

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS
DEPARTAMENTO DE CONTABILIDADE**

ROMULO ZAIKA PRESTES

**A IMPORTÂNCIA DAS FERRAMENTAS SEIS SIGMA PARA A
VANTAGEM COMPETITIVA NA ORGANIZAÇÃO**

CURITIBA

2015

ROMULO ZAIKA PRESTES

**A IMPORTÂNCIA DAS FERRAMENTAS SEIS SIGMA PARA A
VANTAGEM COMPETITIVA NA ORGANIZAÇÃO**

Trabalho apresentado ao Programa do Curso de Pós-Graduação em Controladoria do Departamento de Contabilidade da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para sua conclusão.

Orientador: Prof. Dra. Mayla Cristina Costa

**CURITIBA
2015**

Dedico este trabalho a minha noiva, por todo o apoio, paciência e dedicação, que de muitas formas me incentivou e ajudou para que a concretização deste trabalho fosse possível.

“Não encontre defeitos, encontre soluções. Qualquer um sabe reclamar.”
(Henry Ford)

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo expor a metodologia Seis Sigma, suas ferramentas, demonstrando a importância do uso para a competitividade no mercado. A partir da revolução tecnológica e através da globalização da economia houve uma ampliação de competitividade nos negócios, e a mesma promoveu a busca acelerada por métodos, ferramentas que acarretem na excelência de produtos ofertados. Neste contexto o Seis Sigma ganhou notoriedade, pois vem sendo utilizado de forma estratégica por aqueles que buscam otimizar seus processos. Esta estratégia possibilita entregar resultados mais rápidos e melhores aos clientes, com menos desperdício, aumentando os lucros da empresa. Mas para que isto ocorra, é fundamental a participação de todos da empresa e uma equipe bem treinada que saiba identificar e aplicar as ferramentas do Seis Sigma. Posto isto, a pesquisa identificou na literatura alguns elementos que propõem a composição do Seis Sigma. A principal estrutura é um método chamado DMAIC, termo este decorrido das palavras Define, Measure, Analyze, Improve e Control, que identificam cada uma de suas fases. Além disso, são abordadas ferramentas da qualidade que promovem um melhor aproveitamento do DMAIC, Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers (SIPOC); diagrama de Ishikawa; Gráfico de Pareto; Histograma; 5w2h; Brainstorming; Diagrama de Dispersão e Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). Como justificativa do estudo, considera-se que apesar do espaço que o Seis Sigma vem ganhado nas empresas, por sua eficácia na solução de problemas, considera-se que na comunidade acadêmica, por sua vez, tem ficado sem a devida atenção a análise sobre a compreensão do tema, já que possui baixa quantidade de publicações científicas sobre esse assunto.

Palavras- Chave: Seis Sigma, DMAIC, ferramentas Seis Sigma, competitividade no mercado, evolução da qualidade.

ABSTRACT

The following project had the objective of exposing the Six Sigma methodology and its tools, demonstrating the importance of its use for a market competitiveness. From the technological revolution and through the globalization of the economy there was a broader competitiveness in business, and it promoted the accelerated search for methods and tools that result in excellence of the products offered. On this context, Six Sigma has gained notoriety since it has been used in a strategic way for those who seek to optimize their processes. Since this strategy makes it possible for faster and better results to clients, minimizing waste, raising profits. But, for this to happen the participation of all and a well trained team who that knows how to identify and apply Six Sigma tools is fundamental. For this the research has identified on literature some elements that propose the Six Sigma composition. The main structure is a method known as DMAIC, term that relates to Define, Measure, Analyze, Improve and Control, with the purpose of identifying each one in its phases. Besides, quality tools that promote a better use of DMAIC are addressed in the dissertation, Suppliers, Inputs, Process, Outputs and Customers (Sipoc); Ishikawa Diagram; Pareto Graph; histogram; 5w2h; brainstorming; scattergram and failure mode and effect analysis (fmea). Despite the space that Six Sigma has gained in the companies, for its effectiveness in troubleshooting the academic community, in turn, it has become limited over the understanding of the topic, since it has a low amount of scientific publications on this subject.

Key terms: Six Sigma, DMAIC, Six Sigma tools, market competitiveness, quality evolution.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	8
1.1 PROBLEMA	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 OBJETIVO GERAL	9
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	9
1.3 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA	10
2 METODOLOGIA	11
3 REFERENCIAL TEORICO	13
3.1 Um Breve Histórico Sobre a Evolução da Qualidade	13
3.2 Surgimento e Aplicação do Seis Sigma	17
3.3 Fases do DMAIC	24
3.4 Ferramentas Utilizadas nas Fases do DMAIC	28
3.4.1 SIPOC - Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers	28
3.4.2 Diagrama de Ishikawa	29
3.4.3 Gráfico de Pareto	30
3.4.4 Histograma	31
3.4.5 5w2h	31
3.4.6 Brainstorming	32
3.4.7 Diagrama de Dispersão	33
3.4.8 FMEA - Failure Mode and Effect Analysis	33
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	34
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	42
5.1 Limitações da Pesquisa e Recomendações para Trabalhos Futuros	43
REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

Tendo em vista o cenário competitivo do mercado, é essencial que as empresas estejam preparadas para concorrer e principalmente se sobressair diante das demais. Hoje oferecer produtos de qualidade é um pré-requisito para que as empresas sobrevivam e alcancem destaque no segmento em que estão inseridas.

Um dos instrumentos utilizados para obter vantagem competitiva que tem ganhado renome pela eficácia é o Seis Sigma, com ele a empresa pode incrementar o desempenho organizacional. A partir dos resultados conquistados, ao longo da última década, o Seis Sigma consolidou-se como uma abordagem abrangente que está alinhada à implementação de estratégias que promovem o aumento de potencial organizacional e impulsiona as ações estratégicas e gerenciais. (MARTINS; SANTOS, 2008).

De acordo com Martins e Santos (2008), a medição de desempenho é um tópico inserido nas diversas iniciativas de melhoria. O Seis Sigma vem contribuindo para que isto aconteça, pois é uma abordagem baseada em dados e fatos, tornando-a um pré-requisito para a melhoria contínua dos processos.

Diante disso, o Seis Sigma é um método de melhoramento contínuo que visa à redução das variabilidades. Teve origem num programa de melhoria da qualidade da Motorola em 1987 e tinha por finalidade aproximar-se de zero defeito. Tendo em visto o sucesso alcançado, foi adotado por outras corporações. (CORRÊA, 2008).

Frente a estas colocações, o estudo das ferramentas Seis Sigma e a aplicação da melhoria dos processos para as organizações admitem um caráter competitivo e desempenho estratégico. Portanto, o Seis Sigma mostra-se muito útil para ser inserido nas empresas, justificando a importância do conhecimento deste método e o desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso. Neste sentido, tem-se o seguinte problema de pesquisa e objetivos.

1.1 PROBLEMA

Quais são as ferramentas utilizadas pela filosofia Seis Sigma e sua utilização nas empresas?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Apresentar o modelo Seis Sigma, o qual resulta da incorporação de teorias que contribuem para aumentar o desempenho organizacional através das ferramentas utilizadas e suas etapas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Esclarecer a metodologia Seis Sigma e suas características;
- b) Explicar métodos utilizados;
- c) Identificar ferramentas utilizadas;
- d) Relacionar a aplicação da metodologia.

1.3 JUSTIFICATIVA TEÓRICA E PRÁTICA

Considerando a necessidade atual do mercado frente a melhorias de desempenho é fundamental utilizar métodos estratégicos no trabalho. Para isto, adquirir a certificação *yellow belt* é a base para o conhecimento do Seis Sigma. Porém é essencial dar continuidade neste aprendizado e aprofundar-se na metodologia proposta. A partir das ferramentas sugeridas pelo Seis Sigma considera-se que é possível executar um trabalho com mais eficácia, otimizando as operações em que está inserido.

O tema escolhido para o trabalho deve ser considerado relevante, visto que possui conceitos úteis ao ambiente estratégico e corporativo como um todo. Além disso, pode-se utilizar como base para trabalhos acadêmicos futuros, no sentido de que o desenvolvimento de um trabalho que descreva a importância do Seis Sigma e as ferramentas utilizadas, permite uma melhor compreensão da aplicação deste conceito.

2 METODOLOGIA

A fim de que os objetivos estabelecidos neste trabalho sejam alcançados, é preciso definir qual a melhor metodologia pertinente ao estudo, para obter o maior número de informações possível. De acordo com Prodanov (2013), a metodologia é a aplicação de procedimentos e técnicas que devem ser observados para a construção do conhecimento científico, com o propósito de confirmar sua validade. Através de fatos reais, de contingências, sistemático, verificável ou demonstrável, falível e aproximadamente exato.

O estudo transcorre conforme os objetivos que foram previamente definidos. A metodologia utilizada tem como orientação a constatação e averiguação que permite uma cobertura de seus fenômenos. É usada uma abordagem basicamente qualitativa, no qual os objetivos serão evidenciados de maneira explicativa.

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos utilizados, pode-se dizer que é um trabalho realizado de forma bibliográfica acerca das ferramentas empregadas no Seis Sigma e as vantagens estratégicas. Um trabalho nestes moldes é constituído com base em material já elaborado, contendo principalmente livros, artigos científicos e atualmente com material disponibilizado na internet. Embora em quase todos os estudos seja exigido algum trabalho desta natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. A principal vantagem deste tipo de pesquisa é permitir ao investigador uma amplitude nos fatos. (GIL, 2002)

De acordo com Bonat (2009), a característica principal da pesquisa teórica é a utilização de documentos e material bibliográfico suficiente para responder o problema de pesquisa. Como não há comprovação empírica, a investigação bibliográfica deve ser rigorosa e aprofundada, com o objetivo de excluir dúvidas existentes sobre determinado tema.

Além disso, o domínio da bibliografia fundamental auxilia na tomada do conhecimento da produção já existente. A partir disso, podemos aceitá-la, rejeitá-la e com ela dialogar criticamente. (DEMO, 1985).

