

ANALISE DO PROCESSO DE APLICAÇÃO DO SEIS SIGMA: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE INJEÇÃO PLÁSTICA

Laísa de Oliveira – (ESTÁCIO/ UNISEB) - laisa_deoliveira@hotmail.com

Thiago Alves de Souza – (ESTÁCIO/ UNISEB) - thiagoalves.engproducao@gmail.com

Resumo

No ambiente competitivo que as empresas estão presentes, diferenciar-se da concorrência e alcançar um desempenho superior é a regra para a sobrevivência. Nesse contexto, as empresas que desejam manter-se à frente da concorrência devem esforçar-se para conseguir a gestão eficaz dos seus recursos para sustentar sua posição no mercado e praticar ações que possibilitam a análise dos processos e a busca das melhorias. Visando auxiliar as organizações, surgiu a metodologia denominada Seis Sigma. O Seis Sigma nada mais é que um sistema que se concentra na diminuição ou eliminação da incidência de erros, defeitos e falhas em um processo. Diante do contexto apresentado, o objetivo deste artigo consiste em avaliar o processo de implementação do método Seis Sigma, seguindo as etapas do DMAIC e identificando as principais particularidades e ferramentas utilizadas no contexto de uma empresa de injeção plástica. A análise do processo confirmou que a implementação do Seis Sigma foi benéfica para a empresa de injeção plástica, trazendo melhorias, redução nos custos de manutenção da máquina injetora e maior credibilidade com seus clientes. Os índices de anomalias caíram de 140.000 para 12.500 defeito por milhão de unidade.

Palavras-chave: Seis Sigma; Ferramentas; Qualidade.

1 Introdução

A Gestão da Qualidade integrou inicialmente o cotidiano das organizações, seja qual fosse seu porte, sua atividade e seu alcance de atuação, fossem elas públicas ou privadas, em função de alguns fatores, entre eles, podemos citar a difusão de normas internacionais, como as da série internacional (HENDERSON; EVANS, 2000). Os processos e modelos que integram o universo dessa temática possibilitam o contínuo aperfeiçoamento das empresas, que a todo instante, são conduzidas a alterar suas

sistemáticas e seus procedimentos, na tentativa de atingir maiores patamares de competitividade (ROTONDARO et al., 2002).

A gestão de qualidade não significa apenas o controle da produção e sim a qualidade intrínseca de bens e serviços. Numa visão mais ampla, os conceitos associados à gestão da qualidade, ou simplesmente a gestão pela qualidade total passou a significar um modelo de gerenciamento que busca a eficiência e a eficácia organizacional (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2007). Desde o seu surgimento, há quase duas décadas os processos de gestão vêm a cada ano se aprimorando e com o avanço da tecnologia surgiu, o programa Seis Sigma ou do inglês *Six Sigma* que vem ganhando a atenção das organizações como uma abordagem para melhoria da qualidade com impacto positivo no desempenho do negócio. De acordo com Dahlgaard e Dahlgaard-Park (2006) é possível destacar que Seis Sigma pode ser visto como apoiador aos princípios e objetivos gerais da gestão da qualidade total.

De acordo com Hahn, Doganaksoy e Hoerl (2000) Seis Sigma tem como propósito foco no alcance das metas estratégicas da empresa, aumento da lucratividade, redução de custos operacionais, otimização de produtos e processos e incremento da satisfação de clientes e consumidores.

Desai (2008) destaca que o Seis Sigma é um programa que trouxe contribuições em vários aspectos para incrementar as discussões, sobre gestão estratégica, e também para a percepção dos conceitos de gestão de qualidade. Em resumo é uma estratégia gerencial quantitativa, que visa aumentar expressivamente o desempenho e a lucratividade das empresas, por meio da melhoria da qualidade de produtos e processos. Diante do contexto apresentado, o objetivo deste artigo consiste em avaliar o processo de implementação do método Seis Sigma, seguindo as etapas do DMAIC e identificando as principais particularidades e ferramentas utilizadas no contexto de uma empresa de injeção plástica.

