

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

HENRIQUE PEREIRA PINTO

**COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS
PDCA E DMAIC PARA MELHORIA DE PATAMAR DE RESULTADOS.
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

MEDIANEIRA

2018

HENRIQUE PEREIRA PINTO

**COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS
PDCA E DMAIC PARA MELHORIA DE PATAMAR DE RESULTADOS.
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à disciplina de TCC 2.

Orientador: Prof. Me. Edson Hermenegildo Pereira Junior

Medianeira

2018



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Câmpus Medianeira
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL
Departamento Acadêmico de Produção e Administração
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO

COMPARAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DAS METODOLOGIAS PDCA E DMAIC PARA MELHORIA DE PATAMAR DE RESULTADOS

Por

HENRIQUE PEREIRA PINTO

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 10h00min do dia 24 de novembro de 2018 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação **aprovado**.

Prof. Me. Edson Hermenegildo Pereira Junior
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

Prof. Me. Neron Alipio Cortes Berghauser
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Sergio Adelar Brun
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

"..os que andam muito lentamente podem avançar muito mais se seguirem sempre o caminho reto, do que aqueles que correm e dele se distanciam.."

René Descartes

RESUMO

PINTO, Henrique. **Comparação da utilização das metodologias PDCA e DMAIC para melhoria de patamar de resultados** 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O *Lean* Seis Sigma, em sua dimensão de metodologia de melhoria de processos, traz benefícios para a qualidade nas empresas. Com fortes raízes em técnicas estatísticas e de manufatura enxuta para redução de desperdícios, a metodologia traz técnicas sofisticadas para definir, medir e analisar quantitativamente os resultados da melhoria planejada. O ciclo PDCA, com origem na busca por controle e melhoria da qualidade possui o mesmo propósito, mas visa uma abordagem diferente e mais abrangente, enfatizando o método gerencial e definindo o papel do gerente como primordial para o alcance de resultado. Este trabalho buscou traçar um paralelo entre as duas metodologias, com um exemplo prático de aplicação do ciclo PDCA na melhoria de um processo de uma empresa do setor de varejo de roupas. Com a aplicação desta melhoria, pôde-se destacar os pontos fracos e fortes de cada metodologia e a importância do treinamento analítico dos colaboradores da empresa para o alcance de resultados.

Palavras-chave: Seis Sigma; PDCA; Qualidade.

ABSTRACT

PINTO, Henrique. **Comparing the utilization of PDCA and DMAIC methodologies for improving results**. 2018. Monography (Bachelor in Production Engineering) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The Lean Six Sigma, when dealt by its process improvement methodology dimension, brings benefits in quality inside companies. With strong roots on statistical techniques and the lean manufacturing philosophy, this methodology brings sophisticated techniques to define, measure and analyze the planned results quantitatively. The PDCA cycle, originating from the seek for quality improvement and control, has the same purpose but with a more embracing approach, emphasizing the management method and defining the manager role as the main agent for achieving results. This monography aims to draw a parallel between both methodologies, with a practical application example of the PDCA cycle on a clothing retail organization's process. This application made possible to observe the strong and weak points of each methodology, as well as highlighting the importance of analytical skills training for achieving results.

Key-words: Six Sigma; PDCA; Quality.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 CLASSIFICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
QUADRO 2 - COMPETÊNCIAS DO <i>GREEN BELT</i>	31
QUADRO 3 - SIPOC	34
QUADRO 4 – 5W2H.....	41
QUADRO 5 - PLANO DE AÇÃO PARA CAUSAS RAIZ.....	50
QUADRO 6 – CONSOLIDADO DE DIFERENÇAS PDCA-DMAIC.....	55

LISTA DE TABELAS

TABELA 1– TAMANHO DE AMOSTRAGEM.....	19
TABELA 2- – EXEMPLO DE TABELA DE DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA.....	21
TABELA 3 – CONVERSÃO DPMO PARA NÍVEL SIGMA.....	36
TABELA 4 – TABELA DE CONTRASTES EXEMPLO	39
TABELA 5– RESULTADOS DA AVALIAÇÃO	39
TABELA 6– EXEMPLO DE TABELA DE CONTRASTES	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ERAS DA QUALIDADE	14
FIGURA 2 – CICLO PDCA DE CONTROLE DE PROCESSOS.....	16
FIGURA 3 – EXEMPLO DE UM HISTOGRAMA	20
FIGURA 4 – GRÁFICO DE PARETO.....	21
FIGURA 5 – EXEMPLO DE UM FLUXOGRAMA COM SÍMBOLOS BÁSICOS	22
FIGURA 6 – DIAGRAMA DE CAUSA E EFEITO	23
FIGURA 7 – EXEMPLO DE DIAGRAMA DE DISPERSÃO.....	24
FIGURA 8 - LIMITE DE CONTROLE COMO CAUSA ESPECIAL	26
FIGURA 9 – SEQUÊNCIA COMO CAUSA ESPECIAL.....	26
FIGURA 10 – TENDÊNCIA COMO CAUSA ESPECIAL	26
FIGURA 11 -SEIS SIGMA MÉTRICA, METODOLOGIA E SISTEMA GERENCIAL.....	28
FIGURA 12 - NÍVEL SIGMA POR DPMO	29
FIGURA 13 - ÁRVORE CTQS.....	33
FIGURA 14 – TESTE BILATERAL	38
FIGURA 15 – ALAVANCAS DO NEGÓCIO	45
FIGURA 16 – CÁLCULO DE META.....	46
FIGURA 17 - ESTRATIFICAÇÃO DO PROBLEMA	47
FIGURA 18 - DESCRIÇÃO DO PROCESSO ALVO	47
FIGURA 19 - SÉRIE HISTÓRICA DO INDICADOR DO PROCESSO	48
FIGURA 20 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA PROBLEMA ESPECÍFICO.....	49
FIGURA 21 - SISTEMÁTICA DE CONTROLE E CAPTURA DE RESULTADOS	51
FIGURA 22- COMPARAÇÃO PDCA-DMAIC	53

LISTA DE SIGLAS

ABPMP	<i>Association of Business Process Management Professionals</i>
ASQ	<i>American Society of Quality</i>
CNI	Confederação Nacional da Indústria
Cp	Capabilidade
Cpk	Capabilidade centrada
CTC	<i>Critical to Customer</i>
CTQ	<i>Critical to Quality</i>
DPMO	Defeitos por milhão de oportunidade
DMAIC	<i>Define, Measure, Analyze, Improve, Control</i>
GE	<i>General Electric</i>
IASSC	<i>International Association for Six Sigma Association</i>
IBM	<i>International Business Machines</i>
LIE	Limite Inferior de Especificação
LSE	Limite Superior de Especificação
PDCA	<i>Plan, Do, Control, Act</i>
PDSA	<i>Plan, Do, Study, Act</i>
SIPOC	<i>Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 OBJETIVO GERAL	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 O CONCEITO DE QUALIDADE	13
2.1.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
2.1.1.1 Histograma	19
2.1.1.2 Gráfico de Pareto	20
2.1.1.3 Fluxogramas	22
2.1.1.4 Diagrama de Ishikawa	22
2.1.1.5 Folhas de Verificação	23
2.1.1.6 Diagrama de Dispersão	24
2.1.1.7 Controle Estatístico de Processo	25
2.2 SEIS SIGMA	27
2.2.1 A EQUIPE SEIS SIGMA	29
2.2.2 O ROTEIRO DMAIC	31
2.2.2.1 Fase 1: <i>Define</i>	32
2.2.2.2 Fase 2: <i>Measure</i>	34
2.2.2.3 Fase 3: <i>Analyze</i>	36
2.2.2.4 Fase 4: <i>Improve</i>	38
2.2.2.5 Fase 5: <i>Control</i>	41
3 METODOLOGIA	41
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	42
3.2 A METODOLOGIA PDCA-DMAIC	43
3.3 POPULAÇÃO	43
3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1 PLAN	44
4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA	44
4.1.2 ANÁLISE DO FENÔMENO	46
4.1.3 ANÁLISE DE PROCESSO	49
4.1.4 PLANO DE AÇÃO	50
4.2 DO	50
4.3 CHECK e ACT	51
4.5 COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS PDCA E DMAIC	52
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

O comércio participa de 12,3% do produto interno bruto brasileiro, sendo 42,9% deste percentual exclusivamente correspondente ao comércio varejista (SEBRAE, 2016). Após dois anos de dificuldades nos anos de 2015 e 2016, com acúmulo de queda de 11% no volume de comercialização do setor de varejo de roupas, o setor obteve uma tímida recuperação em 2017. Consultores, com otimismo, projetam um crescimento de 6,1% no varejo de vestuário para o ano de 2018, apesar da turbulência política no Brasil (ABRAVEST, 2018).

A crise enfrentada pela sociedade e pelas instituições traz momentos de incerteza e pouca previsibilidade, é propício dizer que apenas as empresas mais fortes e estruturadas sobrevivem. Mas além de obrigar a gerar valor e obter resultados, os momentos difíceis tornam a gestão menos mecanizada e surge a necessidade de aprendizado constante por meio das disrupções de novos modelos mentais e reconfiguração das empresas (FNQ, 2016).

A reconfiguração das operações das empresas modificou o mercado criando acesso instantâneo à informação, produtos e serviços, mudando a maneira com que os consumidores escolhem seu consumo. Os modelos de negócio que não se adequaram ao novo cenário de mercado precisam mudar e devem exceder as expectativas dos clientes o tempo todo. Para isto deve-se sempre buscar novas maneiras de atender aos requisitos dos clientes, por isso a qualidade se torna parte da cultura das empresas (GENERAL ELECTRIC, 2015).

Para alcançar bons resultados e atender às expectativas no varejo, são necessários diversos fatores, como processos mapeados, padronização da rotina do dia a dia, treinamento e verificação do cumprimento dos padrões e estabelecimento de uma rotina de controle de resultados. (FALCONI, 2018).

A melhoria de operações se tornou um fator chave para destaque no mercado e o consumidor se torna mais exigente, à medida que as empresas se tornam mais competitivas. Estes critérios de melhoria estão todos vinculados à metodologia Seis Sigma, que se destaca pelo foco no cliente e pelos resultados obtidos.

Um projeto Seis Sigma, pela metodologia DMAIC, cria um ciclo de melhoria, obrigando uma reestruturação do processo e dentro do modelo de melhoria, apresentam-se diversas ferramentas para mapeamento de processo e controle da qualidade para o atendimento às especificações. O modelo visa à diminuição da variabilidade do processo para assegurar uma assertividade 3,4 defeitos por milhão de oportunidade de defeitos, dentro dos limites de especificação do cliente (MCARTY et al., 2004).

Já o PDCA, busca uma abordagem de método de gestão. Todo gerente deve dominar este método, que por definição da palavra, significa o caminho para o atingimento da meta, e com a utilização das ferramentas da qualidade eleva o patamar de resultados das organizações (CAMPOS, 2013)

Este trabalho pretende, com a utilização de uma abordagem PDCA para melhoria de um processo de uma organização do varejo de roupas, traçar um paralelo entre esta metodologia e a do seis sigma para identificar as ferramentas utilizadas nos casos e entender a diferença entre a abordagem pelas duas metodologias.

1.1 OBJETIVO GERAL

Construir um paralelo das metodologias PDCA e DMAIC, com a utilização de uma aplicação do PDCA dentro de uma organização do varejo de roupas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Descrever a aplicação do ciclo PDCA.
- b) Identificar as ferramentas utilizadas para o atingimento de resultados.
- c) Descrever o encaixe da metodologia DMAIC dentro do ciclo PDCA.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O CONCEITO DE QUALIDADE

Com o início da revolução industrial, a produção artesanal foi rapidamente substituída pela produção em massa devido à facilidade do volume de produção alcançado com a utilização de máquinas projetadas. Foi na produção em massa que a indústria encontrou seu modelo atual de alguns produtos como por exemplo automóveis, e então com o modelo de administração científica de Taylor que surge a figura do Inspetor final, que era responsável pela qualidade do produto (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Montgomery (2013) introduz qualidade utilizando a distinção criada por Garvin (1987), que apresenta as suas dimensões que, de maneira resumida se classificam em:

- a) Desempenho: Busca saber se o produto realizará a tarefa que é pretendida.
- b) Confiabilidade: Infere sobre a frequência de falhas percebidas pelo cliente.
- c) Durabilidade: Questiona quanto tempo dura a vida útil do produto
- d) Assistência Técnica: Faz referência à facilidade de realizar reparos no produto.
- e) Estética: Essa dimensão aborda o apelo visual do produto, levando em conta estilo, características táteis e sensoriais dos produtos.
- f) Características: O que o produto de fato faz, e quais funções o produto desempenha além do esperado do seu desempenho natural.
- g) Qualidade Percebida: Esta dimensão é uma análise subjetiva do respeito e da reputação da marca e do produto dentro do mercado. Esta dimensão é influenciada principalmente pela frequência das falhas percebidas pelo cliente e pela maneira que o fabricante aborda os relatos de falhas do produto.

h) Conformidade com as Especificações: Se o produto segue as especificações de projeto que foram estipuladas. A deficiência dentro desta dimensão pode acarretar em problemas quando o produto é submetido à condições mais complexas.

A palavra qualidade em si pode possuir muitas interpretações e tem sido muito estudada ao longo do tempo. Ela ganha maior atenção com os estudos de Shewhart em 1924 introduzindo o conceito de Controle Estatístico de Processo com Gráficos de Controle desenvolvendo sistemas de medidas e dando início à discussão do que se trata qualidade e evoluindo (CARVALHO; PALADINI, 2012).