A pesquisa é dada através do levantamento de livros e periódicos relacionados ao tema Seis Sigma, abordando principalmente de forma mais genérica técnicas e métodos presentes no processo de melhoria e focando a

importância estratégica da mesma. Sendo assim, visando o aprofundamento e o levantamento do estado da arte do tema em estudo.

O desenvolvimento deste trabalho é apresentado em tópicos que de alguma forma dão embasamento a metodologia Seis Sigma. A primeira delas envolve a apresentação histórica de como as ferramentas da qualidade foram evoluindo até o desenvolvimento do Seis Sigma.

Na segunda etapa, procurou-se contemplar a história, qual a necessidade da metodologia, seus conceitos sob o enfoque estratégico e importância da utilização. Contém a análise de características organizacionais e identificação de etapas necessárias para sua implantação, manutenção e os colaboradores responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos.

A terceira etapa do estudo, contempla a metodologia do DMAIC, como aspecto primordial para o Seis Sigma. A quarta etapa informa quais as ferramentas de qualidade que poderiam ser úteis para a aplicação do Seis Sigma com mais efetividade. Para finalizar, foi elaborada uma análise crítica do Seis Sigma, as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

3 REFERENCIAL TEORICO

3.1 Um Breve Histórico Sobre a Evolução da Qualidade

Segundo Rodrigues (2006) a preocupação com a qualidade tem prevalecido desde o início do século XX, devido migração das atividades agrícolas para uma sociedade industrial.

Como pioneiro Fredericky Taylor frequentemente é chamado de pai da administração científica, ele sugere que os especialistas e engenheiros formulem padrões normativos técnicos e padrões normativos de trabalho. O método Taylor exigia que os trabalhadores seguissem as especificações determinadas por especialistas. O controle da qualidade era totalmente dependente da inspeção, e nem todos os produtos eram suficientemente inspecionados (ISHIKAWA, 1993).

O controle de qualidade estatístico evoluiu nos anos 30 com a aplicação industrial do gráfico de controle inventado pelo Dr. W.A Shewhart. Após a segunda Guerra Mundial foi possível à aplicação do gráfico de controle em diversas indústrias dos Estados Unidos. Com a utilização do controle de qualidade, os Estados Unidos conseguiram produzir suprimentos militares mais baratos e em grande quantidade (ISHIKAWA, 1993).

Nos anos 50, o controle de qualidade estatístico tornou-se moda nas fábricas japonesas, e o uso de métodos estatísticos, tais como gráficos de controle e inspeção por amostragem, foi amplamente disseminado (ISHIKAWA, 1993). Nesta década, também apareceram às primeiras associações da área de qualidade e seu impacto nos custos. Armand Feigenbaum foi o primeiro a tratar a qualidade de forma sistêmica nas organizações, formulando o sistema de Controle de Qualidade Total (TQC) (CARVALHO, 2005).

No período pós guerra, o Japão desenvolveu um novo modelo produtivo baseado no aprimoramento contínuo dos produtos e dos processos de produção. Neste período, destacam-se dois autores no desenvolvimento e aprimoramento da teoria, respectivamente, Edwards Deming e Joseph Duran, durante o processo de desmilitarização do país e da reconstrução da economia (ECKES, 2003)

Segundo Carvalho (2005), neste período um dos grandes idealizadores do modelo Toyota de produção, que ficaria conhecido como produção enxuta, lutava contra o desperdício, um dos alvos foi à eliminação da inspeção. Além disso, devolveu aos trabalhadores a responsabilidade pela qualidade do que produziam.

Em 1970, os padrões de qualidade do consumidor norte americano começaram a mudar, passaram a utilizar os produtos automotivos japoneses, por serem mais duráveis e confiáveis. Isto aconteceu porque os japoneses tinham uma abordagem e atitude diferente em relação à qualidade. Enquanto que a maioria das indústrias norte-americanas praticava a produção em massa, inspecionando certas características ao final da produção (RODRIGUES, 2006).

Segundo Eckes (2003), a década de 80 foi marcada por rápidas tentativas de mudança no conceito de qualidade nos Estados Unidos. Devido aos resultados verificados pelos japoneses tentaram praticar qualquer abordagem que trouxesse o termo Gestão da Qualidade Total, que foi seguida *pele Just in Time Manufacturing, Kaisem ou Houisin Planning*. Cada uma delas era utilizada para o aprimoramento da maneira como um produto ou peças eram fabricados.

De acordo com Carvalho (2005), em 1987 surgiu o modelo normativo da ISSO 9000, que difundiu-se rapidamente, tornando-se um requisito no ingresso em muitas cadeias produtivas. O resgate da importância dos clientes e a percepção da qualidade como um critério competitivo trouxe alguns teóricos da área estratégica e administração para a área da qualidade. No final de 1980, surge o programa mais recente de Gestão da Qualidade, na Motorola, chamado Seis Sigma, apresentando características semelhantes aos modelos anteriores, com maior ênfase no controle da qualidade e na análise e solução de problemas.

Na década de 90, observou-se no Brasil uma forte corrida às certificações de Sistemas da Qualidade (SQ), normalmente à ISO 9000. Com o advento da metodologia Seis Sigma, criou-se uma nova abordagem, pois esta não se ocupa da qualidade no sentido tradicional (conformidade com as normas e requisitos internos), mas sim na redefinição da qualidade como o valor agregado por um esforço produtivo e busca que a empresa alcance seus objetivos estratégicos. O Seis Sigma possui um escopo maior, sendo uma evolução dos movimentos anteriores da qualidade, porém busca corrigir certas deficiências existentes (FIGUEIREDO, 2006).

Para demonstrar a evolução da qualidade, Rodrigues (2006), elaborou as tabelas abaixo para simplificar tais mudanças (TABELA 1) e (TABELA 2).

TABELA 1- Sistematização da Evolução do Conceito da Qualidade

Fonte: RODRIGUES (2006)

Período	Visão	Foco	Base do desempenho	Técnica Prioritária Base Conceitual	Metodologia	Personalidades
1900/ 1960	Visão setorial e regional na produção	Produtividade	Eficiência	Inspeção	Administração científica	Frederick Taylor Henri Ford
1961/ 1990	Visão organizacional global no negocio	Qualidade (não conformidades)	Eficácia	Controle estatístico e garantia da qualidade	Total quality management (TQM)	Walter Shewhart Edwards Deming Joseph Juran Kaoru Ishikawa Armand Feigenbaun
1991/ -	Visão global ambiental, social e inter-disciplinar	Qualidade seis sigma ou excelência	Efetividade	Gerenciamento estratégico da qualidade	Six sigma	Robert Galvin Bill Smith Jack Welch

TABELA 2- Evolução da qualidade no século XX: Conceitos, Profissionais e Empresas.

Década	Tendências, Momentos importantes ou surgimento de novos conceitos nos processos de melhoria da qualidade	Idealizador ou responsável	Pais ou empresa pioneira	
00 -10 Qualidade com foco na produtividade	Formulação dos conceitos de administração científica e produtividade	Frederick Taylor	Midvale Steel Co.	
20 Qualidade com foco na produtividade	Formulação dos conceitos de controle da qualidade	Frederick Taylor	Midvale Steel Co.	
	Sistematização dos processos de produção	Henri Ford	Ford Motors	
30 Qualidade com foco na produtividade	Formulação dos conceitos de controle estatístico do processo – CEP	Walter Shewhart	Lab, Bell Telephone	
40 Qualidade com foco no controle	Utilização das técnicas de controle nas indústrias bélicas norte-americanas	Vários	EUA	
	Estudos sobre o custo da qualidade	Joseph Juran	Varias	
50 Qualidade com foco no produto final	Formulação dos conceitos de falha	H.A. Watson	Varias	
	Sistematização do programa 5s	Varias	Japao	
	Concepção das teóricas motivacionais	Hierarquia das necessidades	Abraham Maslow	Varias
		Teoria dos dois fatores	Frederick Herzberg	Varias
	Formulação do conceito teoria x e y	Douglas McGregor	Varias	
60 Qualidade com foco no controle	Formulação do conceito zero defeito	Philip Crosby	Varias	
	Sistematização dos círculos de controle da qualidade	Kaoru Ishikawa	Japao	
	Formulação do conceito just-in-time	Taiichi Ohno	Toyota	
70 Qualidade com foco no produto final	Influência do modelo japonês no ocidente	Vários	Varias	
	Utilização de técnicas estatísticas nos processos de qualidade	Joseph Juran e Edwards Deming	Varias	
	Sistematização de sistema de qualidade empresarial	Edwards Deming	Varias	
	Sistematização da trilogia da qualidade: planejamento, custo e controle.	Joseph Juran	Varias	
	Concepção da técnica desdobramento da função qualidade – QFD	Yoji Akao	Mitsubishi	
80 Qualidade com foco nos processos	Concepção da metodologia/ prêmio Malcolm Baldrige	Ronald Reagan	EUA	
	Concepção da primeira versão da ISO 9000	Vários	Europa	
	Sistematização dos conceitos de reengenharia de processos	Michael Hammer	Ford Motors	
	Sistematização dos conceitos benchmarking	Robert Camp	Xerox	
	Concepção da metodologia seis sigma	Robert Galvin	Motorola	

	Utilização e adaptação de conceitos de produção das organizações japonesas no ocidente: just-in-time; manutenção produtiva total; produção celular; times de trabalho	Vários	Varias
90 Qualidade com foco no cliente	Sistematização e integração dos conceitos de estratégias, estrutura, comprometimento, processos produtivos e mercado	Jack welch	GE
	Utilização da análise de valor nos processos de qualidade	Vários	Ford motors
	Utilização de técnicas de análise de experimentos nos processos de qualidade	Vários	Varias
	Concepção da segurança versão da ISSO 9000	Vários	Europa
	Adaptação e utilização dos conceitos de falhas e confiabilidade aos processos empresariais	Vários	Varias
	Utilização da rede/internet para integrar a cadeia de suprimento	Vários	Varias
	Utilização da TI nos processos de qualidade	Vários	Varias

Fonte: RODRIGUES (2006)

O dinamismo na evolução das técnicas com a finalidade de obter eficiência e a satisfação do cliente não cessou. Esta busca pela qualidade atravessou os anos 90 e permanece atualmente, atingindo vários segmentos no mercado regidos principalmente por uma economia globalizada (FRAZ, 2003).