O artigo está organizado da seguinte forma, primeiramente são apresentados conceitos gerais sobre o Seis Sigma. Em seguida, a metodologia é apresentada. Por fim, a análise e discussão dos resultados é realizada.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 A metodologia Seis Sigma

O Seis Sigma surgiu em 1987, no qual visava tornar a empresa capaz de enfrentar seus concorrentes que fabricavam produtos de qualidade superior a preços menores, a metodologia foi desenvolvida primeiramente pela Motorola e foi parte da evolução do ciclo PDCA (Planejar, desenvolver, checar, agir) o método era chamado de MAIC (medir, analisar, melhorar e controlar). Mais tarde a GE (General Eletric) cria o DMAIC no qual se baseia no MAIC, mas adiciona o D que significa definir (HARRY; SCHROEDER, 2000).

De acordo com Antony et al., (2007), embora o Seis Sigma tenha sido aplicado predominantemente na melhoria de qualidade dos processos de organizações de manufatura, isso tem sido expandido para organizações também de serviços. Seguindo uma caracterização metódica, Perez-Wilson (2003) define o Seis Sigma como um processo técnico seguido de um conjunto de ferramentas, estratégias, princípios e regras estáticas, organizadas de maneira sistemática, lógica e clara, visando caracterizar, otimizar e controlar um determinado processo, solucionando suas falhas. Na visão de Antony et al., (2007), o Seis Sigma tem sido amplamente aceito como uma estratégia de negócios para melhorar a rentabilidade dos negócios e alcançar a excelência de serviços através da aplicação eficaz de ferramentas estatísticas e não estatísticas.

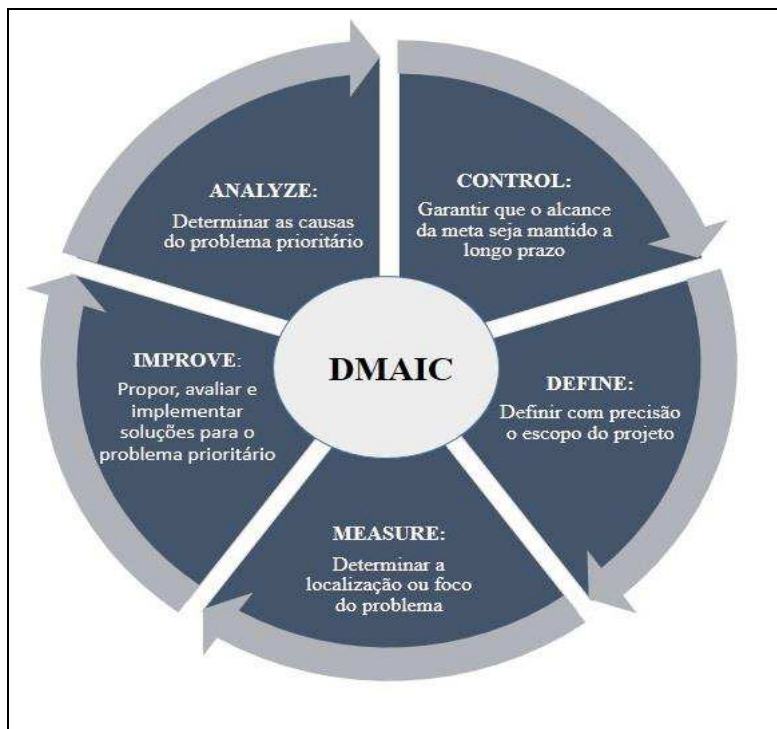
A ideia do Seis Sigma é um conjunto de práticas que foi utilizada e popularizada pela Motorola e em seguida pela General Eletric (GE). Após isso rapidamente a técnica foi difundida, não só nas indústrias de manufatura, mas também nos setores de serviços (THEVNIN, 2004).

