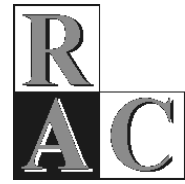




Disponível em
<http://www.anpad.org.br/rac>

RAC, Curitiba, v. 13, n. 4, art. 7,
pp. 647-662, Out./Dez. 2009



Seis Sigma: Fatores Críticos de Sucesso para sua Implantação

Six Sigma: Critical Success Factors for Its Implementation

Samir Trad *
Mestre em Administração pela USP.
Consultor da Gestão Sigma Consultoria Empresarial, São Paulo/SP, Brasil.

Antonio Cesar Amaru Maximiano
Doutor em Administração pela USP.
Supervisor de Projetos da FIA-USP, São Paulo/SP, Brasil.

* Endereço: Samir Trad
Rua Dr. José de Andrade Figueira, 374 – 141, São Paulo/SP, 05709-010. E-mails: samir.trad@usp.br /
samir.trad@gestaosigma.com.br

Copyright © 2009 RAC. Todos os direitos, inclusive de tradução, são reservados. É permitido citar parte de artigos sem autorização prévia desde que seja identificada a fonte.

RESUMO

Este artigo descreve uma investigação dos fatores críticos de sucesso para a implantação do programa Seis Sigma em empresas que atuam no ambiente empresarial brasileiro. Além disso, este estudo teve por objetivo secundário investigar relações entre fatores como os seguintes: a percepção de sucesso alcançado pelas empresas que implantaram o Seis Sigma; tamanho e nacionalidade das empresas; tempo de implantação do Seis Sigma e de treinamento continuado; nível de comunicação entre os profissionais; regime de dedicação de tempo dos *Black Belts*; taxa de conclusão de projetos, sua duração e economia gerada. Os dados foram coletados por meio de questionário postado na Internet e distribuído por correio eletrônico e em fóruns de discussão que envolveram profissionais do Seis Sigma. O desenvolvimento do questionário abrangeu pesquisa bibliográfica e entrevistas com profissionais experientes em Seis Sigma. Os resultados indicaram oito fatores considerados críticos para o sucesso na implantação do Seis Sigma: (a) Liderança, (b) Projetos, (c) Treinamento, (d) Comunicação e Revisão, (e) Processo Gerencial, (f) Perfil dos *Black Belts*, (g) Equipe de Projetos e (h) Iniciativas Prévias de Qualidade.

Palavras-chave: Seis Sigma; fatores críticos de sucesso; desempenho organizacional; eficiência operacional.

ABSTRACT

This article describes an investigation of critical success factors to implement Six Sigma in organizations operating in the Brazilian market place. Besides that, a secondary objective was to investigate the relationship between aspects like success perception among those companies which implemented Six Sigma, company size, company nationality, time of Six Sigma of implementation, continuous training, communication level between professionals, full-time and part-time Black Belts, project completion, project duration and project savings. Data were collected through an Internet questionnaire, distributed by email and sent to discussion groups involving Six Sigma professionals. Questionnaire development included a literature review and interviews with experienced Six Sigma professionals. The results indicated eight critical success factors for Six Sigma implementation: (a) Leadership, (b) Projects, (c) Training, (d) Communication and Review, (e) Managerial Process, (f) Black Belts Profile, (g) Project Teams and (h) Previous Quality Initiatives.

Key words: six sigma; critical success factors; organizational performance; operational efficiency.

INTRODUÇÃO

A busca de eficiência nas operações tem ocupado administradores e pesquisadores desde o início da era industrial. O cenário atual não deixa dúvidas de sua relevância. Desde a década de 1980, a força dominante na relação entre fornecedores e clientes se vem deslocando a favor dos clientes que, cada vez mais, informam o que querem, como querem, quando e como querem e até quanto estão dispostos a pagar por bens e serviços. Esta é situação bem distinta do que se experimentou no mercado de produção em massa, em que os clientes podiam aceitar qualquer coisa por falta de alternativas: os clientes exigem produtos e serviços adaptados às suas necessidades. A competição em busca do cliente tem levado as empresas a buscar formas de aprimorar a eficiência de suas operações e a qualidade de seus produtos e serviços. Segundo Harrington (1991, p. 74), eficiência e qualidade são termos relacionados.

