

# Avaliação de Treinamento para a Metodologia Seis Sigma

Daniel Detoni (UNIFEI) [ddetoni@hotmail.com](mailto:ddetoni@hotmail.com)

Pedro Paulo Balestrassi (UNIFEI) [pedro@unifei.edu.br](mailto:pedro@unifei.edu.br)

## Resumo

*Atualmente, as organizações estão se tornando cada vez mais competitivas, o que gera grandes pressões por produtos e serviços de qualidade comprovada para satisfazer as necessidades dos clientes, fazendo com que os programas de qualidade se destaquem entre as organizações. A metodologia Seis Sigma vem ganhando notoriedade devido aos seus extraordinários resultados apresentados por grandes organizações no mundo. Um fator importante para o sucesso de implementação de tal metodologia é o treinamento adequado de profissionais para atuarem no desenvolvimento de projetos de melhoria utilizando a metodologia Seis Sigma. Assim, a formação desses profissionais, Green Belts e Black Belts, exige uma avaliação consistente e segura para que tais profissionais possam desempenhar suas funções na organização. Este artigo tem como objetivo analisar a avaliação dos treinamentos da metodologia Seis Sigma.*

**Palavras-Chave:** Metodologia Seis Sigma, método DMAIC e Taxonomia de Bloom.

## 1. Introdução

O cenário econômico mundial exerce pressões sobre as organizações para que estas se mantenham competitivas a cada momento, o que faz com que tais organizações estejam reformulando suas estratégias de negócios para sustentar suas vendas. Atualmente o mercado consumidor não admite falhas nos produtos, segundo REIS (2003) a qualidade, que era medida através da porcentagem de defeitos, hoje é avaliada por partes por milhão (ppm), o que motiva as organizações a investirem em programas de qualidade e produtividade. A metodologia Seis Sigma é uma estratégia que faz o uso estruturado de uma série de técnicas e ferramentas estatísticas auxiliando as organizações na tomada de decisão, para a implementação de ações de melhoria de processos e produtos. Conseqüentemente, a metodologia Seis Sigma pode proporcionar satisfação aos clientes e lucratividade às organizações, atendendo satisfatoriamente ambas as partes interessadas (HARRY, 1998).

Um fator essencial para a metodologia Seis Sigma é que sejam realizados treinamentos dos empregados da organização, devido a importância de tal treinamento é fundamental que os profissionais certificados, sejam eles Green Belts ou Black Belts, sejam devidamente avaliados para que possam exercer suas funções na organização. Este artigo tem como objetivo principal analisar a forma de avaliação do treinamento de Green Belts e Black Belts para que os mesmos estejam aptos a desempenhar suas funções no desenvolvimento de projetos de melhorias utilizando a metodologia Seis Sigma.

## 2. Metodologia Seis Sigma

A idéia básica da filosofia Seis Sigma é reduzir continuamente a variação em processos e produtos. A filosofia Seis Sigma reconhece que há uma correlação direta entre o número de

produtos defeituosos, o desperdício de recursos operacionais e o nível de insatisfação do cliente (HARRY, 1998).

## 2.1 Definição da metodologia Seis Sigma

Segundo LINDERMAN et al (2003), a metodologia Seis Sigma é um método sistemático e organizado para melhoria de processos, novos produtos e desenvolvimento de serviços que se baseia em métodos estatísticos e científicos para realizar uma dramática redução nas taxas de defeitos definidas pelo cliente.

Seis Sigma pode é considerado como uma meta de qualidade a ser alcançada, que consiste em chegar muito próximo de zero defeito, erro ou falha. Assim, Seis Sigma é um termo estatístico que se refere a 3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO) ou 99,99966% de exatidão, o qual está próximo de se conseguir a perfeição (PAUL, 1999). A relação entre a taxa de defeitos por milhão de oportunidades e o nível Seis Sigma é mostrada na tabela 01.

Nível Sigma	Taxa de DPMO
1	697.672
2	308.770
3	66.810
4	6.210
5	233
6	3,4

Fonte: (HENDERSON e EVANS, 2000)

Tabela 01 – Relação entre Nível Sigma e taxa de DPMO

A metodologia Seis Sigma tem diferentes interpretações e definições que se caracterizam pela abrangência, ou seja, acomodam uma série de elementos. Segundo PEREZ-WILSON (1998), a metodologia Seis Sigma pode significar muitas coisas e é utilizada de diversas maneiras, ou seja, a definição da metodologia pode ser empregada segundo: o benchmarking, a meta, a medida, a filosofia, a estatística, a estratégia, o valor e a visão.