Assim, quando o Seis Sigma é implementado como uma estratégia de negócio, a companhia usa medidas financeiras para selecionar projetos para melhoria e para determinar os resultados. Portanto, Seis Sigma, alinha as necessidades da empresa e do cliente com as necessidades do indivíduo, levando a resultados que beneficiam a todos os setores envolvidos (ROTONDARO et al., 2002).

2.2 Metodologia DMAIC

De acordo com Pyzdek (2003) o resultado das organizações que estão adotando o método Seis Sigma tem superado os níveis esperados, pois a lógica do programa é o enfoque nos objetivos estratégicos da empresa, estabelecendo que todos os setores-chave para a sobrevivência e sucessos futuros das organizações, possuam metas de melhorias baseadas em métricas quantificáveis, que deverão ser atingidas por meio de um esquema de aplicação projeto por projeto, onde são conduzidos com base nos métodos DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, Control*), representado na figura a seguir.

Figura 1: Metodologia DMAIC



Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Eckes (2003); Pande, Neuman e Cavanagh (2007); Erbiyik e Saru (2015)

2.3 Sucessos e fracassos na aplicação do Seis Sigma

Diversas organizações tiveram histórias de sucesso com a utilização do Seis Sigma (ANTONY et al., 2007). Enumerar os sucessos obtidos em programas Seis Sigma é de grande valia para motivar as empresas a programarem essa metodologia, na qual é sistematizada para melhoria de processos (MAESTRELLI; MIGUEL, 2001).

Com os sucessos alcançados pela Motorola o Seis Sigma tornou-se conhecido como o programa responsável pelo aumento de retorno financeiro desta empresa fazendo com

que outras, como a Toshiba e Sony passassem a utilizar o método (HENDERSON; EVANS, 2000).

Avaliando os casos de organizações que obteve total êxito em programas Seis Sigma, constata-se que todas essas empresas, tiveram uma condição idêntica na aplicabilidade do método: a prática do rigor e da disciplina (BASU, 2004).

De acordo com Eckes (2003), o fator de suma importância para o sucesso é a integração de todos da empresa e foco na melhoria do processo, no início da aplicação deve ter treinamento com os envolvidos, e clareza no objetivo a ser seguido.

Peres-Wilson (2003) afirma que o principal motivo do método não ser concluído com êxito é falta de apoio da alta gerência que devem estar comprometidas e alinhadas com todas as etapas da implantação e condução do método, e não apenas com os recursos para o programa. Para Blakeslee (2005) o envolvimento da liderança no Seis Sigma é um fator determinante no gerenciamento de sistemas de gestão de processos, e mais importante do que a criação de projetos táticos da estratégia das empresas.

Eckes (2003) evidencia que o fracasso do método também ocorre quando, o foco da aplicação é orientado apenas sobre a redução de custos, e as melhorias do processo não são consideradas partes integrantes do trabalho usual da empresa.

Quando a metodologia DMAIC não é seguida com disciplina, a aplicação do método não consegue ser concluída com êxito. Pois a aplicação se dá início no momento que se inicia o DMAIC, ele irá conduzir as etapas de aplicação, identificando falhas e suas causas para posteriormente inserir os planos de ações (PANDE; NEUMAN; CAVANAGH, 2007).

3 Considerações Metodológicas

Esta pesquisa pode ser considerada do ponto de vista da abordagem como de natureza qualitativa. Tal abordagem apresenta sua ênfase na aquisição da compreensão e da profundidade dos dados (GODOY, 1995; KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010). Também pode ser vista como descritiva, pois visa descrever e analisar as ferramentas utilizadas na aplicabilidade do método Seis Sigma em uma empresa de injeção plástica. Diante do contexto apresentado, o método de pesquisa mais adequado foi o Estudo de Caso que pode ser considerado como investigação empírica que busca estudar um fenômeno em profundidade e em seu contexto real (YIN, 2010).

