade de ocorrência de cada modo de falha e atribua uma categoria de risco de ocorrência, ou OCC.
8. Identifique métodos de detecção de falhas e atribua uma categoria de risco de detectabilidade, ou DET.
9. Calcule o número de prioridade de risco (RPN) para o sistema atual. $RPN = SEV \times OCC \times DET$.
10. Determine as provisões de compensação para cada modo de falha.
11. Identificar o projeto corretivo ou outras ações necessárias para eliminar a falha ou controlar o risco. Atribua responsabilidade e datas de vencimento para ações corretivas.
12. Identificar os efeitos de ações corretivas em outros atributos do sistema.
13. Identificar os riscos de gravidade, ocorrência e detectabilidade após a ação corretiva e recalculando o RPN.
14. Documentar a análise e resumir os problemas que não puderam ser corrigidos e identificar os controles especiais que são necessários para reduzir o risco de falha.

2.7.11 Diagrama De Afinidade

O diagrama de afinidade é um meio de organizar ideias em categorias significativas, reconhecendo sua similaridade subjacente. É um meio de redução de dados na medida em que organiza um grande número de insumos qualitativos em um número menor de grandes dimensões, construções ou categorias. A ideia básica é que, embora existam muitas variáveis, as variáveis estão medindo um número menor de fatores importantes (SELEME, 2008).

Muitas vezes os diagramas de afinidade são construídos usando dados existentes, como memorandos, desenhos, pesquisas, cartas e assim por diante. Às vezes, as ideias são geradas em sessões de brainstorming por equipes. Os diagramas de afinidade são úteis para análise de problemas de qualidade, dados de defeitos, reclamações de clientes, resultados de pesquisas, etc. Eles podem ser usados em conjunto com outras técnicas, como diagramas de causa e efeito ou diagramas de inter-relações.

2.7.12 Estratificação

A estratificação é uma técnica utilizada em combinação com outras ferramentas de análise de dados. Quando os dados de uma variedade de fontes ou categorias foram agrupados, o significado dos dados pode ser impossível de ver. Esta técnica separa os dados, de modo que os padrões podem ser vistos. Ela é utilizada quando os dados provêm de várias fontes ou condições, como turnos, dias da semana, fornecedores ou grupos populacionais ou quando a análise de dados pode exigir a separação de diferentes fontes ou condições (CAMPOS, 1992).

2.7.13 Histograma

Um histograma é uma representação pictórica de um conjunto de dados. É criado agrupando as medições em "células". Os histogramas são utilizados para determinar a forma de um conjunto de dados. Além disso, um histograma exhibe os números de forma a facilitar a visualização da dispersão e tendência central e comparar a distribuição com os requisitos. Os histogramas podem ser úteis para solução de problemas. As comparações entre histogramas de diferentes máquinas, operadores, fornecedores, etc., muitas vezes revelam diferenças importantes (JUNIOR et al., 2006).

3. Estudo de Caso

3.1 Descrição do Projeto

A empresa em questão é uma multinacional do ramo alimentício, especificamente uma indústria leiteira, instalada no estado de São Paulo, com um volume de produção que supera um milhão de litros/dia. Instalada em meados da década de cinquenta, move a economia da região gerando empregos e promovendo programas de fidelização ao produtor rural.

Com base na revisão teórica realizada sobre o método DMAIC, como fonte de aplicação da metodologia Seis Sigma foi realizada uma análise com foco nas etapas, Definir (D), Medir (M), Analisar (A) e Implementar (I). O objetivo do trabalho é identificar as principais perdas relacionadas ao final da linha de produção, onde acontece o encaixotamento do produto bem como sua paletização.

Através de uma metodologia utilizada pela empresa, observou-se pela coleta de dados que havia um grande desperdício de matéria prima para paletização e embalagem dentro do processo. Ao realizar a estratificação destas perdas, chegou-se à conclusão de que a maior perda era a de cola utilizada na paletização das caixas de produtos. Várias tentativas de resolução para o problema foram colocadas em prática, mas não foram eficientes.

Para a resolução do problema de gasto excessivo com cola foi iniciado um projeto DMAIC, com foco redução do consumo e segurança das caixas durante o transporte.

3.2 Definir

Em tempos de turbulência financeira, ganhos são muito bem recebidos pelas organizações, a fim de manter seus custos a um baixo nível, ou seja, qualquer ação de melhoria terá impacto nos resultados da mesma. Portanto indicadores para ganhos realizados por projetos foram criados e acompanhados de perto pela gerencia estratégica da organização em questão.

Temos então que o objeto do projeto é a redução do consumo de cola gerado pelo final da linha de produção, onde acontece a paletização do principal produto acabado oferecido pela empresa. Os principais clientes do projeto são a gerencia de Melhoria Específica, que coordena as ações de melhoria espalhadas pela planta, bem como a gerencia de produção e financeira que terão seus custos reduzidos, os transformando em ganho em relação a custos variáveis orçados para o ano em questão.

Para a realização da análise de Stakeholders, foram classificadas pessoas chave para o projeto, em relação ao suporte para a realização do mesmo. Dentro deste processo de classificação, as pessoas consideradas chave foram classificadas em: Contra Neutra e Suportam a realização do projeto. A maioria das pessoas envolvidas se mostraram como apoiadoras da realização, por saberem que o projeto traria eventuais melhorias para o processo em questão. Porém foi identificado uma pessoa contra a realização do projeto, pois suas ideias não estavam alinhadas com as da equipe e nem com os objetivos do projeto. Para cada classificação foram traçadas estratégias para serem seguidas com cada pessoa chave, como demonstrado na Tabela 7:

Tabela 7 - Stakeholders

Função do Stakeholder	Departamento	Suporte			Estratégia
		Contra	Neutro	Suporta	
Gerente de Fabricação	Produção			●	Comunicar o que está sendo desenvolvido e de que forma isso afeta o seu trabalho.
Gerente de Custos	Financeiro			●	Comunicar o que está sendo desenvolvido e de que forma isso afeta o seu trabalho
Apoio de Processo	Produção		●		Manter informado sobre as ações do projeto e explicar os benefícios que o mesmo trará
Programador de Produção	Produção	●			Demonstrar benefícios de um projeto de melhoria, os benefícios que o projeto trará para o seu trabalho e para a instituição
Analista de Expedição	Armazém			●	Comunicar o que está sendo desenvolvido e de que forma isso afeta o seu trabalho
Operador de Produção	Produção			●	Comunicar o que está sendo desenvolvido e de que forma isso afeta o seu trabalho
Operador de Empilhadeira	Armazém			●	Comunicar o que está sendo desenvolvido e de que forma isso afeta o seu trabalho

Fonte: Autor

Estabelecidas as estratégias para com as pessoas chave para a realização do projeto, torna-se necessário estabelecer metas a serem alcançadas ao final do projeto. Um gráfico sequencial da atual situação das perdas de cola foi traçado para uma análise e construção de uma meta factível, representado pela Figura 5.