## 2.2 Razões para implementação da metodologia

Implementar a metodologia Seis Sigma é um processo caro e que exige um alto grau de comprometimento de toda a organização, por esse motivo algumas organizações questionam a necessidade de sua implementação, a seguir são apresentadas algumas razões para a implementação da metodologia Seis Sigma:

- responder e focar nas bases do cliente fazendo o que o cliente deseja antes deste desejar, é necessário olhar para o futuro e sanar as necessidades do cliente com competência.

- melhorar o desempenho de produtos e serviços através da redução de defeitos inerentes aos processos e materiais utilizados na produção destes.

- melhorar o desempenho financeiro e a lucratividade do negócio, segundo HENDERSON e EVANS (2000), as organizações com nível sigma igual a 3, com aproximadamente 66.000 defeitos por milhão, perdem mais de 25% de sua renda total devido aos defeitos.

- ser capaz de quantificar seus programas de qualidade, a metodologia Seis Sigma esforça-se para eliminar os defeitos forçando a organização a quantificar sua qualidade.

- ser considerado como um fornecedor para o negócio, fornecedores que possuem baixas taxas de defeitos por milhão podem ser considerados aptos para o negócio.

### 2.3 Onde se aplica a metodologia

A metodologia Seis Sigma é aplicável a processos técnicos e não técnicos. Segundo SLACK (1999), os processos técnicos possuem como entradas partes de peças, montagens, produtos, e matérias-primas, já as saídas desses processos é normalmente um produto final, uma montagem ou submontagem. Assim, o fluxo do produto é visível e tangível, permitindo várias oportunidades para a coleta de dados e medições. Um processo de fabricação é tido como um processo técnico. No entanto, um processo não técnico é difícil de ser visualizado, são basicamente processos administrativos, de serviços ou transações, nesses processos as entradas podem não ser tangíveis, porém conforme SLACK (1999) tais atividades são consideradas processos, o que permite um melhor entendimento de forma que se possa determinar suas características, otimizá-las, controlá-las e assim, eliminar erros e falhas. Assim como ocorre em processos de manufatura de produtos, os clientes esperam na prestação de serviço confiança e consistência. Devido a sua versatilidade de poder ser aplicada tanto a processos técnicos como processos não técnicos, como citado anteriormente, a metodologia Seis Sigma pode ser aplicada a vários setores em uma mesma organização, como demonstra a figura 01.

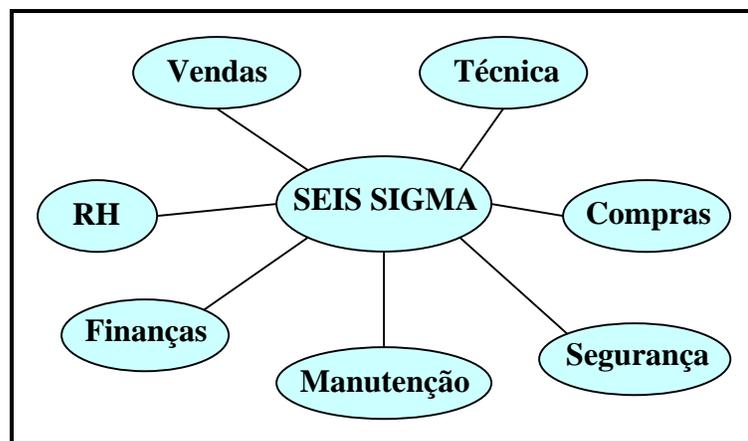


Figura 01 – Seis Sigma aplicável a vários setores

### 2.4 O modelo DMAIC

De acordo com MATOS e CATEN (2003), a abordagem Seis Sigma consiste na utilização de metodologia e ferramentas para orientar as mudanças nos processos, seguindo uma rigorosa filosofia de gerenciamento baseada na ciência, assim, a metodologia está fortemente baseada em métodos estatísticos. Porém, a maior parte desses métodos estatísticos, como por exemplo, Controle Estatístico do Processo (CEP) e Projetos de Experimentos (DOE), já existem há muito tempo. No entanto, a metodologia traz como novidade a integração das ferramentas em um modelo denominado DMAIC. Segundo SANDERS e HILD (2000), esta integração caracteriza uma abordagem que torna a metodologia Seis Sigma única.