Para obtenção das informações optou-se por realizar entrevistas semi-estruturadas, que possuem como objetivo a obtenção de informações e compreensão das perspectivas e experiências das pessoas entrevistadas (MARCONI; LAKATOS, 2011). De acordo com Cassel e Symon (2004) a entrevista continua a ser o método mais utilizado em pesquisa qualitativa. Como forma de coleta de dados foi desenvolvido um roteiro semi-estruturado com questões ligadas ao método Seis Sigma. Foram realizadas três entrevistas com o responsável pela área na empresa estudada. As entrevistas foram gravadas, transcritas e analisadas posteriormente.

4 Análise e Discussão dos Resultados

4.1 Implementação do Seis Sigma na empresa X de injeção plástica

A empresa denominada “X”, faz parte do segmento de moldagem por injeção plástica, no qual permite juntar vários materiais plásticos com diferentes propriedades em uma etapa do processo. Uma vez que as margens de lucros normalmente estão menores que 10%, um moldador maximizará a produção ao minimizar a produção do ciclo, que é o tempo gasto para fundir o plástico, injeta-lo no molde, resfria-lo e então obter a peça acabada.

A empresa buscou aplicar conhecimentos estatísticos nas falhas operacionais em uma das máquinas injetoras de plástico, que acarretavam em retrabalhos constantes e gerava grande perda de tempo no momento de extrusão da máquina, tornando isso um problema que tinha impacto diretamente na margem de lucros, causando também insatisfação dos clientes pelos motivos de atrasos. A ocorrência do problema se dava no momento da injeção do material na cavidade do molde. O mesmo não era preenchido em sua totalidade (falha na extremidade menor da peça). A ocorrência se dava em todos os turnos com operadores envolvidos, técnicos, líderes e inspetores. O problema ocorre desde o início do projeto (2013), porém, sua maior incidência foi em 2015. Partindo deste contexto, foi aplicado à metodologia Seis Sigma visando à redução na falha de injeção da sponda lateral para moldagem de um determinado material, conforme mostrado pela figura 2.

Figura 2 - Sponda Lateral



Fonte: pesquisa de campo

O processo de implementação da metodologia Seis Sigma integrado a outras ferramentas, teve um período de duração de três meses, seguido por etapas de treinamentos, implementação do projeto de melhoria, e com o auxílio de ferramentas de gestão da qualidade, como: Diagrama de Ishikawa, 5G e 5W2H.

- **Diagrama de Ishikawa**

Esta ferramenta consiste em uma forma gráfica utilizada como método de análise para representar fatores de influencia (causas) sobre determinado problema (efeito). O diagrama de causa-efeito pode ser elaborado perante os seguintes passos: determinar o problema a ser estudados (identificação do efeito); relatar sobre as possíveis causas e registrá-las no diagrama; construir o diagrama agrupando as causas; analisar o diagrama a fim de identificar as causas verdadeiras; correção do problema (KAUSHIK, 2012).

- **Ferramenta 5G**

De acordo com Coronado e Antony (2002) o método 5G é uma ferramenta que auxilia na resolução de problemas, identificando-o através da observação direta, ele serve para intervir nas perdas através da restauração do padrão (local real). Os métodos do 5G Kaizen para melhoramento contínuo têm por finalidade desenvolver um trabalho em grupo para identificar os problemas e suas causas raízes utilizando ferramentas adequadas, propor soluções, aplicar as melhorias, padronizados processos e acompanhar os resultados para garantir as metas estabelecidas.