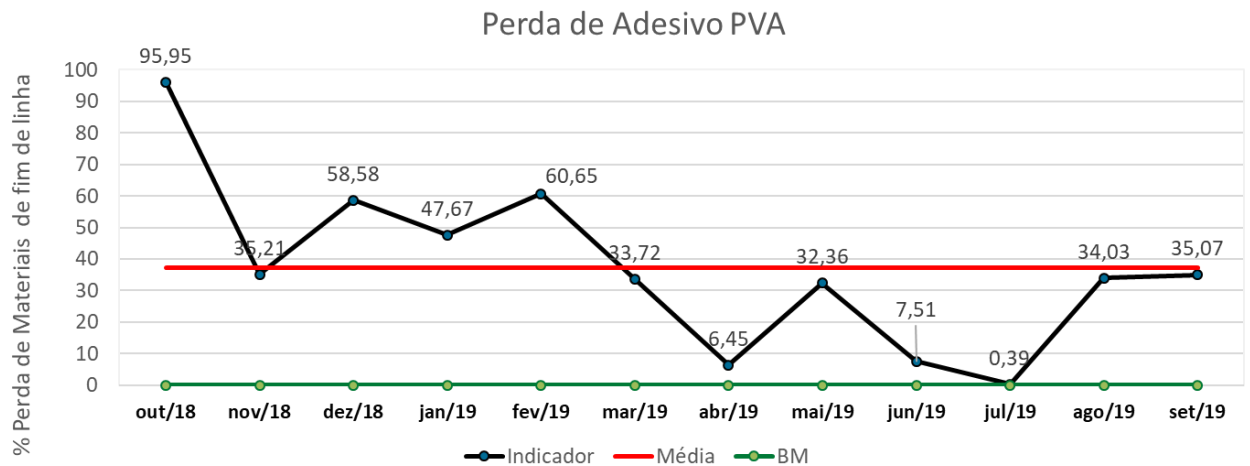


Figura 5: Gráfico de perda de Adesivo PVA.

Fonte: Autor.

Pela análise gráfica temos uma queda acentuada entre os meses de fevereiro e abril seguido de um pico esporádico no mês de maio e voltando a sofrer uma queda até o mês de julho. Em seguida a curva sobe novamente resultando em uma perda de 40%. Também de acordo com o gráfico temos um percentual médio de 37,29% de perda de cola por mês.

Para realizar o cálculo da meta é calculado uma lacuna que define o quão longe você está da sua meta de Benchmarking. A lacuna é calculada através da subtração da média de perda do processo com a meta de Benchmarking realizada para o projeto. A meta de benchmarking interna, realizada com outras unidades da instituição foi de 0% de perdas. Então, temos:

$$\text{Lacuna} = \text{média} - \text{Benchmarking} \quad (3)$$

$$\text{Lacuna} = 37,29\% - 0\% \quad (4)$$

$$\text{Lacuna} = 37,29\%. \quad (5)$$

Após definida a lacuna, o líder do projeto, juntamente com sua equipe, determina qual será a porcentagem de redução desta lacuna, pelo seguinte cálculo:

$$\% \text{ Redução} = (\text{Situação Atual} - \text{Meta de Redução}) / \text{Situação Atual} * 100 \quad (6)$$

$$\% \text{ Redução} = ((0,3729 - 0,1864) / 0,3729) * 100 = 50\% \quad (7)$$

Com a porcentagem de redução definida para o projeto, podemos então definir a meta através dos seguintes cálculos:

$$\text{Meta} = \text{Situação Atual(média)} - (\% \text{ Redução} \times \text{Lacuna}) \quad (8)$$

$$\text{Meta} = 0,3729 - (50\% \times 0,3729) \quad (9)$$

$$\text{Meta} = 0,3729 - 0,1864 \quad (10)$$

$$\text{Meta} = 0,1865 \quad (11)$$

Meta = 50%. (12)

Portanto a meta do projeto é reduzir em 50% as perdas de cola no fim da linha, como evidenciado na Figura 6.

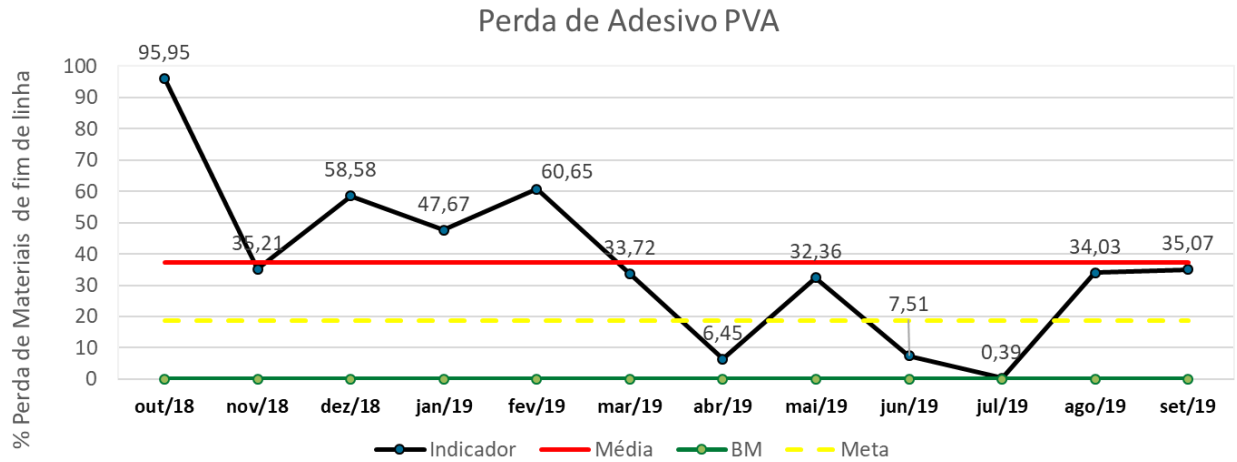


Figura 6: Perda de Adesivo PVA com meta.

Fonte: Autor.

Para caracterização e formalização do projeto perante a alta gerencia da instituição, foi elaborado um charter do projeto onde estão presentes as seguintes informações: Título, Líder do Projeto e Sponsor, Data de Início e Terminio, Descrição do Projeto, Ganhos do Projeto, Assinatura dos envolvidos, como demonstrado na Figura 7.


CONTRATO DE PROJETO DE MELHORIA ESPECÍFICA WHITE BELT			
			
Dados do Projeto			
Título: Redução de perda material no fim de linha			
White Belt: Marlon Caetano			
Sponsor: Willian Guimaraes			
Meta: Reduzir em 52% o índice de perdas de caixas de papelão que tinha de gastos R\$1268,90 (média 2014/15) para R\$607,25 a partir de julho/19			
Início Projeto: 1-jul-19		Término Projeto: 13-set-19	
Descrição do Problema/Oportunidade			
A meta do projeto é reduzir 50% das perdas de material no fim da linha, totalizando 0,113% de perda.			
Cálculo dos ganhos			
Média de perdas de Adesivo PVA= R\$13.907,03			
Meta: R\$ 6.953,25			
Ganho financeiro estimado:			
R\$ 6.953,25			
Ganhos Resultante da Execução do Projeto (Diretos/Indiretos)			
Retorno financeiro, redução na sujidade da linha piloto			
Marlon Caetano	Fernando Bordini	Willian Guimarães	
Líder do Projeto	Resp. Cálculos financeiros	Sponsor	Coord. NCE

Figura 7: Charter do Projeto Perda de Adesivo PVA.