Uma das ferramentas mais populares para essa finalidade é o Seis Sigma. Nos anos 1980, os conceitos de Deming sobre a variabilidade de processos influenciaram um engenheiro da Motorola, que procurou utilizá-los para melhorar o desempenho dos processos industriais, a fim de enfrentar empresas concorrentes que fabricavam produtos de melhor qualidade a preços menores (Eckes, 2001, pp. 19-20). A Motorola criou um programa interno que foi denominado Seis Sigma, cuja meta era reduzir a variabilidade dos processos de manufatura de forma a reduzir a ocorrência de defeitos para a ordem de 3,4 partes por milhão de oportunidades (3,4 ppm ou 0,00034%). A Motorola recebeu o Prêmio Malcolm Baldrige em 1988, o que divulgou o Seis Sigma como fator de sucesso em eficiência operacional: a partir de então, inúmeras outras empresas se interessaram por essa iniciativa. A GE foi a grande vitrine do Seis Sigma. As iniciativas bem sucedidas na GE Capital e GE Medical “abriram as portas para as operações de serviços” (Basu & Wright, 2003, p. 58).

Os ganhos que podem ser obtidos com esses princípios são significativos: segundo Harry e Schroeder (2000, p. 17), empresas que operam com nível 3 Sigma têm custo de qualidade entre 25% e 40% da receita de vendas; empresas que operam com nível 4 Sigma têm custo de qualidade entre 15% e 25% da receita de vendas; e empresas que operam com 6 Sigma têm custo de qualidade de menos de 1% de sua receita de vendas. Segundo Welch (1999, p. 5), as iniciativas Seis Sigma na GE trouxeram economia de cerca de 750 milhões de dólares em 1998.

Foram vários os casos de sucesso e era de esperar que um número crescente de empresas tivesse adotado o Seis Sigma. Entretanto, de acordo com uma pesquisa conduzida no mercado americano, Dusharme (2001, p. 3) relata que após 15 anos de introdução da metodologia, 62% das empresas que utilizavam Seis Sigma tinham apenas dois anos ou menos de programa. Além disso, um aspecto relevante, apontado por Dusharme (2003a, p. 5, 2003b, p. 3), é o abandono do Seis Sigma por empresas após três anos de programa e uma baixa participação de pequenas empresas: 90% são grandes empresas das quais 60% têm mais de 10 mil funcionários (Dusharme, 2001, p. 2). Que motivos podem estar associados ao abandono do programa e à não adoção ‘em massa’ do Seis Sigma?

Estudos sobre os fatores chave para o sucesso do Seis Sigma poderiam ajudar a responder essas indagações, mas são relativamente novos ou limitados em número e foco de análise. Tsung-Ling Chang (2002) apresentou pesquisa sobre 10 fatores críticos de sucesso para implantação do Seis Sigma em ambiente empresarial para pequenas e médias empresas. Outra pesquisa de escopo limitado foi conduzida por Ou-Chuan Chang (2004), com foco em estudo de caso sobre os fatores de sucesso em projetos de *Green Belts*, em comunidade treinada pela GE. Ainda que a GE sirva de referência, quando se trata do tema Seis Sigma, suas características únicas de tamanho e pioneirismo do processo certamente dificultam a extrapolação de resultados para o ambiente empresarial mais amplo.

Examinando os relatos de sucesso na implementação, Pande, Neuman e Cavanagh (2000, pp. 11-13) apontam benefícios do Seis Sigma em áreas como: (a) geração continuada de sucesso para a companhia; (b) objetivos de desempenho para todas as áreas da companhia; (c) maior valor entregue aos clientes; (d) aceleração dos índices de melhoria; (e) promoção do aprendizado e (f) execução de mudanças estratégicas propostas pela companhia.

O conhecimento dos fatores e das condições críticas para o sucesso na adoção do Seis Sigma no mercado brasileiro mostra-se relevante, em face da importância do tema e dos benefícios que podem ser obtidos em termos de redução de desperdício e aumento de eficiência, qualidade de produtos e serviços e de competitividade das empresas nacionais.

No Brasil, a aplicação dessa metodologia iniciou-se por meio do conhecimento aplicado nas matrizes das empresas multinacionais. Segundo Rosenberg (1999, p. 89), “a pioneira na implementação do Seis Sigma com tecnologia nacional foi o Grupo Brasmotor que, em 1999, obteve mais de 20 milhões de reais de retorno, a partir dos projetos Seis Sigma”.