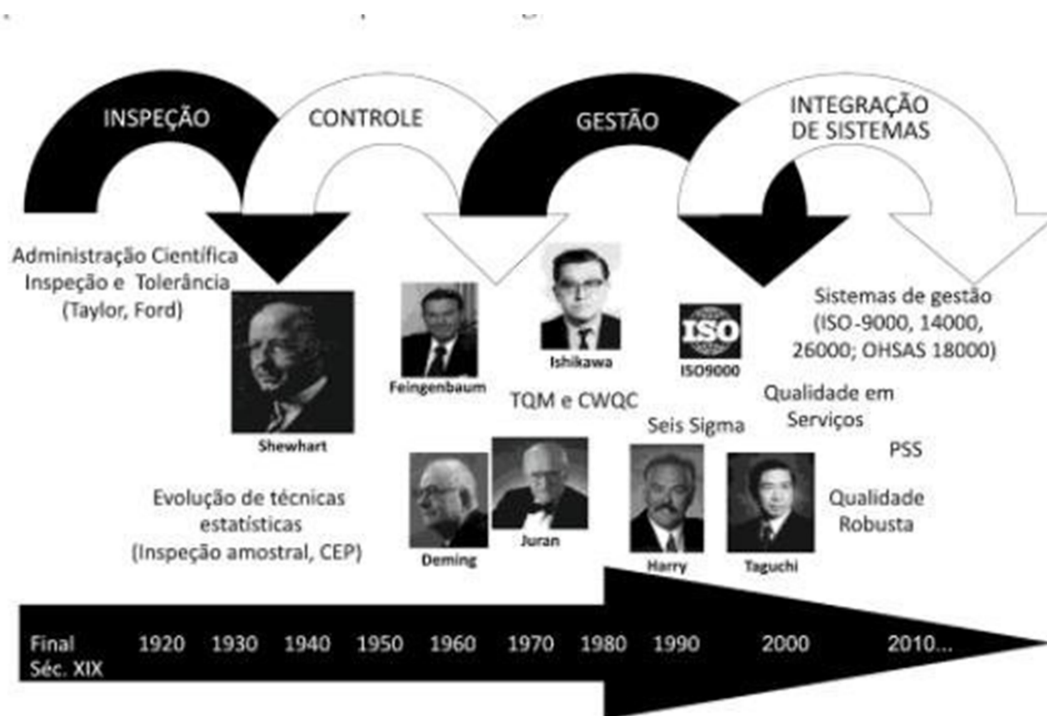


Figura 1 – Eras da Qualidade
 Fonte: Carvalho e Paladini, 2012.

Ao longo do tempo, a discussão evoluiu (Figura 1) e as definições passaram a abranger diversas abordagens, que variam conforme o foco do estudo. Por exemplo, baseada no produto, a qualidade é precisa e pode ser mensurada, sendo oriunda dos aspectos atribuídos a ele (ABBOTT,1955). Baseada no usuário, pode ser

subjetiva por estar relacionada ao atendimento às necessidades pessoais (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Para Juran (1992), qualidade não pode ser definida com apenas um significado, entretanto dois são críticos para fazê-lo sendo estes, o desempenho do produto (no que diz respeito à rapidez, eficácia, eficiência, velocidade) e a ausência de defeitos (atrasos, problemas de utilização, retrabalhos). Juran prefere tratar qualidade como adequação ao uso, buscando atender especificamente às necessidades do consumidor.

Montgomery (2013) critica o ponto de vista de adequação ao uso, pois este tipo de perspectiva traz uma relação prática de conformação às especificações do produto, diminuindo o foco no cliente dentro do desenvolvimento do produto. Ele prefere tratar qualidade com a definição moderna de que “Qualidade é inversamente proporcional à variabilidade” (Montgomery, p.08, 2013), trazendo uma visão do ponto de vista de controle estatístico.

Feigenbaun (1994) complementa a definição com um ponto de vista mais abrangente, referindo-se à qualidade como uma combinação das características dos produtos e serviços dentro dos meios do marketing, engenharia, produção e manutenção, e seu atendimento às expectativas do cliente. Ainda mais, define a abrangência do escopo da qualidade total para atingir os estágios do ciclo industrial:

- a) Marketing
- b) Engenharia
- c) Compras
- d) Engenharia Industrial
- e) Supervisão Industrial
- f) Inspeção mecânica e ensaio funcional
- g) Expedição
- h) Instalação e assistência técnica

Do ponto de vista da qualidade total, qualidade engloba principalmente 5 características que dizem respeito à atender perfeitamente a necessidade dos consumidores, empregados, acionistas e vizinhos, instaurando ciclos de melhoria contínua em aspectos de qualidade, custo, entrega, moral e segurança (CAMPOS,

2014). As atividades que compreendem o âmbito da qualidade são responsabilidade de todos os níveis de gestão e sua implementação envolve toda a organização, porém deve ser conduzida principalmente pela gestão de topo (LOBO, 2013).

Deming (1990) destaca que, para que a qualidade seja melhorada, a importância do comprometimento deve vir de todos da organização, não só da gerência ao assumir um consenso na implantação de uma filosofia voltada à qualidade, para que possa existir melhoria contínua dentro dos processos. Para esta tarefa ele cita o Ciclo de Shewhart, ou ciclo PDCA ou PDSA, que por meio de um roteiro de etapas e ferramentas estatísticas, estabelece um ciclo de melhoria contínua nas organizações. A estruturação do ciclo pode ser verificada na Figura 2.

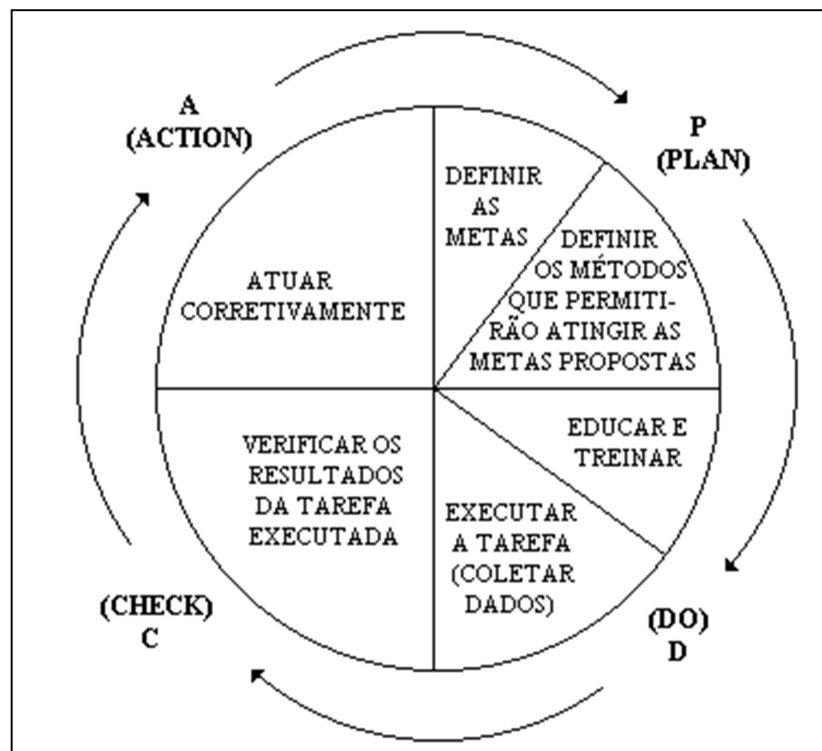


Figura 2 – Ciclo PDCA de controle de processos
Fonte: CAMPOS, 2004

O ciclo PDCA pode ser utilizado na manutenção do nível de controle quando este processo se repete com regularidade e padronizado. Na utilização como

modelo de melhoria, muitas vezes o processo não é repetitivo ou padronizado, então ele estabelece uma meta definitiva e implementa novos procedimentos que sejam necessários para atingir a meta (CAMPOS, 2004). Caracterizam-se as etapas do ciclo PDCA, como (MONTGOMERY, 2013; CAMPOS, 2004):

a) Planejar(*Plan*): Propõe-se uma mudança no sistema com foco na melhoria, no qual estabelece-se metas sobre os itens que devem ser controlados e as maneiras dispostas para atingir as metas propostas, estabelecendo a diretriz de controle. Ainda nesta etapa, deve-se realizar a identificação do problema, para a determinação da meta global; a análise do fenômeno, que busca identificar a estrutura formadora do problema e estratificar o problema, criando priorização para as chamadas metas específicas; deve-se também realizar a análise de processo, que visa estudar as causas(x) que geram o efeito do problema estudado (y), para que se possa chegar à causa raiz do problema; e finalmente como resultado desta etapa, deve ser construído um plano de ação que possibilite o alcance da meta e que atue nas causas raiz de maneira a extinguir o problema que impossibilita o alcance da meta (CAMPOS, 2009)

b) Fazer(*Do*): Executar a mudança em pequena escala para gerar aprendizado com os resultados obtidos exatamente dentro de como foi previsto na coleta de dados para a verificação do processo. Sempre é essencial o treinamento para que se possa decorrer o trabalho da que foi proposto na fase de planejamento.

c) Checar/Estudar(*Check/Study*): Realizar a análise dos resultados a partir do que foi coletado na fase de execução para determinar o que foi aprendido com as mudanças realizadas e para comparar o resultado alcançado com a meta almejada e realizar o acompanhamento da execução das ações propostas no plano de ação no fim da fase de planejamento.

d) Agir(*Act*): Adotar e padronizar a mudança. Caso haja desvios do que foi estabelecido no planejamento, efetuar correções definitivas para que jamais ocorra novamente, de maneira a dar início a um novo planejamento para que a meta possa ser alcançada ao fim do novo ciclo.

É dentro deste contexto de discussão e busca por melhoria que foram criadas as sete ferramentas do controle da qualidade, visando criar controles de processo dentro dos ciclos de melhoria contínua para a implantação da gestão da

qualidade total das empresas das quais estão inclusas o gráfico de Pareto, diagrama de Ishikawa, estratificação, folha de verificação, histograma, diagrama de dispersão e os gráficos de controle (DELLARETI FILHO, 1996).

2.1.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Carvalho e Paladini (2012) apresentam um modelo de classificação das ferramentas da gestão da qualidade considerando duas dimensões básicas (Quadro 1). Existem ferramentas que investem em ações para entender como o processo opera, utilizando-se de imagens e formas de representação para buscar identificar, definir, simplificar, acompanhar o desenvolvimento ou simplesmente representar a operação. E também existem ferramentas que atuam no processo produtivo auxiliando na tomada de decisões e gerando ações, estas buscam organizar o processo produtivo, otimizar operações e motivar a participação dos recursos humanos com foco na qualidade.

CATEGORIA	FERRAMENTAS MAIS CONHECIDAS
CONHECIMENTO DO PROCESSO	
1. Análise das relações entre causas e efeitos.	Diagrama de causa-efeito; Gráficos de Pareto.
2. Expressões simplificadas do processo	Histogramas; Fluxogramas; Diagramas de dispersão
3. Análise do desenvolvimento de ações no processo	Folhas de verificação; Gráficos de controle Diagrama de programação da decisão
4. Representações da operação do processo	Diagrama-matriz; Diagrama Seta; Diagrama árvore
AÇÕES NO PROCESSO	
5. Organização do processo produtivo.	Células de produção; Kanban; Diagrama de Similaridade
6. Otimização do processo produtivo	Perda zero; Qualidade na origem
7. Envolvimento dos recursos humanos no processo produtivo	Manutenção produtiva total(TPM); Círculos da qualidade

Quadro 1 Classificação das ferramentas da qualidade

Fonte: Adaptado de Carvalho e Paladini, 2012

2.1.1.1 Histograma

O histograma pode ser definido como um gráfico de barras de eixo horizontal. Ele é subdividido em vários pequenos intervalos para qual cada é construída uma barra vertical. Nele ficam dispostas informações que possibilitam a visualização da distribuição do conjunto de dados, a observação do valor central e da dispersão dos dados no seu entorno (CARPINETTI, 2012).

Para a construção do histograma, começa-se estimando a quantidade de intervalos (k) em função do tamanho da amostra (n) conforme a Tabela 1.

Tabela 1– Tamanho de amostragem

Tamanho da amostra (n)	Número de intervalos (k)
<50	5 – 6
50 – 100	6 – 10
100 – 250	7 – 12
> 250	10 – 20

Fonte: CARPINETTI, 2012

Calcular a amplitude das classes, subtraindo o maior valor do menor valor da série. Em seguida, determina-se o número de classes utilizando a equação 1.

$$k = \sqrt{n} \quad (1)$$

Em seguida, obtém-se a amplitude das classes (h) dividindo a amplitude (R) da série pelo número de intervalos (equação 2).

$$h = R/k \quad (2)$$

E então com os valores calculados, constrói-se a distribuição de frequência utilizando os dados da série nas classes e seus intervalos e plota-se em um gráfico. O histograma tem característica, quando possui distribuição normal, de se assemelhar a imagem que pode ser vista na Figura 3, no qual se dispõe no eixo “x” os valores dos intervalos (k) e no eixo “y” a frequência acumulada de amostras que se encaixam dentro do intervalo.

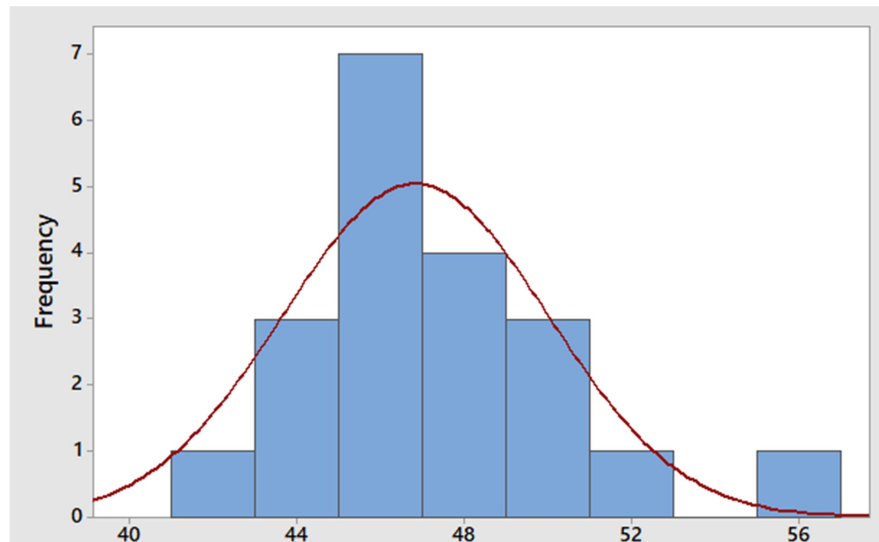


Figura 3 – Exemplo de um Histograma
Fonte: Autor do trabalho

2.1.1.2 Gráfico de Pareto

O gráfico da análise de Pareto permite dividir um problema em números menores e mais simples de serem resolvidos. Utilizando ele, pode-se priorizar projetos para alocar os recursos e os esforços da organização para implementar melhorias nos pontos que mais necessitam. O princípio de Pareto traz a ideia de que é possível, ao listar e quantificar os problemas em um diagrama de Pareto, verificar que 10% a 20% das soluções geram impactos de 80% a 90% na economia potencial total (CAMPOS, 2004).