Fonte: Autor.

3.3 Medir

Definido as metas, quem são os envolvidos e quais estratégias utilizar para cada um especificamente, torna-se necessário desenvolver estratégias para a coleta de dados e mapear o processo a ser melhorado através desta metodologia. Para o projeto em questão foram estabelecidos três parâmetros para coleta de dados, sendo eles: aplicação de cola no sleep sheet, aplicação de cola automática nas caixas e aplicação de cola no sleep sheet por turno.

Os critérios foram definidos desta forma, pois assim englobam todas as formas de consumo de cola no fim da linha. Existem duas formas de consumo de cola no final da linha de produção, a primeira é realizada de forma automática por um equipamento que pinga cola em todas as caixas que por ela passam. Esse equipamento é alimentado por um tubo de cola de peso médio cinquenta quilogramas. A segunda forma é a utilização de tubos menores que são utilizados para colar a primeira camada de caixas ao sleep sheet, que é colocado em cima do palete para maior aderência.

Definidos os critérios de estratificação deve-se traçar um plano para coleta de dados. Esse plano deve conter o que será coletado, onde será coletado, qual a frequência de coleta e quem será o responsável pela coleta dos dados. Dessa forma, foi elaborado um plano de coleta de dados que pode ser observado pela Tabela 8:

Tabela 8 – Plano de Coleta de Dados

O que medir?	Onde medir?	Quando medir?	Como coletar?	Por que coletar?	Responsável pela coleta
Troca do tubo de cola	No fim da linha	Toda troca cola pelo fim da mesma	Assinalar check list com data e hora da troca da cola	Porque saberemos quanto de cola foi gasto pelo número de paletes e caixas produzidas	Marlon C.
Número de Caixas Produzidas	Produção	Diariamente	Conseguir informações sobre o número de caixas produzidas	Saberemos a quantidade gasta de cola por caixa	Marlon C.
Número de Paletes produzidos	Produção	Diariamente	Conseguir com o logístico o número de paletes produzidos	Saberemos a quantidade gasta de cola por palete	Marlon C.
Reposição nos tubos do fim da linha	No fim da linha	Toda reposição nos tubos do fim da linha	Preencher check list	Teremos uma média de quanto gastamos de cola no fundo dos paletes	Marlon C.

Fonte: Autor

Ao realizar a coleta de dados, obtivemos dados relevantes que serão demonstrados nos gráficos a seguir. A Figura 8 representa a quantidade de caixas paletizadas por tubo.

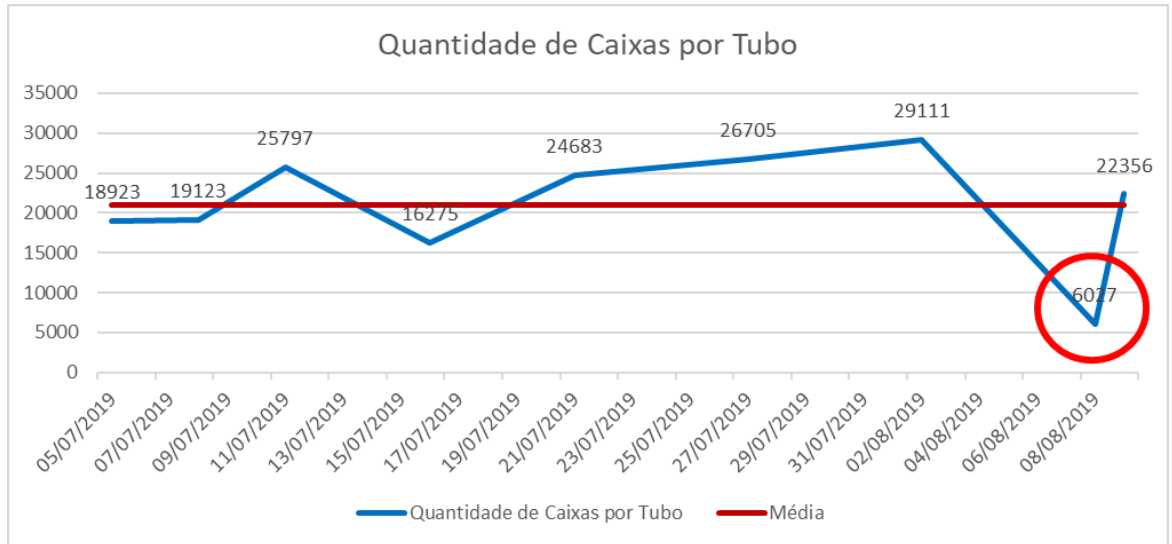


Figura 8: Quantidade de caixas coladas por tubo.

Fonte: Autor.

Cada ponto representa uma troca de tubo de cinquenta quilogramas e a quantidade de caixa que foi produzida e paletizada no período. Como podemos verificar no gráfico acima temos uma oscilação entre queda bruta e leves elevações seguida de um grande pico no mês de agosto representando uma média de perda de 100%. Com isso temos uma produção média de 21000 caixas por tubo de cola. Para fins de cálculo excluiremos a amostra que apresenta grande discrepância em relação as demais.

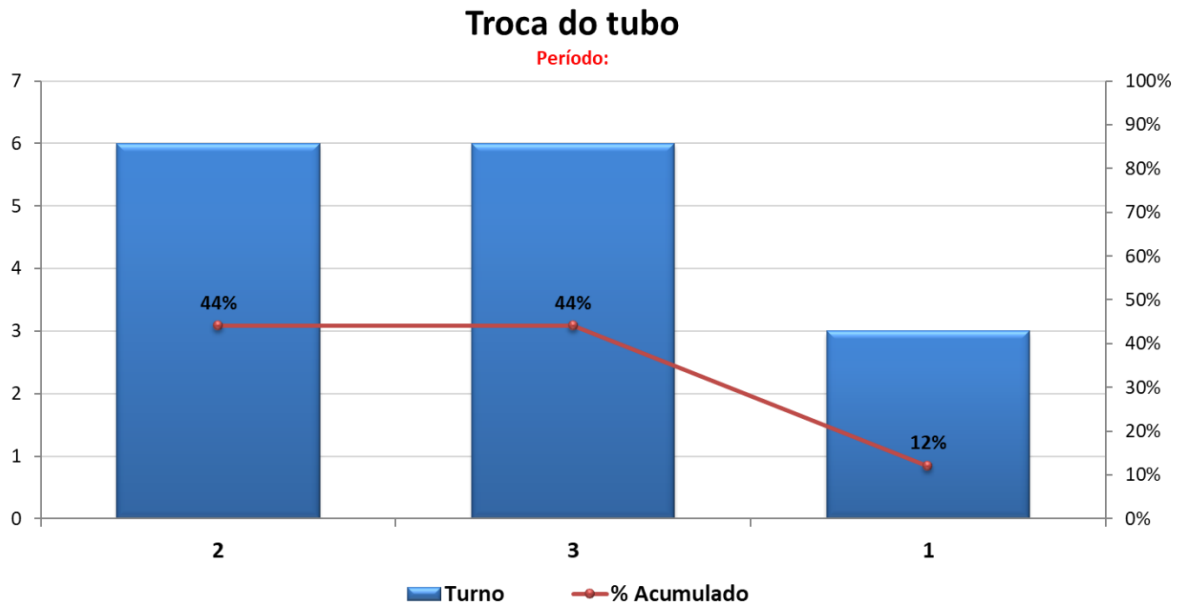


Figura 9: Troca do tubo de cola por turno.