SEIS SIGMA

Seis Sigma é considerado a metodologia da qualidade para este novo século. Seu propósito de ganhos drásticos na lucratividade das empresas tem levado várias delas a alcançar resultados importantes. De acordo com Pande *et al.* (2000, p. xi), esta é uma definição de Seis Sigma:

Seis Sigma: Um **sistema** amplo e flexível para alcance, sustentação e maximização do sucesso do negócio. Seis Sigma é unicamente orientado pelo bom entendimento dos requisitos dos clientes, pelo uso disciplinado de fatos, dados e análises estatísticas, e pela atenção diligente ao gerenciamento, melhoria e reinvenção dos processos de negócios.

No aspecto estatístico, o sigma pode ser entendido como uma medida da variabilidade intrínseca de um processo – seu desvio-padrão, representado pela letra grega sigma (σ). Segundo Deming (1990, pp. xx-xxii), a variabilidade estará sempre presente nos produtos e serviços que são gerados por quaisquer processos. De acordo com Werkema (2002, p. 217), se o valor do desvio-padrão de um processo é alto, há pouca uniformidade do processo, com muita variação entre os resultados gerados; se o valor do desvio-padrão é baixo, há muita uniformidade do processo com pouca variação entre os resultados gerados pelo processo. Quanto menor for o desvio padrão, melhor será o processo. Quanto mais contida estiver essa variação em relação a sua especificação, menor a possibilidade de erros ou falhas. Pelo conceito Seis Sigma criado pela Motorola, ainda que a média se desloque até $1,5\sigma$ do seu valor nominal, podemos esperar até 3,4 defeitos em cada milhão de oportunidades.

Para efeito de comparação, a Tabela 1 relaciona taxa de erro, taxa de acerto e o nível de Defeitos por Milhão de Oportunidades [DPMO] para diversos valores da Escala Sigma. O nível Sigma adequado para um dado processo dependerá dos requisitos dos clientes: nível sigma acima significa desperdício de esforço por parte da empresa sem a contrapartida de valor reconhecido pelo cliente.

Tabela 1: Significado da Escala Sigma

Taxa de Acerto	Taxa de Erro	Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)	Escala Sigma
30,9%	69,1%	691.462	1,0
69,1%	30,9%	308.538	2,0
93,3%	6,7%	66.807	3,0
99,38%	0,62%	6.210	4,0
99,977%	0,023%	233	5,0
99,99966%	0,00034%	3,4	6,0

Segundo Werkema (2002, pp. 21-22), Seis Sigma não envolve essencialmente nada de novo: as ferramentas estatísticas utilizadas já eram conhecidas e faziam parte do arsenal da qualidade para eliminação de defeitos. É a abordagem do Seis Sigma e sua forma de implementação que justificam seu sucesso.

Desde a liderança da empresa, que detém a responsabilidade pelo sucesso do Seis Sigma, até o colaborador operacional que dá apoio, vários são os papéis desempenhados, níveis de atribuição e responsabilidade. Esses papéis são: Equipe de Liderança; Campeões (*champions*); Patrocinadores (*sponsors*); *Master Black Belts* (MBBs); *Black Belts* (BBs); *Green Belts* (GBs) e *White Belts* (WBs).

Tipicamente, os MBBs têm grande experiência em projetos bem sucedidos, bem como profundo e amplo conhecimento da filosofia Seis Sigma e de suas ferramentas, técnicas e métodos de implantação. Os BBs são os líderes das equipes de projeto, têm conhecimento técnico suficiente para facilitar a utilização das técnicas estatísticas e são treinados na utilização das ferramentas do Seis Sigma, ainda que possam ter competência em outras áreas. O papel inicial dos BBs era essencialmente técnico por ocasião do desenvolvimento do programa na Motorola, mas esse papel evoluiu e não está limitado a esse escopo nos dias atuais.