3.2 Surgimento e Aplicação do Seis Sigma

O cenário atual é movido pela competitividade do mercado, ocasionado em grande parte pela globalização em conjunto com a revolução tecnológica que por consequência gera uma busca acelerada por métodos. As empresas estão operando diante de incertezas e constantes mudanças, sendo assim é preciso estar preparado para tomar medidas inovadoras.

Os níveis de qualidade são altíssimos e é fundamental estar transformando-se e aprimorando os processos da organização. Para que seja suprida essa necessidade é fundamental mover esforços de adaptação e implantação, desenvolvendo novos métodos e alternativas para os processos de qualidade. A partir desta necessidade um dos programas de qualidade que ganhou evidência nos últimos anos foi o Seis Sigma.

A meta de um programa de qualidade é melhorar a eficácia e a eficiência da organização. Para isso é preciso distinguir eficácia e eficiência, a primeira significa atingir ou exceder expectativas e necessidades de clientes e a segunda

diz respeito ao tempo, custo ou valor das atividades que levam a satisfação dos clientes (ECKES, 2003).

De acordo com Nunes (2009) quando se pensa em ferramentas de qualidade, pensa-se rapidamente em processos produtivos. Isto se deve ao fato do surgimento desta técnica ter ocorrido em empresas produtoras de bens.

Porém George (2004) considera que o Seis Sigma abrange tanto organizações de serviços quanto meios industriais. Um dos motivos é a enorme oportunidade de redução de custos, visto que os desperdícios são de ordem de 30% a 80% nas empresas que oferecem algum tipo de serviço (assistência à saúde, bancos, governo, varejo). Em virtude dos departamentos de serviço não terem uma história no uso de dados, tem mais dificuldades em aplicar princípios e ferramentas que o Seis Sigma disponibiliza.

Entretanto o Seis sigma é uma ferramenta utilizada para reduzir a variação entre os processos, foi desenvolvida pela Motorola e aplicada no seu sistema produtivo. Porém quando entendemos a proposta da ferramenta, que se aplica a qualquer organização, setor ou processo. A origem do padrão Seis Sigma está num trabalho de benchmarking conduzido pela Motorola na década de 80, quando se procurou um crescimento substancial das vendas e um grande aumento da qualidade dos produtos vendidos (FIGUEIREDO, 2006).

Segundo Perez (1999) por volta de 1988 a Motora criou um curso sobre “Os Seis Passos para o Seis Sigma”, em que dividiu o programa em Metas Principais e Iniciativas Principais:

Metas Principais → Aumentar a participação no mercado global; Buscar o status de melhor do ramo em pessoal, marketing, fabricação, tecnologia, produtos e serviços; Resultado financeiros superiores.

Iniciativas Principais → Qualidade Seis Sigma; Redução do ciclo de controle total; Liderança de produtos e produção; Aumento dos lucros; bem Cooperação entre organizações.

Segundo Berlitz e Haussen (2005) através da estratégia Seis Sigma é possível monitorar o processo, mantendo-o sob estabilidade e controle efetivo, atuando sobre suas causas de variações, com o objetivo de reduzir o número de defeitos nos produtos finais do processo até valores próximos de zero.

Do ponto de vista estratégico, o foco do Seis Sigma é alinhar a organização com as necessidades e requisitos de mercado e obter melhorias

reais de qualidade e rentabilidade. Operacionalmente, o objetivo é colocar o produto ou serviço de acordo com os requisitos críticos do cliente, reduzindo as variações dos processos (ARIENTE et al, 2005)

Portanto, o objetivo da estratégia que o Seis Sigma pode oferecer é a diminuição ou eliminação da incidência de erros, defeitos e falhas em um processo. Através desta metodologia é possível reduzir a variabilidade do processo e a vantagem que pode ser aplicada na maioria dos setores da atividade econômica.

Foi desenvolvido a partir de uma série de filosofias, ferramentas e técnicas coordenadas adequadamente, conforme já mencionado. Para obter rápidos e eficientes benefícios, através da redução do desperdício, aumento da satisfação do cliente e melhoria de processos, com um enfoque em resultados financeiramente mensuráveis. Deste modo o Seis Sigma pode ser considerado uma estratégia gerencial para aprimorar processos, produtos e serviços. O que traz vantagens econômicas, ambientais, de qualidade, confiabilidade, dentre tantas outras, permite à organização obter resultados significativos (FIGUEIREDO, 2006).

Para Arient et al (2005) as empresas implementam o sistema Seis Sigma para buscar resultados baseados em diversos objetivos: a) transformação do negócio (mudança de cultura, mudança estrutural, atitudes focalizadas no cliente); b) melhoria estratégica (acelerar o desenvolvimento de produtos, eficiência da cadeia de suprimento); c) solução de problemas (altos custos, retrabalhos, atrasos). A busca por resultados satisfatórios em um sistema Seis Sigma está estreitamente ligada à seleção de projetos. Projetos de melhoria bem selecionados e definidos são iguais a resultados melhores.

De acordo com Fernandes e Marins (2008) o Seis Sigma tem, como medida de desempenho e meta, uma taxa de 3,4 falhas por milhão de atividades. Sendo que dificilmente é atingida, mas o nome Seis Sigma extrapolou a esfera da Estatística pura e passou a ser empregado para denominar toda uma estratégia de trabalho.

A letra grega sigma (18ª letra do alfabeto grego) é também um símbolo matemático que representa uma medida de variação: a distribuição em torno da meta de qualquer processo ou procedimento. O termo Seis Sigma define uma medição da qualidade: 3.4 defeitos por milhão de eventos ou 99,99966% de perfeição. Um defeito é qualquer coisa que cause a insatisfação do cliente, tal como um produto que não atenda às especificações do cliente, serviço deficiente

ou uma etiqueta com preço muito alto. Se uma organização puder reduzir a média de desvio de seus produtos, uma menor quantidade deles terá defeitos e haverá uma economia de custo. (FIGUEIREDO, 2006, p. 12)

Segundo Franz (2003), o Seis Sigma ainda gera algumas divergências. Pois enquanto alguns se mostram otimistas em relação a este tipo de recurso, como no caso das empresas Dow Chemical e Dupont, outros são mais cautelosos ao considerar o Seis Sigma como uma solução única.

É importante ressaltar que as “Organizações Seis Sigma” não atingiram a qualidade no nível Seis Sigma em todas as áreas. Usar medidas sigma ou alguma outra ferramenta não qualifica uma empresa como sendo uma “Organização Seis Sigma”. Para tornar-se uma organização Seis Sigma é necessário que a companhia assuma o desafio de medir e melhorar todos os processos. Todas as empresas querem resultados do Seis Sigma, mas o tipo de resultado ou mudança pode variar muito (ARIENTE et al, 2005).

Em contrapartida Eckes (2003) destaca que para um programa de qualidade ser bem sucedido, é fundamental que tenha o apoio e o envolvimento das lideranças. Para isto, é necessário que o programa esteja vinculado aos objetivos estratégicos concorrentes da organização. Enquanto os líderes não perceberem o papel da qualidade para obtenção de objetivos estratégicos, vão continuar com métodos ineficazes.

Sendo assim, para que a empresa obtenha resultados através do Seis Sigma um dos aspectos principais é contar com pessoas capacitadas no quadro de funcionários, pois a responsabilidade pela obtenção, manutenção e melhoria da qualidade é de todos os indivíduos da organização. Diante do quadro apresentado, Mergulhão (2003) destaca alguns elementos importantes, na implementação e manutenção do Seis Sigma:

- **Comprometimento da alta administração:** A iniciativa de um programa Seis Sigma deve ter apoio e participação da alta administração, pois só assim promoverá o envolvimento efetivo de toda organização;
- **Cultura organizacional:** Deve estar preparada para fazer mudanças, pois a abordagem do Seis Sigma necessita de uma aceitação para que sua incorporação à organização não possua resistências;
- **Treinamento:** É importante à medida que desenvolvesse o envolvimento e compreensão das pessoas, possibilitando o domínio da técnica.

Apresentando como finalidade a disseminação e o não enfraquecimento da abordagem na organização;

- **Estratégia organizacional:** Os objetivos nos projetos de melhoria Seis Sigma devem estar alinhados estrategicamente aos objetivos da organização, visando à melhoria dos processos e produtos. Desta forma, o Seis Sigma deve ser definido de forma clara e prática;
- **Foco no cliente:** Os clientes devem ser vistos como um dos principais focos para a impulsão dos projetos de melhoria;
- **Projetos de melhoria:** Os projetos de melhoria só podem ser conduzidos de forma adequada se estiverem bem definidos, se cada um souber o que fazer e como fazer, por isso a metodologia de melhoria recebe grande importância dentro do elemento Projetos de melhoria (MERGULHÃO, 2003).

Em virtude da estrutura organizacional do Seis Sigma, partindo da alta gerência até chegar a todos os níveis da empresa é possível influenciar os setores estratégicos, tático e operacional. Nas organizações é possível encontrar um grupo de cerca de 5% a 10% dos funcionários que tem um efeito maior sobre aquilo que é realizado. Esses são os influenciadores-chave que devem ser utilizados para a implementação de mudanças, pois podem alavancar iniciativas, implementar e disseminar os processos (GEORGE, 2004).

Além dos influenciadores-chave no Seis Sigma existe uma estrutura hierárquica relacionada com o da própria empresa, no qual se encontram inseridos os Black Belt, Green Belt e Yellow Belt. A constituição da equipe Seis Sigma é um elemento fundamental no sucesso do programa, pois ele é desenvolvido essencialmente por pessoas.

Para Eckes (2003) um dos passos do método de melhoria Seis Sigma refere-se à definição do estatuto da equipe. Desta forma, todo projeto deve ter um patrocinador, também chamado de campeão, um líder de equipe. Sendo os membros escolhidos em função da capacidade de melhorar o processo.