Fonte: Autor.

Como podemos observar através da Figura 9 o fluxo de troca de tubo não segue um padrão, onde obtivemos as mesmas porcentagens de troca nos turnos 2 e 3 e uma troca bem menor no turno 1, o que nos demonstra que não existe turno a ser priorizado.

Ao realizar o gráfico de Pareto para a aplicação de cola no sleep sheet por turno, podemos observar uma maior utilização dos tubos menores de cola pelo turno 3, demonstrando produzir uma quantidade menor de paletes com a mesma quantidade de tubos, como pode ser observado na Figura 10.

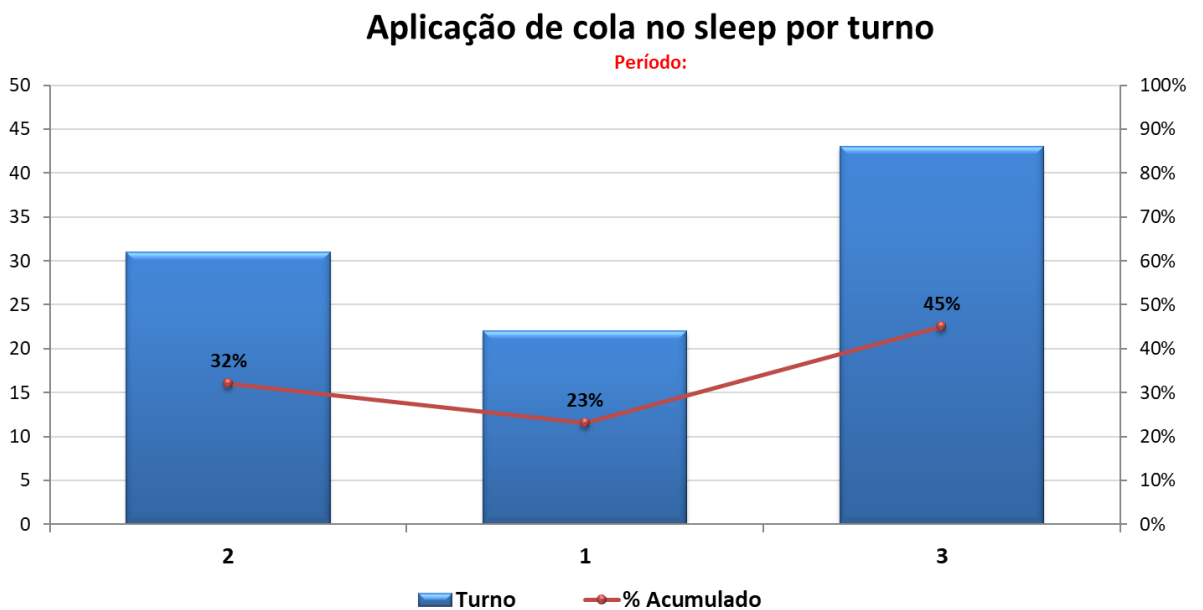


Figura 10: Aplicação de cola no sleep através do tubo pequeno por turno.

Fonte: Autor.

Para maior entendimento do problema foi realizada uma análise através da ferramenta 5W1H, como pode ser observado na Figura 11:

O que (What)	O que está acontecendo? Alta perda de cola no fim da linha de produção.
Como (How)	Como o fenômeno está diferente do estado atual? Temos um gasto excessivo de cola durante a paletização de caixas de produtos acabados.
Qual (Which)	Qual padrão você vê no problema? Não existe padrão definido.
Quando (When)	Quando o problema ocorreu? O problema apareceu através de uma ferramenta de melhoria que mostrou uma grande perda material
Onde (Where)	Onde especificamente o problema ocorre? No fim da linha de envase, onde acontece o encaixotamento e paletização.
Quem (Who)	O problema está relacionado a habilidade do operador? O problema está relacionado ao fato do operador ter domínio sobre o nível de cola que vai no sleep.

Figura 11: 5W1H

Fonte: Autor.

Portanto a cola é utilizada no fim da linha para que as caixas de produto acabado não fiquem soltas no palete podendo se soltar e cair no chão; ela também é utilizada para que não ocorra acidentes no momento de transporte. Há uma grande perda material de cola no fim da linha, pois não existe padrão para cola no sleep sheet e pode ocorrer excesso na colagem de caixas.

3.4 Analisar

Foram analisados dados coletados entre os meses de janeiro e fevereiro, que compreendem a uma produção de 190.000 caixas de produto acabado. Para continuar o processo de análise, foi realizado um brainstorming com as pessoas envolvidas na operação e pessoas chave do processo, onde foram levantadas as possíveis causas mostradas pela Tabela 9:

Tabela 9 - Possíveis Causas.

Nº da Causa	Descrição
1	Excesso de aplicação cola no sleep.
2	Aplicação automática de cola nas caixas.
3	Aplicação de cola na última camada do palete.
4	Purga da cola
5	Abertura do tubo de aplicação da cola no sleep
6	Forma de descarte da cola

Fonte: Autor

Neste momento nenhuma possível causa foi descartada, pois todas elas podem ter fundamentação. Excesso de aplicação de cola no sleep refere-se ao operador que tem controle da quantidade de cola que será colocada em cada sleep. A aplicação automática das colas, refere-se ao ajuste da máquina que pode estar dosando uma quantidade superior a necessária. A última cada do palete sempre vai com cola sem necessidade pois ela não terá nenhuma camada superior para suportar. A purga da cola, refere-se ao processo de troca do tubo de cola, onde o operador deve realizar o processo de purga para retirar o material restante dentro do equipamento. A abertura do tubo de cola é grande e pode ser um fator de perda pois ele ejeta mais produto do que ele deveria. Forma de descarte refere-se a possíveis descartes realizados de forma inadequada, ainda restando cola na embalagem.

Após realizada o brainstorming para reunião das possíveis causas, foi elaborada o diagrama de causa-efeito para classificar as causas e avaliar se elas são realmente estão ligadas ao problema apresentado. A Figura 12 representa o diagrama de causa e efeito ligada ao problema.