O modelo DMAIC é uma sigla que corresponde as iniciais de: D – define (definição), M – measure (medição), A – analysis (análise), I – improve (melhoria) e C – control (controle). De acordo com HARRY (1998), o modelo surgiu inicialmente como MAIC (Medição, Análise,

Melhoria e Controle) na Motorola como uma evolução do ciclo PDCA; iniciais de P: plan (Planejar), D: do (fazer), C: control (controlar) e A: action (agir); e depois foi adotado pela GE como DMAIC.

Um dos aspectos importantes para o sucesso da implementação da metodologia Seis Sigma é o foco no modelo DMAIC, que é uma abordagem quantitativa disciplinada para a melhoria de métricas definidas nos processos de manufatura, de serviços, financeiros que consiste no ciclo de melhoria das cinco fases do DMAIC (SANTOS e MARTINS, 2003). A seguir será apresentada cada fase do modelo DMAIC, bem como suas definições:

*Fase Definição* – Esta fase consiste em definir claramente o problema ou a oportunidade a ser explorada, a meta, o cliente a ser atendido e qual o processo a ser investigado. A seguir, o projeto passa a ser caracterizado, definindo-se seus objetivos, seu cronograma e se possível, uma meta mensurável para os resultados desejados. Outra característica importante relatada nessa fase é a característica crítica da qualidade (CTQ's), ou seja, os indicadores primários do projeto.

*Fase Medição* – Além de definir o que deve ser medido, é importante, nesta fase, criar um plano de coleta de dados que possibilite ter uma visão geral de como e quem realizará as medições, bem como um estudo do sistema de medição a fim de se comprovar a confiança dos dados medidos.

*Fase Análise* – A ênfase dessa fase é a análise dos dados coletados e a determinação raiz das causas de defeitos e oportunidades de melhoria, as análises estatísticas são utilizadas com essa finalidade.

*Fase Melhoria* – O foco dessa fase é a otimização do processo e o aprimoramento das características dos produtos, visando atingir as metas de desempenho técnico e financeiro estabelecidas no projeto durante a fase de Definição.

*Fase Controle* – Para prevenir a recorrência do problema e garantir a manutenção do desempenho alcançado, medidas de controle são implementadas, recorrendo-se a constantes medidas das variações e a um plano de monitoramento que possibilite ações corretivas e previna a reversão a um estado de desempenho inferior.

## **2.5 A estrutura da metodologia Seis Sigma**

Segundo ROTONDARO et al (2002), a constituição da equipe Seis Sigma é um elemento fundamental no sucesso da metodologia dentro de uma organização, pois ela é desenvolvida essencialmente por pessoas.

A nomenclatura da equipe Seis Sigma é baseada na graduação utilizada nas artes marciais. Segundo HARRY (1998), esses termos foram desenvolvidos na Motorola e procuram salientar as qualidades de um especialista no sistema. Na aplicação da técnica Seis Sigma, o especialista tem que ter as mesmas qualificações que o especialista das artes marciais. Assim, segue abaixo as características de cada membro da equipe Seis Sigma:

*Sponsor:* é o executivo líder da organização, normalmente envolve a alta gerência. São funções do sponsor dentro da metodologia Seis Sigma: responsabilizar-se pela implantação da metodologia; comprometimento com o sucesso da implantação estratégica de melhoria; conduzir, incentivar e supervisionar as iniciativas da metodologia Seis Sigma em toda a organização;

verificar os benefícios financeiros alcançados com os projetos Seis Sigma e selecionar os executivos que desempenharão a função de champions.

*Champion:* esta é uma função que normalmente ocorre em grandes organizações com diversas divisões. São funções dos champions: liderar os executivos-chaves; organizar e direcionar o começo, o desdobramento e a implantação da metodologia Seis Sigma em toda a organização; compreender as teorias, princípios e práticas da metodologia e definir as pessoas que irão disseminar os conhecimentos sobre a metodologia por toda a organização.

