

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Bruna Trevisan Todescato – UNIFAE – brutodescato@yahoo.com.br
Diego Gomes de Lima – UNIFAE – diego_gomesdelima@yahoo.com
Mateus Brasileiro Nato – UNIFAE – mateusbrasileironato@gmail.com
Renan Rafael da Cunha – UNIFAE – renanfael_vgs@hotmail.com

Fábio Guilherme Ronzelli Murback – UNIFAE – fabio.murback@gmail.com

Resumo

O conceito Seis Sigma, através da metodologia DMAIC, contribui com as organizações por meio de projetos de definição de planos de ação, coleta e análise de dados, diagnóstico de problemas e implantação e controle de melhorias. Representam um conjunto de ferramentas mundialmente reconhecidas e utilizadas, não sendo diferente no Brasil. Sendo assim, este trabalho busca apresentar um panorama de como se encontra o cenário da aplicação dos projetos Seis Sigma no Brasil. Para tanto, a metodologia adotada é a revisão integrativa, que consiste na seleção criteriosa de amostragem literária, que é posteriormente analisada e interpretada em conformidade com o referencial teórico levantado. Ao fim do trabalho, a síntese apresenta o “estado da arte” da aplicação do Seis Sigma no Brasil. Os resultados obtidos demonstram que a maioria dos estudiosos dessa área são Mestres e Doutores, geralmente da área de Engenharia de Produção. Em seus trabalhos, destaca-se a utilização de ferramentas como Voz do Cliente, Brainstorming, Mapeamento de Processo, Histograma/Análise de Capacidade, Gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa e Carta de Controle. Estes trabalhos, aplicados a organizações, proporcionaram redução das variabilidades, maior eficiência na utilização dos recursos, mudança na cultura organizacional e melhor atendimento aos requisitos do cliente.

Palavras-chave

Seis Sigma; DMAIC; revisão integrativa

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

1. Introdução

A qualidade dos produtos e serviços é uma obsessão constante e crescente para as organizações e para os consumidores. Não se trata de um diferencial; é uma obrigação das empresas e um requisito mínimo exigido pelos clientes. A qualidade, ou a ausência dela, é o fator crítico para estabelecer vínculos entre ambos, uma vez que representa tudo aquilo que melhora o produto do ponto de vista do cliente (DEMING,1993).

Do ponto de vista do cliente, um produto ou serviço deve atender com perfeição requisitos de acessibilidade, confiabilidade, segurança e timing para satisfação de suas necessidades (FALCONI,1992).

Do ponto de vista da empresa, qualidade representa alto desempenho e competitividade, baseados na redução da variabilidade dos processos, na diminuição dos desperdícios e na redução de custos.

A partir dessas premissas, torna-se necessária a adequação dos sistemas de gestão para modelos que atendam aos requisitos de qualidade com eficácia. Em vista desta necessidade, o modelo Seis Sigma, através da metodologia DMAIC, representa uma oportunidade ideal para o atendimento dos atributos dos pontos de vista da empresa e do cliente.

Segundo Rotondaro (2008), o modelo Seis Sigma surgiu na Motorola na década de 1980, em virtude das exigências cada vez maiores em termos de qualidade, sendo uma ferramenta importante na condução de negócios, pois possui uma metodologia própria para tornar-se uma empresa eficaz naquilo que faz, atingindo ótimos níveis de qualidade.

De acordo com Carvalho (2005), com uma metodologia disciplinada, o Seis Sigma utiliza ferramentas estatísticas clássicas, organizadas em um método de solução de problemas, denominado DMAIC, que passa por cinco fases: “Definir” (Define – D), “Medir” (Measure – M), “Análise” (Analyze – A), “Melhoria” (Improve – I) e “Controle” (Control – C).

A interação entre Seis Sigma e DMAIC, no âmbito empresarial, contribuem com projetos de definição de planos de ação, coleta e análise de dados, diagnóstico de problemas e implantação e controle de melhorias. Tratam-se de etapas complexas auxiliadas por uma grande variedade de ferramentas.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Com o intuito de elencar e melhor compreender tais ferramentas, enxergou-se como ideal para este trabalho o modelo de uma revisão integrativa. Dessa forma, será desenvolvida uma pesquisa norteada por uma série de critérios. Os critérios servirão como filtros para amostragem e análise literária, bem como para a conclusão e síntese da revisão integrativa. Todos os procedimentos realizados pelo grupo serão apresentados etapa por etapa e as conclusões serão expostas de maneira a oferecer apoio a estudos posteriores.

2. Objetivo

O objetivo do trabalho é apresentar o panorama da aplicação de projetos Seis Sigma no Brasil por meio de uma revisão integrativa, compreendendo quais as ferramentas mais utilizadas nos projetos, quais os agentes que estudam, desenvolvem e aplicam o modelo e se há presença de melhorias nos resultados obtidos.

3. Referencial Teórico

3.1 Seis Sigma

O Seis Sigma, por via de regras tem suas origens de aplicações por volta da década de 1980 na Motorola.

Segundo Coronado (2002), o Seis Sigma tem como objetivo reduzir as taxas de falhas em seus produtos. Essas falhas se conectam a variabilidade nos processos e sua redução é dada por meio da aplicação de métodos estatísticos e ferramentas da gestão da qualidade (GRYNA, 2001). Dessa forma, “o uso intensivo de ferramentas estatísticas e a sistemática análise da variabilidade são as marcas registradas deste programa” (CARVALHO; PALADINI, 2005, p. 54).

O Sigma (σ) é a letra grega adotada para representar desvios padrões em uma distribuição qualquer, de forma que “quanto menor for o desvio padrão de um processo, mais desvios padrões passam a ser aceitos dentro da especificação” (DONADEL, 2008, p. 43). Dessa forma, o nível sigma de um processo aumenta conforme a população de dados

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

estiver mais próxima a média e os limites de especificação estejam distantes o máximo de desvios padrão possíveis (HILSDORF, 2002).

Barney (2002) afirma que em sua origem, o método estava relacionado a uma medida de qualidade e uma abordagem para solução de problemas de qualidade, posteriormente evoluindo para uma metodologia que acarreta melhoria geral do negócio.

3.2 DMAIC

Segundo WERKEMA (2012), a metodologia DMAIC, cujas siglas são: Define (Definir), Measure (Medir), Analyze (Analisar), Improve (Melhorar), Control (Controlar), é um dos pilares para o desenvolvimento de projetos Seis Sigma. Trata-se de uma estratégia que visa aumentar eficientemente a lucratividade das empresas, tornando-as mais competitivas

Escobar (2010) afirma que a utilização da metodologia DMAIC implica não somente na redução dos defeitos, mas também no aumento da produtividade, na redução de custos, na melhoria dos processos e no vislumbre de diversas outras oportunidades.

As etapas do DMAIC estão apresentadas na Tabela 1 de acordo com Werkema (2004).

Tabela 1. Etapas do DMAIC

ETAPAS DO DMAIC	
D = DEFINIR	<ul style="list-style-type: none">● Definir o problema do projeto;● Avaliar o grau de importância do projeto;● Definir os participantes da equipe responsável pelo projeto;● Elaborar o Project Charter conforme a voz do cliente.
M = MEDIR	<ul style="list-style-type: none">● Definir se serão utilizados os dados já existentes ou haverá coleta de novos dados;● Identificar e estudar os problemas prioritários;● Estabelecer a meta do problema prioritário.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

A = AGIR	<ul style="list-style-type: none">● Realizar uma análise de dados do processo gerador do problema prioritário;● Identificar, priorizar e quantificar a importância das causas potenciais do problema prioritário.
I = MELHORAR	<ul style="list-style-type: none">● Gerar e priorizar soluções para eliminar a causa fundamental do problema. Deve-se testar uma pequena escala as soluções prioritárias;● Caso necessário, identificar e implementar melhorias para as soluções selecionadas. Se a meta não for alcançada, retomar para a etapa M. Já se a meta for alcançada, elaborar e executar um plano para a implementação das soluções em larga escala.
C = CONTROLAR	<ul style="list-style-type: none">● Avaliar o alcance da meta em larga escala e garantir que o alcance da mesma se mantenha a longo prazo. Caso obtenha sucesso, deve-se padronizar as alterações no processo, transmitir as alterações para todos os envolvidos, implementar um plano para monitoramento da performance do projeto e do alcance da meta;● Definir um plano de ação corretiva, caso surjam anomalias no processo e sumarizar o que foi aprendido e fazer recomendações para trabalhos futuros. Mas, caso não obter sucesso, deve-se retornar para etapa M.