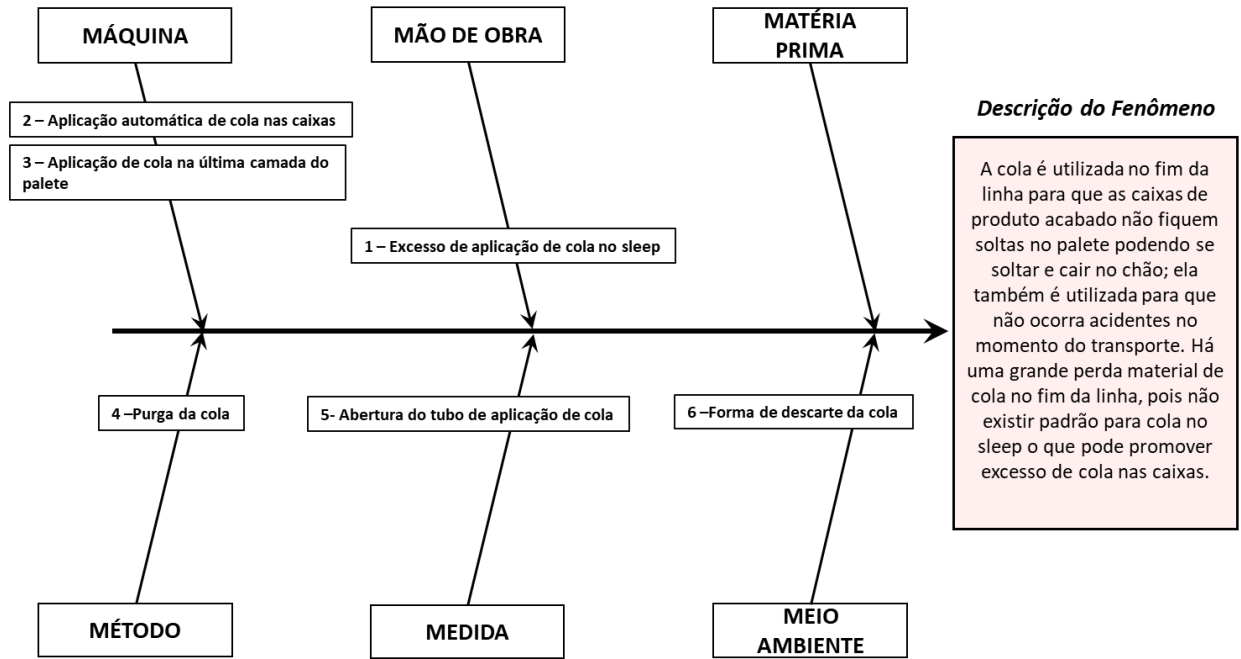


Figura 12: Diagrama de Causa e Efeito.

Fonte: Autor.

Após construir o diagrama de causa-efeito foi realizada uma análise de 5 porquês para levantar as causas raízes dos efeitos, representados pela Figura 13.

Causa	1ª Rodada	Sim / Não	2ª Rodada	Sim / Não	3ª Rodada	Sim / Não	4ª Rodada	Sim / Não	5ª Rodada	Sim / Não
Aplicação de cola na última camada do palete.	Por que aplicação de cola na última camada do palete é um problema?	SIM	Porque aplica-se cola na última camada mesmo ela não ligando a nenhuma outra?	SIM	Porque aplicamos cola em todas as caixas?	Causa Raiz				
	Porque aplica-se cola na última camada mesmo ela não ligando a nenhuma outra?		Porque aplica-se cola em todas as caixas.		Porque não conseguimos ter o controle de quais caixas serão as últimas de cada pallet.					
Purga da cola	Porque ocorre perda na purga da cola?	SIM	Porque a purga não é realizada da forma correta?	Causa Raiz						
	Porque a purga não é realizada da forma correta.		Porque ao invés de despejar a cola restante no tubo, a mesma é descartada							

Causa	1ª Rodada	Sim / Não	2ª Rodada	Sim / Não	3ª Rodada	Sim / Não	4ª Rodada	Sim / Não	5ª Rodada	Sim / Não
Excesso de aplicação de cola no sleep?	Por que está havendo excesso de aplicação de cola no sleep?	SIM	Porque cada operador aplica de determinada forma?	Causa Raiz						
	Porque cada operador aplica a cola no sleep de uma forma.		Porque não existe padrão a ser seguido							
Aplicação automática de cola nas caixas	Porque a problemas na aplicação automática de cola nas caixas?	SIM	Porque a máquina pode estar dosando cola em excesso?	SIM	Causa Raiz					
	Porque a máquina pode estar dosando cola em excesso.		Porque o ajuste da máquina pode estar fora de padrão.							

Causa	1ª Rodada	Sim / Não	2ª Rodada	Sim / Não	3ª Rodada	Sim / Não	4ª Rodada	Sim / Não	5ª Rodada	Sim / Não
Abertura do tudo de aplicação de cola no sleep	Por que a abertura do tudo de aplicação influencia no processo?	SIM	Causa Raiz							
	Porque quanto maior o buraco do aplicador, mais cola será aplicada em cada sleep.									
Forma de descarte da cola	Por que a forma de descarte da cola é um problema?	SIM	Por que a operação esta descartando tudo ainda contendo cola?	Causa Raiz						
	Porque a operação esta descartando tudo ainda contendo cola.		Porque não existe instrução para o descarte de cola							

Figura 13: 5 Porquês. Fonte: Autor.

Realizadas as análises de cinco porquês, o diagrama de causa-efeito ficou da seguinte forma, onde todas as causas apresentaram uma causa raiz relacionada ao problema, como pode ser observado na Figura 14.

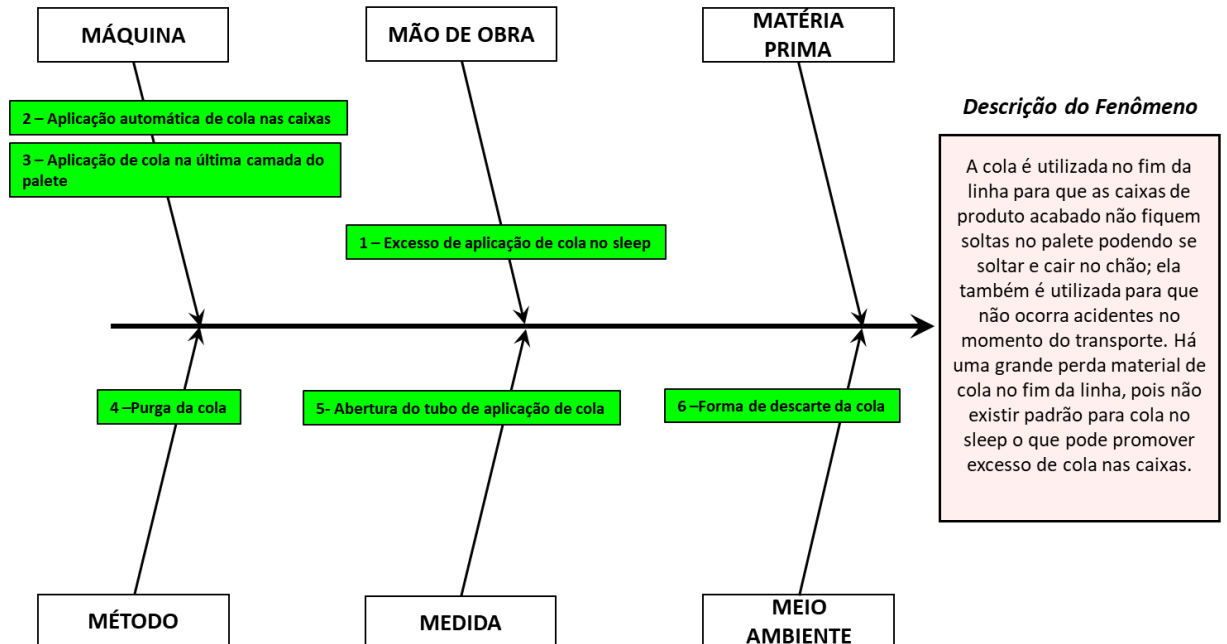


Figura 14: Diagrama de Causa e Efeito com causas raízes.