Para a construção deste, é importante basear-se nos dados obtidos pela amostragem do trabalho. Então, cria-se uma tabela de distribuição de frequências com colunas em ordem decrescente para o motivo das falhas e ocorrências, frequência absoluta da ocorrência, porcentagens referentes ao total, conforme está exemplificado na Tabela 2 utilizando dados fictícios (LOBO, 2013).

Tabela 2- – Exemplo de tabela de distribuição de frequência

Ocorrência	Frequência absoluta	Frequência %	Frequência acumulada
item 1	30	26%	26%
item 2	28	24%	50%
item 3	20	17%	67%
item 4	15	13%	79%
item 5	14	12%	91%
item 6	7	6%	97%
item 7	3	3%	100%

Fonte: Autor do trabalho

Para a construção do gráfico de Pareto, utiliza-se colunas para representar a frequência de cada item da distribuição de frequência, alinhados em ordem decrescente. No eixo vertical esquerdo se situa a escala da frequência absoluta, e no eixo vertical direito fica disposta a escala da porcentagem acumulada. Utilizando a frequência acumulada, constrói-se uma curva da esquerda para a direita no mesmo gráfico, conforme pode ser visto na Figura 4.

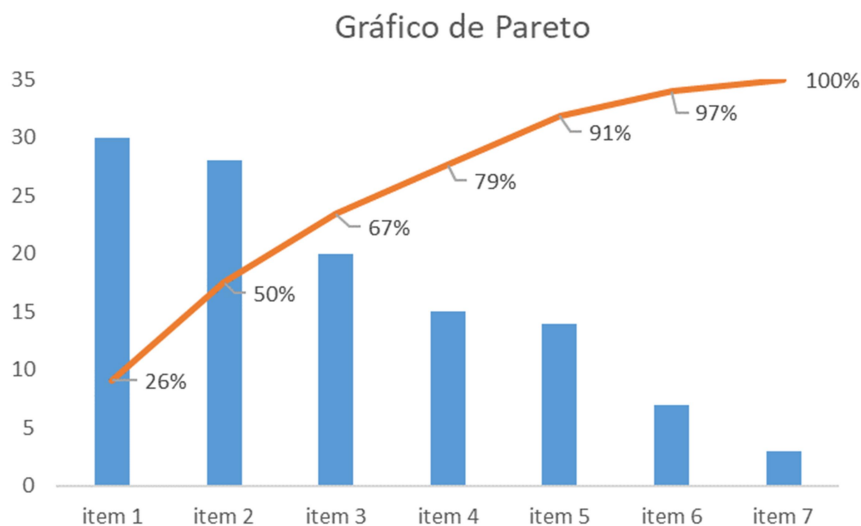


Figura 4 – Gráfico de Pareto

Fonte: Autor do trabalho

2.1.1.3 Fluxogramas

Os fluxogramas têm sido utilizados há décadas, estes são baseados em símbolos para operações, decisões, e outros elementos que são utilizados para descrever um processo. Ele tem a função de capturar um fluxo de processo para que este seja compartilhado. Um exemplo típico de fluxograma com seus elementos é descrito a Figura 5 (ABPMP, 2013).

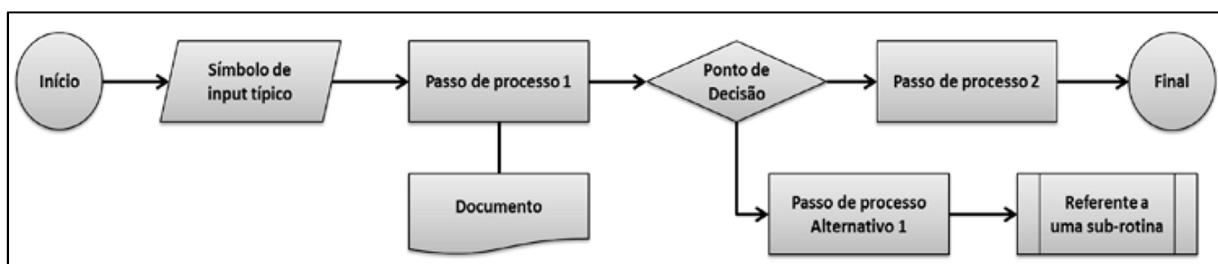


Figura 5 – Exemplo de um Fluxograma com símbolos básicos
 Fonte: ABPMP, 2013

2.1.1.4 Diagrama de Ishikawa

O diagrama espinha de peixe, ou diagrama de causa e efeito ou Ishikawa é desenhado para ilustrar as várias causas que podem afetar um processo, classificando-as em categorias. Para cada um dos efeitos existirão diversas causas, sendo estas agrupadas em 6Ms (LOBO, 2013). Este diagrama é utilizado uma vez que um defeito é identificado e é frequentemente útil na eliminação de causas potenciais. Ele deve preferencialmente ser feito por uma equipe de melhoria da qualidade para que se possa realizar um *brainstorming*. A experiência em grupo na construção do diagrama tende a trazer resultados melhores, já que leva as pessoa envolvidas a atacar o problema e não a atribuir a culpa a algum outro membro da organização, por isso

justifica-se sua utilização em uma equipe diversificada (MONTGOMERY, 2013). Um exemplo de Diagrama de Causa e efeito pode ser visto na Figura 6.

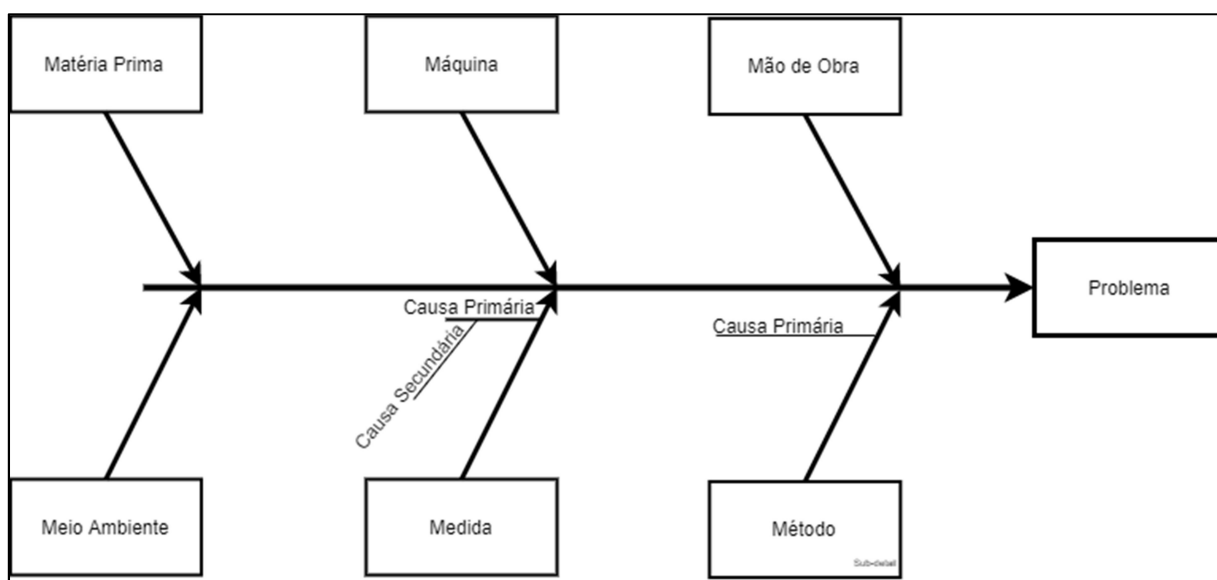


Figura 6 – Diagrama de causa e efeito
Fonte: Autor do trabalho

Em conjunto com o diagrama de causa e efeito é bastante utilizada a ferramenta dos 5 porquês, que consiste simplesmente em perguntar até 5 vezes o porquê de a causa estar ocorrendo. Por esta análise simples, é possível obter resultados melhores para encontrar a causa raiz do problema de maneira que ele possa ser estudado e discutido (MCARTY et al., 2004).

2.1.1.5 Folhas de Verificação

As folhas de verificação são folhas impressas com os itens que devem ser verificados durante uma coleta de dados. Seu principal objetivo é facilitar a coleta de maneira consistente por pessoas diferentes, reduzir possibilidade de erros e uniformizar

o sistema de registros. Pode-se fazer folhas de verificação para identificar variações nos processos (que medem atribuições dos dados verificados) ou para verificação de falhas no processo (na qual se anota a quantidade de falhas observadas durante a amostragem) (LOBO, 2013).

2.1.1.6 Diagrama de Dispersão

O diagrama de dispersão é uma ferramenta muito útil no estudo da interação entre duas variáveis, demonstrando a possível relação entre as mesmas. O diagrama de dispersão possui o aspecto da Figura 7, no qual são plotados os valores de uma variável X e outra variável Y nos eixos horizontal e vertical e uma linha identificando a tendência, para que assim possa-se visualizar se existe uma correlação entre os dados (LOBO, 2013).

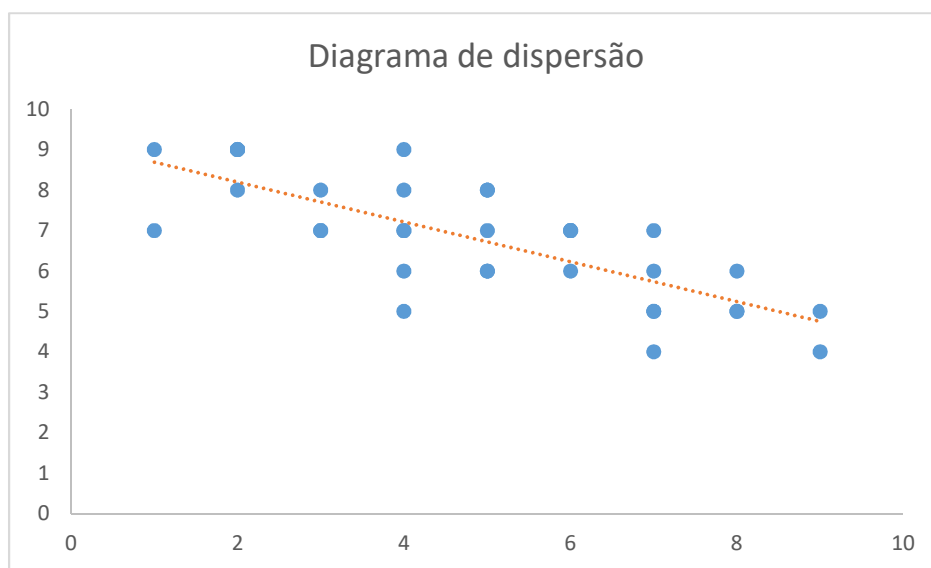


Figura 7 – Exemplo de diagrama de dispersão
Fonte: Autor do Trabalho

2.1.1.7 Controle Estatístico de Processo

Existem diversos tipos de gráficos de controle e muitos deles são utilizados num projeto de Seis Sigma. Porém, os mais utilizados e que deram origem à técnica são os gráficos de média (X-Barra) e de amplitude (U-barra). Este tipo de gráfico tipicamente contém uma linha central horizontal, que corresponde ao valor médio da condição de controle estatístico e duas linhas laterais paralelas que correspondem aos limites de variabilidade do processo (CARPINETTI, 2012).

As variações das características críticas da qualidade existem naturalmente em função das inconsistências entre os chamados 6Ms (como visto anteriormente no Diagrama de Ishikawa), entretanto elas podem ser divididas em 2 grupos, sendo eles causas de variação comum e causas especiais (ROTONDARO et al., 2013; MCARTY et al., 2004).

Rotondaro *et al.* (2013) definem as causas de variação da seguinte maneira:

a) Causas de variação comum: são fontes de variação resultante de diversas origens individuais, sem haver predominância entre elas. Agrupando essas variações nos valores das causas comuns, obtém-se um padrão de distribuição normal de probabilidade (curva de sino) que pode ser caracterizado por localização (definindo o centro da distribuição), dispersão (definindo a variabilidade dos valores), e a forma da distribuição. A variação devido às causas comuns estará sempre presente e não pode ser modificada sem que se realizem mudanças no projeto do processo.

b) Causas de variação especiais: As causas especiais, diferentes das causas comuns, geram variações que são imprevisíveis, impossibilitando ou dificultando o desenho do padrão de distribuição (distribuição normal de probabilidade) e produz resultados totalmente discrepantes dos demais valores da série. Como são demonstrados na Figura 8, os pontos em vermelhos são causas especiais por excederem os limites de controle. Na figura 9 observa-se que uma sequência muito retilínea de pontos pode caracterizar uma causa especial. Na Figura 10, identifica-se tendência na carta de qualidade, podendo ser também acusador de causas especiais.