Fonte: WERKEMA (2012) (Adaptado)

3.2.1 Ferramentas DMAIC

3.2.1.1 Brainstorming

O Brainstorming é utilizado para concentrar grandes números de ideias onde através da formação de um grupo de pessoas envolvidas no processo, são extraídas ideias de todos os níveis livres de críticas ou segundas intenções podendo assim auxiliar na descoberta para a solução do problema. Para Behr, Moro e Stabel (2008), a realização de um Brainstorming, deve passar por algumas etapas tais como:

- a) Reunir os envolvidos em um só grupo;
- b) Apresentar o problema a ser analisado;
- c) Criar as ideias e apresentar para o grupo;

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

- d) Identificar quais as prioridades a serem realizadas de forma a eliminar as ideias descartadas pelo consenso de todos;
- e) Dar início nas prioridades.

3.2.1.2 Voz do Cliente

Ouvir a voz dos clientes é de suma importância para o planejamento estratégico, pois trata-se de uma das partes interessadas ao negócio da empresa, além de que sua melhoria é obtida a partir das medições e avaliações realizadas por eles. É preciso ouvi-los para que estabeleça diretrizes organizacionais, definir a visão e estratégias a serem seguidas e é graças a eles que há a existência da empresa. O objetivo é compreender o pensamento dos clientes e enxergar sua visão em relação dos pontos fortes e fracos da empresa. Essas informações são de extrema importância no ponto de vista crítico da qualidade estando em concordância com o problema encontrado no projeto auxiliando nas principais definições envolvidas do processo (WERKEMA, 2004).

Como peça chave para o desenvolvimento empresarial, ouvir a voz dos clientes contribui para uma melhor avaliação nos quesitos dos indicadores de desempenho e também comparar-se à concorrência.

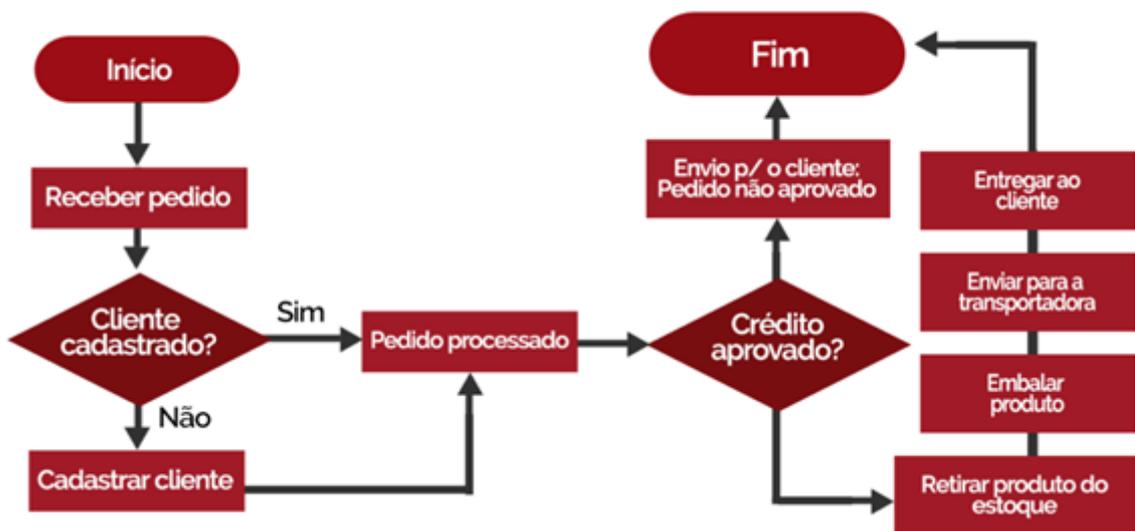
3.2.1.3 Matriz QFD

É uma ferramenta da qualidade utilizada para incorporar as reais necessidades do cliente em um projeto de melhoria no desenvolvimento de um produto e/ou serviço. A ferramenta QFD (*Quality Function Deployment*), além disso, acata as exigências dos clientes e as transforma em características comensuráveis, podendo assim desenvolver produtos e serviços que satisfaçam e/ou superem às expectativas dos clientes (OHFUJI et al., 1997).

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

processo, serve também para que facilite a comunicabilidade e documentação do processo. O mapeamento de processo pode auxiliar na redução de custos de um projeto ou processo, pois reduz falhas em relação à problemas de integração, simplificando o entendimento do mesmo, contribuindo, então, para uma melhora significativa de desempenho. (GOMES, et al., 2015).

Dentre as vantagens, podem-se destacar a exposição detalhada do processo atual, apresentando em uma comunicação qualitativa o conhecimento das causas geradoras de problema, de forma a proporcionar possíveis aperfeiçoamentos no processo, buscando precisão nas análises qualitativa, o que facilita a aplicação de ferramentas que estatisticamente apontarão as relações de suas causas e seus efeitos.



Fonte: Mais Consultoria Jr, (2017).

3.2.1.5 5W2H

O 5W2H é um plano de ação cuja listagem contém os principais tópicos que necessitam ser averiguados para que uma ação seja desenvolvida (Polacinski, 2012). Sua abreviatura provém de sete questões que ao serem organizadas, mapeiam o desenrolar de determinada atividade, sendo elas: What? (o que?); Who? (quem?); Where? (onde?); When? (quando?); Why? (por quê?); How? (como?); How much? (quanto?). A ferramenta necessita ser simples, prática e objetiva para que se obtenha êxito em sua implementação, seja ela, na

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

área de planejamento estratégico, planos de negócio ou até mesmo na gestão de projetos, além disso, auxilia no posicionamento de cada pessoa em relação às atividades que necessitam ser desempenhadas.

3.2.1.6 Project Charter

O Project Charter é um documento que apresenta quais são as atividades desempenhadas pelas equipes envolvidas no projeto, de forma a alinhá-las à realização da atividade enquadrada dentro de um cronograma, para isso, é esclarecido quais são os resultados a serem obtidos, declarando os impactos ao negócio, estabelecendo limites e recursos, determinando oportunidades, esclarecendo metas e planos, reconhecendo os usuários e suas exigências. (LIN et al., 2013).

Project Charter			
Project Name			
Project Description			
Project Manager		Date Approved	
Project Sponsor		Signature	
Business Case		Expected Goals/Deliverables	
Team Members			
Name		Role	
Risks and Constraints		Milestones	

Fonte: Lucidchart, (2016).

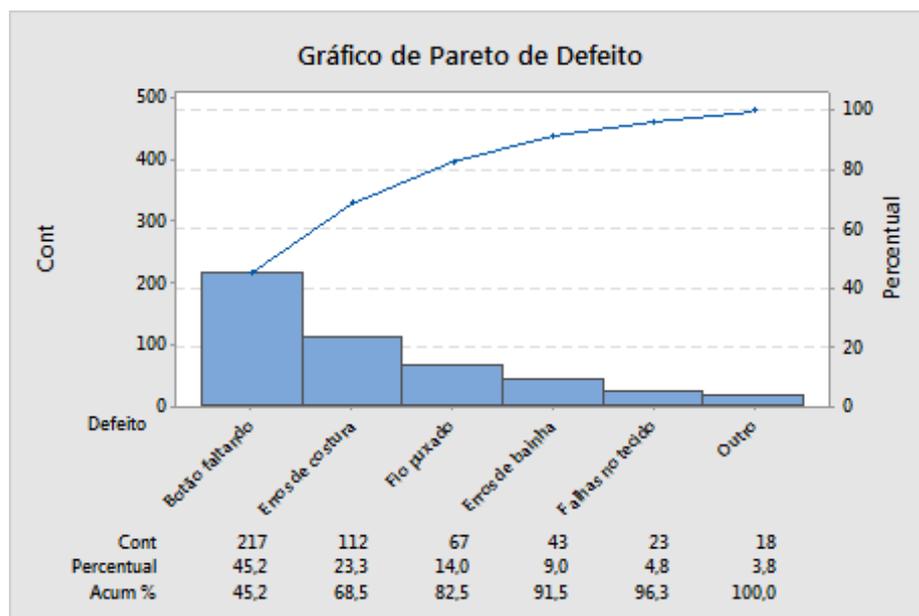
O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

3.2.1.7 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma representação gráfica utilizada para designar prioridades para a solução de problemas a partir de um número variado de informações. É utilizado principalmente para auxiliar na resolução de problemas de projetos de melhoria, na identificação de causas-raízes, para priorizar algum tipo de ação, definir avanços no desenvolvimento de projetos e na forma comparativa entre antes e depois das mudanças de ação corretiva. De acordo com WERKEMA (1995), as informações que são projetadas pelo diagrama, possibilitam a criação de objetivos quantitativos de soluções de problemas a serem atingidos. O diagrama, parte do pressuposto que uma parcela pequena das causas (20%), é responsável pela maior parte dos problemas (80%). Os dados quantificados, são organizados na forma decrescente, em que cada barra representa sua margem de contribuição em relação à causa total. Identificadas as causas principais, elas são destrinchadas em detalhes para que possam ser efetivamente corrigidas.