Fonte: Autor.

3.5 Implementar

Como toda causa levantada apresentou uma causa raiz, foi desenvolvido um plano para levantamento de possíveis soluções afim de resolver cada uma das causas e garantir que elas sejam eliminadas. Podemos observar as possíveis soluções através da Tabela 10:

Tabela 10 - Possíveis Soluções

Ideias de Possíveis Soluções	Descrição
1	Padronização da aplicação de cola no sleep através de um padrão visual
2	Revisar o padrão de ajuste de cola na máquina
3	Verificar a possibilidade de um liga-desliga no final da linha para as caixas superiores
4	Padronização da purga da cola
5	Reduzir a abertura do tudo menor de cola
6	Criar instrução para que no momento da purga exista a transferência do restante do tubo para o tubo novo

Fonte: Autor

Seguindo a numeração estabelecida na fase Analisar, foram estabelecidas ideias para solução dos problemas encontrados. Padronizar a aplicação de cola no sleep sheet vai evitar que o operador coloque cola em excesso no sleep. Revisar o padrão de ajuste da máquina garante que ela dose apenas a quantidade necessária para colagem das colas no palete. Instalar um botão liga e desliga no final da linha promovera uma economia de cola utilizada em sete caixas por palete, que são as caixas que compõem a última camada. Padronizar a purga da cola, estabelecerá parâmetros para que o operador realize a atividade sem desperdício de cola e também para que se haja cola restante dentro do tubo, ele seja transferido para o tubo novo. E reduzindo a abertura do tubo de cola, fara com que uma quantidade menor de cola seja aplicada ao sleep sheet.

Para analisar as possíveis soluções foi estabelecida uma matriz de esforço e impacto afim de verificar quais ações são mais eficazes e de maior simplicidade, representada pela Figura 15.

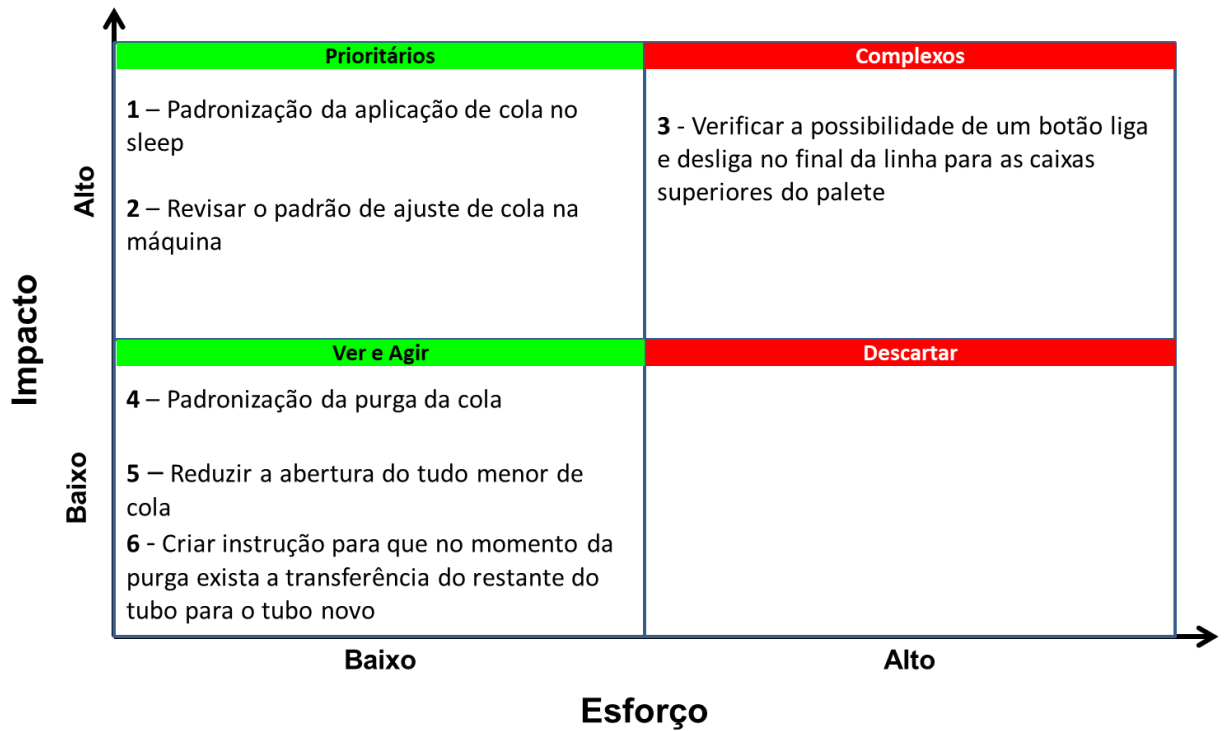


Figura 15: Matriz de Esforço x Impacto.

Fonte: Autor.

As ações de padronização da aplicação de cola no sleep e revisar o padrão de ajuste de cola na máquina foram classificadas como de baixo esforço e alto impacto pois economizarão uma quantidade significativa de cola. As ações de padronização da purga da cola, reduzir a abertura do tubo menor de cola e a criação de instrução para que não haja desperdício durante a purga da cola foram classificadas como baixo esforço e baixo impacto, demonstrando que são ações de simples execução e de pouca economia de cola. Já a ação de instalação de um botão liga e desliga no final da linha deve ser analisada, pois envolve aspectos elétricos e mecânicos e necessitarão de suporte da área técnica.