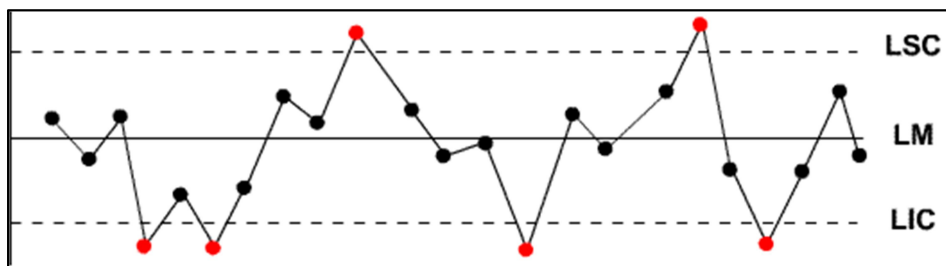


Figura 8 - Limite de controle como causa especial
Fonte: Datalyzer

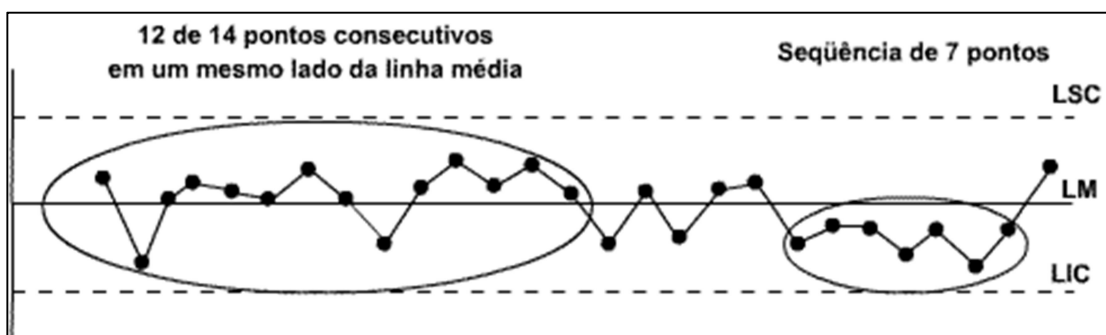


Figura 9 – Sequência como causa especial
Fonte: Datalyzer

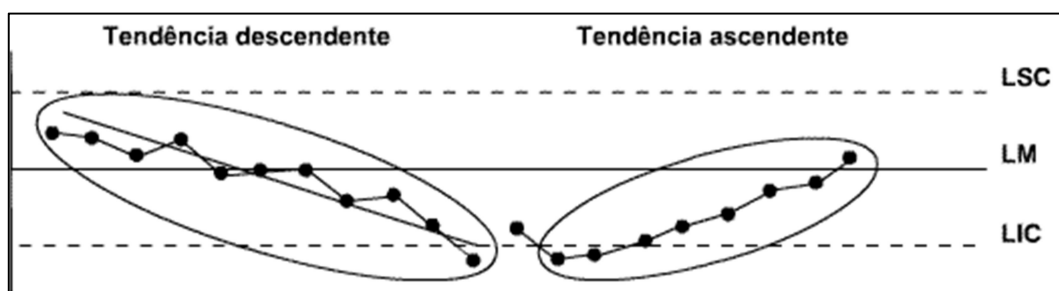


Figura 10 – Tendência como causa especial
Fonte: Datalyzer

2.2 SEIS SIGMA

O programa Seis Sigma foi introduzido pela Motorola e pela *General Electric* para incrementar a qualidade por meio da melhoria contínua com foco na compreensão das necessidades dos clientes, por uma estratégia gerencial estruturada, trazendo excelência nos processos e vantagem competitiva (ROTONDARO *et al.*, 2013). Ele foi batizado com o nome Seis Sigma (σ – letra grega que representa desvio padrão dentro da estatística) para denotar a ênfase nas ferramentas estatísticas para controle e redução da variabilidade, com o objetivo de alcançar uma meta de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) (CARVALHO; PALADINI, 2012).

O Seis Sigma é uma estratégia que não se atém apenas à área da qualidade, apesar de trazer vários elementos de diversos períodos da qualidade, mas sim que deve se relacionar com todas as áreas da organização, envolvendo da manufatura e engenharia aos serviços, atuando estrategicamente ou como metodologia de melhoria (CARVALHO; PALADINI, 2012).

McCarty *et al.* (2014) relacionam a métrica, metodologia e o sistema de gerenciamento Seis Sigma (Figura 11) e complementa comentando que a escala de mensuração por nível sigma é universal, podendo comparar diversos tipos de processos em termos de capacidade do processo.

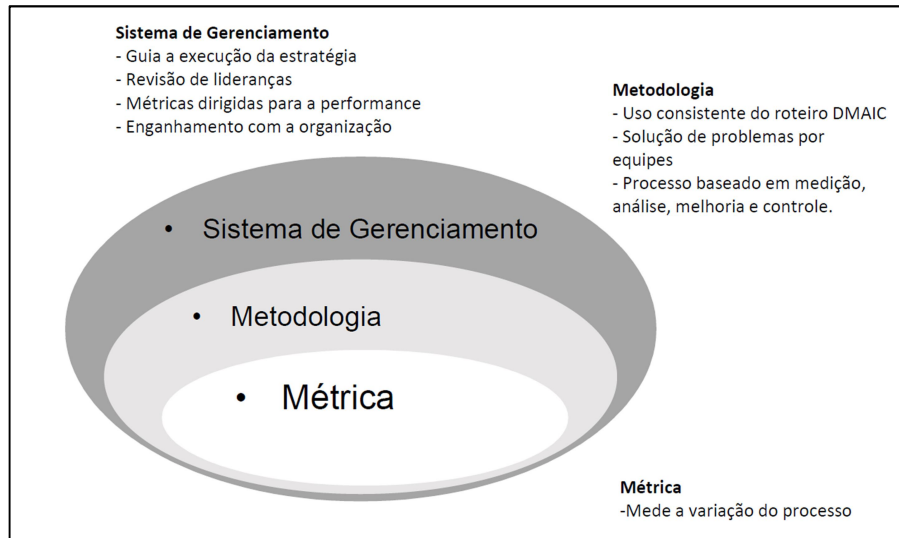


Figura 11 -Seis Sigma Métrica, Metodologia e Sistema Gerencial
Fonte: Adaptado de McCarty et al, 2014

Para gerir a qualidade, abordando-a com a perspectiva de ser inversa à variabilidade (MONTGOMERY, 2013), o programa Seis Sigma adota técnicas sistemáticas com uso de controle estatístico da qualidade e estudo dos índices de capacidade (*capability* ou capacidade). O controle tem a função de observar a estabilidade dos processos através do monitoramento dos parâmetros definidos. Quando se trata do estudo da capacidade, o enfoque do estudo é determinar se o processo é capaz de produzir o que o cliente necessita dentro das especificações determinadas (CARVALHO; PALADINI, 2012).

Para Montgomery (2013), o foco do programa Seis Sigma é reduzir a variabilidade nas principais características de qualidade a um nível no qual defeitos são raramente percebidos pelo cliente final. A Figura 12 demonstra a variação do nível sigma e sua relação com a quantidade de defeitos em DPMO (Defeitos por milhão de oportunidade). O cálculo do nível sigma será demonstrado posteriormente neste trabalho.

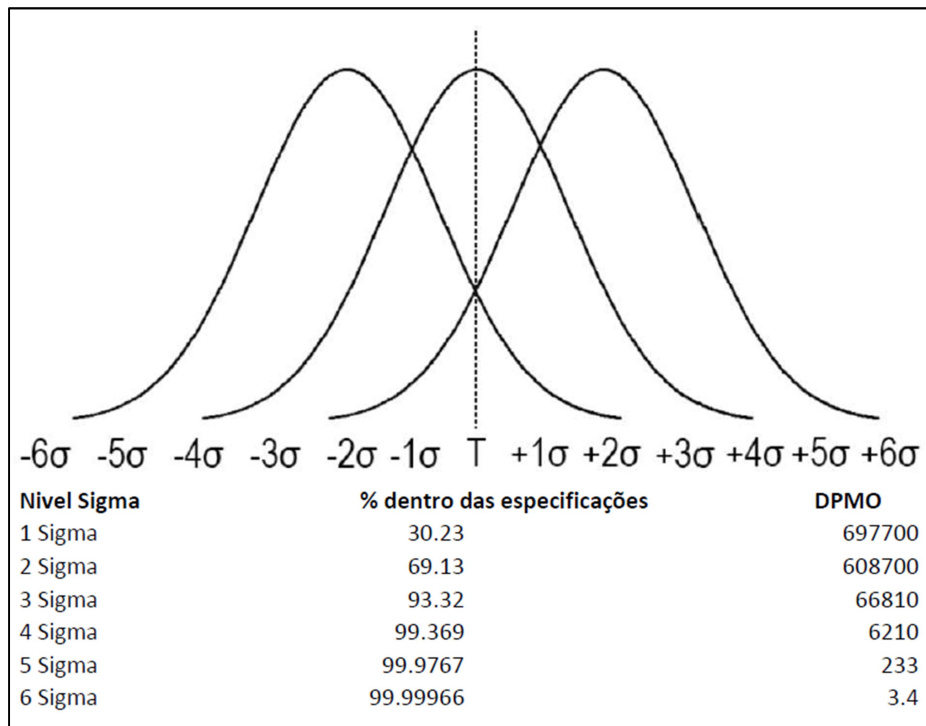


Figura 12 - Nível sigma por DPMO
Fonte: Adaptado de Montgomery, 2013

2.2.1 A EQUIPE SEIS SIGMA

A equipe Seis Sigma possui uma nomenclatura baseada nas artes marciais, trazendo uma filosofia e uma hierarquia dentro da metodologia (CARVALHO; PALADINI, 2012; ROTONDARO et al., 2013; MCARTY *et al.*, 2004), possuindo os seguintes componentes:

a) O executivo líder: Maior responsável pela implantação do Seis Sigma cuja responsabilidade é a implementar da estratégia, cabendo a ele conduzir, incentivar e supervisionar as iniciativas. É ele também quem analisa o desempenho do programa, verificando o ganho financeiro atingido com os projetos.

b) O campeão: Este membro deve liderar executivos-chave, organizando o começo, desdobramento e a sustentação do Seis Sigma na organização. Deve atuar como um facilitador para abrir caminhos para o programa.

c) *Master Black Belts*: Estes devem ajudar o campeão na implantação do programa, na escolha e no treinamento de novos projetos, sendo responsáveis por instruir os *Black Belts* e *Green Belts*, dedicando 100% do seu tempo às atividades relacionadas ao Seis Sigma.

d) *Black Belts*: Profissionais que lideram as equipes de projetos Seis Sigma, com grandes competências em técnicas estatísticas e de solução de problemas, podendo oferecer treinamento aos *Green Belts*, e dedicando 100% do seu tempo às atividades relacionadas ao programa.

e) *Green Belts*: São os profissionais que se envolvem de forma parcial com o programa Seis Sigma, intercalando estas atividades com suas atividades diárias dentro da empresa. Devem principalmente auxiliar os *Black Belts* na coleta de dados e liderar pequenos projetos dentro das suas áreas de atuação.

Existem diversas variações dos papéis e configurações de estruturas para atingirem o *Seis Sigma* conforme a necessidade e o tamanho da aplicação do programa dentro da empresa. Algumas delas desdobram a hierarquia da filosofia em níveis menores como *Yellow Belts* e *White Belts*, que possuem conhecimentos básicos em tópicos de estatística e noções de qualidade para garantir, a nível operacional, que o produto possua as especificações necessárias.

A *International Association for Six Sigma Certification* (IASSC) define os parâmetros e os requisitos de conhecimentos mínimos para os *Black Belts*, *Green Belts* e *Yellow Belts*. Este conhecimento compõe as ferramentas utilizadas dentro do DMAIC, decompondo-os, por exemplo, nos seguintes conteúdos para um *green belt*, conforme pode ser visto no Quadro 2.

1.0 Define	1.1 Os básicos do Seis Sigma 1.2 Fundamentos do Seis Sigma 1.3 Selecionando projetos 1.4 Uma empresa Lean
2.0 Measure	2.1 Definição de processo 2.2 Estatísticas do Seis Sigma 2.3 Análise do sistema de medição 2.4 Capabilidade dos processos
3.0 Analyze	3.1 Variação do padrão 3.2 Estatística inferencial 3.3 Testando hipóteses 3.4 Testando hipóteses com dados normais 3.5 Testando hipóteses com dados não normais
4.0 Improve	4.1 Regressão linear simples 4.2 Análise de regressão múltipla
5.0 Control	5.1 Controles do Lean 5.2 Controle de processos estatísticos 5.3 Planos de controle do Seis Sigma

Quadro 2 - Competências do *Green Belt*
Fonte: Adaptado de IASSC, 2017

2.2.2 O ROTEIRO DMAIC

Definir os critérios de qualidade dos clientes para refinar o escopo do projeto, medir a capacidade de atendimento às especificações, analisar a causa raiz das falhas de conformidade com as especificações, melhoria (*Improve*) dos procedimentos e implementação de ferramentas de controle comprimem majoritariamente o processo de melhoria e cada fase do roteiro DMAIC traz ferramentas e entregas. Diferente do ciclo PDCA proposto por Shewhart, o DMAIC possui um enfoque na análise e estudo dos dados para a tomada de decisões e a verificação dessas decisões antes de utilizar recursos da empresa (MCCARTY et al., 2004).

A própria definição da metodologia Seis Sigma pode ser diretamente atrelada ao DMAIC.

O Seis Sigma é uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos para **definir** os problemas e situações a melhorar, **medir** para obter a informação e os dados, **analisar** a informação coletada, **incorporar** e empreender melhorias nos processos e, finalmente, **controlar** os processos ou produtos existentes, com a finalidade de alcançar etapas ótimas, o que por sua vez gerará um ciclo de melhoria contínua (ROTONDARO, p.18, 2013).

O roteiro DMAIC possui a mesma origem de Shewhart e pode ser visto como uma extensão do ciclo PDSA ou até uma versão melhorada e muito usada na melhoria descritiva de processo pelos japoneses ao longo da história do controle de qualidade (BERGMAN; SMITH, 1990; KLESFJO, 2010; apud AIZED, 2012).

O DMAIC foi desenvolvido como uma evolução do ciclo PDCA, servindo de base operacional para empresas como a *General Electric*, sendo fundamental para o sucesso que foi alcançado com o programa Seis Sigma (HARRY et al., 1998; PANDE et al., 1998; ECKES, 2001; apud ROTONDARO, 2013)

A estrutura DMAIC encoraja o pensamento crítico dentro dos problemas e um dos motivos do seu sucesso é o foco no uso efetivo de uma quantidade pequena de ferramentas (MONTGOMERY, 2013), é um processo de melhoria contínua baseado em etapas sistemáticas baseadas em fatos e pensamento científico, focado em retirar passos desnecessários tendo como foco uma medição criteriosa (GENERAL ELECTRIC, [201-?]).