Fatores de Sucesso do Seis Sigma

A liderança é amplamente citada na literatura disponível como alicerce para sucesso do Seis Sigma. Harry e Schroeder (2000, p. 166), por exemplo, destacam que o sucesso na implantação não acontece sem uma liderança ativa com objetivos claramente traçados e comunicados aos funcionários. Perez-Wilson (1999, p. 205) ressalta em sua estratégia que reuniões mensais com a administração proporcionam ajuste permanente para assegurar o progresso das equipes. Pande *et al.* (2000, p. 381) recomendam que a alta administração seja responsável por imprimir os esforços para o programa, como elemento chave de sucesso. O comprometimento pode não ser suficiente: sem a efetiva participação da alta administração, o programa Seis Sigma pode fracassar (Eckes, 2001, p. 262).

Werkema (2002, pp. 21-22) aponta que, além do comprometimento da alta administração, o uso de um método estruturado, o foco no cliente e a infra-estrutura adequada são fatores de sucesso do Seis Sigma. A seleção adequada de projetos também é amplamente citada como crítica para o sucesso (Adams, Gupta, & Wilson, 2003, p. 105; Harry & Schroeder, 2000; Pande *et al.*, 2000, p. 137; Perez-Wilson, 1999, p. 205). Pande *et al.* (p. 145) apontam a necessidade de tais projetos serem baseados nas necessidades e objetivos definidos e na estratégia da companhia. Os autores recomendam que a equipe de liderança seja treinada para a seleção de tais projetos. Langley, Nolan, Norman e Provost (1996, p. 12) apontam a capacidade de usar os dados como um dos elementos que dão suporte à busca de melhorias.

Os textos sobre Seis Sigma são igualmente unânimes quanto à importância de recursos humanos preparados para o desafio de sua implantação. A excelência pessoal é mais importante que a excelência técnica; criatividade, colaboração, dedicação e comunicação são muito mais importantes que qualquer corpo de estatísticos (Pande *et al.*, 2000, p. xiii). Harry e Schroeder (2000, p. 166) destacam a importância do treinamento de pessoas com perfil apropriado. Da mesma forma, é importante a composição das equipes de projeto com perfis adequados. Pande *et al.* (2000, pp. 379-382) acrescentam a comunicação simples e clara, e que é fundamental divulgar os resultados da iniciativa, sejam eles positivos ou negativos, para aprender com eles.

Em seu estudo sobre pequenas e médias empresas, T-L. Chang (2002, p. 113) encontrou 10 fatores críticos de sucesso para implantação do Seis Sigma. São eles, em tradução livre: (1) liderança; (2) planejamento estratégico; (3) *benchmarking* competitivo; (4) gerenciamento do processo; (5) desenvolvimento dos recursos humanos; (6) educação e treinamento; (7) ferramentas da qualidade; (8) informação e análise; (9) foco nos clientes e no mercado; e (10) gerenciamento dos fornecedores. Lee (2002, p. 116) encontrou os seguintes fatores críticos de sucesso, também em tradução livre: (1) adoção de programas prévios na área de qualidade; (2) liderança da alta administração; (3) processo de

gerenciamento; (4) características dos *Black Belts*; (5) programas de treinamento em Seis Sigma; e (6) uso de ferramentas analíticas e estatísticas.

METODOLOGIA

O estudo relatado neste trabalho foi planejado em dois estágios. O primeiro estágio foi exploratório para identificar, a partir da literatura disponível e de entrevistas com profissionais do Seis Sigma, os possíveis fatores críticos de sucesso para implantação do Seis Sigma. Segundo Selltiz, Wrightsman e Cook (1975, p. 60) e Marconi e Lakatos (2005, p. 190), um estudo exploratório tem entre outras funções, a de aumentar o conhecimento do pesquisador acerca do fenômeno que deseja investigar e esclarecer conceitos. O segundo estágio foi quantitativo descritivo para testar as hipóteses criadas no primeiro estágio, por meio de uma *survey* com questionário auto-administrado. Pinsonneault e Kraemer (1993, p. 84), esclarecem que, numa *survey*, a unidade de análise pode ser um indivíduo, nesse caso coincidindo com o respondente. No presente estudo as unidades de análise, ou respondentes, foram os profissionais do Seis Sigma de empresas com atuação nacional.