As soluções fomentaram um plano de ação 5W1H para documentação e formalização das mesmas e também para gerenciamento das ações, como demonstrado na Figura 16:

Qual é a ação a ser executada?	Qual é o motivo de executar a ação?	Como será executada a ação?	Quem será o responsável?	Onde a ação deve ser implementada?	Quando a ação deverá estar concluída?	Status das Ações
Padronização da aplicação de cola no slip	Criar um padrão visual para aplicação de cola no slip shit	Será criado um padrão visual e disponibilizado na linha de produção através de imagem.	Marlon C.	No final da linha de produção	31/08	Concluído
Revisar o padrão de ajuste de cola na máquina	Dosagem da quantidade necessária de cola evitando excesso	Será estudado o ajuste da máquina e a quantidade necessária de cola em cada caixa	Mecânico da linha	Na máquina que pinga cola automático nas caixas	31/08	Concluído

Qual é a ação a ser executada?	Qual é o motivo de executar a ação?	Como será executada a ação?	Quem será o responsável?	Onde a ação deve ser implementada?	Quando a ação deverá estar concluída?	Status das Ações
Padronização da purga da cola	Evitar que a purga desperdice cola	Será realizado um estudo	Operador da linha	Na máquina que pinga cola automático nas caixas	01/09	Concluído
Reduzir a abertura do tudo menor de cola	Reduzir a quantidade de cola aplicada no slip	Serão trocados os tubos por de bicos com menor abertura	Marlon C.	Final da linha de produção	15/08	Concluído

Qual é a ação a ser executada?	Qual é o motivo de executar a ação?	Como será executada a ação?	Quem será o responsável?	Onde a ação deve ser implementada?	Quando a ação deverá estar concluída?	Status das Ações
Criar instrução para que no momento da purga exista a transferência do restante da barrica para a nova barrica	Evitar que o restante de cola na barrica seja descartado	Será criada uma instrução demonstrando como o operador realizara o reabastecimento de cola	Marlon C.	Final da linha de produção	31/08	Concluído
Verificar a possibilidade de um liga-desliga no final da linha para as caixas superiores do palete	Reduzir a pinga de cola nas caixas da última camada do palete	Será realizada as modificações elétricas e mecânicas para que a máquina interrompa seu funcionamento quando as 7 últimas caixas do palete forem passar por ela	Mecânico da Linha	Final da linha de produção	31/12	Concluído

Figura 16: Plano de Ação 5W1H.

Fonte: Autor.

As ações apresentadas através do 5W1H foram concluídas em sua grande maioria, restando apenas uma ação de responsabilidade da área de manutenção pois deve-se realizar alterações elétricas e mecânicas na estrutura da linha de produção.

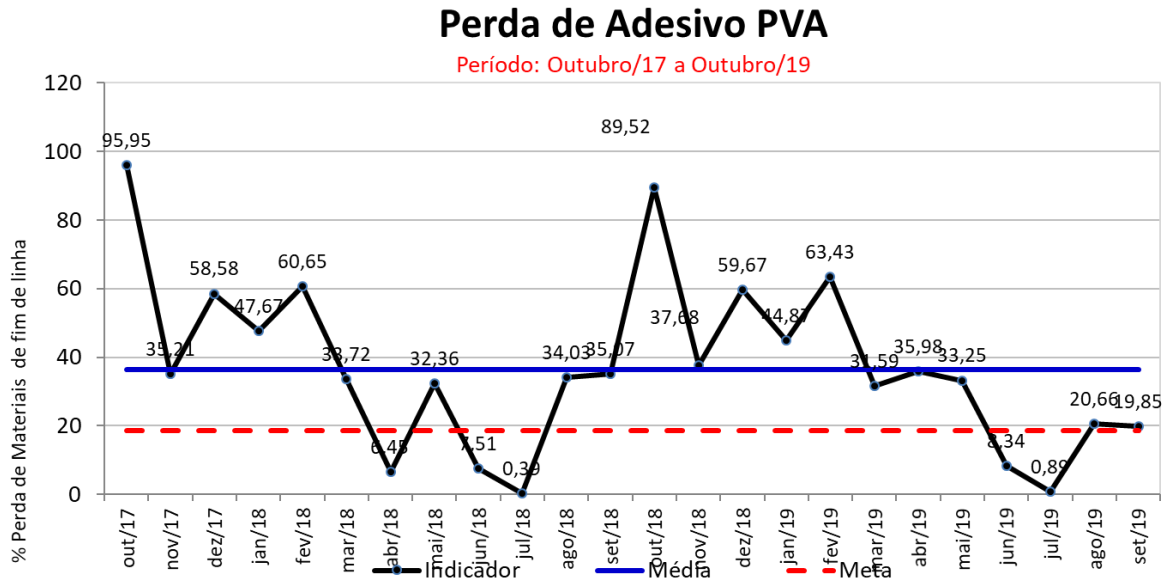


Figura 17: Resultado de Perda de Cola.

Fonte: Autor.

Como podemos observar na Figura 17, tivemos uma redução do consumo de cola dentro do período de 2 anos, em especial após a conclusão das ações do plano de ação. Podemos observar também períodos onde o consumo é praticamente zerado, isso se dá pela parada nas linhas para manutenção. O consumo reduziu em 47%.

4. Conclusões

O trabalho realizado proporcionou a aplicação da metodologia Seis Sigma através do DMAIC, utilizando as etapas Definir, Medir, Analisar e Implementar, por meio de uma pesquisa ação. O estudo possibilitou o entendimento do gasto excessivo de cola, atingindo o objetivo previamente estabelecido para o mesmo.

Conforme evidenciado durante a evolução do trabalho, o aprofundamento no estudo do problema com foco na estratificação dos dados é essencial para a identificação dos pontos que apresentam um baixo esforço e grande resultado, bem como o estabelecimento de ações eficientes e eficazes que garantirão a mitigação ou eliminação do problema.

A estratificação do problema permite enxergá-lo sob o olhar de várias perspectivas e priorizar recursos para a solução do mesmo, possibilitando alocar os recursos priorizados para as ações escolhidas e no momento adequado. Durante o desenvolvimento do trabalho, através da aplicação da metodologia DMAIC, focou-se nos pontos que potencialmente provocam o consumo excessivo de cola e quais esforços devem ser despendidos para eliminar os pontos estudados.

A maioria das ações do plano de ação foi concluída, restando apenas uma ação referente à modificação elétrica e mecânica, o que necessita de um maior tempo hábil. Diante dos resultados apresentados, recomenda-se algumas ações futuras:

- Desenvolvimento da última etapa do DMAIC, Controlar, para avaliação e manutenção dos resultados obtidos através da pesquisa.
- Estudo técnico a respeito da aderência da cola na caixa, bem como a quantidade de cola necessária em cada camada do palete, podendo esta ser crescente devido ao peso.
- Estudo para automatização da contagem das caixas, parando a pinga da cola nas últimas 7 caixas que compõe o palete, a fim de reduzir o esforço da operação no botão liga e desliga.

Os resultados alcançados com o projeto demonstraram que, através da utilização de uma metodologia de melhoria de processo, conhecimento e entendimento do problema, unindo-se a utilização de ferramentas de qualidade, é possível otimizar processos, reduzir custos e melhorar metas organizacionais.

5. Bibliografia

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

ANTONY J AND BANUELAS R. **Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program.** Meas Business Excellence 6: 20–27, 2002.

BARNEY, Matt. **Motorola's Second Generation.** Six Sigma Forum Magazine, Milwaukee, American Society for Quality. 1(3): 13-16. May 2002.

BREYFOGLE III, FORREST W. **Implementing six sigma: smarter solutions using statistical methods.** John Wiley & Sons, 2003.

CAMPOS, V. F. **Controle da qualidade total (no estilo Japonês).** Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1992

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da Qualidade: Conceitos e Técnicas.** 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, Marly M. Selecionando projetos Seis Sigma. **Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços.**(1a. ed., pp. 49-70), São Paulo: Atlas, 2002.