*Master Black Belt:* assim como o champion, esta é uma função típica de grandes organizações. São funções dos master black belts: ajudar na implantação da metodologia dentro da organização; responsabilizar-se pela criação de mudanças dentro da organização; auxiliar os champions na escolha e treinamento de novos projetos de melhoria; oferecer liderança técnica do preparo da metodologia; dedicação integral de seu tempo à metodologia; receber treinamento intensivo e treinar e instruir os Black Belts e Green Belts.

*Black Belt:* são, juntamente com os Green Belts, os elementos-chaves do sistema e trabalham sob as ordens dos Master Black Belts. São funções dos black belts: possuir iniciativa, entusiasmo e habilidades de relacionamento interpessoal e comunicação; possuir motivação para alcançar resultados e efetuar mudanças; ser influente no setor em que atua; ter habilidade para trabalhar em equipe; possuir conhecimento técnico de sua área de trabalho; aplicar as ferramentas e os conhecimentos da metodologia Seis Sigma em projetos específicos; receber treinamento intensivo em técnicas estatísticas e de solução de problemas; treinar Green Belts e orientá-los na condução dos grupos.

*Green Belt:* esta função geralmente é desempenhada pela média chefia da organização. São funções dos green belts: executar a metodologia Seis Sigma como parte de suas tarefas do dia-dia; auxiliar os Black Belts na coleta de dados e no desenvolvimento de experimentos; liderar pequenos projetos de melhoria em suas respectivas áreas de atuação; receber um treinamento específico da metodologia Seis Sigma, porém mais simplificado que o treinamento destinado a Black Belts.

### **2.5.1 O treinamento para Black Belts**

O Black Belt é um dos principais membros da equipe da metodologia Seis Sigma, pois cabe a este profissional o desempenho de importantes projetos de melhoria que gerem grandes benefícios financeiros para a organização. Devido a sua importância, um fator essencial é definir os tópicos de conhecimentos submetidos em um treinamento para Black Belts, em função de inúmeras discussões sobre o tema, HOERL (2001) propôs um modelo de currículo recomendado a Black Belts, conforme mostra o quadro 01. O treinamento proposto tem duração de quatro semanas, porém ao término de cada semana existe um tempo para que os estudantes possam “digerir” todo o conteúdo apresentado e possam desenvolver projetos específicos para cada tópico da metodologia apresentado durante o curso.

Os estudantes são avaliados ao longo do treinamento, ou seja, a cada semana concluída os estudantes são submetidos a uma avaliação específica, a qual é decisiva e fundamental para o avanço do estudante para as próximas etapas de treinamento. No quadro 01, a semana na qual o material deve ser apresentado é identificada no índice em cada tópico.

Contexto<sup>1</sup>

- Por que Seis Sigma?
- Processos DMAIC e DFSS (estudos de casos)
- Fundamentos do gerenciamento de projetos
- Fundamentos de eficiência da equipe

Define<sup>1</sup>

- Seleção de Projetos
- Escopo de Projetos
- Desenvolvimento um Plano de Projetos
- Projetos Multi-Geracionais
- Identificação de Projetos (SIPOC)

Measure<sup>1</sup>

- QFD
  - Identificando as necessidades dos Clientes
  - Desenvolvendo métricas críticas-para-qualidade mensuráveis
- Amostras (dados quantitativos e qualitativos)
- Análise do Sistema de Medição (não apenas Estude de R&R)
- CEP – Parte I
  - O conceito de controle estatístico (estabilidade do processo)
  - As implicações da instabilidade nas medidas de capacidade
- Análise de Capacidade

Analysis<sup>2</sup>

- Básico de ferramentas gráficas de melhoria
- Ferramentas de Planejamento e Gerenciamento
- Intervalos de Confiança
- Teste de Hipóteses
- ANOVA
- Regressão
- Desenvolvimento Conceitual de Projetos em DFSS

Improve<sup>3-4</sup>

- DOE (fatoriais de dois níveis, projetos screening e Superfície de Resposta).
- Dirigindo melhorias do DMAIC
- FMEA
- Mecanismos à Prova de Erro
- Ferramentas de Projetos DFSS
  - Fluxograma de CTQ
  - Fluxograma de Capacidade
  - Simulação

Control<sup>4</sup>

- Desenvolvendo Planos de Controle
  - CEP – Parte II
- Utilizando Gráficos de Controle
- Dirigindo novos projetos em DFSS

Fonte: (HOERL, 2001)

### 3. Taxonomia de Bloom

Segundo BLOOM (1979), o que é necessário é alguma evidência de que os estudantes podem fazer alguma coisa com seus conhecimentos, ou seja, que possam aplicar a informação para novas situações e problemas. A taxonomia de Bloom é um sistema de classificação que busca avaliar diversas características do aprendizado do aluno mediante a conclusão de determinados cursos.