Diante disso Figueiredo (2006) divide cada equipe de forma bem definida, com papéis específicos dentro da implementação do processo.

- 1) **Champion (Patrocinador/Líder):** Responsável pela implantação do Seis Sigma na empresa. São os "Champions" que definem as pessoas que irão

disseminar os conhecimentos sobre o Seis Sigma por toda a empresa e irão coordenar uma determinada quantidade de projetos.

- 2) Master Black Belts (Líderes do Cinturão Preto): Os "Master Black Belts" assessoram os "Champions" na identificação de projetos de melhoria, além de coordenar todo o trabalho dos demais "Black Belts".
- 3) Black Belt (Cinturão Preto): Ficam dedicados, em período integral, ao programa. Organizam a revisão mensal do planejamento estratégico, definem metas e determinam prováveis novos membros da equipe de Black Belts.
- 4) Green Belt (Cinturão Verde): São designados para uma ou mais equipes, de acordo com o conhecimento que têm do assunto.
- 5) Yellow Belt (Cinturão Amarelo): Muitas empresas usam o Yellow Belt como um curso ministrado aos principais executivos da empresa, que não vão se envolver diretamente nos processos, mas precisam de um conhecimento básico sobre o Seis Sigma. Não desenvolvem projetos práticos.
- 6) White Belt (Cinturão Branco): Os White Belts são treinados nos fundamentos do Seis Sigma por meio de cursos de curta duração, para que consigam auxiliar os Green Belts e os Black Belts na implementação de seus projetos.

Essas considerações são reforçadas por George (2004), em que constata o papel fundamental do CEO/Presidente determinante para a empresa visto que é a pessoa responsável pela escolha da utilização do Seis Sigma. Além disso, também define as funções dos Belts:

No qual os Green Belts trabalham em um projeto em tempo parcial, voltado para um processo específico sobre o qual geralmente possui conhecimento, geralmente auxiliando o Black Belt. Os White Belts possuem quatro horas de treinamento em conscientização através de aulas formais, aprendizagem a distância e livros. Podendo tomar a iniciativa para unir-se a uma equipe como um potencial recurso para o Green Belt. Os Champions têm grande influência sobre o fracasso ou sucesso do processo a qualidade dessas pessoas são a chave para o sucesso, pois precisam ter a capacidade de gerenciar pessoas de forma eficaz. Em contrapartida os Black Belts são cargos em tempo

integral com responsabilidade de liderar as equipes de projetos, realizando a entrega de valores e benefícios determinados para cada projeto.

A equipe do projeto deve criar uma definição de problema específica mensurável e que descreva o impacto sobre o negócio da empresa. Devendo receber orientações claras da liderança em relação à atuação. Para que equipes de projetos sejam bem sucedidas é necessário ter uma duração definida, geralmente menos de seis meses. (ECKES, 2003).

Segundo Straatmann (2006) é a partir dessa estrutura e de um forte treinamento e divulgação, que o Seis Sigma ganha força atuando como um agente de mudança da cultura da organizacional, que passa a operar por projetos de melhoria, com uma forte ênfase na medição dos ganhos financeiros, o qual motiva e traz apoio da alta gerência para a continuidade do processo de melhoria.

Pande (2010) cita os 6 princípios sustentados por muitas das ferramentas do seis sigma:

1- Foco genuíno no cliente: A prioridade é focar no cliente, tanto que as melhorias são definidas a partir do impacto sobre a satisfação do cliente.

2- Gerenciamento dirigido: Esclarece que as medidas são a chave para avaliar o desempenho do negócio. Sendo duas perguntas utilizadas para apoiar decisões:

a) De que dados/ informações eu realmente preciso?

b) Como usamos estes dados/ informações para benefício máximo?

3- Foco em processo, gestão e melhoria: No seis sigma, processos são onde estão as ações, projetando produtos e serviços, medindo desempenho, melhorando eficiência e satisfação.

4- Gestão proativa: Tornar habituais os que são, por muitas vezes, práticas de negócios negligenciadas. Definir objetivos, focalizar prevenção de problemas, perguntar como fazemos as coisas.

5- Colaboração sem fronteiras: Oportunidade de colaboração já que as pessoas aprendem como seus papéis se encaixam e começam a entender a interdependência de suas atividades.

6- Impulso à perfeição, tolerância ao fracasso: Devem lançar novas ideias e métodos o que sempre envolve algum risco.

Essas considerações são reforçadas por Eckes (2003), o mesmo aponta que para o programa de qualidade ser bem sucedido é preciso haver um enfoque no cliente. Isto significa estar voltado para os processos, mensurar o nível de satisfação do cliente. Desta forma, desenvolveu sete critérios:

- 1- Pensar e falar muito a respeito dos clientes.
- 2- Manter-se sempre informado sobre as percepções dos clientes.
- 3- Buscar resolver assuntos prioritários que tenham resultados lucrativos.
- 4- Agregar valor em proveito do cliente.
- 5- Reconhecer erros, oferecendo compensações para os clientes.
- 6- Tentar remediar a situação de um cliente insatisfeito.
- 7- Reprojetar sistemas, realocar os recursos, quanto estas se colocarem como obstáculos à qualidade do atendimento.

3.3 Fases do DMAIC

Segundo Pande (2001) muitos modelos de melhoria, inclusive o DMAIC tem sido aplicados a processos desde que o movimento da qualidade começou. A maioria deles se baseia nos passos introduzidos por W. Edward Deming o PDCA:

- PLANEJE: Avalie o desempenho atual procurando questões e lacunas. Colete dados sobre problemas-chave. Identifique e estabeleça uma meta relativa a causas-raiz ou problema.
- EXECUTE: Faça um teste-piloto da solução planejada.
- VERIFIQUE: Meça os resultados do teste para ver se os resultados pretendidos estão sendo alcançados.
- AÇÕES CORRETIVAS: Baseado na solução-teste e n avaliação, refine e expanda a solução para torna-la permanente e incorpore o novo método.

Uma das ferramentas utilizadas no contexto do Seis Sigma é um ciclo de melhorias que corresponde a cinco fases e é denominado DMAIC. Desta forma Werkema (2002) apresenta cada uma das etapas:

- DEFINE (definir): Definir com precisão o escopo do projeto;
- MEASURE (medir): Determinar a localização ou foco do problema;
- ANALYSE (analisar): Determinar as causas de cada problema;

- IMPROVE (melhorar): Propor, avaliar e implementar soluções para cada problema;
- CONTROL (controlar): garantir que o alcance da meta seja mantido a longo prazo.

O DMAIC pode apresentar algumas vantagens quando a empresa ainda não possui métodos claros para a realização do projeto de melhoria ou caso os funcionários estejam relutantes sobre tal mudança. Pode-se adotar um novo método para análise das falhas ocorridas anteriormente, gerando mais confiança e aumento na qualidade. Quando disponibiliza-se de outro processo de melhoria, as pessoas conseguem aprender e adquirem novas técnicas conhecidas. Além disso, o DMAIC é apresentado mais como um esforço contínuo, em que a fase definir é de grande importância. (Pande, 2010)

Para Cleto e Quinteiro (2011) a metodologia DMAIC, proposta pelo método Seis Sigma é uma alternativa de metodologia que possibilita uma abordagem científica, estruturada e flexível para ser aplicada em um ambiente empresarial de empresas de grande porte.

Em função disso, Pande (2010) adequou uma visão geral sobre o modelo DMAIC de Melhoria de Processo e Projeto/Reprojeto de Processo apresentado na TABELA 3, para deixar mais claro a contribuição de cada fase.

TABELA 3 - Representações sobre o tema DMAIC.

PROCESSOS DE MELHORIA SEIS SIGMA		
	Melhoria de Processo	Projeto/ Reprojeto de Processo
1. Defina	<ul style="list-style-type: none"> * Identifique o problema * Defina requisitos * Estabeleça metas 	<ul style="list-style-type: none"> * Identifique problemas específicos ou amplos * Defina objetivo/ Mude a visão * Esclareça o Escopo e as exigências do cliente
2. Meça	<ul style="list-style-type: none"> *Valide problema/ processo * Redefina problema/objetivo * Meça passos-chave/ entrada 	<ul style="list-style-type: none"> * Meça desempenho em relação às exigências * Colete dados sobre eficiência do processo
3. Analise	<ul style="list-style-type: none"> * Desenvolva hipóteses causais * Identifique causas-raiz "poucas e vitais" * Valide Hipóteses 	<ul style="list-style-type: none"> * Identifique "melhorias práticas" * Avalie projeto do processo com/sem valor agregado * gargalo de processo/desconexões * caminhos alternativos * Redefina exigências
4. Melhore	<ul style="list-style-type: none"> * Desenvolva idéias para remover causas-raiz * Teste Soluções * Padronize solução/meça resultados 	<ul style="list-style-type: none"> * Projete novo processo * desafie suposições * aplique criatividade * princípios de fluxo de trabalho * Implemente novos processos
5. Controle	<ul style="list-style-type: none"> * Estabeleça medidas padrão para manter desempenho * Corrija problema quando necessário 	<ul style="list-style-type: none"> * Estabeleça medidas e revisões para manter desempenho * Corrija problema quando necessário

Fonte: PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. (2010, p. 41)

Segundo Franz (2003) após o início da implantação de um novo projeto , com frequência verifica-se várias descobertas a partir do problema abordado. Em virtude destas descobertas, um projeto Seis sigma deve ser revisado até mesmo onde já estão implantadas as soluções para o problema.

Desta forma, um projeto que utiliza a metodologia DMAIC deve se referir a um problema de desempenho organizacional, o qual tem uma solução desconhecida. Para que o progresso do projeto aconteça é necessário acompanhar indicadores e este deve culminar em benefícios de custo, tempo ou

qualidade. Normalmente, sugere-se um período de 6 a 12 meses dependendo do seu porte, do engajamento da empresa e dos recursos alocados a este para que o projeto seja concluído. Normalmente os tempos estimados de duração das etapas do DMAIC são: Etapa D – 2%, Etapa M – 25%, Etapa A – 45%, Etapa I – 25% e Etapa C – 3%. (Cleto e Quinteiro, 2011)

Como a duração da Análise é a maior pode ser considerada como a mais importante segundo Eckes (2003). A meta da análise é determinar e validar a raiz do problema original trabalhado pela equipe do projeto, através de dados coletados na fase de mensuração, especialmente se o objetivo da equipe for melhorar a eficácia.