CARVALHO, Marly M.; PALADINI, Edson P. **Gestão da Qualidade: Teoria e Casos.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CHANG, T-L. **Six sigma: a framework for small and medium-sized enterprises to achieve total quality.** Doctoral dissertation, Cleveland State University, Cleveland, EUA, 2002.

CORONADO, R.B., Antony, J. **Critical success factors for the successful implementation of Six Sigma projects in Organizations.** The TQM Magazine, v.14, pp. 92-99, no.2, 2002.

ECKES, G, **The Six Sigma Revolution,** John Wiley & Sons, New York, NY, 2000.

EKG, Ezequiel Ander. **Repensando la Investigación-Acción – Participativa.** México: El Ateneo, 1990.

FRENCH, S. **Action research for practising managers.** Journal of Management Development, Vol. 28 Iss: 3 pp. 187 – 244, 2009.

GEORGE, Michael L.; GEORGE, Mike. **Lean six sigma for service.** New York, NY: McGraw-Hill, 2003.

- GEORGE, Michael L.; ROWLANDS, Dave; KASTLE, Bill. **Was ist Lean Six Sigma?**. Springer-Verlag, 2007.
- HALLIDAY, S. “**So what exactly is Six Sigma?**”, *Works Management*, Vol. 54 No. 1, p. 15, 2001.
- HAMBLETON, LYNNE. **Treasure chest of six sigma growth methods, tools, and best practices**. Pearson Education, 2007.
- HARRY, M., & SCHROEDER, R. **Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world’s top corporations**. New York: Doubleday, 2000.
- HARRY, M. AND CRAWFORD, J.D. **Six sigma for the little guy**, Mechanical Engineering, Vol. 126 No. 11, pp. 8-1, 2004.
- HENDERSON K AND EVANS J. **Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company**. *Benchmarking Int J* 7: 260–281, 2000.
- JUNIOR, I. M. et al. **Gestão da Qualidade**. 8. ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 196 p.
- JURAN, J., M., GRZYNA, F., M. **Juran’s Quality Control Handbook**, 4 ed, McGraw-Hill, 1988.
- JURAN, J.M. **Juran on Leadership for Quality: An Executive Handbook**. Free Press, New York, 1989.
- KELLER, P., A. **Six Sigma Deployment: A Guide for implementing Six Sigma in your organization**, QA Publishing LCC, 2001.
- KELLER, P. **Six Sigma Demystified**, 2nd edition, New York: McGraw Hill, 2011.
- KLEFSJÖ, B.; WIKLUND, N.; EDEGMAN, R. L. **Six Sigma seen as a methodology for total quality management**. *Measuring Business Excellence*, v. 5, n. 1, p. 31-35, 2001.
- KWAK, Y. H.; ANBARI, F. T. Benefits, obstacles, and future of six sigma approach. **Technovation**, n. 26, p. 708-715, 2006.
- MANDELBAUM, Jay et al. **Value Engineering Synergies with Lean Six Sigma: Combining Methodologies for Enhanced Results**. CRC Press, 2012.
- MAXIMIANO, Antonio César Amaru. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2005, 5ª edição.

- MOHAMED GAMAL ABOELMAGED. 2010. **Six Sigma quality: a structured review and implications for future research.** International Journal of Quality & Reliability Management 27:3, 268-317.
- MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513 p.
- MOREIRA, A.C.V.B., DARÉ, C.T., RODRIGUES, M.D.F. et al. **Green Belts Industrial.** v. 6. Fundação de Desenvolvimento Gerencial, 2004
- PALADINI, E. P. **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total.** São Paulo: Atlas, 1994.
- PANDE ET AL. **The Six Sigma Way: How GE, Motorola and Other Top Companies are Honing their Performance,** MCGraw-Hill Professional, New York, NY, 2000.
- PANDE, P.S., NEUMAN, R. P., AND CAVANAGH, R.R.. **The Six Sigma Way: How GE, Motorola, and Other Top Companies are Honing Their Performance.** New York: McGraw-Hill, 2000.
- PEREZ-WILSON, M.. **Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios.** Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.
- PINTO, João Bosco Guedes. **Pesquisa-Ação: Detalhamento de sua sequência metodológica.** Recife, 1989, Mimeo.
- PYZDEK, THOMAS, AND PAUL A. KELLER. **The Six Sigma handbook.** New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- RAISINGHANI, M. S. **Six sigma: concepts, tools, and applications.** Industrial Management and Data Systems, v. 105, n. 4, p. 491-505, 2005.
- REID RD. **Characteristic management.** Quality Progress 2003; 36:71--73.
- REIS, Delmar Alfredo Flemming dos. **Seis Sigma: Um estudo aplicado ao setor eletrônico.** 44 f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.
- REYES A. E. L. **Implantação De Um Sistema De Qualidade.** São Paulo: USP,2000.
- ROTH II, G. – **Capability Indexes: Mytery Solved.** Six Sigma Fórum Magazine, v. 4, n. 3, p.17-21, May, 2005.

ROTONDARO, Roberto G (Coord). **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços**. São Paulo: Atlas, 2002

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

RUSKIN, A.M. AND ESTES, W.E. **What Every Engineer Should Know About Project Management**, 2nd Edition. New York: Marcel-Dekker, 1995.

SCATOLIN, André C. **Aplicação da metodologia Seis Sigma na redução das perdas de um processo de manufatura**. São Paulo, 2005.

SCHROEDER, R. G.; LINDERMAN, K.; LIEDTKE, C.; CHOO, A. S. Six Sigma: definition and underlying theory. **Journal of Operations & Production Management**, n. 10, p. 1119-1145, 2000.

SELEME, Robson; STADLER, Humberto. **Controle da qualidade: as ferramentas essenciais**. Editora Ibpx, 2008.

SNEE, RONALD D., AND ROGER WESLEY HOERL. **Leading Six Sigma: a step-by-step guide based on experience with GE and other Six Sigma companies**. Ft Press, 2003.

SPINK, P. K. **Pesquisa-ação e análise de problemas sociais e organizacionais complexos**. Revista de Psicologia, Fortaleza, v. 5, n. 1, p. 31-34, 1976.

STAMATIS, H. DEAN, “**Six Sigma Fundamentals: A complete guide to the system, methods and tools**”, New York, Productivity Press, 2004

THIOLLENT, M. **Pesquisa-ação nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1997.

THOMAS PYZDEK: **Dossiê: Uma ferramenta em busca do defeito zero: Como funciona o Seis Sigma?**, HSM Management 38 Maio-junho 2003.

USEVINICIUS, A. L., “**Implantação da metodologia Seis Sigma e aplicação da técnica estatística de projeto de experimentos na resolução de problemas e otimização dos processos de fabricação**”, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. RS, p.36, 2004.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 2005.

WERKEMA, M. C. C. **Report Seis Sigma**. São Paulo: Editora EPSE, 2002.

WERKEMA, C. **Criando a cultura Seis Sigma**. Nova Lima: Werkema, 2004.

WERKEMA, C. **Criando a Cultura Seis Sigma**. Werkema Editora, 2006.