A amostragem foi não-probabilística, do tipo intencional por julgamento. A amostra foi composta por profissionais *Master Black Belts*, *Black Belts*, *Green Belts* e Campeões identificados a partir de diversas fontes. Foram convidados a participar mais de 50 empresas que sabidamente estiveram envolvidas na implantação do Seis Sigma, empresas clientes de seis consultorias especializadas nessa implantação e 30 grupos de discussão na Internet formados por profissionais com interesse no Seis Sigma.

No estágio exploratório, fatores críticos para o sucesso na implantação do Seis Sigma identificados a partir da literatura foram submetidos à apreciação por parte de profissionais experientes do Seis Sigma, por meio de entrevistas semi-estruturadas pessoais e por telefone. Com base nas discussões, foram geradas proposições e hipóteses relativas a oito fatores críticos de sucesso para implantação do Seis Sigma. Tais fatores estão relacionados na Tabela 2, sem importância de sua ordem. O questionário também incorporou questões adicionais referentes aos objetivos secundários da pesquisa.

Tabela 2: Proposta de Fatores Críticos de Sucesso para Implantação do Seis Sigma

Oito Fatores Propostos	
F1	Iniciativas prévias de qualidade
F2	Liderança
F3	Processo Gerencial
F4	Perfil dos <i>Black Belts</i>
F5	Treinamento
F6	Projetos
F7	Equipes de Projetos
F8	Comunicação e Revisão

As hipóteses e proposições levantadas foram utilizadas para desenvolvimento preliminar do questionário. Um pré-teste foi conduzido, utilizando a mesma ferramenta da Internet, que seria posteriormente usada para a coleta de dados, resultando em aprimoramentos para versão definitiva do questionário.

O questionário definitivo foi aplicado e ficou disponível para captura de dados entre meados de abril e final de junho de 2006. Foram registradas 177 respostas, das quais 52 foram excluídas por não conterem número mínimo de dados para análise, resultando em 125 respostas. A quantidade eliminada pareceu compatível com o fato de a ferramenta da Internet registrar, como respondentes, profissionais que eventualmente abandonam o questionário.

De posse dos dados e informações do questionário, fez-se necessário tratamento para consolidar as linhas de investigação e testes de hipótese através de métodos estatísticos. Foi feita Análise Estatística Descritiva para descrever as distribuições características das respostas obtidas. Para os testes de hipóteses em torno dos fatores deste estudo, foram utilizados: valores médios das respostas; teste-t para comparação entre médias de dois grupos; ANOVA (Análise de Variância) para comparação de médias de dois ou mais grupos; e o teste de significância não-paramétrico qui-quadrado para os dados de natureza nominal. Além disso, foram empregadas técnicas de Análise Multivariada para testar a validade e confiabilidade do questionário, conforme detalhado a seguir.

Validação do Questionário

Para validação do questionário, foram empregados testes de confiabilidade das escalas de medição e validades de conteúdo e de constructo. Para confiabilidade das escalas, foi utilizado o método de Consistência Interna, que requer a aplicação de apenas um questionário uma única vez. Pela natureza multi-nível das escalas de medição do questionário e dado o caráter exploratório do estudo, foi utilizada a fórmula do Alfa de Cronbach com valor mínimo de 0,5, compatível com o que é defendido por Nunnally (1967, p. 226).

A validade de conteúdo foi feita a partir das entrevistas e da condução de pré-teste. Para a validade do constructo, foi utilizada a Análise Fatorial sobre o conjunto de dados com os seguintes testes: no teste de validade convergente, para cada constructo, foram aceitas as variáveis que tiveram carga maior que 0,3; para o teste de validade discriminante, foram mantidos os fatores com autovalores maiores que 1,0. Tais valores são considerados como o mínimo para se obter significância conforme Hair, Black, Babin e Anderson (1998, pp. 103-111).

Tabela 3: Resumo da Metodologia de Pesquisa

Características	Conteúdo
Método de pesquisa	1ª etapa: estudo exploratório 2ª etapa: estudo quantitativo-descritivo
Técnicas de coleta de dados	Pesquisa bibliográfica Entrevistas semi-estruturadas <i>Survey</i> (questionário via Internet)
Testes do questionário	Confiabilidade das escalas de medição Validade de conteúdo Validade de constructo
Amostra de pesquisa	Intencional por julgamento
Análise de dados	Estatística Descritiva Testes de Hipótese Técnicas de Análise Multivariada

Limitações do Método de Pesquisa

Apesar do cuidado metodológico aplicado ao projeto, é importante salientar suas limitações.