2.2.2.1 Fase 1: *Define*

A primeira fase (*define*) da metodologia tem o propósito de definir claramente as fronteiras que a equipe Seis Sigma vai trabalhar e aplicar o modelo de melhoria. Este trabalho geralmente deve ser realizado por um *Black Belt* que em conjunto com o time responde a pergunta “O que é mais importante para o nosso negócio?” (MCCARTY et al., 2004). Para responder a esta pergunta “É fundamental que haja uma relação clara com o requisito especificado do cliente e que o projeto seja economicamente vantajoso” (ROTONDARO, p.24, 2013), identificando as características críticas para a qualidade (CTQs) e críticas para o consumidor (CTCs). Para identificar estas características pode-se utilizar a árvore de CTQs.

A árvore CTQ é um diagrama utilizado para traduzir a voz do cliente para as características que são críticas para a qualidade. O diagrama utiliza estes três elementos identificando-os como a necessidade do cliente. A voz do cliente que define

o requisito exigido. Os direcionadores traduzem a voz do cliente em características específicas do processo. E o CTQ, que é o item chave, mensurável, traduzido a partir do que foi disposto pelo cliente para que se possa criar indicadores. Um exemplo de árvore CTQ está exemplificado na Figura 13.

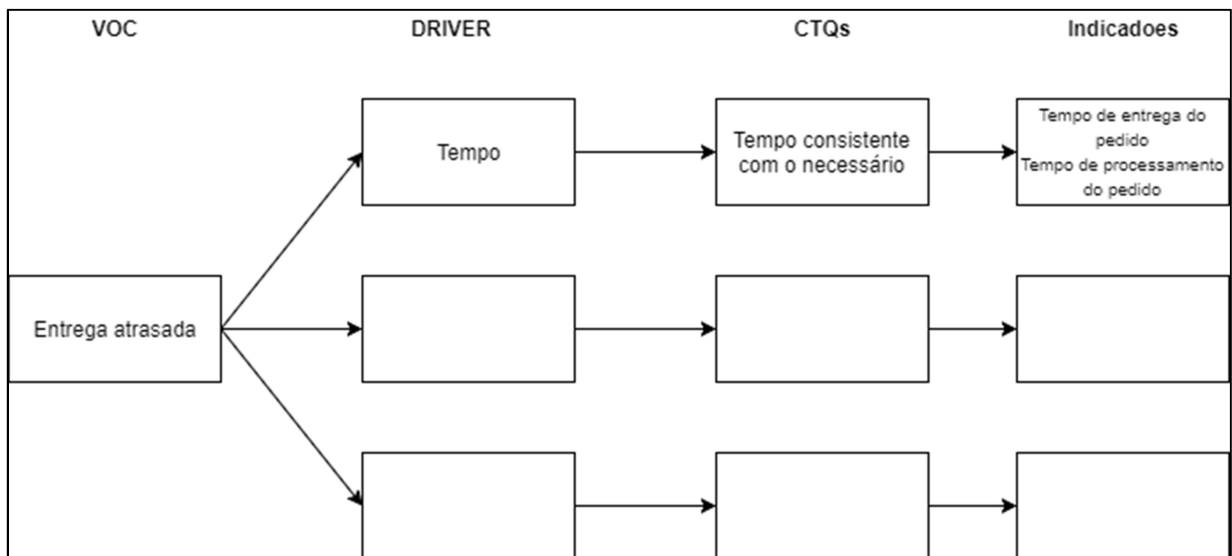


Figura 13 - Árvore CTQs
Fonte: Autor do trabalho

Esta fase, como as outras, é definida por uma série de ações interligadas, que incluem atitudes como rever o plano estratégico e construir o *business case*. Assim pode-se avaliar o alinhamento do projeto com a estratégia da organização, além de construir o cronograma de aplicação em conjunto com o time para que o projeto possa ser controlado. Também é incluída na fase do *Define* as ferramentas de aprendizado sobre o processo através de fluxogramas simplificados que definem os principais procedimentos a serem estudados (KNOWLES, 2011), para aprender mais sobre o processo é utilizada a ferramenta *SIPOC* (*Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers*).

Muitas vezes dentro de um projeto cada membro da equipe tem uma perspectiva única do processo sendo estudado. O *SIPOC* é uma ferramenta utilizada

para o mapeamento de processos que serve para que o time tenha uma visão geral do processo e para que seja estabelecido o escopo de estudo do projeto, tornando-o gerenciável (MCARTY et al, 2014). Um exemplo de *SIPOC* pode ser visto no Quadro 3. Ele estabelece a relação que o processo tem dentro da organização, identificando fornecedores, entradas, saídas e clientes, com uma rápida descrição do processo.

SUPPLIER	INPUTS	PROCESS	OUTPUTS	CUSTOMERS
- Quem são os fornecedores?	- que recursos são utilizados neste processo?	- Descrição das etapas do processo	- Que produtos/serviços são produzidos? - Que resíduos são produzidos?	- Quem são os clientes (internos e externos) deste processo.

Quadro 3 - SIPOC

Fonte: Adaptado de McArty et al (2014)

2.2.2.2 Fase 2: *Measure*

Dentro da fase 2, o time deve utilizar de ferramentas de medição para determinar como se encontra o estado atual do processo. (MCCARTY et al., 2004).

O estado atual é averiguado com o uso de ferramentas de estatística descritiva e estatística indutiva (inferencial). São recolhidas amostras que descrevem dados para realizar estudo de média, mediana, variância e gráficos que refletem o desempenho do processo, para estimação de parâmetros de análise (ROTONDARO, 2013).

Serão estabelecidas as métricas para atender aos CTQs. Também são medidos os níveis de capacidade (C_p e C_{pk}) do processo estudado para averiguar sua variabilidade e viés, estabelecendo o nível sigma do processo usando o cálculo de DPMO. (KNOWLES, 2012).

Montgomery (2013) afirma que a capacidade (ou capacidade) do processo informa a uniformidade que o processo mantém, é uma medida da

variabilidade que existe no processo. Na análise da capacidade de um processo, ela pode ser representada com uma distribuição de probabilidade, com sua forma centrada em um ponto (média) e uma medida de dispersão (desvio padrão).

A capacidade expressa de forma simples e quantitativa a capacidade do processo, supondo-se que o processo obedeça a uma distribuição normal e que esteja sobre controle (estável), os índices mais utilizados são C_p (equação 3) e C_{pk} (equação 4) podendo ser calculado das seguintes maneiras (MONTGOMERY, 2013; ROTONDARO et al., 2013; MCARTY et al., 2004).

$$C_p = \frac{LSE-LIE}{6\sigma} \quad (3)$$

$$C_{pk} = \text{MIN} \left[\frac{LSE-média}{3\sigma}, \frac{média-L}{3\sigma} \right] \quad (4)$$

Para a capacidade potencial, ou capacidade centrada na especificação, calcula-se utilizando a equação 3, no qual é utilizado o Limite Superior de Controle (LSE) subtraído do Limite Inferior de Controle (LIE), dividido por seis vezes o desvio padrão (σ). Para o cálculo da capacidade levando em consideração a proximidade da média das especificações, utiliza-se a equação 4.

O cálculo do nível Sigma é baseado na unidade de defeitos por milhão de oportunidade (DPMO). Uma oportunidade de defeito é definida como a chance de um defeito ocorrer em uma unidade de produto ou serviço. Para encontrar o valor de DPMO, utiliza-se a fórmula descrita na equação 5 (MCARTY et al, 2004). Nela multiplica-se a quantidade de defeitos encontrados por 10^6 , divide-se então a quantidade de unidades totais observadas e pela quantidade de oportunidades de defeitos em cada amostra.

$$DPMO = \frac{DEFEITOS * 10^6}{UNIDADES * OPORTUNIDADES} \quad (5)$$

Para descobrir o nível sigma do processo, utiliza-se a tabela 3, para comparar os valores de DPMO obtidos e descobrir o nível sigma do processo.

Para McCarty et al. (2004) a fase de *Measure* requer que sejam entregues as definições operacionais do processo, o plano de coleta de dados e o sistema de análise de medição.

Tabela 3 – Conversão DPMO para nível sigma

DPMO – Defeito por milhão de oportunidade	NIVEL Sigma do Processo
3.4	6
5.4	5.9
8.5	5.8
13	5.7
21	5.6
32	5.5
48	5.4
72	5.3
108	5.2
159	5.1
233	5
337	4.9
483	4.8
687	4.7
968	4.6
1350	4.5
1866	4.4
2555	4.3
3467	4.2

Fonte: Adaptado de Mcarty et al., 2004

2.2.2.3 Fase 3: *Analyze*

A fase de análise visa verificar os dados que foram coletados e os

problemas identificados durante o *measure* e o *define*, e determinar a causa raiz dos problemas. Todos os meios dentro desta fase devem ser usados para entregar a causa real dos problemas identificados utilizando principalmente técnicas estatísticas de análise. Também são utilizadas ferramentas da qualidade como histogramas, análise de pareto e diagramas de dispersão para descobrir onde se deve atuar (MCARTY et al., 2004; ROTONDARO, 2013).

Knowles (2013) acrescenta que a fase de análise traz alguns propósitos como analisar o fluxo de valor e estabelecer as causas críticas que contribuem para os CTQs.

Para estudar as ocorrências de problemas, pode-se realizar um teste de hipótese, que tem como objetivo afirmar a respeito dos parâmetros estabelecidos se a população ou amostragem é razoável ou não (ROTONDARO et al., 2013). Para realizar um teste de hipóteses coletam-se resultados do processo e comparamos uma hipótese nula H_0 com uma hipótese alternativa H_1 (CARPINETTI, 2012). Caso o resultado coletado do processo esteja dentro dos parâmetros da hipótese nula, rejeita-se a hipótese alternativa e vice versa.

De maneira tradicional para afirmar o resultado de um teste de hipóteses, utiliza-se o nível de significância α para comparar com o valor-P obtido no teste (nível de significância que leva à rejeição da hipótese nula H_0). “O valor-P é o menor nível de significância que levaria à rejeição da hipótese nula” (MONTGOMERY, p.62, 2013), ele descreve o peso da evidência do resultado coletado do processo descrevendo a probabilidade da ocorrência do mesmo, assim pode-se afirmar se aceita-se o resultado colhido ou não (MONTGOMERY, 2013). Na Figura 14 pode-se ver uma interpretação gráfica do teste de hipótese bilateral para uma distribuição de probabilidade normal para os casos em que se rejeita H_0 e não se rejeita H_0 .

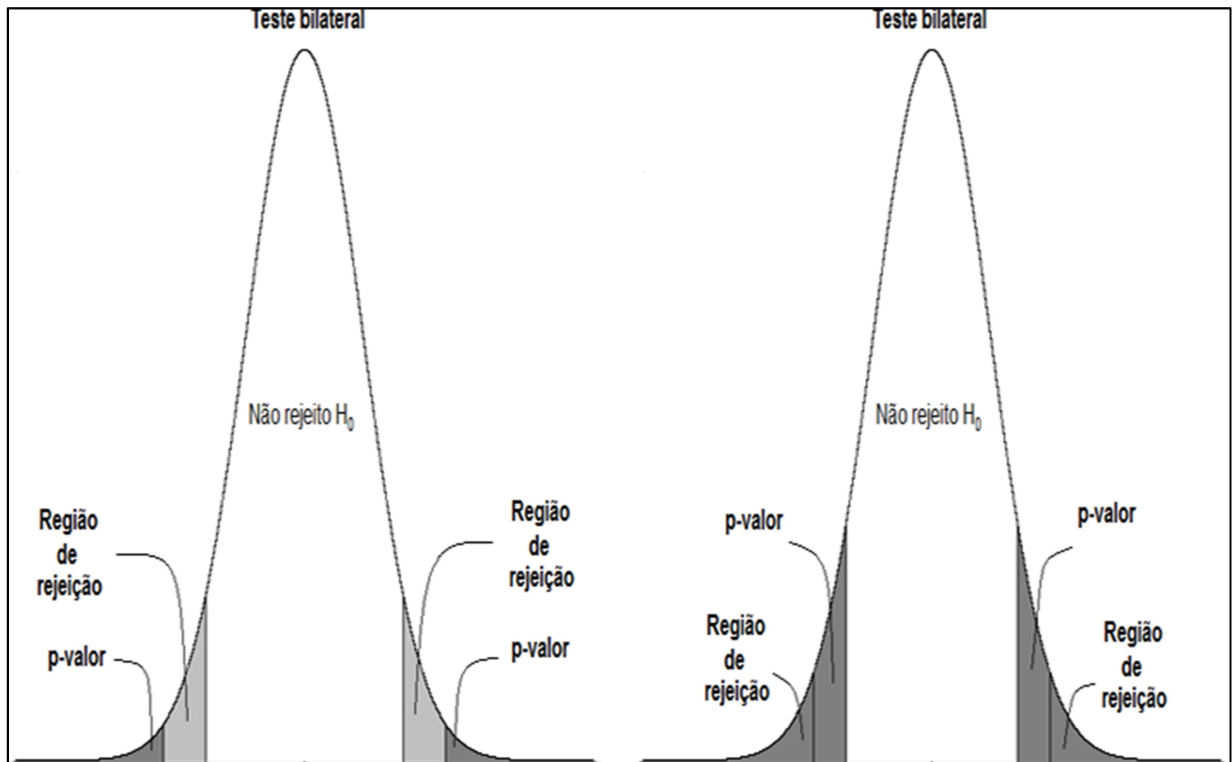


Figura 14 – Teste bilateral
Fonte: Portal Action, 2017

2.2.2.4 Fase 4: *Improve*

A quarta fase do roteiro DMAIC utiliza a análise das causas dos problemas dos processos para gerar uma lista de soluções para o mesmo. O objetivo principal é responder à pergunta “O que precisa ser feito?”, mudando a ênfase analítica do modelo para uma ênfase mais criativa. Para apresentar a solução proposta para a gerência, a equipe deve considerar uma análise de custo/benefício e qual a melhor maneira de vender as ideias propostas para os outros dentro da empresa. Os principais entregáveis desta fase são as soluções, a relação custo/benefício das soluções, a apresentação para a gerência e o plano piloto. (MCARTY et al., 2004).