A vantagem de se aplicar essa ferramenta, está no fato de que são identificados os principais problemas e, com poucas ações, é possível atingir ótimos resultados, porque tornam-se direcionados os esforços para as ações corretivas, eliminando as causas que geram maior impacto, os resultados podem ser confirmados a partir de um novo diagrama e quando se aplica continuamente, se obtém um processo de melhoria contínua.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA



Fonte: Suporte ao Minitab 18, (2017).

3.2.1.8 Matriz de Priorização GUT

A Matriz de Priorização GUT é uma ferramenta utilizada para auxiliar na priorização de causas que necessitam ser atacadas, cujo intuito é garantir o controle de qualidade. Segundo Aguiar (2006), resolver as causas, por mais simples que aparentam ser, contribui para a conquista de objetivos e metas da empresa. Para Werkema (2004), é um diagrama utilizado na atividade subsequente, identificando e priorizando falhas para que seja analisado as causas que favorecem a existência do problema.

Problema	G	U	T	G x U x T
Orçamento anual não aprovado	1	3	5	15
Planilha orçamentária ineficiente	5	5	4	100
Falta de controle de fluxo de caixa	4	4	4	64

Fonte: Treasy, (2018).

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

3.2.1.9 Box Plot

Segundo Ramos (2002), Box Plot é um gráfico que apresenta um conjunto de características presentes em um conjunto de dados de variáveis contendo informações sobre variabilidade e simetria dos dados.

O Box Plot utilizado para sumarizar e analisar os dados quantitativos, em especial os contínuos, podendo ser utilizado tanto para análise descritiva como também para inferencial de dados, independente do tipo de delineamento. Para sua construção são utilizados alguns percentils (mediana, primeiro e terceiro quartis), sendo pouco influenciados com valores extremos, apenas precisando entender quais são os valores mínimo e máximo existentes no conjunto de dados. O Box Plot pode ser também utilizado para comparar a equivalência existentes nos grupos amostrais tanto para os estudos transversais como para os estudos longitudinais.

3.2.1.10 Diagrama de Ishikawa

O diagrama de Ishikawa (também conhecido como diagrama de causa e efeito) é utilizado para ordenar a conexão de determinada não conformidade em relação às suas causas-raízes, das quais afetam diretamente no resultado esperado de um processo. Também é utilizado para resolver problemas institucionais, de variabilidade e ainda de eventualidades de determinado fenômeno.

Sua função é determinar a relação entre os fatores que inibem o controle do processo, com seus efeitos, seja produção, custos, qualidade, dentre outros. Para Ishikawa (1993 p. 65), “processo é um conjunto de fatores de causa, precisa ser controlado para que se obtenham bons produtos e efeitos”.

Atualmente são classificados seis categorias que causam problemas ao processo, sendo eles: método, matéria-prima, mão de obra, máquina, medição e meio ambiente.

- a) Método: procedimento errôneo na execução do trabalho;
- b) Matéria-prima: material de má qualidade, que não atende requisitos do produto;

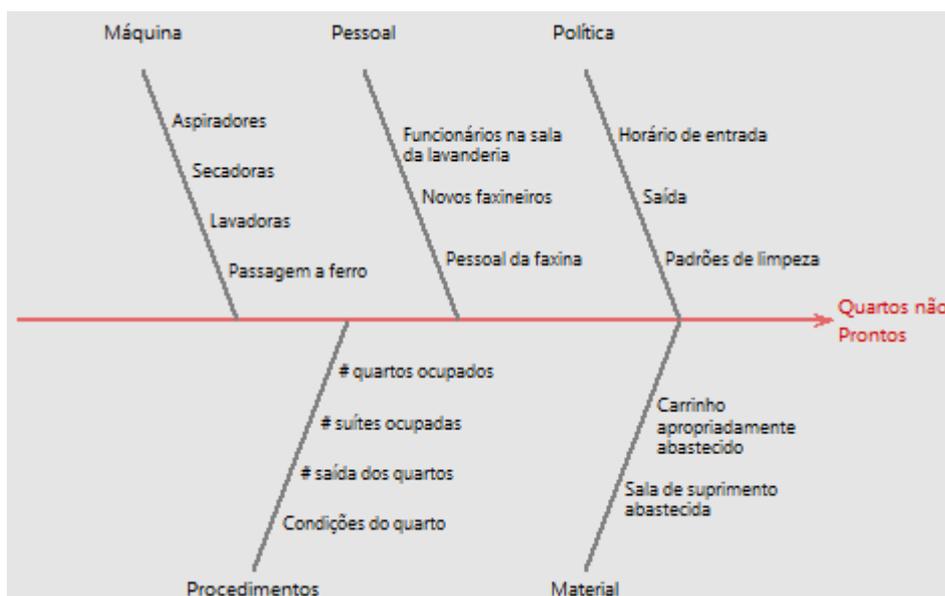
O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

- c) Mão de obra: falta de qualificação, pressa, imprudência;
- d) Máquina: maquinário ultrapassado, sem manutenção, desregulado;
- e) Medição: avaliação incorreta; observação de dados sem precisão;
- f) Meio Ambiente: fatores climáticos adversos, layout incorreto, sujeira.

Muitos benefícios são gerados quando se aplica o diagrama de Ishikawa, como a mudança de posicionamento da empresa a partir do enfoque do problema, já que, este, passa a ter uma visão mais ampla de um conjunto de fatores que o acarretam, esses fatores, são provindos de uma pesquisa efetiva, evitando desperdícios de tempo e de informações irrelevantes.

Outro aspecto importante é que o diagrama pode ser relacionado com outras ferramentas, como o diagrama de Pareto, onde são identificadas as principais causas geradoras de problemas, assim, o diagrama de Ishikawa destrincha as causas para ser resolvida, pode-se relacionar também com os gráficos de controle, que após detectar alguma anormalidade, aplica-se o diagrama de causa e efeito para a resolução do problema.

Outras vantagens também são destacadas, como ser uma ferramenta aplicada a diferentes ramos empresariais e também por contribuir com o engajamento de toda equipe em relação à compreensão e resolução do problema.

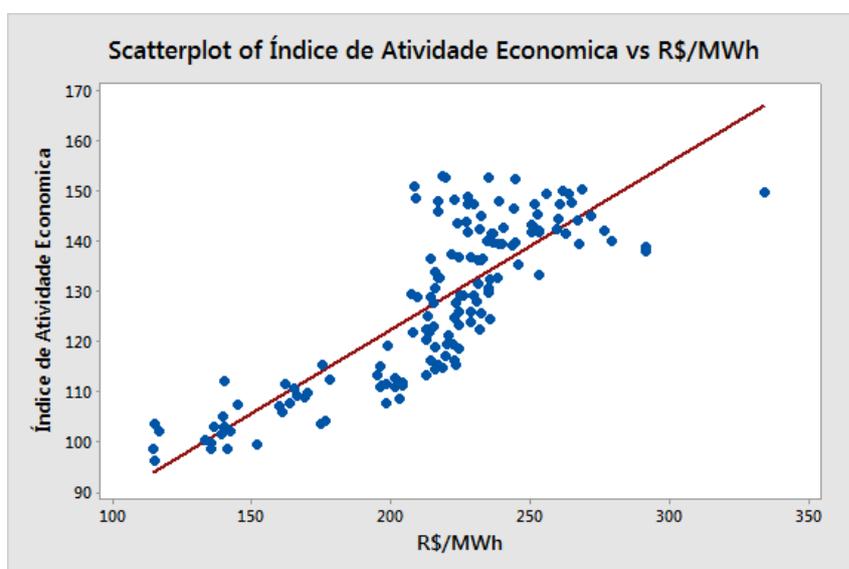


Fonte: Suporte ao Minitab 18, (2017).

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

3.2.1.11 Diagrama de Dispersão

O diagrama de dispersão é um gráfico que analisa o comportamento de duas variáveis com o intuito de identificar um vínculo entre elas, detectando, por exemplo, uma relação de causa e efeito. É comum plotar no eixo das abscissas (eixo x), características relacionadas às causas dos problemas e no eixo das ordenadas (eixo y), o efeito gerado pela não conformidade. Para Werkema (2006) a predisposição da variabilidade contribui para avaliar a correlação entre causa e efeito de modo a tornar-se possível analisar o rendimento dos métodos do plano de ação para solucionar a adversidade.