- **Ferramenta 5W2H**

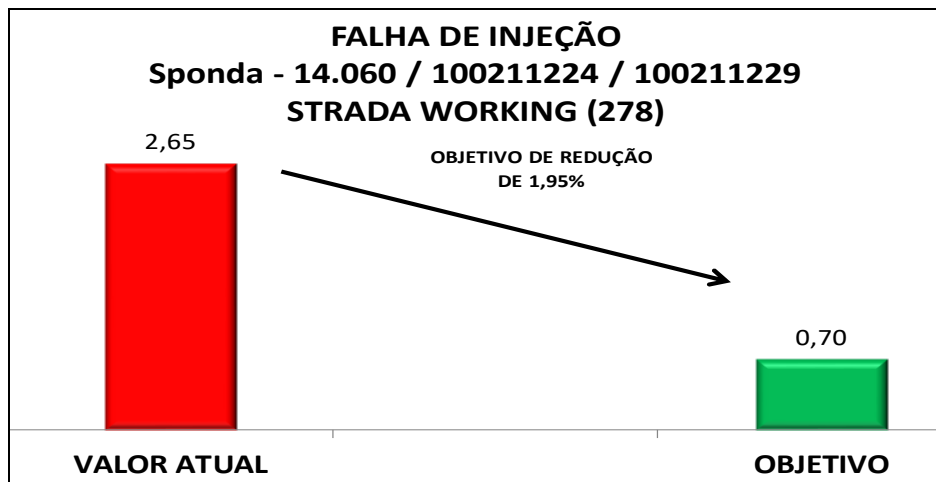
Em estudo Holtz e Campbell (2003) menciona que a planilha 5W2H é uma ferramenta que auxilia no planejamento das ações que for desenvolver, ele é constituído de um relatório por colunas, cada uma delas acompanhadas por um título, palavras da língua inglesa: *Why* (Porque?), *What* (O que?), *Who* (Quem?), *When* (Quando?), *Where* (Onde?), *How* (Como?) e *How Much* (Quanto?). Esta ferramenta atua como uma forma de planejar as ações a serem tomadas e implementadas e seus respectivos responsáveis pela execução, devem ser estruturados de forma que o entendimento da informação seja passada de forma clara e eficaz.

4.2 Análise DMAIC

A apresentação das informações sobre análise e discussão dos resultados será evidenciada no sequenciamento das etapas do método DMAIC conforme embasamento teórico e dados coletados.

Definir (Define): na primeira etapa do projeto, foram definidos os fenômenos que ocasionavam as falhas e definido um objetivo no qual deveria ser atingido. Através da ferramenta 5G os fenômenos principais das falhas foram definidos. Após a definição das falhas, foi definido o objetivo conforme pode ser visto na figura 3. Nesta etapa foram utilizados gráficos no qual demonstravam a porcentagem que a empresa deveria alcançar.

Figura 3: Definição do objetivo



Fonte: Elaborado pelos autores

O objetivo era de reduzir em até 70% a falha no equipamento de injeção plástica, a falha estava afetando todos os processos subsequentes, causando atrasos na produção e desperdiçando o material que era injetado, ocasionando em uma grande perda na lucratividade e na confiabilidade do cliente, por via dos atrasos.

Medir (*Measure*): a fase medir consistiu na elaboração de um mapa que demonstre o comportamento do processo a ser melhorado e a criação de um plano de coleta de dados, foi feito um levantamento e análise das peças não conformes nos últimos lotes de injeção com os operadores da empresa.

De acordo com o mapeamento, no processo de número 50 ocorre a falha de injeção, sendo um problema diretamente na produção e de extrema importância, pois os outros processos dependem deste para darem sequência no processamento do molde plástico.

Analisar (*Analyze*): o terceiro passo consistiu em analisar as causas do problema, a partir da montagem do diagrama de causa-efeito ou “espinha de peixe” com as possíveis causas identificadas do problema, estas causas foram identificadas a partir de um levantamento, e elaboradas pela equipe do projeto de aplicação.

Diante das causas apontadas buscou-se atuar inicialmente naquelas apontadas como solucionáveis pela equipe, como por exemplo mão de obra; pois foi encontrado, irregularidades na forma de operar a máquina de injeção, sendo assim, foi realizado um treinamento reforçado com orientação de como manusear o bico da injetora (que pode ser considerada uma das peças mais importantes da máquina de injeção plástica). As causas encontradas no Diagrama de Ishikawa foram desdobradas com a utilização da ferramenta “5 Porquês” para se encontrar a causa fundamental dos problemas priorizados.