- a) **Representatividade da Amostra.** Como a amostragem não é exatamente probabilística, as generalizações não são possíveis, ficando o resultado restrito ao conjunto de profissionais que compuseram a amostra. Não pode ser estendida automaticamente ao universo de pesquisa.
- b) **Questionário Auto-administrado.** Além do erro de não resposta apontado por Cooper e Schindler (2003, p. 260) como o principal ponto fraco das *surveys*, outras limitações estão presentes, como limitação da quantidade de informação que se pode obter e tipo de informação que não pode ser aprofundada. Para contornar estes problemas, além da execução do pré-teste foi feito acompanhamento durante o período em que o questionário esteve disponível para estimular maior participação dos respondentes.

De forma resumida, as características do método de pesquisa estão apresentadas na Tabela 3.

ANÁLISE DOS DADOS

Com o propósito de explorar o ambiente em que operam as empresas dos respondentes e também para permitir a resposta das perguntas desta pesquisa, o questionário aplicado continha perguntas de caráter geral, conforme sumário na Tabela 4.

Tabela 4: Questões Pesquisadas sobre os Respondentes e suas Empresas

Sobre as Empresas dos Respondentes
Principal área de atividade
Número de funcionários
Nacionalidade
Origem do capital
Localização geográfica
Tempo de implantação do Seis Sigma
Duração média de projeto Seis Sigma
Número de profissionais
Economia média anual por projeto
Sobre os Próprios Respondentes
Nível de educação
Área de formação
Papel desempenhado no programa Seis Sigma
Tempo em que os respondentes desempenham seu papel
Regime de dedicação de tempo dos <i>Black Belts</i>
Tempo dedicado à função de <i>Black Belt</i> (BB Parciais)
Taxa de conclusão de projetos
Número de projetos Seis Sigma concluídos anualmente
Tipos de projetos Seis Sigma
Áreas onde os respondentes aplicaram seus projetos

Tais perguntas incluíram a principal área de atividade, número de funcionários da empresa, papel desempenhado no programa Seis Sigma, e outros aspectos. As questões de ordem geral foram de dois tipos: a respeito dos respondentes e a respeito das empresas em que os respondentes atuam.

De forma geral, os dados analisados foram obtidos junto a respondentes de empresas nacionais e estrangeiras atuantes em 15 Estados das cinco regiões geográficas do Brasil. Os respondentes foram principalmente *Black Belts*, *Green Belts* e *Master Black Belts*. As empresas, indiretamente observadas, atuam concentradamente nas áreas de manufatura e prestação de serviços, têm capital principalmente privado, concentram uma gama variada de número de funcionários e contemplam tanto iniciantes no programa Seis Sigma quanto veteranas, que já o adotam há mais de cinco anos.

Nesta pesquisa, 63,8% dos respondentes têm nível superior e 32,8% têm mestrado. Os dois grupos somados respondem praticamente pela totalidade das respostas. A maioria dos respondentes, 54,3% deles, é formada em Engenharia. Outros 27,6% são formados em Administração e apenas 5,2% formaram-se na área de Finanças, conforme dados da Tabela 5.

Tabela 5: Área de Formação dos Respondentes

Área de Formação	Frequência	% do Total
Administração	32	27,6
Engenharia	63	54,3
Finanças	6	5,2
Outra	15	12,9
Total	116	100

Entre os respondentes que se declararam *Black Belts*, 60,5% deles o são em regime parcial e 39,5% em regime integral. Isto representa 26 e 17 respondentes respectivamente, como se pode observar na Tabela 6.

Tabela 6: Regime de Dedicção de Tempo entre os *Black Belts*

<i>Black Belt</i> em Tempo Integral?	Frequência	% do Total
Não	26	60,5
Sim	17	39,5
Total	43	100

Entre os *Black Belts* de regime parcial, a quase totalidade dedica menos de 50% de seu tempo para a função: 47,8% deles dedicam até 20% de seu tempo e outros 43,5% dedicam de 21% a 40%. Esses dados estão listados na Tabela 7. A baixa frequência de *Black Belts* (apenas dois) que dedicam mais de 40% tempo para a função sugerem um nível limítrofe para dedicação de tempo de tais profissionais de regime parcial.