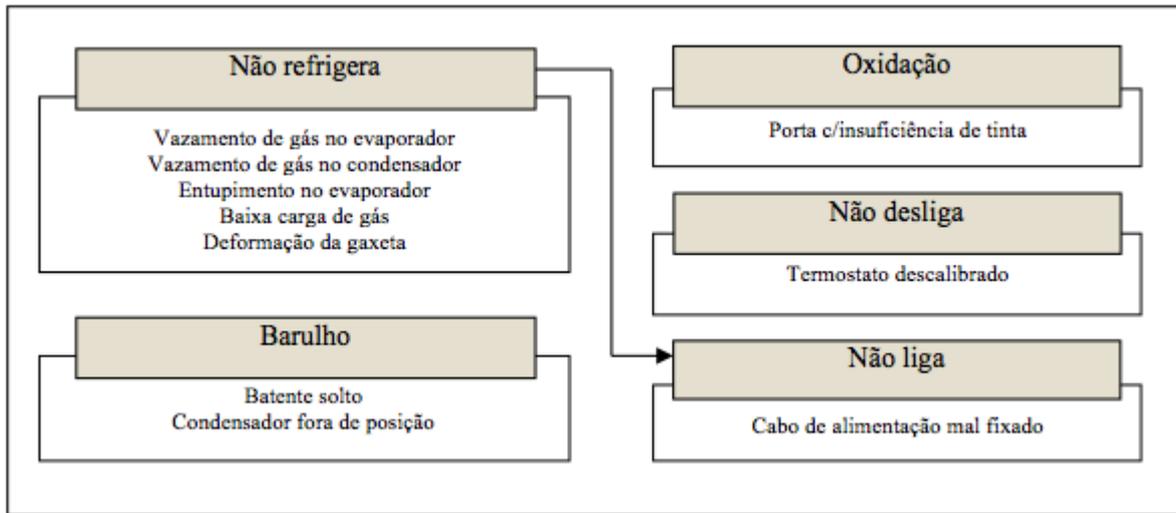
Fonte: FM2S, (2015).

3.2.1.12 Diagrama de Afinidades

O diagrama de afinidades tem por objetivo denotar graficamente uma relação característica entre determinados grupos, das quais, diferem dos demais. Seu objetivo é inteirar-se ao problema por meio do arranjo de ideias, com isso, torna-se uma ferramenta auxiliadora para a gerenciar o entendimento de um grupo de pessoas em relação a adversidade encontrada. Segundo CARPINETTI (2010), a aglomeração dessas

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

características afins, extinguem redundâncias, apontando brechas na exposição de ideias, acarretando, então, na melhor assimilação de um acontecimento.



Fonte: Revista Espacios, (2015).

3.2.1.13 Histograma

O histograma é uma representação gráfica da variabilidade dos dados obtidos a partir de um estudo sobre determinado processo, contribuindo para o entendimento da distribuição das frequências ordenadas em classes em torno de um valor central. De acordo com WERKEMA (1995), o motivo das empresas utilizar o histograma, está relacionado à busca de redução na variabilidade, pois tem como uma de suas características, equacionar o processo em relação ao seu valor central dentro de um determinado limite especificado, adotando, se necessário, medidas preventivas de ação, já que, qualidade está diretamente ligada com padronização de processos.

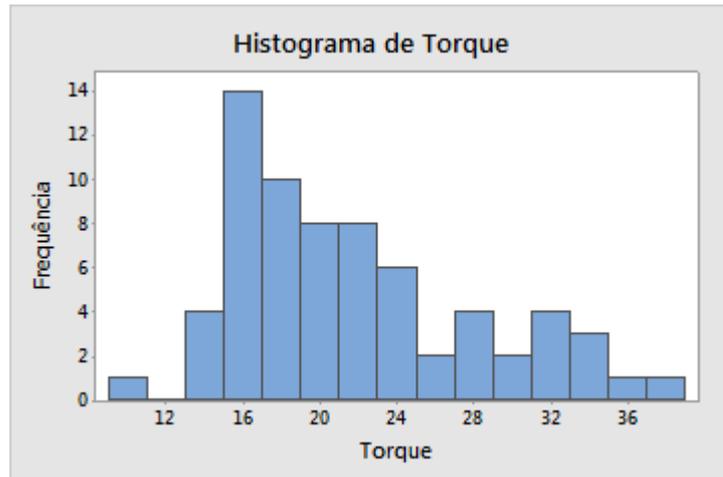
A vantagem de se aplicar essa ferramenta, está na sua rápida elaboração, podendo ser realizada em diferentes tipos de softwares ou até mesmo manualmente, proporcionando uma análise comparativa sobre uma sequência de dados, contribuindo para a solução de problemas, pois é capaz de apontar uma tendência do processo a partir de seu histórico.

Existem seis tipos e histograma, sendo eles:

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

- a) Simétrico: quando a frequência mais alta está ao centro e em ambos os lados vão diminuindo gradativamente em relação às suas extremidades. Quando se apresenta esse tipo de formato de distribuição, o processo encontra-se padronizado, controlado com distribuição normal.
- b) Assimétrico: quando a frequência mais alta localiza-se à esquerda ou à direita do valor central. Ocorre quando apresenta apenas um limite de especificação que é controlada no decorrer do processo. Localizado à esquerda, trata-se do histograma assimétrico positivo, apresentando o limite inferior de controle do processo controlado, por sua vez, quando localizado à direita, trata-se do histograma assimétrico negativo, apresentando o limite superior de controle do processo controlado.
- c) Despenhadeiro: quando o histograma termina repentinamente em um ou ambos os lados, aparentando estar faltando uma parte, isso ocorre quando há eliminação de dados, esse “corte” de dados geralmente está relacionado aos limites de especificação.
- d) Dois picos: existe a representação de dois picos cuja frequência entre eles é baixa, isso geralmente ocorre quando se deseja comparar dois elementos, como por exemplo: rendimento de operadores, desempenho de máquinas, produção com lotes diferentes de matéria prima, dentre outros.
- e) Platô: tem como característica principal, possuir frequências aproximadas nos níveis de classe central, geralmente ocorre quando são combinados distribuições de diferentes médias.
- f) Ilha isolada: apresenta uma situação de isolamento de pequenas faixas em relação à maioria dos dados, é decorrente de possíveis anormalidades ocasionais, de erros no sistema de medição, no registro de dados, resultando em um agrupamento separado dos demais.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA



Fonte: Suporte ao Minitab 18, (2017).

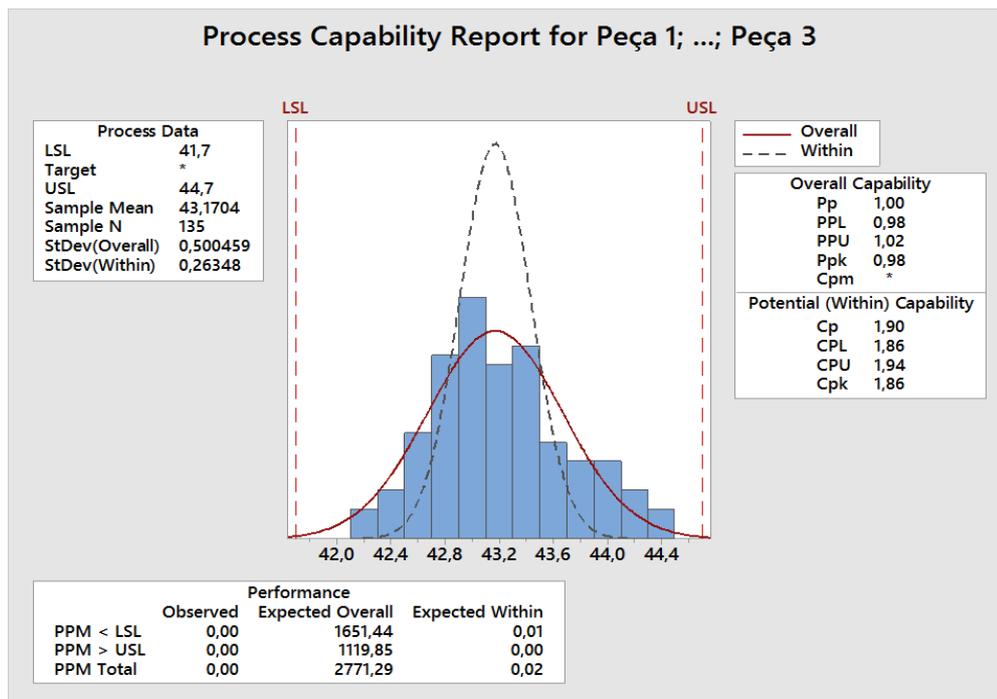
3.2.1.14 Capacidade de Processo Cp e Cpk

A capacidade do processo é uma análise adentro do controle estatístico, no qual, um processo é tido como sob controle quando não apresenta causas especiais, contudo, está à margem de erro, produzindo peças defeituosas que estão fora da conformidade exigida pelo cliente, logo, entende-se que não basta estar apenas com o processo incluído no controle estatístico, assim sendo, torna-se necessário que a variabilidade produtiva esteja dentro de um limite de especificação que é exigido pelo cliente conforme sua necessidade.