#### 3.1 Definição da Taxonomia de Bloom

A taxonomia de Bloom é um sistema de classificação de níveis de comportamento intelectual importante para o aprendizado do aluno. A idéia central da taxonomia é a de que aquilo que os educadores querem que os alunos saibam (definido em declarações escritas como objetivos educacionais) pode ser arranjado numa hierarquia do menos para o mais complexo. Em 1956, Bloom identificou três domínios de conhecimento: cognitivo, afetivo e psicomotor:

*Domínio Cognitivo:* envolve o conhecimento e o desenvolvimento das habilidades intelectuais do aluno, incluindo a recordação de fatos específicos e conceitos que auxiliam no desenvolvimento de habilidades intelectuais. Este domínio apresenta seis categorias organizadas numa hierarquia do grau menos complexo para o grau mais complexo.

*Domínio Afetivo:* inclui a maneira na qual o aluno se envolve emocionalmente (sentimento, entusiasmo, motivação, etc) nas mais diversas atividades.

*Domínio Psicomotor:* envolve movimentos físicos, coordenação e uso de habilidades motoras em diversas áreas. O desenvolvimento dessas habilidades requer prática e é medido em termos de velocidade, precisão, distância e execução de procedimentos ou técnicas.

#### 3.2 Níveis da Taxonomia de Bloom de Domínio Cognitivo

O Domínio Cognitivo da Taxonomia de Bloom é o sistema de classificação que melhor desempenha a função de avaliar o treinamento de Black Belts e Green Belts, pois avalia as características intelectuais necessárias a estes profissionais. Como citado anteriormente, este domínio possui seis níveis que podem ser observados na figura 02.



Figura 02 – Níveis da Taxonomia de Bloom de Domínio Cognitivo

As definições, bem como as caracterizações dos níveis da Taxonomia de Bloom de Domínio Cognitivo são apresentadas a seguir:

*Conhecimento:* é um nível baixo de atividade estudantil, analisa a habilidade de recordação de fatos ou conceitos. As expressões mais utilizadas neste nível são: explicar, relatar, entender, descrever, reorganizar e identificar.

*Compreensão:* é um nível baixo de atividade estudantil, analisa o mais baixo nível de entendimento. As expressões mais utilizadas neste nível são: identificar e discutir.

*Aplicação:* é um nível médio de atividade estudantil, utiliza abstrações (teorias, idéias, princípios) em situações concretas, requer que o estudante conheça o suficiente para aplicar. As expressões mais utilizadas neste nível são: aplicar, comunicar, desenvolver, construir, apresentar e organizar.

*Análise:* é um nível médio de atividade estudantil, exige a quebra de uma comunicação em seus elementos, as relações entre as idéias se tornam explícitas e a organização da comunicação é compreendida. As expressões mais utilizadas neste nível são: analisar, examinar, distinguir, estabelecer, investigar e pesquisar.

*Síntese:* é um nível alto de atividade estudantil, os estudantes devem combinar elementos dentro de uma estrutura ou um padrão não claro anteriormente. A expressão mais utilizada neste nível é: sintetizar.

*Avaliação:* é um nível alto de atividade estudantil, os estudantes julgam os valores dos métodos e fazem propostas. O estudante pode fazer avaliações que satisfaçam critérios estabelecidos pelo instrutor. As expressões mais utilizadas neste nível são: avaliar, rever, refletir sobre, discutir e analisar.

#### **4. Avaliação do treinamento da Metodologia Seis Sigma**

A avaliação a ser realizada após cada etapa do treinamento da metodologia Seis Sigma deve ser baseada na Taxonomia de Bloom, uma vez que esta considera vários aspectos intelectuais necessários a formação de profissionais relacionados à metodologia Seis Sigma. Devido à notoriedade e importância que tal metodologia vem apresentando atualmente, é essencial que os profissionais, como Green Belts e Black Belts, sejam avaliados de tal forma que se constate que o conteúdo apresentado durante o treinamento oferecido pela organização foi realmente absorvido pelos alunos.