Para Rodontaro (2006) o Seis Sigma é uma metodologia rigorosa que utiliza ferramentas e métodos estatísticos. Sendo necessário 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 controlar os processos com a finalidade de alcançar etapas ótimas. A partir deste ciclo é possível gerar a melhoria contínua.

A resolução de problemas através do DMAIC evita julgamentos precipitados ou errôneos que bloqueiam a identificação da verdadeira causa, o que gera um procedimento não efetivo (não corretivo ou de melhoria), possibilitando o aparecimento, no futuro, dos mesmos problemas. No gate review são reunidos o líder, o grupo e o patrocinador do projeto. Este evento assegura o alinhamento continuado do objetivo do projeto, as competências necessárias para sua realização, aumenta a probabilidade de sucesso, identifica as barreiras que precisam ser quebradas, permite a identificação e redução dos riscos, e direciona os próximos passos do projeto. (FERNANDES, 2008 Pg. 27)

Levando em consideração que a criação do DMAIC está ligada ao surgimento do Seis Sigma, existe uma possibilidade de a utilização do método ser um elemento motivador de sucesso. Também possui ênfase na observação e medição das características que podem ser críticas para o cliente. (Franz, 2003).

O investimento para a implementação do Seis Sigma implica em mudanças na empresa, pois afeta todos os níveis da organização e principalmente seu capital intelectual, que por ventura utilizaram de disciplina e métodos qualitativos. Quando há uma utilização correta das ferramentas é possível verificar a satisfação dos clientes e uma evolução qualitativa dos

processos críticos. Também apresenta uma redução de desperdícios e da variabilidade nos processos produtivos que são considerados os objetivos primários do programa. Com o sucesso e resultado do programa é provável que os investimentos da implementação sejam pagos. (MARTINS e SANTOS, 2010).

Em suma, o Seis Sigma dispõe de ferramentas como o DMAIC, que permitem uma reestruturação na organização com a mudança trazida por esta implantação. Entretanto é necessário que a empresa esteja preparada para esta reformulação e que a estratégia esteja embasada em decisões referentes à estrutura, à tecnologia, aos colaboradores, à cultura organizacional e a lideranças apropriadas. Portanto é de suma importância que pesquisas futuras sejam realizadas, uma vez que o conhecimento e aplicação desta metodologia são essenciais para tornar a empresa competitiva no mercado.

3.4 Ferramentas Utilizadas nas Fases do DMAIC

As ferramentas estatísticas citadas a seguir, referem-se aquelas utilizadas nos processos onde se dedica a redução das respectivas variabilidades. Compreendem opções para tratamento de dados, desde as mais simples até as mais complexas. Utilizar a ferramenta adequada promoverá um melhor andamento do projeto. (CHAHADÉ, 2009)

3.4.1 SIPOC - Suppliers, Inputs, Process, Outputs e Customers

O SIPOC é um diagrama que possui como objetivo principal definir o processo envolvido no projeto, a fim de facilitar a visualização do escopo do trabalho. (WERKEMA, 2002)

S- Suppliers: Fornecedores

I - Inputs: Entradas

P- Process: Processo

O- Outputs: Saídas

C- Customers: Clientes

Segundo Pande (2001) o SIPOC pode ser uma grande ajuda para fazer com que as pessoas vejam os negócios através de uma perspectiva de processo. Pois mostra um conjunto de atividades transfuncional em um único

diagrama, usa uma estrutura aplicável a processo de todos os tamanhos e ajuda a manter a perspectiva do “quadro maior”.

3.4.2 Diagrama de Ishikawa

Para Kume (1993), o diagrama permite que sejam sugeridas as causas de um problema para que possam ser formuladas sugestões de melhoria, estruturando as causas, bem como seus efeitos sobre a qualidade.

Criada e desenvolvida por Kaoru Ishikawa, esta ferramenta - denominada também de Diagrama de Espinha de Peixe, ou diagrama 6 M. É uma técnica simples e eficaz na enumeração das possíveis causas de um determinado problema. As causas são agrupadas em famílias para facilitar sua análise, sendo relacionadas com o efeito causado de forma visual e clara. (MARIANI, 2005)

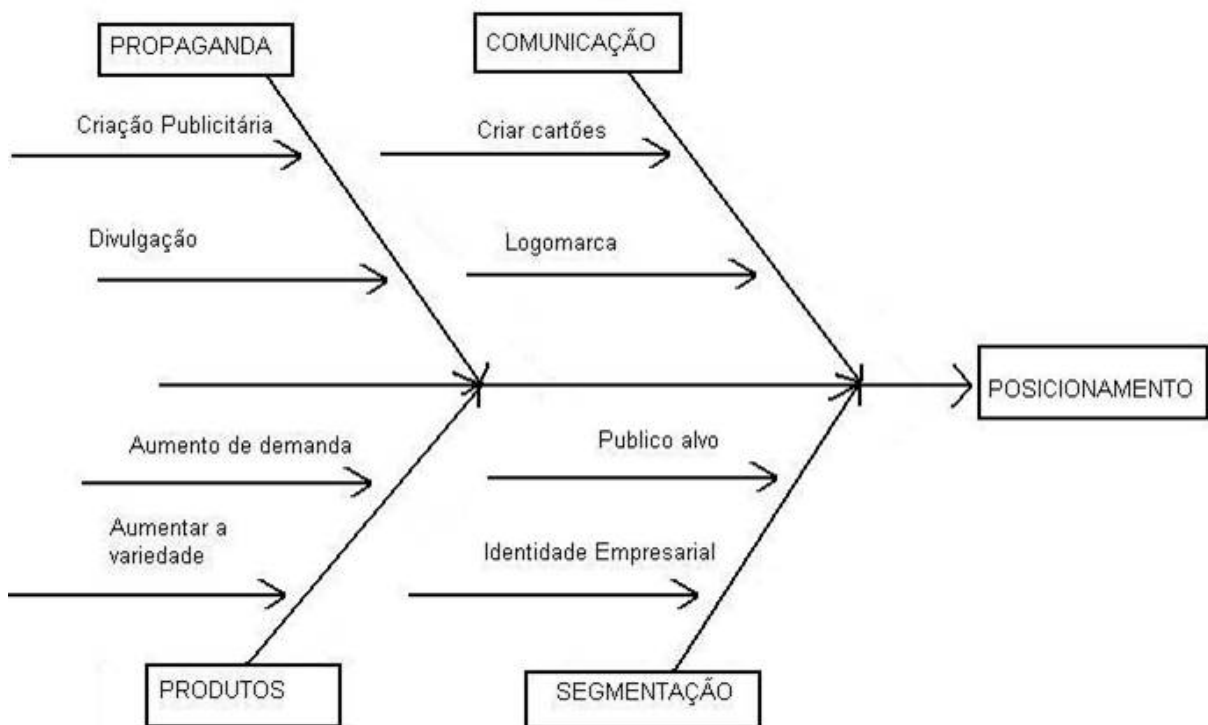


Figura 1: Análise da empresa.

Fonte: Autor (2015)

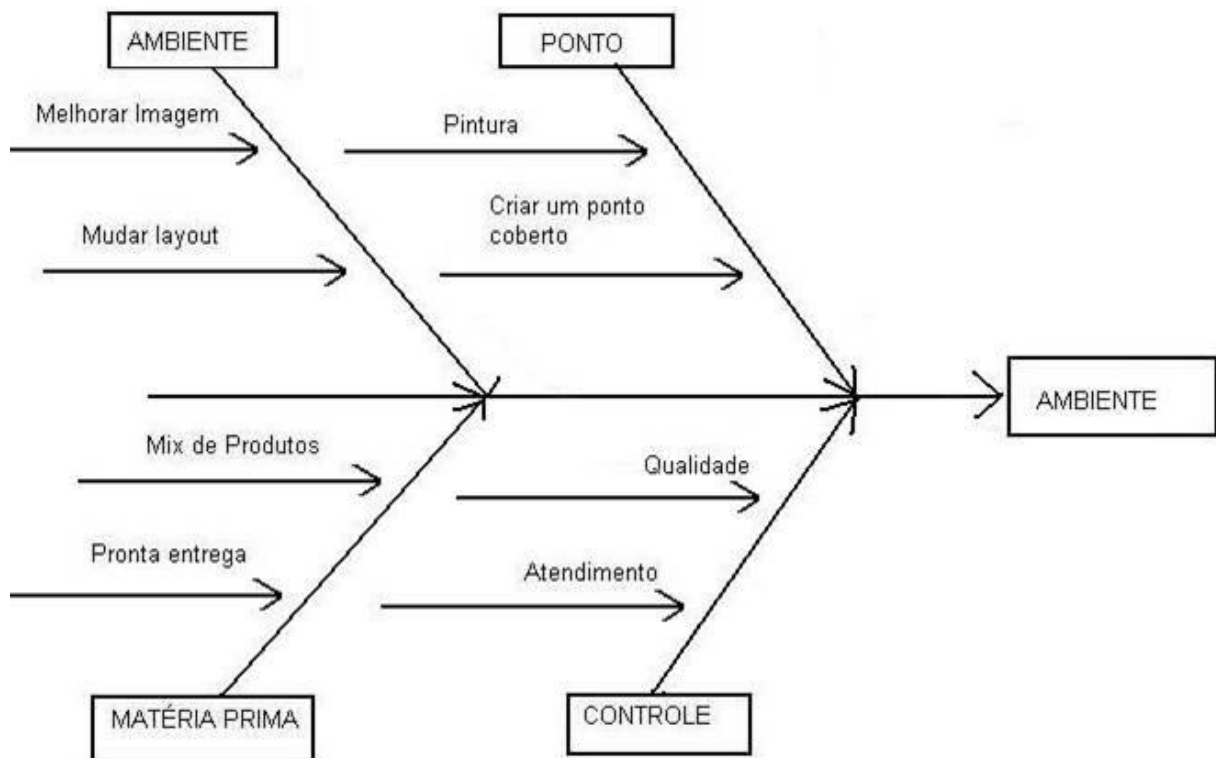


Figura 2: Análise do ambiente.