Segundo Costa, Epprecht e Carpinetti (2005), a faixa de especificação padrão exigida pelo cliente é delimitada pelo Limite Superior de Especificação (LSE) e pelo Limite Inferior de Especificação (LIE). De acordo com Montgomery (1997) e Deleryd (1999), é possível dimensionar a performance do desempenho do processo a partir dos índices Cp e Cpk.

O índice Cp, ou capacidade potencial, é uma grandeza que mede quanto o processo está adequado para satisfazer as especificações, e é dado pela razão entre os limites de especificação e a variação real do processo. Já o índice Cpk, ou capacidade efetiva, é a proporção de quanto realmente o processo é capaz de atender as especificações, e é caracterizada pela longitude que a média apresenta dos limites de especificação.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA



Fonte: Escola edti, (2013).

3.2.1.15 Teste de Hipóteses

É um método estatístico que busca verificar a compatibilidade dos dados adquiridos com alguma hipótese. Ele te permite concluir se o valor é válido ou não com base nas informações obtidas através de determinado teste.

O teste de hipóteses pode ser paramétrico, realizado com base nas medidas de uma dada amostra, por exemplo, média e desvio padrão, e não-paramétrico (“testes livres de distribuição”).

A finalidade dos testes de hipóteses não é de contestar os valores da amostra, mas fazer uma apreciação sobre a diferença entre dois resultados estatísticos ou entre a estatística da amostra e um parâmetro hipotético da população (AAKER, KUMAR e DAY, 2001, p. 462).

Baseado nos testes de significância, usam-se dois tipos de hipóteses: H_0 , hipótese nula, e H_A , hipótese alternativa. A hipótese nula geralmente afirma que não há relação entre

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

os dados comparados. Já a hipótese alternativa, segundo Cooper e Schindler (2003), é uma contraposição à hipótese nula.

3.2.1.16 5S

É um programa que objetiva alcançar a melhoria na qualidade de vidas de todas as pessoas que compõem a organização por meio de práticas simples, de fácil aplicação de melhoria contínua das tarefas cotidianas. Segundo SILVA (2006), aplicar o programa em um ambiente de trabalho, melhora a convivência das pessoas, valoriza o trabalho em equipe e aumenta seu rendimento.

A abreviatura 5S é proveniente de cinco palavras japonesas: Seiri (senso de separar o material necessário do desnecessário); Seiton (senso da organização daquilo que se utiliza); Seiso (senso de limpeza com finalidade de inspeção, como identificação de vazamentos, desgastes, irregularidades); Seiketsu (senso pela higiene pessoal e funções orgânicas, físicas e mentais); Shitsuke (senso de autodisciplina, no qual é mantido não apenas na empresa, mas também, no dia a dia).

3.2.1.17 Kaizen

É uma ferramenta de origem japonesa, dos anos 50, que busca, com um menor custo, gerar resultados que tragam melhorias diárias qualitativas e quantitativas para a organização e/ou para a vida pessoal.

O professor Masaaki Imai (1994), pai da filosofia Kaizen, o descreve da seguinte forma:

A essência do kaizen é simples e direta: kaizen significa melhoramento. Mais ainda, kaizen significa contínuo melhoramento, envolvendo todos, inclusive gerentes e operários. A filosofia do kaizen afirma que o nosso modo de vida – seja no trabalho, na sociedade ou em casa – merece ser constantemente melhorado.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

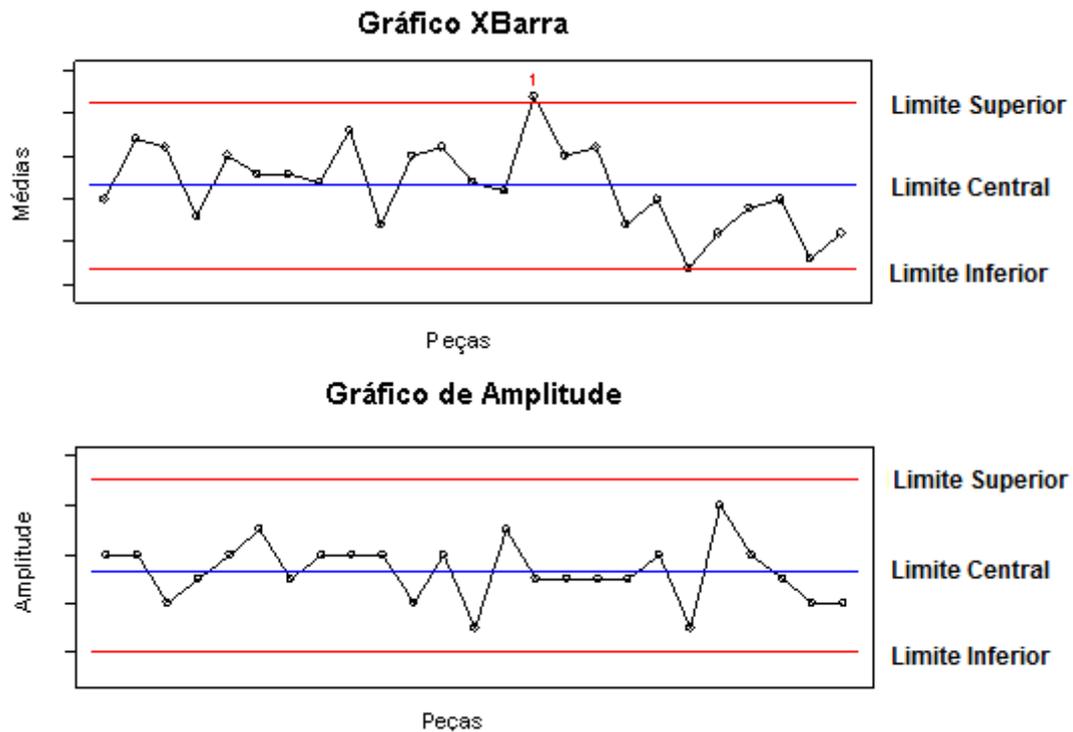
De acordo com a metodologia de IMAI (1994), as melhorias são desenvolvidas por etapas, visando sempre a eliminação de perdas (desperdício). O kaizen pode ser aplicado em qualquer ambiente e trabalha em conjunto com outras ferramentas já conhecidas.

3.2.1.18 Cartas de Controle

As Cartas de Controle servem para monitorar graficamente a variabilidade contida no processo. O gráfico apresenta uma faixa conhecida como limites de controle, essa faixa, é delimitada pela linha superior, conhecida como limite superior de controle e delimitada pela linha inferior, conhecida como limite inferior de controle.

A partir de uma análise sistematizada do gráfico, é possível analisar se o processo apresenta-se sob controle, se é existente algum tipo de causa comum ou especial. Para Michel e Fogliatto (2002) causas comuns, são ocasionadas de pequenas variações casuais e, aparentemente, inócuo ao processo (contudo, é cabível um monitoramento das causas), já causas especiais, são aquelas que estão fora dos parâmetros, não atendendo às conformidades e exigências do cliente, por isso, é necessário identificar e eliminá-las, para que o processo continue dentro da especificação de comportamento esperada. É considerado um processo sob controle, aquele que seja isento de causas especiais, resultando na qualidade do mesmo.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA



Fonte: Portal Action, (2017).

4. Metodologia

A metodologia utilizada neste trabalho será a revisão integrativa, sendo uma pesquisa de caráter exploratório, tendo em vista que sua principal finalidade é desenvolver uma visão geral acerca de um fato, para desenvolvimento e modificação de conceitos e hipóteses para estudos posteriores (GIL, 2008).

Consiste em uma pesquisa na literatura, em artigos publicados em periódicos, em bases de dados, em referências bibliográficas, em teses, em dissertações e em livros, buscando sintetizar estudos já realizados sobre um assunto e apresentando as conclusões obtidas. (Pompeo, Rossi e Galvão, 2009).