Após análise das causas e possíveis ações, verificou-se que a principal falha se encontra no próprio bico da injetora, pois o alto nível de refugo gerado no processo é no momento que a injetora vai moldar plástico, ou seja, no momento de aplicação do bico da injetora no molde, travando a sponda lateral e conseqüentemente não finalizando o processo. Esse fato faz com que o processo fique parado, e ainda dispõe de um grande desperdício de material, conseqüentemente acumulando resíduos de matéria prima no bico.

Implementar (*Improve*)

Nesta etapa, foram desenvolvidos projetos nas variáveis mais críticas do processo, no qual determinou-se quatro variáveis: Layout indefinido, falta de acionamento manual na máquina, pinça da injetora fora da norma padrão, mal dimensionamento na espessura do canal do bico injetor.

- **Layout indefinido:** Não havia um *layout* definido no corredor onde se localiza as máquinas injetoras, o que atrapalhava diretamente o fluxo das bags no corredor, quando a máquina parava, os operadores perdiam tempo para organizar manualmente as bags e chegar até o local, devido à falta de organização das mesmas nos corredores, entretanto o *layout* atualmente é definido e não há problemas com o fluxo de operadores e bags espalhadas nos corredores.
- **Falta de acionamento manual:** Foi necessário desenvolver um acionamento manual na máquina injetora para realizar testes antes de se iniciar a produção, com isso foi possível evitar refugos de falhas de injeção.
- **Pinça da injetora:** Foi realizado a troca da pinça nos canais da máquina injetora, pois a que havia antes do processo de melhoria estava fora do padrão aceitável e prendia os canais de injeção e os moldes plásticos, fazendo com que o próximo ciclo de processo não conseguisse ser concluído. Após as mudanças a pinça foi feita no padrão correto, atendendo a necessidade da máquina e não prendendo mais os canais de injeção.
- **Mal dimensionamento no canal:** A espessura do canal era mal dimensionada, e quebrava no momento da extração do plástico, como não havia dimensionamento os resíduos do canal quebrado ficavam no molde plástico e atrapalhava o próximo ciclo de produção, pois a máquina falhava. Com o novo projeto foi fabricado um novo canal para a injetora com espessura de chapa mais grossa, para evitar a quebra no momento da extração.

Controlar (*Control*)

E última fase, controlar, foi desenvolvido um sistema de monitoramento e acompanhamento do processo aplicado. Segundo o *Green Belt* (Faixa Verde) responsável pelo projeto o objetivo de redução de falha operacional de 70% foi

alcançado e a redução dos custos com manutenção foi reduzido, após aplicação do método foi desenvolvido um *check-list* para identificação rápida das causas raízes de anomalias. Antes da aplicação não havia nenhum *check-list* e o processo era sempre alterado. Atualmente há inspeções semanais para checar os pontos críticos descritos a cima, para verificação e controle das melhorias. Com a manutenção realizada corretamente na máquina, treinamentos dos operadores, e qualificação de nova matéria prima os índices de anomalias caíram de 140.000 DPMO (Defeito por milhão de unidade) para 12.500 DPMO, trazendo impactos significativos nos retornos financeiros além das reduções de falhas.

5. Considerações Finais

A abordagem deste artigo visou apresentar a metodologia de trabalho da ferramenta Seis Sigma, mostrando que é o processo de busca pela qualidade e redução de custo diante de falhas operacionais. Os resultados confirmam que o Seis Sigma, com o auxílio de ferramentas e de todos os envolvidos no projeto de aplicação foi benéfico para a empresa de injeção plástica, trazendo a ela benefícios de melhorias, redução nos custos de manutenção da máquina injetora e maior credibilidade com seus clientes. Os índices de anomalias caíram de 140.000 para 12.500 defeito por milhão de unidade. Pode-se considerar também, que para a aplicação do método na empresa, fez-se necessário, entender a metodologia DMAIC e as ferramentas que auxiliam a melhoria em casa fase do ciclo. Como citado anteriormente para atingir o sucesso, é preciso trabalhar detalhadamente, fazendo treinamentos e envolvendo todos da empresa. Atualmente, a empresa mantém diversos projetos de melhoria Seis Sigma integrado com outras ferramentas de análises estatísticas, onde tem-se mostrado bastante eficiente na solução de problemas e redução de custos de manutenção.