Fonte: Autor (2015).

3.4.3 Gráfico de Pareto

Segundo Pande (2001) o Diagrama de Pareto é utilizado para estratificar dados em grupos, do maior para o menor. Possui forma especializada de gráfico de barras, ajudando a identificar as ocorrências mais comuns de um problema.

- Classificar dados de problemas por região e verificar qual a região que apresenta mais problemas.
- Comparar dados de defeitos por tipo, e verificar qual o defeito mais comum.
- Comparar problemas por dia da semana para determinar o período durante o qual os problemas ocorrem com mais frequência.
- Classificar reclamações de clientes por tipo, para terminar quais as reclamações mais comuns.

Este diagrama é importante para explicar os problemas prioritários de um processo, através da relação 20/80 (20% das causas explicam 80% dos problemas). (RODRIGUES, 2006)

3.4.4 Histograma

São utilizados para mostrar o alcance e profundidade de variação em um grupo de dados. Tecnicamente demonstra apenas dados contínuos. (PANDE, 2001)

De acordo com Oliveira (1996) o Histograma possui agrupamento de dados denominado distribuição de frequência, no qual mostra o número de vezes que o valor da variável que está sendo medida ocorre em intervalos, identificando possíveis anomalias.

Para a concepção de um histograma é preciso seguir as seguintes etapas segundo Rodrigues (2006):

Etapa 1:

- Escolher o processo
- Definir indicadores de desempenho a ser considerado
- Definir o período de análise ou quantidade de dados
- Coletar dados ($n \rightarrow$ número de dados)

Etapa 2:

- Calcular a amplitude da amostra $\rightarrow R = (\text{Valor máximo}) - (\text{Valor mínimo})$

Etapa 3:

- Calcular o número de classes

Etapa 4:

- Calcular a amplitude de cada classe $A = R/k$

Etapa 5:

- Calcular as fronteiras de classe

3.4.5 5w2h

Muito utilizado na gestão da qualidade para planejar o desenvolvimento de soluções, auxiliando no estabelecimento de prazos, ações e elaborando um cronograma para implantação e conclusão. A ferramenta da qualidade “5W e 2H”, funciona como um plano de ação simplificado: é uma ferramenta poderosa,

que está à disposição de todos os colaboradores da organização. (MARIANI, 2005)

Para Werkema (1995), este plano de melhorias inicia-se pelo estabelecimento da meta (what – o que), identifica quem é o responsável pela ação (who – quem), fixa prazos em que tais ações devem chegar ao resultado (when – quando) e local onde ocorrerão (where – onde), dá o motivo, a explicação das razões para que tais ações devam ser realizadas (why – por quê?), mostra como tais medidas podem ser realizadas (how – como) e identifica quanto deve ser gasto com esta execução (how much – quanto custa). A ferramenta 5w2H é de cunho basicamente gerencial e busca o fácil entendimento através da definição de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados.

Este passo tem o objetivo de implantar a melhoria do processo e avaliar se os problemas foram solucionados e se todo o processo está funcionando conforme previsto.

3.4.6 Brainstorming

É uma ferramenta para geração de novas ideias, conceitos e soluções para qualquer assunto ou tópico num ambiente livre de críticas e de restrições à imaginação. O brainstorming (ou "tempestade de ideias"), mais que uma técnica de dinâmica de grupo é uma atividade desenvolvida para explorar a potencialidade criativa do indivíduo, colocando-a a serviço de seus objetivos. Há três principais partes no brainstorming:

- Encontrar os fatos;
- Geração da ideia;
- Encontrar a solução;

Bons brainstormings incluem os seguintes conceitos: - todas as ideias são documentadas; - o time gera ideias e não discussões; - nenhuma avaliação de ideias ocorre na fase inicial da atividade; - toda a equipe participa; (ECKES, 2003).

3.4.7 Diagrama de Dispersão

O diagrama de Dispersão é uma ferramenta que pode ser utilizada para verificar se há alguma relação entre duas variáveis. Podendo também ser utilizada como complemento do diagrama de Causa e Efeito para verificar se uma causa realmente impacta no problema. (GEORGE, 2004)

A ferramenta ideal quando há interesse em visualizar a intensidade do relacionamento entre duas variáveis. Também pode ser utilizado para comprovar a relação entre dois efeitos, permitindo analisar uma teoria a respeito de causas comuns. (OLIVEIRA, 1996)

Para Rodrigues (2006) é possível definir etapas para a construção deste diagrama:

Etapa 1: Selecionar duas variáveis

Etapa 2: Recolher dados das variáveis de forma correspondente, em pares.

Etapa 3: Construir um sistema de eixos cartesianos e plotar os pares.

Etapa 4: Interpretar o gráfico e coeficiente de correlação.

3.4.8 FMEA - Failure Mode and Effect Analysis

De acordo com Werkema (2002) FMEA é uma ferramenta que tem como objetivo identificar, hierarquizar e prevenir as falhas potenciais de um produto ou processo. Sendo suas principais utilizações definidas como:

- Identificação das variáveis críticas que podem afetar a qualidade de saída de um processo;
- Avaliação dos riscos associados às falhas;
- Auxílio para a elaboração de suposições sobre o tipo de relacionamento entre as variáveis de um processo;
- Avaliação das prioridades para a coleta dos dados e realização de estudos quantitativos para a descoberta das causas fundamentais de um problema.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

O conhecimento dos fatores positivos e negativos para o sucesso da implantação do Seis Sigma é fundamental, visto a importância do tema e dos benefícios que pode ser alcançado, caso utilizados de maneira adequada. O Seis Sigma está orientado para o bom entendimento dos requisitos exigidos pelos clientes, pelo uso de fatos, dados, análise estatísticas e atenção ao gerenciamento de melhorias.

Salienta-se que o Seis Sigma é uma das práticas de gestão que as empresas vêm utilizando atualmente, com o propósito de preservarem a competitividade de seus negócios. Conforme comentado no quadro teórico, Arie et al (2005) consideram que as empresas implementam o sistema Seis Sigma para buscar melhores resultados baseados em diversos objetivos. Por sua vez, considera-se que a ênfase das organizações que aplicam o Seis Sigma é respaldar suas decisões em fatos concretos e dados mensuráveis, visando conseguir maior e melhor controle dos processos de produção ou serviços. Concentra-se na diminuição ou eliminação da incidência de erros, defeitos e falhas em um processo. Aumentando, assim, a chance de obter sucesso na execução de seus projetos de melhoria, que possuem o foco, normalmente, em problemas complexos e de alto ganho financeiro.

De acordo com as referências bibliográficas, avaliadas no presente trabalho, é possível afirmar os ganhos reais que tal metodologia proporciona. Todos os estudos destacaram melhorias contínuas dos processos; entendimento das entradas críticas dos processos; aprimoramento da qualidade; aumento da produtividade e confiança nos produtos; redução do tempo da produtividade; redução de defeitos, custos e desperdícios. Principalmente a maximização dos lucros e satisfação dos clientes.

TABELA 4 - Artigos empíricos selecionados para análise.

Ano de Publicação	Autor	Título do artigo
2009	Maximiano e Trad	Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação
2007	Andrietta e Miguel	Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras
2007	Carvalho, Ho e Pinto	Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil
2005	Ariente et al	Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma
2002	Werkema	Criando a cultura Seis Sigma

Fonte: Autor (2015)

Através dos artigos citados acima é possível trazer maior embasamento teórico a análise do programa Seis Sigma, demonstrando resultados concretos a fim de comprovar a validação da utilização, quais consequências podem ser verificadas, vantagens e desvantagens para o emprego da mesma.

A partir deste levantamento é necessário destacar que é um programa que traz mudanças radicais, os seus defeitos devem ser vistos como oportunidade de melhoria. Entretanto, para que os resultados sejam obtidos é preciso todo um investimento por parte da organização. Destaca-se que o programa seja implantado a partir da adesão dos funcionários e principalmente da alta administração, conforme visto, não significa também que sua implementação será benéfica para toda a organização ou válida para todos os processos.

Desta forma, um dos fatores decisivos é o treinamento dos funcionários envolvidos com o Seis Sigma. A capacitação dos funcionários que se envolvem com o Seis Sigma utiliza uma prática distinta. Pois são atribuídas denominações segundo a carga horária de treinamento, hierarquia nos projetos e dedicação de tempo ao programa, recebendo as seguintes denominações: black belts (faixas pretas), green belts (faixas verdes), yellows e white belts (faixas amarelas e brancas).

O trabalho da equipe do Seis Sigma é um dos recursos mais estratégicos, porque promove a interação entre pessoas e permite uma rotação entre os setores. Entretanto, geralmente os black belts não possuem dedicação integral aos projetos, o que acaba prejudicando a realização das atividades, visto que também possuem outras tarefas. Essas considerações são reforçadas por Maximiano e Trad (2009), em estudo realizado com 50 empresas, os respondentes que se declararam Black Belts, 60,5% deles o são em regime parcial e 39,5% em regime integral. Entre os Black Belts de regime parcial, a quase totalidade dedica menos de 50% de seu tempo para a função: 47,8% deles dedicam até 20% de seu tempo e outros 43,5% dedicam de 21% a 40%.

Além disso, vale ressaltar que normalmente a cobrança de resultados é muito grande para os funcionários treinados, necessária considerável mobilização de pessoas e funções para atingir os rápidos resultados. O que pode prejudicar o interesse dos funcionários em fazer parte dos projetos Seis Sigma.

Para tanto, nota-se que o processo de implantação pode ser lento de acordo com a estrutura da empresa. Porque é indispensável à mudança na cultura organizacional, pois o Seis Sigma exige ajustes na atitude dos funcionários que devem apoiar o rigor que o programa impõe, principalmente com relação à mensuração de dados dos processos. Portanto esta exigência pode ser negativa para alguns colaboradores. Além disso, o treinamento dos envolvidos em cada projeto também necessita de tempo e esforço em equipe.