Rotondaro (2013) destaca a checagem do delineamento de experimento para chegar à veracidade das causas que tem impacto nos efeitos estudados, para determinar quais são as causas vitais do processo que devem ser atacadas com

soluções. O delineamento de experimentos busca medir a relação potencial de causa e efeito identificados no processo por meio de testes conduzidos de forma planejada, alterando as variáveis de controle para estimar o impacto sobre a saída (ROTONDARO et al, 2013).

Para o delineamento do experimento realiza-se um esquema fatorial, no qual são admitidos níveis e fatores. Os níveis constituem o tratamento do estudo, os fatores constituem as características a serem investigadas para verificar sua inferência na resposta do experimento (PADOVANI, 2014). Um exemplo de experimento fatorial pode ser visto a Tabela 4 por representação de uma tabela de contrastes para dois fatores.

Tabela 4 – Tabela de Contrastes exemplo

EXPERIMENTO		A	B	AB
1	A_0B_0	-1	-1	+1
2	A_1B_0	+1	-1	-1
3	A_0B_1	-1	+1	-1
4	A_1B_1	+1	+1	+1

Fonte: Adaptado de ROTONDARO et al, 2014

No esquema da Tabela 4, os números “-1” e “+1” representam o tratamento dado ao experimento. Para o resultado dos experimentos realizados, é possível criar uma tabela com os efeitos principais das avaliações, como é demonstrado na Tabela 5, considerando dados fictícios para exemplificar os cálculos sendo B_0 e B_1 operadores, A_0 e A_1 máquinas, será investigada a quantidade de peças defeituosas para uma amostragem n e a interação entre estes fatores. As colunas centrais representam a quantidade de defeitos coletados durante a amostragem.

Tabela 5– Resultados da avaliação

	B_0	B_1	TOTAL
A_0	5	6	11
A_1	11	13	24
DIAGONAL 17	16	19	DIAGONAL 18

Fonte: ROTONDARO et al, 2014

Somam-se então os efeitos utilizando os sinais da tabela de contrastes para encontrar o efeito de cada fator sobre o que está sendo estudado, resumindo os dados adquiridos nas tabelas anteriores na tabela 6.

Tabela 6– Exemplo de Tabela de Contrastes

EXPERIMENTO	A	B	AB	RESPOSTA
1	-1	-1	+1	0,10
2	+1	-1	-1	0,22
3	-1	+1	-1	0,12
4	+1	+1	+1	0,26
TOTAL	0,26	0,06	0,02	
EFEITO	0,13	0,03	0,01	

Fonte: ROTONDARO et al, 2014

Para o caso do exemplo, pode-se verificar que a alteração do fator A (máquina) produz maior efeito na quantidade de peças defeituosas em comparação com quando são alterados os operadores das máquinas, portanto seria pertinente investigar uma adequação das máquinas para reduzir a fração de peças defeituosas causadas pelas mesmas. Seria aconselhável criar um plano de ação para realizar a melhoria do desempenho do processo.

A melhoria do desempenho é um problema clássico enfrentado pelos dirigentes da indústria e para isso se recomenda as soluções de *lean manufacturing*, descritas neste trabalho. A mentalidade enxuta sugere planos de ação que promovem identificação e canalização do fluxo da agregação de valor para as famílias de produtos, estabelece ambientes de negócios que estimulam pensamento autossustentável e enxuto e consolida o processo de transformação promovendo o exercício do pensamento enxuto de baixo para cima, uma abordagem *bottom-up* (ROTONDARO et al, 2013)

Com os conceitos de *Lean Manufacturing* em mente, deve ser realizado um plano de ação no modelo *5W2H*. Este é uma ferramenta de gestão que economiza tempo e recursos, ajudando no controle e execução de tarefas dentro das organizações (ENDEAVOR BRASIL, 2017). Neste plano são dispostas 7 colunas que definem as ações que devem ser realizadas conforme o que foi definido nas etapas anteriores do

projeto, nos quesitos “O que será feito?”, “Como será feito?”, “Quem fará”, “Por que fazer?”, “Onde será feito?”, “Quanto irá custar?” e “Quando será feito?”, como mostrado no Quadro 4.

<i>What</i>	<i>Why</i>	<i>How</i>	<i>Where</i>	<i>Who</i>	<i>When</i>	<i>How much</i>

Quadro 4 – 5W2H

Fonte: ENDEAVOR BRASIL, 2017

2.2.2.5 Fase 5: *Control*

A fase *Control* possui ênfase em manter o controle dos ganhos adquiridos. A equipe deve responder à pergunta “Como podemos garantir a performance?”. Nesta fase o time deve garantir que o sucesso da implementação deve continuar, transferindo responsabilidades para o gerente do processo. Devem ser criadas ferramentas para que o gerente do processo possa monitora-lo e planos de ação para as possíveis irregularidades que podem ocorrer. Para garantir o monitoramento do processo, muitas vezes são utilizados gráficos de controle nesta fase, assim pode-se verificar o resultado das modificações realizadas (MCARTY et al., 2004).

Knowles (2013) explica que a modificação no processo deve ser testada com a equipe operacional do processo para verificar a aceitação da solução além de realizar treinamentos e verificar oportunidades para padronizar as medidas tomadas. Destaca-se também a importância de criar um documento contendo as lições aprendidas pela equipe.

3 METODOLOGIA

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Pesquisa é a busca ou procura de resposta para alguma coisa, quando se tratando de ciência, é a busca pela solução de um problema (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Pode esta ser considerada qualitativa, visto que tem como ambiente natural a fonte direta dos dados supondo o direto e prolongado contato do pesquisador com o ambiente e com a situação investigada (OLIVEIRA, 2011). Entretanto, é considerada principalmente como quantitativa, pois possui emprego da quantificação na coleta das informações e no tratamento por meio de técnicas estatísticas (MATTAR, 2001 apud OLIVEIRA, 2011) em todas as fases da pesquisa.

Este trabalho é caracterizado do ponto de vista de sua natureza como pesquisa aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para aplicação dirigidos à solução de problemas específicos” (PRODANOV; FREITAS, 2013, p.51).

Sua classificação quanto aos objetivos é definida dentro dos âmbitos de exploratória, visto que busca a formulação de hipóteses para descobrir um novo enfoque para o assunto estudado na sua fase preliminar. Visa analisar, classificar e interpretar os fenômenos para identificar seus fatores determinantes, utilizando da manipulação e do controle de variáveis para verificar qual a variável independente influi no resultado e posteriormente estudá-lo com maior profundidade (PRODANOV; FREITAS, 2013), para que posteriormente se possa implementar melhorias no processo estudado.

Do ponto de vista dos procedimentos, pode ser caracterizada como estudo de caso, pois busca o estudo de poucos objetos para atingir conhecimento amplo sobre o mesmo. Assim pode-se explorar limites que não estão claramente definidos e determinar variáveis causais dos fenômenos (GIL, 2008).

3.2 A METODOLOGIA PDCA-DMAIC

Este trabalho foi construído utilizando o ciclo PDCA, realizando uma comparação com a metodologia DMAIC da filosofia Seis Sigma. Para isso foi realizado o acompanhamento na empresa em estudo e reuniões com a equipe do setor de operações. Esta equipe é composta por colaboradores de níveis diferentes da empresa, visando extrair informações diversificadas sobre o problema e atuar nele de maneira a descobrir as principais causas que influem na ocorrência do problema, para que se possa estudar uma solução e aplicá-la.

As ferramentas utilizadas dentro deste trabalho são as ferramentas da qualidade, para identificação das causas e efeitos, medição e análise dos dados, conforme sua necessidade de utilização, obtidos durante a pesquisa.

3.3 POPULAÇÃO

A organização estudada é uma grande varejista de roupas no mercado brasileiro com mais de 300 lojas por todo o Brasil e mais de 40 mil funcionários diretos. Mais especificamente, as atividades da pesquisa aconteceram em conjunto com o departamento de operações, auxiliando na manutenção e melhoria de resultados das lojas, dando suporte às operações e realizando a coleta de dados na sede da empresa, em São Paulo – SP.

3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada com o uso do sistema de informação da empresa e sua análise contou com o auxílio de planilha eletrônica para modelagem dos

dados, estudo, construção de gráficos e desenho de fluxogramas que descrevem o processo estudado, além de conversas com diretores, consultores e especialistas em processos dentro da organização.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para obter a melhoria do patamar resultados, segundo Campos (2009), deve-se utilizar o ciclo PDCA. Visando observar as oportunidades de melhorias e a atuação dos gerentes das lojas na melhoria dos processos, foi separada uma utilização do PDCA pela observação da rotina de controle e captura de resultados da organização.

4.1 PLAN

No planejamento, buscou-se a construção de quatro entregas para definir, analisar e atuar nas oportunidades de melhorias. Esta etapa se divide na identificação do problema, nas análises de fenômeno e de processo e na construção de um plano de ação.

4.1.1 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Na fase de identificação do problema, o objetivo é definir o alvo do problema, partindo dos indicadores do negócio. Para este caso, partiu-se da Receita Operacional Líquida, que foi desdobrada até que se chegue aos descontos, como exemplificado na Figura 15. Assim, pode-se ter uma visão abrangente de qual alavanca dos indicadores do negócio será melhorada.

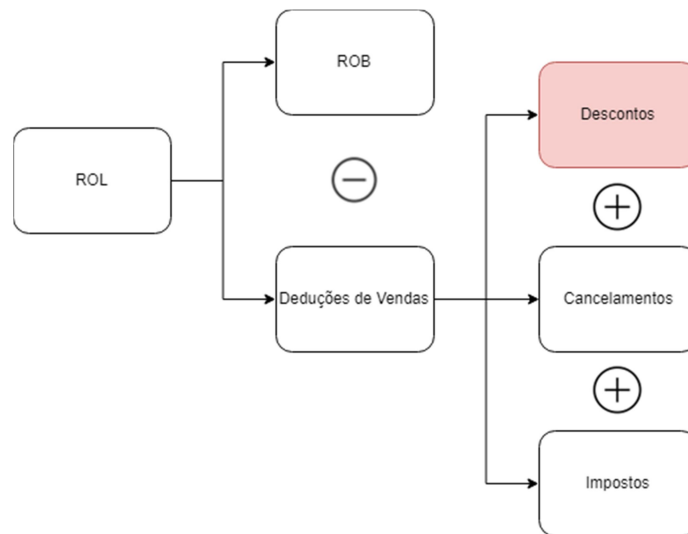


Figura 15 – Alavancas do Negócio
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

Para avaliar melhor o resultado dos descontos e para criar um parâmetro de comparação organizacional do indicador, foi construído um indicador chamado de Índice Descontos:

$$\text{Índice descontos} = \frac{(\$)\text{Descontos}}{(\$)\text{Venda Financeira}} \quad (5)$$

Com o indicador parametrizado pela venda financeira, foi possível calcular o patamar atual deste indicador, tendo toda a organização como alvo, e em seguida buscar um valor de *benchmark* interno na organização, através da avaliação do resultado do indicador das gerências regionais. Com uso destes valores, foi possível calcular a lacuna de resultado (diferença do patamar atual em relação ao valor de *benchmark*) e na sequência, em conjunto com as gerências regionais, negociar um valor de captura dessa lacuna. Com o fim do exercício deste indicador, chegou-se ao valor da meta do indicador parametrizado de Índice de Descontos para toda a organização de 0,2% para toda a organização como demonstrado na Figura 16,

finalizando a fase de identificação do problema.

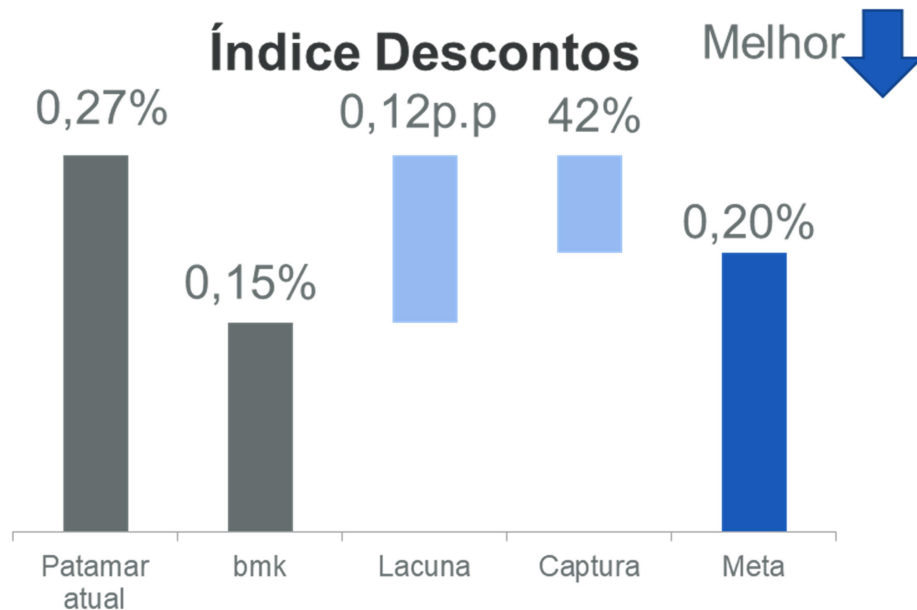


Figura 16 – Cálculo de meta
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

4.1.2 ANÁLISE DO FENÔMENO

Na fase de análise do fenômeno, buscou-se o exemplo de utilização do método PDCA dentro da loja. Nesta fase, buscou-se estratificar o problema utilizando um gráfico de Pareto visando priorizar os esforços de atuação de maneira que a meta possa ser alcançada. Na primeira estratificação, por tipo de desconto, foi averiguado uma perda de aproximadamente 78% do valor total dos descontos no desconto do tipo 3, com uma representação de aproximadamente 63 mil reais por mês.