É importante que a pesquisa tenha início, desenvolvimento e conclusão claros e bem definidos, para que seja possível atingir o objetivo estipulado. É também crucial para a confiabilidade dos procedimentos e dos resultados obtidos, que mantenha-se fidelidade a metodologias elaboradas, já utilizadas e consagradas na literatura. Sendo assim, é necessário que esse método siga padrões de utilização.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Mediante ao exposto, a metodologia deste trabalho será guiada de acordo com Pompeo, Rossi e Galvão (2009) e Alves (2011), que definem seis etapas para realização da revisão integrativa:

1. Identificação do tema ou questionamento da revisão integrativa: nesta fase são definidos o objeto da pesquisa e a questão a se responder;
2. Amostragem literária: consiste na seleção das bases de dados na literatura e na definição da estratégia de busca;
3. Categorização dos estudos: as informações relevantes ao assunto escolhido são extraídas e organizadas em um banco de dados;
4. Avaliação dos estudos: realiza-se uma análise crítica do material selecionado, conforme os critérios de pesquisa predefinidos;
5. Interpretação dos resultados: discussão dos resultados obtidos, comparando-se o conteúdo da pesquisa com o estudo teórico realizado;
6. Síntese da revisão integrativa: nesta etapa, é apresentado um resumo das informações obtidas na forma de um relatório descritivo detalhado da revisão.

4.1 Revisão Integrativa

4.1.1 Identificação do tema e amostragem literária

O objetivo desta revisão integrativa é evidenciar como se encontra o “estado da arte” da aplicação da metodologia Seis Sigma nas organizações no Brasil. Para satisfação desse objetivo, foram definidos os seguintes critérios para filtragem dos resultados:

- a) Somente trabalhos publicados em língua portuguesa;
- b) Trabalhos que desenvolvam aplicações práticas do DMAIC;
- c) Trabalhos que apresentem referencial bibliográfico que sustentem a aplicação prática;
- d) Trabalhos que relatam a aplicação prática com descrição, desenvolvimento e resultados.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

A partir da definição do tema e dos critérios, é necessário estabelecer o mecanismo de busca. Sendo assim, para execução das pesquisas literárias, será utilizada apenas plataforma virtual, por oferecerem resultados de busca com alta rapidez e grande diversidade. Dessa forma, considerou-se o Google como mecanismo de busca.

Visando o início efetivo das pesquisas, foram estipulados os seguintes termos de busca: “seis sigma”, “DMAIC”, “prática” e “ferramenta”. Os termos foram escolhidos por representarem, em forma de “palavra chave”, as premissas básicas pré definidas nos critérios acima expostos.

Na pesquisa inicial, utilizando-se apenas o termo “seis sigma”, observou-se que grande parte dos links obtidos não atenderam minimamente aos critérios definidos. Na intenção de melhorar os resultados, os termos foram combinados e foi acrescentado a eles o sufixo “filetype:pdf”, para obtenção apenas de arquivos em PDF. Sendo assim, foram realizadas mais duas pesquisas combinando os termos e o sufixo. Utilizaram-se então respectivamente as combinações “seis sigma" filetype:pdf” e "seis sigma” DMAIC filetype:pdf.

Para os testes seguintes considerou-se a inserção do asterisco entre aspas. Este caractere entre os termos de busca possibilita que os mesmos não apareçam necessariamente seguidos um do outro, mas também espalhados pelo texto. Dessa forma realizaram-se mais duas buscas, sendo os termos respectivamente "seis sigma” DMAIC “* prática” filetype:pdf e “DMAIC” ferramenta “* prática” filetype:pdf.

Finalmente, aplicados os termos de busca ao Google, os resultados foram resumidos conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Termos de busca utilizados e resultados obtidos no Google Acadêmico

Termos de busca	Quantidade de artigos obtidos
“seis sigma”	120
“seis sigma" filetype:pdf	121
"seis sigma” DMAIC filetype:pdf	125
"seis sigma” DMAIC “* prática” filetype:pdf	143

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

“DMAIC” ferramenta “* prática” filetype:pdf	151
---	-----

Inicialmente, observou-se na pesquisa que a quantidade de resultados apresentada na primeira página do Google não condiz com a quantidade real, cuja qual pode ser verificada na última página. Portanto, a Tabela 2 foi elaborada considerando apenas as quantidades reais de resultados obtidos em cada pesquisa.

Efetuada todas as buscas, notou-se que não houve grande variação na quantidade de resultados entre uma e outra. Sendo assim, o primeiro critério para escolha da pesquisa ideal foi preferir a primeira. Com isso, apenas os resultados em PDF seriam válidos. O segundo critério foi encontrar qual o conjunto de termos que sintetiza de maneira mais completa o conceito deste trabalho. Dessa forma, ficou escolhido o conjunto "seis sigma" DMAIC “* prática” filetype:pdf.

4.1.2 Categorização dos estudos

Tendo em vista o total de 143 resultados válidos, iniciou-se o procedimento de avaliação artigo por artigo, a fim de identificar os que atendem ao caráter da revisão. Para tanto, os trabalhos foram avaliados de forma que as informações pudessem ser categorizadas nos critérios anteriormente definidos:

- a) Somente trabalhos publicados em língua portuguesa;
- b) Trabalhos que desenvolvam aplicações práticas do DMAIC;
- c) Trabalhos que apresentem referencial bibliográfico que sustentem a aplicação prática;
- d) Trabalhos que relatam a aplicação prática com descrição, desenvolvimento e resultados.

Para uma filtragem inicial dos 143 PDFs obtidos, consideram-se dois tipos básicos:

1. Somente os que eram trabalhos acadêmicos;
2. Somente os trabalhos acadêmicos publicados em algum periódico.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Em análise aos arquivos conforme os critérios desta filtragem inicial, foram selecionados 32 artigos acadêmicos. Aprofundando o estudo desta nova seleção, foi possível observar que os trabalhos podiam ser divididos genericamente em quatro grupos:

1. Estudos teóricos descritivos da metodologia Seis Sigma;
2. Desenvolvimento de modelos genéricos de aplicação do DMAIC;
3. Revisões integrativas sobre Seis Sigma e DMAIC;
4. Desenvolvimento e aplicação de projetos Seis Sigma e DMAIC.

De forma preliminar, considerando que toda a seleção de 32 artigos já possuía publicação em periódicos e considerando a necessidade de se cumprir o critério “d) Trabalhos que relatam a aplicação prática com descrição, desenvolvimento e resultados”, ficou claro que apenas o último grupo atendia às exigências mínimas deste trabalho.

Após o levantamento dos artigos e a categorização em cada critério isoladamente, levou-se em conta que apenas aqueles que respeitassem todos os critérios poderiam ser considerados para o prosseguimento do trabalho, pois estariam em conformidade com as premissas da revisão integrativa proposta. A Tabela 3 apresenta o resumo da etapa de categorização dos resultados.

Tabela 3. Categorização dos resultados obtidos

Categorização	Quantidade de artigos obtidos
Somente trabalhos publicados	32
Aplicações práticas do DMAIC	12
Referencial bibliográfico à ferramenta DMAIC aplicada	32
Descrição, desenvolvimento e resultados da aplicação prática	12

A intersecção entre todos os critérios foi encontrada em 12 artigos. Sendo assim, visando a continuidade para as 3 etapas finais deste trabalho, foi estabelecida a seleção final com os 12 artigos conforme Tabela 4.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Tabela 4. Seleção final dos artigos

Título	Autores	Ano	Local de publicação
Equalização da taxa de ocupação em um call center por meio da metodologia Seis Sigma	Elton da Silva Autran Theresa Cristina Frazão	2015	Revista Ciência da Administração
A seleção de projetos em um programa Seis Sigmas aplicado à uma indústria de frangos	Roselis Natalina Mazzuchetti	2010	5º Encontro de Produção Científica e Tecnológica
Lean Seis Sigma	Graziele Moro Mani Fabiana Serralha Miranda de Pádua	2008	Interface Tecnológica
Aplicação do Lean Six Sigma na logística de transporte	Simone Tavares Fernandes Fernando Augusto Silva Marins	2012	Revista Científica Eletrônica de Engenharia de Produção
Utilização da metodologia DMAIC em comunidades pesqueiras artesanais no sudeste do Brasil	Guilherme Arpini Reis Talita Seckim Julio Vanielle Aparecida do Patrocínio Gomes Rodrigo Randow de Freitas	2017	Revista Brasileira de Engenharia da Pesca
Aplicação da metodologia DMAIC para aumento de produtividade industrial	Welington Martins Andréia de Menezes Olivo	2016	Colloquium Exactarum
Aplicação do método DMAIC na análise da qualidade no serviço prestado em uma unidade da rede de academias alta energia	Anderson Alves Rincon Patrícia de Britto Ana Caroline Marques de Oliveira Warley Ribeiro Roza Flávia Komatsuzaki	2014	9º Simpósio Acadêmico de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Viçosa