Conforme apresentado no tópico anterior, a Taxonomia de Bloom consegue avaliar com precisão as principais características do treinamento a serem aperfeiçoadas para o melhor entendimento e compreensão dos alunos, tornando uma importante ferramenta para os professores no auxílio da preparação de novos cursos destinados à metodologia Seis Sigma.

A estrutura de avaliação proposta neste artigo envolve as fases do modelo DMAIC, bem como os níveis da Taxonomia de Bloom, sugere-se uma avaliação para cada fase do modelo DMAIC cada uma dessas avaliações compostas de questões abrangendo os níveis da Taxonomia de Bloom e por fim uma distribuição de níveis de dificuldades (fácil, médio e difícil) dentro de cada nível da taxonomia, assim a distinção entre as avaliações de Green Belts e Black Belts é a proporção de questões para os três níveis de dificuldade.

## **5. Conclusão**

A metodologia Seis Sigma é uma estratégia que faz o uso estruturado de uma série de técnicas e ferramentas estatísticas auxiliando as organizações na tomada de decisão, para a implementação de ações de melhoria de processos e produtos. Conseqüentemente, a metodologia Seis Sigma pode proporcionar satisfação aos clientes e lucratividade às organizações, atendendo satisfatoriamente ambas as partes interessadas. Avaliar corretamente um treinamento da metodologia Seis Sigma é um fator importante para o sucesso da metodologia dentro de qualquer organização uma vez que Green Belts e Black Belts são responsáveis diretos pelo desenvolvimento dos projetos de melhorias, bem como pelos benefícios financeiros gerados pelos mesmos.

A Taxonomia de Bloom é uma poderosa ferramenta na avaliação de profissionais em formação, uma vez que consegue avaliar com precisão as principais características intelectuais do aluno, além de ser uma importante ferramenta para os professores no auxílio da preparação de novos cursos destinados à metodologia Seis Sigma.

Assim, em cada caso fica claro o que os alunos podem "saber" sobre o tópico ou matéria em diferentes níveis. Embora muitos testes elaborados por professores ainda verifiquem aspectos relativos aos níveis mais baixos da taxonomia, a pesquisa mostra que os alunos lembram-se mais quando aprenderam a abordar um tópico desde o nível mais elevado da taxonomia. Isso acontece porque, nos níveis superiores, exige-se mais elaboração, um princípio de aprendizagem baseado em descobertas desde a teoria de aprendizagem ancorada na abordagem do processo de informação.

## **Referências Bibliográficas**

Bloom, B. S. "Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1: Cognitive Domain", Longman, 1979.

Harry, J. M. "Six Sigma: A Breakthrough Strategy for Profitability", Quality Progress. Vol. 1, n. 5, p. 60-64, 1998

Henderson, K. M. e Evans, J. R. "Successful implementation of Six Sigma: benchmarking General Electric Company", Benchmarking: An International Journal. Vol. 7, n. 4, p. 260-281, 2000.

Hoerl, R. W. "Six Sigma Black Belts: What do They Need to Know?", Journal of Quality Technology. Vol. 33, n. 4, pp. 391-406, 2001.

Linderman, K. et al "Six Sigma: a goal-theoretic perspective", Journal of Operations Management. Vol. 21, n. 2, p. 193-203, 2003.

Matos, J. L. e Caten, C. S. "Seis Sigma: uma aplicação na indústria petroquímica", XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.

Paul, L. "Practice makes perfect", CIO Enterprise, Vol. 12, n. 7, seção 2, 1999.

Reis, D. A. F., “Seis Sigma: Um Estudo Aplicado ao setor eletrônico”, 2003, Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Rotondaro, R. G. et al “Seis Sigma: estratégia gerencial para melhoria de processos, produtos e serviços”, São Paulo, Atlas, 2002.

Sanders, D. e Hild, C. “A discussion of strategies for six sigma implementation”, Quality Engineering. Vol. 12, n. 3, pp. 303-309, 2000.

Santos, A. B. e Martins, M. F. “A implementação dos projetos seis sigma contribuindo para o direcionamento estratégico e para o aprimoramento do sistema de medição de desempenho”, XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, 2003.

Slack, N. “Administração da Produção”, São Paulo, Ed. Atlas, 1999.