O desconto do tipo 3 representa o desconto dado ao cliente quando existe diferença de preço entre o valor da etiqueta do produto em relação ao valor no sistema do caixa. Quando o valor da etiqueta é menor do que o registrado em caixa, o desconto é dado e seu valor é contabilizado como desconto tipo 3.

Visando estratificar novamente o problema, o desconto do tipo 3 foi estratificado por grupo de mercadoria, buscando refinar o alvo dos esforços de melhoria. Desta

maneira, verificou-se que os grupos de mercadoria Feminino e Calçados, representando 81% do total dos descontos, seria o alvo da atuação, representado na Figura 17.

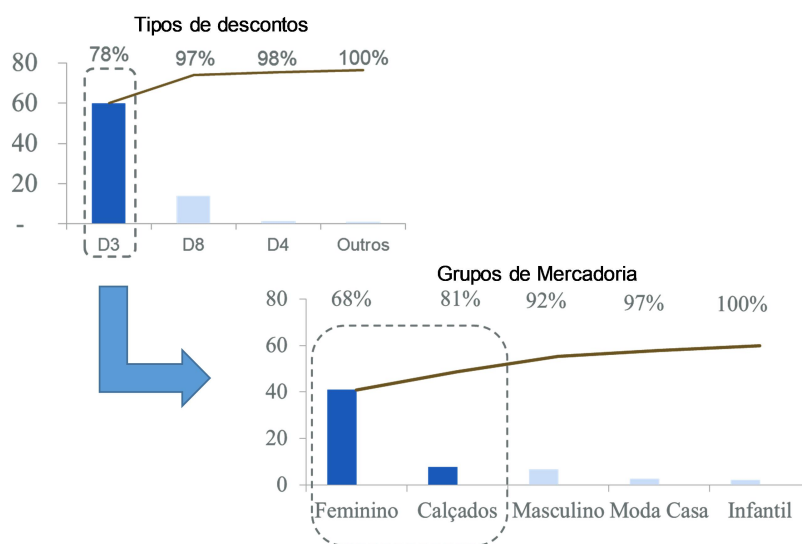


Figura 17 - Estratificação do Problema
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

Visando entender melhor a estrutura formadora do problema, o processo de remarcação de preço foi estudado. Este processo é dividido em 4 etapas como exemplificado pela Figura 18.

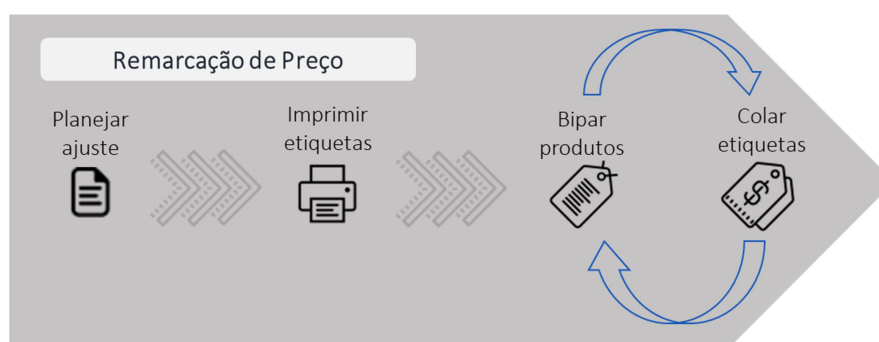


Figura 18 - Descrição do Processo Alvo
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

Na primeira etapa, o supervisor de vendas planeja o pessoal com alguns dias de antecedência ao ajuste para alocar a quantidade necessária de pessoas que devem auxiliar naquele volume de ajustes de preços. Na segunda etapa, imprime e distribui entre os colaboradores da loja as etiquetas e os equipamentos coletores de preço para que possa ser realizada a remarcação. Na terceira e quarta etapa os assistentes bipam as mercadorias com os coletores para checar o preço e finalmente colam a nova etiqueta caso seja necessário, realizando a remarcação. Qualquer falha neste processo pode gerar uma compra de mercadoria com valor indevido, portanto este foi alvo dos estudos e apontado como origem das diferenças de preço entre a etiqueta e o valor no caixa.

Finalmente, a fim de atribuir uma meta específica para esta loja, foi analisada a série histórica do resultado da perda financeira por estes descontos para os grupos de mercadoria alvo, como demonstrado na Figura 19. Com esta série histórica, observou-se que no período de Fevereiro de 2018 seu resultado foi de uma perda de 13 mil reais dentro destes grupos. Este valor foi usado então como *benchmark* e foi atribuída uma meta com captura de 100%, resultando na meta de melhorar a quantidade de perda por descontos para 13 mil reais por mês até o fim de 2018.

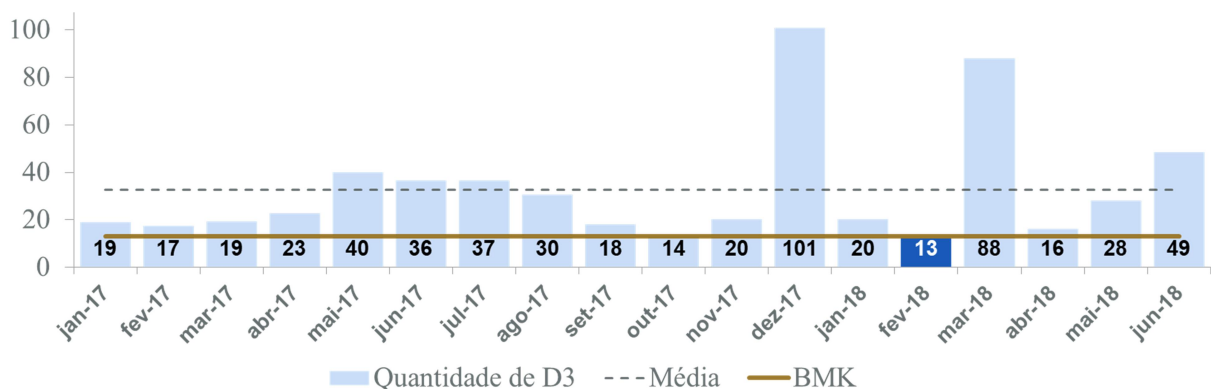


Figura 19 - Série Histórica do Indicador do Processo
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

4.1.3 ANÁLISE DE PROCESSO

Na fase de análise de processo, buscou-se identificar a causa raiz do problema específico da perda por descontos nos grupos de mercadoria foco dos esforços. Assim, foi utilizado um diagrama de causa e efeito para realizar a identificação das causas primárias que formam o problema, como demonstrado na Figura 20.

Visando refinar as causas identificadas, os porquês sequenciais foram utilizados para que se pudesse chegar à causa raiz do problema, assim resultando nas causas que devem receber atuação e serem bloqueadas para que se possa evitar o problema alvo e conseqüentemente bater a meta.

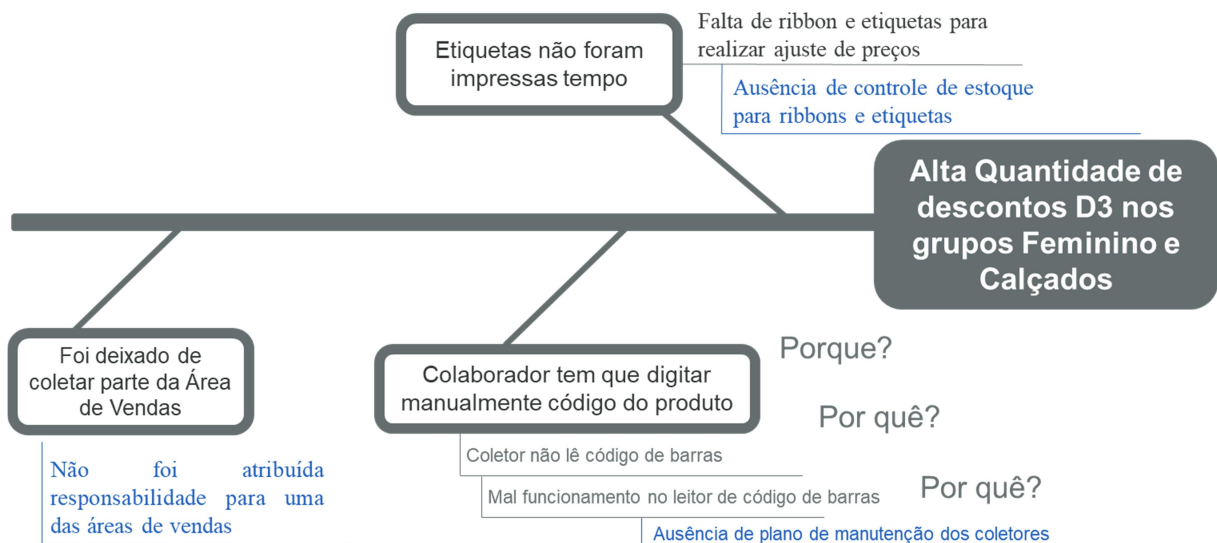


Figura 20 - Diagrama de Ishikawa para Problema Específico
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

4.1.4 PLANO DE AÇÃO

Visando detalhar a atuação nas causas raiz, um plano de ação foi montado para que se pudesse atribuir responsáveis às ações, como demonstrado no Quadro 5, e realizar o acompanhamento da execução destas ações na fase de checagem.

Causa Priorizada	O que	Como	Quem	Prazo
Ausência de controle de estoque para ribbons e etiquetas.	Criar conferência periódica de estoques de ribbons e etiquetas.	a) Criando uma verificação periódica pela líder de vendas. b) Instruindo líder de vendas da nova rotina.	Taiane Silva	31/10/2018
Ausência de plano de manutenção dos coletores.	Criar plano de manutenção dos coletores.	a) Abrindo chamado para coletores com mal funcionamento. b) Criando sistemática de manutenção preventiva semanal para coletores.	Taiane Silva	29/09/2018
Não foi atribuída responsabilidade por área de vendas.	Criar rotina de rotatividade de responsabilidade da troca de etiquetas da área de vendas.	a) Atribuindo responsabilidades dos colaboradores para cada área de vendas. b) Passando instrução para colaboradores na reunião de alinhamento.	Taiane Silva	20/09/2018

Quadro 5 - Plano de ação para causas raiz
Fonte: Autor do trabalho, 2018

4.2 DO

A fase de execução se restringe apenas à execução das ações propostas no plano de ação da fase de planejamento, portanto esta etapa do PDCA não foi acompanhada a este nível de detalhe durante o estudo. Apenas a checagem da realização das ações no sistema de informação da empresa e as contramedidas apresentadas semanalmente no caso de desvio da meta, foram estudadas nas fases posteriores.

4.3 CHECK e ACT

Para a fase de checagem, foi criada uma sistemática de controle e captura de resultados que contemplava 4 níveis organizacionais, dados como N2, N3, N4 e N5, como demonstrado na Figura 21.

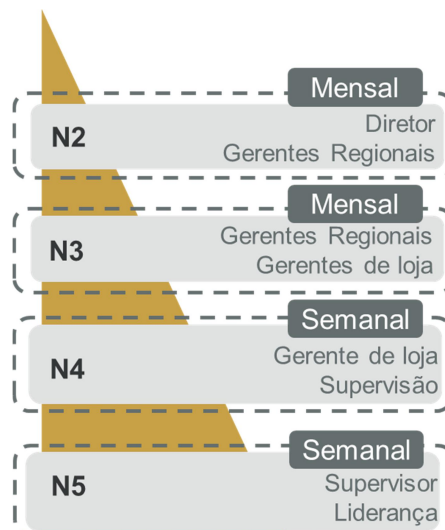


Figura 21 - Sistemática de Controle e Captura de Resultados
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

No nível N5, semanalmente os Líderes das áreas das lojas se reúnem com seus supervisores para reportar anomalias e discutir possíveis causas raiz destas anomalias reportadas. Os supervisores aplicam ações imediatas de remoção de sintoma para as anomalias, buscando cessar seu acontecimento imediato. Apesar da remoção de sintoma, soluções mais duradouras devem se perseguidas pelos gerentes.

No nível N4, o gerente da loja se reúne semanalmente com seus supervisores para avaliar e estudar as possíveis causas propostas identificadas pelos supervisores e líderes (nível operacional), e então construir análises destas anomalias. A principal

função desta reunião é descobrir as causas raiz do problema para que o gerente possa, executando suas análises, cessar seu acontecimento de maneira duradoura criando planos de ação.

Para as reuniões de nível N3, os gerentes de loja se reúnem com seu gerente regional para reportar seus resultados em relação à meta, por exemplo a de 0,2% de índice descontos. Para esta reunião caso o gerente da loja tenha um desvio da meta, um relatório deve ser apresentado para o gerente regional, de maneira a demonstrar as ações que foram planejadas no passado, o status do indicador com desvio e das ações que foram propostas bem como os problemas enfrentados na execução, e novas ações que serão realizadas para que se possa alcançar a meta em uma próxima rodada de captura de resultados. Este relatório é conhecido como relatório de três gerações.

Nas reuniões N2, que acontecem mensalmente, os gerentes regionais reportam os resultados das suas regionais para o diretor de operações da organização, no qual o diretor de operações passa diretrizes estratégicas. Assim como na reunião N3, os gerentes regionais devem apresentar o relatório de três gerações para o diretor de operações quando existe desvio em relação à meta.

As ações que trazem bons resultados entram no sistema de padronização da organização e geram modificações nos procedimentos operacionais padrão. Caso o processo atinja o patamar desejado de resultado, entra-se então no modelo PDCA para manutenção de resultados (ou SDCA), que não é contemplado no escopo deste trabalho.

4.5 COMPARAÇÃO DAS METODOLOGIAS PDCA E DMAIC

A fase de planejamento do PDCA, da maneira tratada neste trabalho, se assemelha bastante às três primeiras etapas do modelo DMAIC. A etapa de planejamento compreende na identificação do negócio, análises e termina com a construção de um plano de ação. Nas etapas DMA do modelo utilizado no Seis Sigma, deve ser realizada a descrição do processo a medição do patamar atual de resultado e

também a construção de um plano de ação.