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

A utilização da metodologia seis sigma em empresa do setor hoteleiro um estudo de caso	Marcelle Colares Oliveira Wilton de Medeiros Daher	2004	11º Congresso Brasileiro de Custos
Seis sigma na operação e logística portuária da vale: estudo de caso no terminal marítimo ponta da madeira	Sérgio Sampaio Cutrim Luís Carlos Carvalho Nunes Leo Tadeu Robles Walter Carvalho Pinheiro Filho Newton Narciso Pereira Roberto Di Biase Sampaio	2017	Revista Eletrônica de Estratégia e Negócios
Redução das perdas no vazamento contínuo de chapas de alumínio	Francisco de Paula Pinheiro Thomas Santos Silva	2015	52º Seminário de Laminação
Aplicação da metodologia Seis Sigma para redução de custos com horas extras	Tânia Sueli Cardoso	2013	Revista Especialize On-line IPOG
Aplicação da estratégia seis sigma à uma unidade de saúde	Heliton Eleandro de Moura Damasceno Aline Rodrigues Gomes Damasceno Antônio Pascoal Del’arco Júnior Francisco Cristovão de Melo	2009	13º Encontro Latino Americano de Iniciação Científica da Universidade do Vale do Paraíba 9º Encontro Latino Americano de Pós-Graduação da Universidade do Vale do Paraíba

4.1.3 Avaliação dos estudos

Após a leitura dos artigos selecionados, foi possível a realização de uma série de observações que consolidam a compreensão do “estado da arte” da aplicação da metodologia Seis Sigma e seus desdobramentos no Brasil.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

Primeiramente, identificou-se que a maioria dos trabalhos é recente, se concentrando na maior parte nos anos de 2015 e 2017.

Em relação aos autores, contabilizou-se um total de 33, sendo 42,42% mulheres e 57,58% homens. Quanto à titulação destes, constatou-se que 18,18% são Bacharéis, 15,15% Especialistas, 39,39% Mestres, 21,21% Doutores e 6,07% Pós Doutorados.

Referente a formação destes profissionais, em todos os níveis, é de maioria absoluta na área de Engenharia, com ênfase em Engenharia de Produção. Observou-se também que a maioria dos autores se concentram na Universidade de São Paulo (USP).

Em análise ao conteúdo dos artigos, na tentativa de identificar os principais nomes que forneceram o embasamento bibliográfico necessário para a validação dos trabalhos, destaca-se a repetida presença de autores como Cristina Werkema, Roberto Gilioli Rotondaro, Marco Siqueira Campos, Marly Monteiro de Carvalho, Edson Pacheco Paladini, George Eckes e Mikel Harry, sendo este último, cofundador da metodologia Seis Sigma na Motorola.

Baseando-se nos nomes que aparecem com maior frequência, foi realizada uma breve pesquisa sobre os mesmos.

A autora Cristina Werkema atualmente é detentora do Grupo Werkema, especializado na implantação do Programa Lean Seis Sigma e de outras metodologias para melhorias. Esteve à frente dos primeiros processos de implantação do programa Seis Sigma em grandes empresas no Brasil. É graduada em Engenharia Química pela UFMG e Mestre em Ciências Estatísticas pela USP.

O autor Roberto Gilioli Rotondaro, falecido em 2013, era professor doutor da EPUSP, graduado em Engenharia Metalúrgica pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, Mestre em Engenharia Metalúrgica pela USP e Doutor em Engenharia Metalúrgica pela USP.

O autor Marco Siqueira Campos é fundador da Siqueira Campos e Associados, grupo com atuação em Qualidade e Gestão, Satisfação do Cliente e Estatística Aplicada. É graduado em Estatística UFRGS e Mestre em Data Science pela City University of New York.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

A autora Marly Monteiro de Carvalho é professora titular na USP, sendo graduada em Engenharia de Produção Mecânica pela USP, Mestre e Doutora em Engenharia de Produção pela UFSC e pós doutorada em Engenharia Gestional pelo Politécnico de Milão.

Já em análise a metodologia aplicada aos artigos selecionados, desta vez a tentativa foi identificar quais as ferramentas DMAIC mais atendiam as necessidades dos autores, o que consequentemente representaria, em termos do “estado da arte”, quais as ferramentas mais utilizadas. Foi possível constatar as informações conforme a Tabela 5.

Tabela 5. Ferramentas DMAIC identificadas

Artigo	Ferramentas DMAIC identificadas
Equalização da taxa de ocupação em um call center por meio da metodologia Seis Sigma	Gráfico de Dispersão Carta de Controle Histograma/Análise de Capacidade Box Plot
A seleção de projetos em um programa Seis Sigmas aplicado à uma indústria de frangos	Matriz de Priorização GUT Brainstorming
Lean Seis Sigma	Histograma/Análise de Capacidade
Aplicação do Lean Six Sigma na logística de transporte	Voz do Cliente Mapeamento de Processo Brainstorming Kaizen Teste de Hipóteses Carta de Controle Diagrama de Ishikawa
Utilização da metodologia DMAIC em comunidades pesqueiras artesanais no sudeste do Brasil	Mapeamento do Processo Diagrama de Ishikawa Diagrama de Afinidades
Aplicação da metodologia DMAIC para aumento de produtividade industrial	Voz do Cliente Matriz QFD Diagrama de Ishikawa
Aplicação do método DMAIC na análise da qualidade no serviço prestado em uma unidade da rede de academias alta energia	Project Charter Gráfico de Pareto 5S 5W2H
A utilização da metodologia seis sigma em empresa do setor hoteleiro um estudo de caso	Carta de Controle Diagrama de Ishikawa
Seis sigma na operação e logística portuária da Vale: estudo de caso no terminal marítimo ponta da madeira	Gráfico de Pareto Diagrama de Ishikawa Matriz de Priorização GUT

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

	Carta de Controle
Redução das perdas no vazamento contínuo de chapas de alumínio	Gráfico de Dispersão Histograma/Análise de Capacidade Gráfico de Pareto Box Plot
Aplicação da metodologia Seis Sigma para redução de custos com horas extras	Project Charter Mapeamento do Processo Diagrama de Ishikawa
Aplicação da estratégia seis sigma à uma unidade de saúde	Voz do Cliente Brainstorming

Quanto a análise da proposta apresentada pelos artigos, todos foram desenvolvidos sob a perspectiva de uma oportunidade de melhoria em empresas reais, vislumbrando a possibilidade de resultados eficientes e ganhos eficazes. Em todos os casos, a oportunidade a ser explorada foi descrita de forma clara, o desenvolvimento procedeu-se de maneira coesa aos referenciais de suporte e os resultados foram apresentados com melhoria em todos os casos.

De maneira geral, concluiu-se que a seleção final dos 12 artigos atenderam aos critérios da revisão integrativa, dessa forma validando-a e permitindo a síntese dos resultados obtidos na sua etapa final.

4.1.4 Interpretação dos resultados e síntese da revisão integrativa

Os trabalhos analisados possuem a maioria de suas publicações recentes, delimitando-se entre os anos de 2004 e 2017, sendo na maioria desenvolvidos por Mestres e Doutores formados pela USP na área de Engenharia de Produção.

As principais referências no Brasil são profissionais atuantes ou que atuaram no país, tanto lecionando quanto aplicando os conceitos em empresas brasileiras, sendo efetivos no apoio ao mercado. São eles: Cristina Werkema, Roberto Gilioli Rotondaro, Marco Siqueira Campos e Marly Monteiro de Carvalho.

Sempre em respeito ao referencial teórico, identificaram-se as ferramentas DMAIC que melhor se adequam às necessidades dos trabalhos analisados, bem como foram mais eficazes para seus propósitos. São elas: a Voz do Cliente como norte para as atividades; o Brainstorming para identificação e controle das oportunidades de melhoria; o Mapeamento

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

de Processo para uma visão global e integrada do sistema; os Histogramas como fornecimento de dados para a Análise de Capacidade; o Gráfico de Pareto e o Diagrama de Ishikawa para identificação das causas e efeitos de problemas no sistema e as Cartas de Controle para padronização dos processos e controle dos resultados.