Tabela 7: Tempo Dedicado à Função de *Black Belt* entre Aqueles de Regime Parcial

Tempo Dedicado	Frequência	% do Total
0% - 20%	11	47,8
21% - 40%	10	43,5
41% - 60%	1	4,4
61% - 80%	1	4,4
Total	23	100
Não resposta	3	-

No que diz respeito à confiabilidade das escalas de medição do questionário, o valor mínimo adotado para o Alfa de Cronbach (0,5) impôs a remoção de duas variáveis constituintes de um dos fatores de sucesso propostos (Projetos), conforme se pode observar na Tabela 8, denotando que o instrumento apresenta a confiabilidade interna desejada e que todas as escalas são aceitáveis.

Tabela 8: Resultados das Medidas de Confiabilidade Interna

Fator / Área	Descrição	Número de Itens	Itens Removidos	Alfa de Cronbach¹
F1	Iniciativas prévias de qualidade	7	-	0,9161
F2	Liderança	8	-	0,7641
F3	Processo Gerencial	13	-	0,7300
F4	Perfil dos <i>Black Belts</i>	13	-	0,7965
F5	Treinamento	9	-	0,8355
F6	Projetos	6	F6.2 e F6.5	0,6605
F7	Equipes de Projetos	6	-	0,5676
F8	Comunicação e Revisão	6	-	0,6364

¹Após a remoção dos itens.

No que se refere à Validade de Constructo, os oito constructos (fatores propostos) foram avaliados conforme o autovalor do fator gerado para cada constructo maior que 1,0 e carga de cada variável componente desse constructo maior que 0,3. O método de extração utilizado foi o de componentes principais. No caso do constructo F6-Projetos, a Análise Fatorial foi feita sem considerar as variáveis excluídas no teste de confiabilidade. Uma variável do fator Equipe de Projetos foi eliminada para atender ao critério de carga mínima. Em seguida, autovalor e cargas foram recalculados através do mesmo processo e seus valores estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9: Resultados das Estimativas de Validade de Constructo

Fator / Área	Descrição	Autovalor	Itens Removidos	Faixa de Cargas
F1	Iniciativas prévias de qualidade	4,669	-	0,724 – 0,864
F2	Liderança	3,252	-	0,413 – 0,733
F3	Processo Gerencial	3,355	-	0,309 – 0,691
F4	Perfil dos <i>Black Belts</i>	4,062	-	0,306 – 0,721
F5	Treinamento	3,954	-	0,536 – 0,802
F6	Projetos	2,110	-	0,548 – 0,867
F7	Equipes de Projetos	1,960	F7.1	0,516 – 0,718
F8	Comunicação e Revisão	2,371	-	0,503 – 0,728
IOP	Operação	6,096	-	0,574 – 0,703
ISC	Satisfação dos Clientes	3,670	-	0,508 – 0,778
ICQ	Cultura de Qualidade	3,360	-	0,777 – 0,913

Com a validação e confiabilidade do questionário, passou-se ao teste das oito hipóteses desenvolvidas para dar resposta à questão de pesquisa. Cada hipótese foi validada na medida em que a média do fator referente – a partir da escala Likert de sete pontos – resulta maior que 4,0, ponto médio da escala. As comparações com o nível médio da escala foram feitas com testes estatísticos que têm por base nível de confiança de 95%.

A Tabela 10 apresenta um resumo importante desses dados. Ela contém a média geral de cada fator proposto (constructo) como crítico para o sucesso na implantação do Seis Sigma e seu intervalo estatístico para o nível de 95% de confiança. Em todos os fatores, a média foi estatisticamente superior a 4,0 e todos os fatores propostos foram aceitos.