Na fase de controle e captura de resultados, que no PDCA compreende simultaneamente as fases DCA, o objetivo principal é acompanhar o andamento das ações, corrigir desvios e padronizar boas práticas. Estas etapas não tem o mesmo foco dentro do modelo DMAIC, visto que as fases I e C compreendem a utilização de ferramentas específicas para a execução das ações e o controle dos resultados, como é demonstrado de maneira resumida na Figura 22.

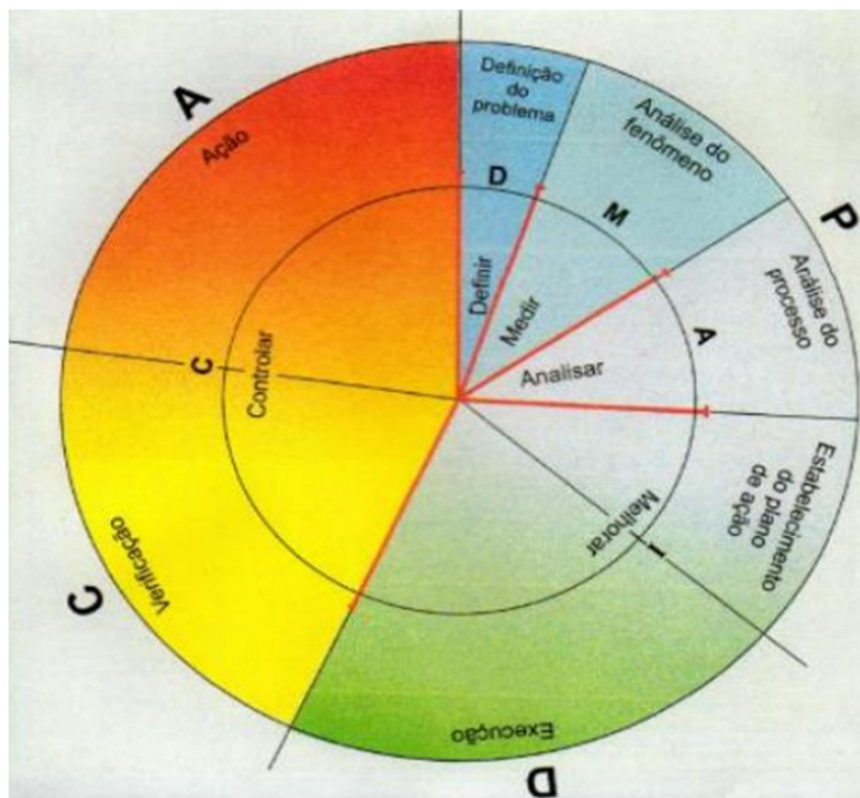


Figura 22- Comparação PDCA-DMAIC
Fonte: Aguiar, 2006

Para o entendimento deste trabalho, o DMAIC possui um carácter de projeto no sentido de não ser utilizado em ciclos, mas ter início e fim definidos na construção de conhecimento para melhorias, baseando-se em um planejamento detalhado para o alcance da meta de melhoria. O PDCA é tratado em ciclos e suas etapas muitas vezes

acontecem simultaneamente nos diversos níveis da organização, criando uma rotina de acompanhamento das melhorias para o alcance das metas dentro das organizações.

Essencialmente, ambas as metodologias buscam a utilização das ferramentas da qualidade e criam a necessidade de estudos estatísticos para a solução de problemas, entretanto a cultura trazida pelo seis sigma visa o enfoque do estudo e reestruturação/incremento do processo a cada vez que é utilizado o DMAIC. Ambas destacam também, que as organizações devem ser estudadas em termos de processos, com indicadores bem definidos, pois estes são os itens que traduzem as necessidades dos *stakeholders* da organização nas dimensões de resultado previsto pela literatura de controle de qualidade total.

Ambos os modelos devem ser utilizados na melhoria dos resultados, mas a principal diferença para sua utilização vem da necessidade de maturidade de gestão para a aplicação. Para empresas sem um bom gerenciamento da rotina, deve-se primeiro programar uma cultura de melhoria pela da implantação do PDCA, trazendo a rotina de controle e captura de resultados. O Quadro 6 foi construído para consolidar as diferenças entre as duas metodologias.

A cultura de melhoria deve ser implantada aos poucos e com uma forte estrutura de capacitação do pessoal. Segundo Vicente (2004), a implantação de uma cultura organizacional voltada para o resultado leva 5 anos para ser assimilada, com o fim da implementação do gerenciamento da rotina ao fim do terceiro ano. Com o conhecimento adquirido neste trabalho, entende-se que a abordagem por PDCA é um ótimo método gerencial para a construção desta rotina e implantação da cultura de resultados. Ao início do quarto ano de uma implementação da qualidade total, com o entendimento das dimensões da qualidade e cultura de resultados, sugere-se então mudar o foco da abordagem para a utilização das ferramentas do seis sigma com a utilização do DMAIC, visto que estas necessitam de pessoal extremamente capacitado em conjunto com uma forte maturidade de gestão.

DMAIC	PDCA
<ul style="list-style-type: none"> • Foco na utilização de ferramentas específicas para execução e criação de ações, unindo-as a fase de implementação (<i>improve</i>), sem focar no gerenciamento dos resultados ou rotinas de reuniões. • Possui um carácter de utilização por projetos, com início e fim definidos. • Utilização de ferramentas avançadas de análise, exigindo pessoal extremamente capacitado, para incrementar/reestruturar o processo. • Foca em uma análise bem estruturada, para elevar os resultados dos processos a um patamar avançado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Após a geração das ações que bloqueiam as causas de impedimento dos resultados, cria sistemáticas de controle de resultados para o gerenciamento dos processos. • Utilizado em ciclos, com várias iterações para o alcance dos resultados. • Não exige ferramentas de análise avançadas, demandando apenas o uso das ferramentas da qualidade para a solução dos problemas identificados. • Busca criar uma rotina de tratamentos de desvios de meta, para criar maturidade em gestão.

Quadro 6 – Consolidado de diferenças PDCA-DMAIC
Fonte: Autor do Trabalho, 2018

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essencialmente, ambos os métodos PDCA e DMAIC representam a melhoria de processos. No PDCA, desde seu surgimento com o ciclo de Shewhart, existe o foco na utilização de ferramentas estatísticas para a gestão e melhoria de processos. Apesar de as etapas representarem um modelo simples de gestão a ser seguido, sua aplicação pode ser complexa. Muitas vezes resultados não são atingidos com apenas um ciclo de melhoria.

Um dos principais motivos é a falta de rigor estatístico nas análises. Diversas etapas acabam sendo passadas rapidamente na ânsia de se obter resultado, então a fase de análise do planejamento, principalmente a análise de processo que objetiva descobrir a causa raiz do problema, não recebe os inputs necessários para gerar ações efetivas.

A utilização da metodologia DMAIC poderia beneficiar esta fase, visto que a filosofia Seis Sigma enfatiza a necessidade do rigor estatístico na análise para que se possa alcançar o resultado. Entretanto, a capacitação na formação de *belts* exige maturidade de gestão e um investimento alto em capacitação.

Portanto, quando observado o PDCA, suas etapas são paralelas às etapas DMAIC. A simplicidade de visualização do modelo de melhoria proposto por Shewhart, apesar de não ser tão simples na prática, deixa de evidenciar o foco analítico necessário para se obter resultados. A filosofia Seis Sigma tem ainda muito a contribuir para a qualidade dos processos para esta empresa varejista brasileira, mas apenas se houver um convencimento pela organização da necessidade de se construir a cultura de perseguir exaustivamente a melhoria e o investimento em capacitação para realização de boas análises.

Este trabalho atinge então seus objetivos, pois se pôde observar as principais características do ciclo PDCA, com suas ferramentas aplicadas ao setor do varejo, quando observadas em paralelo à metodologia DMAIC, criado dentro do seis sigma.

Para trabalhos futuros, sugere-se o caminho contrário com o desenvolvimento de um projeto de Seis Sigma utilizando o DMAIC, e identificando o encaixe das

ferramentas utilizadas. Assim, seria possível construir uma comparação de forças e fraquezas de cada tipo de abordagem e entender ainda melhor a diferença entre estas duas metodologias e quando deve ser utilizada cada uma delas. Seria possível também entender o nível de maturidade em gestão que é exigido em uma organização com uma cultura de melhoria baseada na filosofia seis sigma e descrever se ambos os ciclos coexistem, ou se outras metodologias são necessárias para a sobrevivência da organização no setor.

REFERÊNCIAS

AIZED, T. **Total Quality Management and Six Sigma**. Disponível em: <<https://www.intechopen.com/books/total-quality-management-and-six-sigma>> Acesso em: 28 out. 2017

AMERICAN SOCIETY OF QUALITY (ASQ). **Save Your Company a Fortune: ASQ Six Sigma Business Solutions**. 2009. Disponível em: <<http://asq.org/public/six-sigma-training/asqsigma.pdf>> Acesso em: 24 nov. 2017

ASSOCIATION OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT PROFESSIONALS (ABPMP). **Guia para o Gerenciamento de Processos de Negócio: Corpo Comum de Conhecimento**. 1 ed. 2013. Disponível em: <http://c.ymcdn.com/sites/www.abpmp.org/resource/resmgr/Docs/ABPMP_CBOK_Guide__Portuguese.pdf> Acesso em: 21 Nov. 2017.

CAMPOS, V.F. **TQC: Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 3. ed. Nova Lima: Falconi, 2004

CARPINETTI, L. C. **Gestão da Qualidade: conceitos e técnicas**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da Qualidade: teorias e casos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI), **Sondagem Industrial**. Set. 2017, Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/estatisticas/sondagem-industrial/>>. Acesso em: 14 nov. 2017

DATALYZER, **Vitaminas Dr CEP**. Ago. 2017, Disponível em: <<http://www.datalyzer.com.br/site/suporte/administrador/info/arquivos/info78/78.html>> Acesso em: 10 out. 2017

ENDEAVOR BRASIL. **5W2H: é a hora de tirar as dúvidas e colocar a produtividade no seu dia a dia**. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/5w2h/>>. Acesso em: 14 nov. 2017.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE. **Fórum de boas práticas: internacional**. Nov. 2016. Disponível em: <<http://www.fnq.org.br/informe-se/publicacoes/e-books>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

GENERAL ELECTRIC. **What is six sigma? The roadmap to customer impact**. [2015]. Disponível em: <<https://www.ge.com/sixsigma/SixSigma.pdf>> Acesso em: 21 Out. 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBM, **Driving operational innovation using Lean Six Sigma**. 2007. Disponível em: <<https://www-935.ibm.com/services/us/gbs/bus/pdf/g510-6331-01-leansixsigma.pdf>>. Acesso em: 1 nov. 2017.

JURAN, J. M. **Juran planejando para a qualidade**. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1992

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H. **Metodologia da pesquisa: um guia prático**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KESSLER, R. M. **A implantação do Seis Sigma em organizações: Motivações de escolha e resultados obtidos**. 111 f. Dissertação (Graduação) – Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5906/000433324.pdf>> Acesso em: 28 out. 2017.

KNOWLES, G. **Six Sigma**. Bookboon, 2011. Disponível em: <<http://zums.ac.ir/files/research/site/ebooks/management-organisation/six-sigma.pdf>> Acesso em: 14 nov. 2017.

LOBO, R. N. **Gestão da Qualidade**. 1. Ed. São Paulo: Ética. 2013

MCARTY, T.; BREMMER, M.; DANIELS, L.; GUPTA, P. **The six sigma Black Belt handbook**. 1. ed. Nova York: McGraw-Hill Education. 2004.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade**. 4. Ed. Rio de Janeiro: GEN-LTC. 2013.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia Científica: um manual para realização de pesquisa em administração.** 2011 Disponível em: <
https://adm.catalao.ufg.br/up/567/o/Manual_de_metodologia_cientifica_-_Prof_Maxwell.pdf> Acesso em: 1 nov. 2017.

OSMÁRIO, D. F. **As sete ferramentas do planejamento da qualidade.** 5. ed. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni. 1996.

PADOVANI, C. R. **Delinamento de Experimentos.** São Paulo: Cultura Acadêmica. 2014. Disponível em: <
http://www.culturaacademica.com.br/_img/arquivos/Delineamento%20experimentos%20p%20Liv%20Virtual.pdf> Acesso em: 27 out. 2017.

PORTAL ACTION. **Cálculo e interpretação do Valor-P.** 2017. Disponível em: <
<http://www.portalaction.com.br/inferencia/512-calculo-e-interpretacao-do-p-valor>>
Acesso em: 4 nov. 2017.

ROTONDARO, R. G (Coord.); RAMOS, A. W; RIBEIRO, C. O; MIYAKE, D. I; NAKANO, D; LAURINDO, F. J. B; HO, L. L; CARVALHO, M. M; BRAZ, M. A; BALESTRASSI, P. P. **Seis Sigma: estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços.** São Paulo: Atlas. 2013.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção: Teoria e Prática.** São Paulo: Atlas. 2009.

ABRAVEST. **Varejo de vestuário deve crescer 6,1% em volume em 2018.** 2018, Abril. Disponível em: <<http://abravest.org.br/site/varejo-de-vestuario-deve-crescer-61-em-volume-em-2018/>>

FALCONI. **Os 6 mandamentos da produtividade no varejo.** 2018, Agosto. Disponível em: <https://www.falconi.com/flcn_articles/os-6-mandamentos-da-productividade-no-varejo/>

CAMPOS, V. F. **Gerenciamento da Rotina do Dia a Dia.** 9 Ed, Nova Lima: Editora Falconi. 2013.

CAMPOS, V. F. **O Verdadeiro Poder**. 2 Ed, Nova Lima: Editora Falconi. 2009.

SEBRAE. **Comércio: Varejo de moda**. 2016, Setembro. Disponível em:
<[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/011e25fbc3eb382604afbcc7c96629cb/\\$File/7485.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/011e25fbc3eb382604afbcc7c96629cb/$File/7485.pdf)>

AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG, 2006.