Com a aplicação destas ferramentas e a assimilação da filosofia Seis Sigma nas empresas representadas, conclui-se que os principais benefícios são: redução na variabilidade dos processos; melhor desempenho na utilização dos recursos humanos e materiais; mudança cultural dos colaboradores devido a compreensão dos benefícios obtidos com projetos Seis Sigma e, como consequência geral, melhoria na capacidade das empresas em entenderem a VOC e atenderem suas expectativas.

Realizada a revisão integrativa, a fim de destacar o “estado da arte” da aplicação da metodologia Seis Sigma no Brasil, é apresentada a seguir a tabela sintética das principais informações lapidadas neste trabalho e as considerações de relevância sobre cada uma delas:

Tabela 6. Síntese da revisão integrativa

Item		Informação
Ano das publicações		2004 a 2017
Autores	Principal local	USP
	Principais titulações	Mestres e Doutores
	Principais áreas de formação	Engenharia de Produção
Principais referências no Brasil		Cristina Werkema Roberto Gilioli Rotondaro Marco Siqueira Campos Marly Monteiro de Carvalho
Principais ferramentas DMAIC		Voz do Cliente Brainstorming Mapeamento de Processo Histograma/Análise de Capacidade Gráfico de Pareto Diagrama de Ishikawa Cartas de Controle
Principais melhorias		Redução das variabilidades Maior eficiência na utilização dos recursos Mudança na cultura organizacional Melhor atendimento aos requisitos do cliente

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

5. Considerações Finais

Com base no extenso referencial teórico adquirido para realização deste trabalho, foi possível notar que se tratava de um tema muito amplo e de grandes possibilidades de aplicabilidade. Em análise ao panorama acadêmico nacional, verificou-se a existência de diversos trabalhos realizados com o intuito de aplicar projetos Seis Sigma e ferramentas DMAIC em organizações dos mais variados ramos de segmento no Brasil, fato esse, comprovado nas pesquisas realizadas por essa revisão.

Ainda assim, observou-se a dificuldade da localização de trabalhos que sintetizassem como está o panorama dessas aplicações no país. Sendo assim, com o intuito de produzir esta síntese e agregar valor a possíveis futuros trabalhos na área de Seis Sigma, este artigo se propôs em buscar o “estado da arte” desta vertente no Brasil através de uma revisão integrativa.

Finalmente considera-se que definidas, executadas e concluídas todas as etapas da revisão integrativa, o objetivo do trabalho foi obtido e o “estado da arte” do Seis Sigma no Brasil foi sintetizado. Ainda assim, a principal competência adquirida com este trabalho é o fato de constatar, assimilar e reafirmar a efetividade dessa filosofia na alteração cultural e de cenários empresariais, bem como na comprovada obtenção de melhorias diversas.

6. Referências

AGUIAR S. **Integração das ferramentas da qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2006.

BAGGIO, Mário Augusto. MAOSKI, Ary. **ON THE JOB TRAINING – OJT (Treinamento no local de trabalho): uma forte tendência na educação de adultos**.

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

COSTA, A. F. B.; EPPRECHT, E. K.; CARPINETTI, L. C. R. **Controle Estatístico de Qualidade: Métodos Estatísticos**. São Paulo: Atlas, 2005.

COSTA, M. L. **Como imitar os japoneses e crescer**. Florianópolis, EDEME, 1991.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

CUNHA, C.J. **Modelos de gestão da qualidade I**. SENAI – Universidade Federal do Paraná – Curitiba – 2001.

DELERYD, M. **The effect of Skewness on estimates of some process capability indices**. International Journal of Applied Quality Management, v. 2, n. 2, p. 153-186, 1999.

GAITHER, N.; FRAZIER, G. **Administração da Produção e operações**. 8. ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

GOMES, F. M.M.; FAUSTINO, G.G.; TONANI, M.; PORCINCULA, S.; SOMERA, S.C.; BEICKER, W.; PAZIN-FILHO, A. **Mapeamento do fluxo de trabalho**: Engenharia Clínica do HCFMRP-USP. Revista de Medicina USP, v. 48, n.1, 41-47, 2015.

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

LIN, C.; CHEN, F. F.; WAN, H.; CHEN, Y. M.; KURIGER, G. **Continuous improvement of knowledge management systems using Six Sigma methodology**. Robotics and Computers Integrated Manufacturing, v.29, p. 93-103, 2013.

MAIS CONSULTORIA JR. **Fluxograma de Processos: o que é e quais são as suas partes**. Disponível em: <<http://maisconsultoria.com.br/site/fluxograma-de-processos/>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

MARIA, A. **Introduction to modeling and simulation**. Proceedings of the 1997 Winter Simulation Conference, 1997.

MEIRA, R. C. **As ferramentas para a melhoria da qualidade**. Porto Alegre: SEBRAE, 2003.

MICHEL R.; FOGLIATTO F. S. **Projeto econômico de cartas adaptativas para monitoramento de processos**. Gestão & Produção. São Carlos, SP, Brasil, v.9, n.1, p. 17-31, abr. 2002.

MONTGOMERY, D. C. **Introduction to statistical quality control**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1997.

Neese, M., & Kong, S. M. (2007). **Driving lean through the visual factory: visual instructions offer the simplicity employees need**. Circuits Assembly.

PALADINI, E. P. **An expert system approach to quality control**. Expert Systems with Applications, v.18, p.133-151, 2000.

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba : UnicenP, 2007.

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

PERRIEN, J.; CHÉRON, E.J.; ZINS, M. **Recherche en marketing: méthodes et décisions**. Montreal, Gaetan Morin Editeur, 1984. 615p.

PETENATE, Marcelo. **Um exemplo prático sobre dois indicadores de Capabilidade: Cpk e Ppk**. Disponível em: <<http://www.escolaedti.com.br/capabilidade-passada-a-limpo/>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

POLACINSKI et al. **Implantação dos 5Ss e proposição de um SGQ para uma indústria de erva-mate**. 2012

PORTAL ACTION. **2 - GRÁFICOS OU CARTAS DE CONTROLE**. Disponível em: <<http://www.portalaction.com.br/controle-estatistico-do-processo/graficos-ou-cartas-de-controle>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

ROTHER, Mike.; SHOOK, John. **Aprendendo a enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

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

SAMOHYL, R.W; ROCHA, R. & MATTOS, V.L.D de. (2001). **Utilização do método de Holt-Winters para previsão do leite entregue às indústrias catarinenses**. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Salvador.

SANTOS, ANTONIO JOSÉ; DALLA VALENTINA, LUIZ V. **Uma Sistemática para Análise da Eficácia dos Métodos de Controle do Processo Produtivo**. Espacios, v. 36, n.9, 5, 2015.

SANTOS, Virgilio F.M. **Industria5**. Disponível em: <<https://www.fm2s.com.br/industria5/>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

SILVA, Jane Azevedo da. **Apostila de Controle da Qualidade I**. Juiz de Fora: UFJF, 2006.

SIX SIGMA ACADEMY. **QFD - Desdobramento da Função Qualidade**. Disponível em: <<http://sixsigma.academy/conteudo/qfd-desdobramento-da-funcao-qualidade>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

SIX SIGMA ACADEMY. **Uma Sistemática para Análise da Eficácia dos Métodos de Controle do Processo Produtivo**. Disponível em: <<http://sixsigma.academy/conteudo/qfd-desdobramento-da-funcao-qualidade>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

SUPORTE AO MINITAB 18. **Exemplo de Gráfico de Pareto**. Disponível em: <<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/pareto-chart/before-you-start/example-of-a-pareto-chart/>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

O “ESTADO DA ARTE” DO SEIS SIGMA NO BRASIL: UMA REVISÃO INTEGRATIVA

SUPORTE AO MINITAB 18. **Exemplo de um histograma simples.** Disponível em: <<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/graphs/how-to/histogram/before-you-start/example-of-a-simple-histogram/>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

SUPORTE AO MINITAB 18. **Visão geral de Diagrama de causa e efeito.** Disponível em: <<http://support.minitab.com/pt-br/minitab/18/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/how-to/cause-and-effect-diagram/before-you-start/overview/>> Acesso em: 22 de outubro de 2018

WERKEMA, M. C. C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos.** Belo Horizonte: Werkema Editora Ltda, 2006.

WERKEMA, M.C.C. **Seis Sigma: treinamento para Black Belt.** Belo Horizonte: Fundação de Desenvolvimento Gerencial, Sessões 1,2,3 e 4, 2000.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. **Criando a cultura Seis Sigma.** Nova Lima: Werkema, 2004.

WILLIAMS, Shannon. **How to Write a Winning Project Charter.** Disponível em: <<https://www.lucidchart.com/blog/how-to-make-a-project-charter>> Acesso em: 22 de outubro de 2018