Em função disso, se compreende que a lentidão no processo e mudança organizacional seja um ponto negativo para empresas que possuem o interesse em realizar melhorias, mas querem agilidade. Porque as organizações muitas vezes buscam soluções simples e práticas, permitindo que seja implantado o mais rápido possível, proporcionando melhor resultado e menor recurso financeiro. Podendo muitas vezes optar por outras ferramentas que demandem

menos dedicação, mesmo que os resultados não cheguem próximos aos que o Seis Sigma proporcionaria.

O tema é relevante visto que as empresas investem quantias significativas de recursos financeiros para a implantação de programas de melhoria da qualidade e necessitam de um retorno de longo prazo para justificar a manutenção dos programas. Em virtude da escassez de recursos financeiros e humanos, é primordial selecionar os projetos que vão utilizar o Seis Sigma, para que os mesmos não sejam desperdiçados e cause prejuízo para a empresa. Para isso, é necessária uma avaliação detalhada das áreas que precisam de melhorias e quais os retornos obtidos com tal implantação.

Vale ressaltar que o processo de seleção dos projetos Seis Sigmas devem ser permanentes e que um tema específico pode ser alvo do projeto mais de uma vez. Mas para isso é necessário fazer um estudo de viabilidade, o que do ponto estratégico é benéfico, porém pode levar algum tempo até o projeto sair do papel.

O alto custo da implantação deste tipo de programa pode ter relação com o fato de empresas pequenas ainda não estarem utilizando tais ferramentas. Pois se verificou na literatura um fato importante, a maioria das empresas mencionadas em estudos brasileiros é de grande porte e possuem um maior capital.

Tal avaliação foi realizada por Andrietta e Miguel (2007), quando analisaram o perfil das empresas brasileiras que fazem uso do Seis Sigma. O levantamento apontou o setor de atividade econômica das empresas sendo o setor automotivo com o maior percentual de 37%, seguindo do setor eletroeletrônico, com cerca de 19%. Outros segmentos industriais indicaram percentuais menores (siderurgia e metalurgia com 11,5%; mecânica com 7,7%; química e petroquímica com 6,4%; e outros ramos tais como, material de construção com 5,1%; plástico e borracha, farmacêutico, higiene e cosméticos, ambos com 3,8%; papel e celulose, e telecomunicações com 2,6%).

Originalmente desenvolvido para ser aplicado em melhorias na área de produção, está evoluindo para outras áreas como a de serviço, mas ainda há lentidão nesta migração, conforme demonstrado na pesquisa acima.

Os dados levantados também investigam o faturamento previstos (ano base de 2004) expressos em milhões de reais. Foi possível constatar, que as empresas pesquisadas indicaram valores de faturamento anual variando de 33

milhões a 18 bilhões. Levando-se em conta o ranking da revista Exame (2005), mais de 60% das empresas respondentes estão entre as 500 maiores em faturamento no Brasil. Além desses dados, 41% dos respondentes se posicionaram como líderes no seu principal mercado de atuação.

Cabe salientar que os pesquisadores Andrietta e Miguel (2007) identificaram organizações que aplicam o programa, fazendo uso de várias fontes: revistas especializadas nas áreas de qualidade e gestão; participação em cursos e seminários sobre o Seis Sigma; busca nos sites de empresas, com a finalidade de confirmar se as mesmas aplicam o seis Sigma em suas atividades; levantamento junto às empresas de consultoria que prestam serviços na implementação do Seis Sigma. No qual foram encaminhados 121 questionários para empresas de diversos ramos e apenas 78 empresas responderam integralmente.

A partir destes resultados é necessário avaliar, será que o programa Seis Sigma é acessível a todas as empresas? Ter profissionais especialistas na metodologia, uma equipe específica para o projeto que necessita de treinamento é viável para empresas de pequeno porte? Provavelmente este seja um empecilho que impede o progresso do Seis Sigma nas organizações brasileiras.

A metodologia é extremamente rígida, pois utiliza ferramentas e técnicas de maneira sequencial e disciplinada e todas possuem um papel a desempenhar. Portanto trabalha-se com fatos ocorridos e registrados, isto ajuda a tomar uma decisão objetiva.

Todavia é necessário que as empresas busquem melhorias, pois caso contrário perderá espaço diante dos concorrentes. Então vale salientar que o custo benefícios precisa ser avaliado, mesmo que utilizem outras ferramentas de qualidade. Todos estão buscando o desenvolvimento, já há décadas, fatos comprovados na presente pesquisa, quando demonstrado a história das ferramentas utilizadas.

A partir de uma análise mais detalhada da evolução das ferramentas de qualidade, verificou-se que a preocupação com a mesma tem prevalecido há muito tempo e foi sendo aprimorado ao longo dos anos. Isto se deu principalmente pelo aumento na concorrência de mercado e conseqüentemente maior atenção as necessidades dos clientes. O Seis Sigma é uma das mais novas metodologias utilizadas, mas pode-se dizer que é uma conseqüência das

anteriores, pois também aproveita algumas ferramentas da qualidade para sua estruturação. O que a diferencia das demais é maneira como é empregada nas organizações e a forma mais estratégica de ser aproveitada na organização.

Desta forma, Werkema (2002), aponta que o Seis Sigma não envolve nada de novo, pois as ferramentas estatísticas já eram utilizadas e conhecidas para a eliminação de defeitos. Entretanto sua abordagem é diferenciada e a sua implementação acabam justificando seu sucesso.

Esta relação entre o Seis Sigma e outras ferramentas da qualidade é apontada em um estudo realizado por Carvalho, Ho e Pinto (2007), a pesquisa foi realizada com 46 empresas brasileiras no qual identificaram os seguintes resultados:

A maioria das empresas que utilizam o programa Seis Sigma integra-o com outras abordagens de gestão da qualidade, sendo que a maioria adota em conjunto as normas ISO 9001:2000 (84,8%), seguido da associação com as normas ISO 14000 (65,2%) e do TQM (28,3%). Sendo que apenas (6,5%) relataram utilizar somente o programa Seis Sigma. Além disso, (28%) das empresas informaram que adotam o programa Seis Sigma associado a programas corporativos, mesclando abordagens de melhoria diversas tais como manufatura enxuta (lean production), boas práticas de fabricação (BPF) e manutenção produtiva total (Total Productive Maintenance – TPM) entre outras.

Entretanto algumas empresas não fazem uma ponderação adequada e implantam vários projetos diferentes sem entender os aspectos de correlação entre os mesmos. Por sua vez, colocam a culpa do fracasso nas ferramentas, mas a utilização da mesma é que foi direcionada de forma errônea.

Ainda segundo Carvalho, Ho e Pinto (2007), as principais ferramentas da qualidade adotadas nas empresas da amostra, dentro do contexto do programa Seis Sigma, foram à análise de variância e o diagrama de causa e efeito, ambas com 85% de utilização. Com uma utilização também expressiva destacam-se o FMEA (Análise do Modo e Efeito da Falha), histograma e o teste de hipótese, todos com 78%.

Tais ferramentas e seus conceitos foram abordados no presente trabalho, visto a relevância que possuem quando aplicadas principalmente no ciclo de melhorias DMAIC que fornece uma base científica e baseada em dados para a resolução de problemas. Considerado um método estruturado para solução de

problemas, sendo esta sigla originada das letras iniciais de: Define (definir), Measure (medir), Analyse (analisar), Improve (melhorar) e Control (controlar).

O DMAIC facilita o método do Seis Sigma, visto que realiza a seleção correta dos processos que podem ser melhorados. Através de diversas ferramentas que se integram ao DMAIC, a sua eficiência se dá principalmente por ser sistemático, baseado em dados e no uso de ferramentas estatísticas citadas no decorrer do trabalho.

O fator mais importante durante a utilização do DMAIC é Analisar, pois esta etapa é responsável por descobrir ou revelar algo sobre seus dados. A partir destas informações geralmente identificasse as causas dos problemas ou oportunidades para fazer melhorias. O ciclo de melhorias DMAIC é eficiente, porque se trata de uma abordagem repetitiva. Caso não seja, é possível que a análise não seja profunda o suficiente.

A ferramenta mais simples ao se deparar com um problema é o 5W2H, porque auxilia a chegar rapidamente na causa do problema. A estratégia é olhar para o problema e perguntar: Por quê? A partir de a primeira solução ir respondendo as demais questões. Sendo muito eficaz, pois é de fácil adaptação e pode ser aplicada a praticamente todos os problemas.

O 5W2H pode ser usado individualmente ou para assessorar outra ferramenta como no caso do Diagrama causa e efeito. Lembrando uma espinha de peixe, também pode ser denominado como Diagrama Espinha de peixe, no qual proporciona uma análise para identificar todas as causas raiz que estão contribuindo para a possível causa do problema. Um dos seus pontos positivos é que pode ser personalizada pelo seu usuário conforme as circunstâncias.

Depois de identificar as causas do problema, é preciso olhar o processo com mais detalhe e uma das melhores ferramentas para essa função é o diagrama SIPOC. Geralmente é utilizado na fase Medir do DMAIC, e é essencial para fornecer uma visão geral do processo e suas influências. Através deste é possível visualizar e documentar um processo do início ao fim. Porém é um processo macro e não oferece tantos detalhes, quando é necessária uma análise micro é preciso de outras ferramentas.

As representações gráficas auxiliam no entendimento de números. Através destes é possível facilitar a leitura dos dados, realçar semelhanças, disparidades, tendências e outras relações nos conjuntos de dados. Para isso,

existem vários gráficos disponíveis, mas é importante selecionar o mais adequado para determinado fim. No caso do Seis Sigma, podemos identificar dois gráficos que se destacam: Histograma e Gráfico de Pareto.