Referências bibliográficas

ANTONY, J. al. Six sigma in service organisations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. **International journal of quality & reliability management**, v. 24, n. 3, p. 294-311, 2007.

BASU, R. Six-Sigma to operational excellence: role of tools and techniques. **International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage**, v. 1, n. 1, p. 44-64, 2004.

BLAKESLEE JR., J.A., **Gestão da qualidade e ferramentas dos processos produtivos**, 2005.

CASSELL, C.; SYMON, G. **Essential guide to qualitative methods in organizational research**. Sage, 2004.

CORONADO, R. B.; ANTONY, J. Critical success factors for the successful implementation of six sigma projects in organisations. **The TQM magazine**, v. 14, n. 2, p. 92-99, 2002.

DAHLGAARD, J. J.; MI DAHLGAARD-PARK, S. Lean production, six sigma quality, TQM and company culture. **The TQM magazine**, v. 18, n. 3, p. 263-281, 2006.

DESAI, D. A. Improving productivity and profitability through Six Sigma: experience of a small-scale jobbing industry. **International Journal of Productivity and Quality Management**, v. 3, n. 3, p. 290-310, 2008.

ECKES, G. **Six Sigma for everyone**. John Wiley & Sons, 2003.

GODOY, A. S. Pesquisa Qualitativa: Tipos Fundamentais. **Revistas de Administração de Empresas**, v. 35, n.3, p. 20-29, 1995.

HAHN, G. J.; DOGANAKSOY, N.; HOERL, R. The evolution of six sigma. **Quality Engineering**, v. 12, n. 3, p. 317-326, 2000.

HARRY, M.; SCHROEDER, R. **Seis Sigmas: Aprimorando métodos e ferramentas**, 2000.

HENDERSON, K. M.; EVANS, J. R. Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric company. **Benchmarking: an International Journal**, v.7, n.4, p. 260-282, 2000.

HOLTZ, R. W.; CAMPBELL, P. A. Six sigma: Its implementation in ford's facility management and maintenance functions. **Journal of Facilities Management**, v.2, n.4, p. 320-329, 2003.

KAUARK, F. MANHÃES, F.C.; MEDEIROS, C.H. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. 7. ed. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

KAUSHIK, P.; KHANDUJA, D.; MITTAL, K.; JAGLAN, P. A case study; Application of Six Sigma methodology in a small and medium-sized manufacturing enterprise. **TQM Journal**. v.24, n.1, p. 4-16, 2012.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A., **Metodologia Científica**. 6ª ed. – São Paulo, Atlas, 2011.

MAESTRELLI, N. C.; MIGUEL, P. A. C. Análise do potencial de aplicação do programa Seis Sigma aos processos de manufatura. 1. In: ° **Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação**, Curitiba, abr./01. 2001.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH, R. **Estratégia Seis Sigma**: como a GE, Motorola e outras grandes empresas estão aguçando seu desempenho. Qualitymark Editora Ltda, 2007.

PEREZ-WILSON, M. **Seis Sigma**: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios. Qualitymark, 2000.

PYZDEK, T. Uma ferramenta em busca do defeito zero. **HSM Management**, v. 38, n. 3, p. 1-7, 2003.

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

THEVNIN, C. Effective management commitment enhances six sigma success. **Handbook of Business Strategy**, v. 5, n. 1, p. 195-200, 2004.

WERKEMA, C. **Criando a cultura seis sigma**. Serie seis sigma. 1ª Edição. Nova Lima, MG: Werkema, 2004.

WERKEMA, C. **Ferramentas estatísticas básicas do Lean Seis Sigma Integrado ao PDCA e DMAIC**. Rio de Janeiro. Elsevier Editora. 2014

YIN, R. K. **Estudo de Caso**: planejamento e métodos. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.