O Histograma é muito útil, pois possibilita analisar quanto há de variação nos dados, se o produto atende a necessidade dos clientes, se o processo está distorcido de alguma forma. Também é funcional para o entendimento rápido de outras pessoas que não participaram do projeto. A análise do Gráfico de Pareto tem como regra que “80% dos problemas resultam em 20% das causas”. Extremamente usado por mostrar a frequência de ocorrência de categorias não sobrepostas, auxiliando a melhorar a comunicação entre a equipe e a gerência, pois facilita a organização de dados.

Portanto todas as ferramentas apresentadas possuem grande utilidade, caso aproveitado de maneira correta. As escolhas dos projetos também devem ser feitas através de ferramentas e não de julgamentos precipitados. Mas devem estar de acordo com os objetivos organizacionais.

Desta forma, para que a capacidade do Seis Sigma seja alcançada, é essencial um esforço de melhoria contínua. Em função disso deve haver um monitoramento das ferramentas utilizadas, escolha de equipe e projetos, além de acompanhamento constante de mudanças do mercado e suas agilidades de forma sistêmica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

De acordo com Rodrigues (2006) até meados da década de 80 o mundo produtivo admitia larga margem para a tolerância de erros em processos. Sendo que no setor industrial trabalhar com 3 sigma era uma margem aceitável. Porém a concorrência, motivada principalmente pelos produtos japoneses, fizeram com que as empresas buscassem maior precisão.

A partir desta necessidade do mercado várias ferramentas da qualidade foram desenvolvidas e a metodologia que ganhou destaque atualmente é o Seis Sigma, pois apresenta procedimentos completos que atende as demandas para uma melhoria contínua.

Essas consideradas são reforçadas por Eckes (2003) no qual destaca que Seis Sigma tem proporcionado melhorias de produtividade e lucratividade, sendo o método gerencial de escolha daqueles interessados em transformar as empresas em organizações de nível internacional. O que diferencia o método Seis Sigma de tantos outros programas de melhoria da qualidade é a ênfase na tomada de decisões baseadas em dados e fatos.

Assim como a satisfação do cliente é considerada primordial, ocasionando uma expansão no mercado, pois agrega mais valor no seu produto. Os membros da empresa também são incluídos, gerando mudança cultural e aperfeiçoamento para todos os envolvidos.

Embora o Seis Sigma seja uma ferramenta relativamente nova o apoio de pesquisas e métodos garantem uma base científica consistente. A partir da literatura pesquisada, foi possível verificar o benefício obtido pelas empresas. Estes apresentam melhor qualidade, com um custo financeiro menor, pois processos melhorados causam redução de custos para empresa e conseqüentemente satisfação para o cliente. Porém o sucesso da implementação deve considerar o envolvimento da alta administração e das equipes envolvidas no projeto.

Na revisão bibliográfica notou-se que essas ferramentas podem e devem ser utilizadas em todas as organizações independentes do segmento que está inserida. Mas ainda são adotadas em empresas de grande porte. Segundo Ariante & Col. (2005) no Brasil, algumas empresas que já utilizam o Seis Sigma são: Acesita, Alcan, Belgo Mineira, Brasmotor, Brahma, Caterpillar, DuPont,

Gerda, Grupo Martins, Johnson & Johnson, Maxion, Saturnia, Shell, Volkswagen, Votorantim Cimentos.

A necessidade da utilização do Seis Sigma é apresentada por Figueiredo (2006) quando alerta que a estimativa dos analistas de mercado americanos é de que, a curto prazo, as indústrias de transformação que não estiverem com um nível de qualidade Seis Sigma estarão sem capacidade competitiva. Trabalhar em Seis Sigma significa trabalhar em classe mundial. Dentro de grandes corporações, a popularidade do Seis Sigma, como meio de melhorar a qualidade e reduzir os custos, continua a crescer. Entretanto, o mesmo não pode ser dito de organizações de pequeno e médio porte que, em geral, têm mostrado menos entusiasmo em adotar o Seis Sigma.

Considerando os objetivos iniciais do trabalho, foi possível atingi-lo visto que a apresentação e utilização da metodologia Seis Sigma foi esclarecida. Sendo delimitados os aspectos principais, histórico da qualidade, importância do Seis Sigma para a vantagem competitiva, as ferramentas necessárias e o papel dos colaboradores e da empresa para uma implantação efetiva.

5.1 Limitações da Pesquisa e Recomendações para Trabalhos Futuros

O presente trabalho está baseado nas práticas e ferramentas gerais utilizadas pelo Seis Sigma. Porém o estudo foi realizado a partir do referencial teórico de outros autores.

O trabalho em questão trouxe um entendimento básico da importância do Seis Sigma na competitividade no mercado. Seria necessário um estudo de caso ou uma implantação do Seis Sigma para dar mais ênfase aos resultados alcançados por tal metodologia. Neste sentido poderiam ter sido abordados outros assuntos, como a abordagem Lean Seis Sigma.

Seria interessante para trabalhos um foco maior na estrutura organizacional, com um olhar diferenciado das competências necessárias para cada função dos colaboradores e principalmente uma análise aprofundada do perfil das empresas que implantaram com sucesso o Seis Sigma.

REFERÊNCIAS

ANDRIETTA, Marcos J.; MIGUEL, Paulo A. C. Aplicação do programa Seis Sigma no Brasil: resultados de um levantamento tipo survey exploratório-descritivo e perspectivas para pesquisas futuras. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 203-219, maio/ago, 2007.

ARIENTE, Mariana; CASADEI Marco A.; GIULIANI Antonio C.; SPERS Eduardo E.; PIZZIANATTO Nadia K. Processo de mudança organizacional: estudo de caso do Seis Sigma. *Rev. FAE*, Curitiba, v.8, n.1, p.81-92, jan./jun, 2005

BERLITZ, Fernando A.; HAUSSEN, Mariana Lipp. Seis sigma no laboratório clínico: impacto na gestão de performance analítica dos processos técnicos. *J Bras Patol Med Lab*, v. 41, n. 5, p. 301-12, 2005.

CARVALHO, Marly M.; HO, Linda L.; PINTO, Silvia H.B. Implementação e difusão do programa Seis Sigma no Brasil. *Produção*, v. 17, n. 3, p. 486-501, Set./Dez, 2007.

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

CHAHADE, Willian H.L. Aplicação da metodologia seis sigma para incremento da produtividade no envase de tintas decorativas. Tese (Mestrado) São Caetano do Sul/SP, 2009.

CHIAVENATO, Idalberto. *Introdução à Teoria Geral da Administração*. 6 ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CLETO, M. G. QUINTEIRO, L. Gestão de Projetos através do DMAIC: Um estudo de caso na indústria automotiva. *Revista Produção Online*, v. 11, n. 1, p. 210-239, 2011.

CORRÊA, Henrique L; CORRÊA, Carlos A. Administração de Produção e Operações. São Paulo: Editora Atlas, 2008.

ECKES, George. A Revolução seis sigma: O método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro. Rio de Janeiro, 2003.

FERNANDES, B.H. R.; BERTON, L. H. Administração estratégica: da competência empreendedora à avaliação de desempenho. 1. ed. São Paulo: Saraiva, 2005

FERNANDES, Simone T; MARINS, Fernando A.S. Aplicação do lean six sigma na logística de transporte. João Pessoa, XL SBPO, 2008.

FIGUEIREDO, Thiago G. Metodologia seis sigma como estratégia para redução de custos: estudo de caso sobre a redução de consumo de óleo sintético na operação de usinagem. Tese (Graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, 2006.

FRANZ, L. A. S. Análise crítica de um projeto Seis Sigma em uma indústria petroquímica. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Porto Alegre, 2003.

GEORGE, Michel L. Lean Seis Sigma para serviços : Como utilizar velocidade Lean e qualidade Seis Sigma para melhorar serviços e transações; domine a complexidade e alcance importantes reduções de custos em menos de uma ano. Rio de Janeiro, RJ : Qualitymark, 2004.

ISHIKAWA, Kaoru. Controle de Qualidade Total. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

KUME, H. Métodos estatísticos para melhoria da qualidade. 9 ed. São Paulo: Gente, 1993.

MARIANI, Celso A. Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso. RAI - Revista de Administração e Inovação, São Paulo, v. 2, n. 2, p. 110-126, 2005.

MARTINS, Fernando M.; Santos, Adriana B. Modelo de referência para estruturar o Seis Sigma nas organizações. São Carlos: Gest. Prod, v. 15, n. 1, p. 43-56, jan.-abr. 2008.

MARTINS, Fernando M.; SANTOS, Adriana B. Contribuições do Seis Sigma: estudos de caso em multinacionais. Produção, v. 20, n. 1, p. 42-53, 2010.

MAXIMIANO, Antonio C.A; TRAD, Samir. Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação. RAC, Curitiba, v. 13, n. 4, art. 7, pp. 647-662, Out./Dez, 2009.

MERGULHÃO, R.C. (2003). Análise da implementação do Seis Sigma em empresas de manufatura do Brasil. Tese (Mestrado) – Universidade de Itajubá, Itajubá, 2003.

NUNES, Camila C. Aplicação da metodologia Seis Sigma no processo de atendimento ao cliente em caixas do Banco Itaú. Tese (Graduação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

OLIVEIRA, Sidney T. Ferramentas para o aprimoramento da qualidade. São Paulo: Pioneira, 1996.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. R. Estratégia Seis Sigma como a GE, a Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. 4 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.

RODRIGUES, M. V. Ações para a Qualidade GEIQ: gestão integrada para a qualidade padrão Seis Sigma – Classe Mundial. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2006.

ROTONDARO, Roberto G. Seis Sigma: Estratégia gerencial para a melhoria de processos, produtos e serviços. São Paulo: Atlas, 2006.

STRAATMANN, Jefferson. Estudo das práticas adotadas por empresas que utilizam a produção enxuta em paralelo ao seis sigma no processo de melhoria. Tese (Dissertação), Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006.

WERKEMA, Cristina. Criando a cultura Seis Sigma. Rio de Janeiro. QualityMark, 2002.

WERKEMA, M. C. C. As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1995.

WILSON, Mario P. Seis Sigma: Compreendendo o conceito, as implicações e os desafios. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1999.