Tabela 10: Estatísticas para Fatores Propostos com Limites para Média – 95% de Nível de Confiança

Constructo	N	Desvio-Padrão	Média	Limites para a Média	
				Inferior	Superior
Fator1	714	1,8122	5,11	4,98	5,24
Fator2	997	0,7564	6,57	6,53	6,62
Fator3	1615	1,5102	5,74	5,67	5,82
Fator4	1622	1,7925	5,05	4,97	5,14
Fator5	1123	1,0213	6,20	6,14	6,25
Fator6	496	0,8691	6,49	6,41	6,56
Fator7	622	1,6352	5,20	5,07	5,33
Fator8	746	1,3205	6,00	5,91	6,10

CONCLUSÕES

Com relação à de questão de pesquisa, oito fatores foram considerados críticos para o sucesso na implantação do Seis Sigma. Ainda que este estudo não tenha tido por objetivo investigar a importância relativa desses fatores, os resultados da análise sugerem a seguinte ordem, a partir do mais importante: Liderança, Projetos, Treinamento, Comunicação e Revisão, Processo Gerencial, Perfil dos *Black Belts*, Equipe de Projetos e Iniciativas Prévias de Qualidade.

O fator **Liderança** identificou aspectos, como o entusiasmo e persistência do principal executivo da empresa; o compromisso da alta administração com a melhoria contínua; a promoção de reuniões periódicas para acompanhamento dos projetos e a capacidade da gerência de alocar os recursos a esses projetos. Além disso, esse fator contemplou o estímulo e suporte ao aprendizado dos funcionários; a clareza na definição das políticas e expectativas de desempenho; o caráter empreendedor na responsabilidade pelo programa Seis Sigma e o conhecimento do principal executivo na gestão dos negócios. O fator Liderança, como o mais importante, está aderente com a literatura apresentada e é amplamente citado como fator chave para o sucesso do programa Seis Sigma (Eckes, 2001, p. 262; Harry & Schroeder, 2000, pp. 164-166; Pande *et al.*, 2000, p. 381; Perez-Wilson, 1999, p. 205).

Em relação ao fator **Projetos**, dois aspectos mostraram-se prioritários: eles devem ser selecionados de acordo com a estratégia da empresa e suas metas devem ser claras e de conhecimento de toda a equipe. A vinculação dos projetos com a estratégia empresarial recebe amplo apoio da literatura e é considerado essencial para aumento da eficiência e competitividade das empresas (Harry & Schroeder, 2000, pp. 239-240; Pande *et al.*, 2000, p. 145). Este fator também revelou que é importante que os projetos tenham cronogramas bem definidos e que sejam submetidos a revisões periódicas com a participação da alta administração.

O fator **Treinamento** deve estar direcionado principalmente para o conhecimento de ferramentas analíticas, mas também deve contemplar outros aspectos. Entre eles estão treinamento de conceitos de qualidade, de liderança para os *Black Belts* e Campeões, de meios de solução de problemas, de trabalho em equipe, de ferramentas estatísticas (incluindo uso de *software*) e de gerenciamento de projetos.

O fator **Comunicação e Revisão** envolve principalmente creditar o sucesso de um projeto sempre à equipe e não a um participante específico ou ao líder e também reconhecer a equipe de um projeto bem sucedido. Outros aspectos também se mostraram importantes neste fator: comunicação periódica e em tempo real da evolução dos projetos para toda a organização; comunicação dos resultados de cada projeto, mesmo em caso de fracasso; e premiação com remuneração dos participantes de um projeto bem sucedido. Há de se notar que dois deles envolvem o reconhecimento e premiação com remuneração dos participantes de um projeto bem sucedido. Análises comparativas dos dados mostraram que a diferença de percepção entre os dois aspectos depende do nível do respondente na cadeia hierárquica do Seis Sigma. Os *Green Belts* foram os que mais valorizaram a premiação com remuneração. Em seguida, com nível de importância decrescente, estiveram os *Black Belts*, os *Master Black Belts* e finalmente os Campeões. Estes últimos não consideraram que a premiação com remuneração fosse importante. Em todos os níveis, porém, foi sempre maior a importância dada ao reconhecimento de forma geral.

Os aspectos mais importantes para o fator **Processo Gerencial** reforçam a relevância da seleção apropriada de projetos e o treinamento do programa Seis Sigma, além de revelar a importância do *coaching* para acompanhamento dos projetos. Outros aspectos importantes identificados foram a seleção dos profissionais do Seis Sigma (GB, BB, MBB e Campeões); a facilitação dos relacionamentos interfuncionais; a medição dos ganhos em termos financeiros; infra-estrutura dedicada ao Seis Sigma; o uso do Seis Sigma como a principal ferramenta para implantação da

estratégia empresarial e a existência de cultura prévia na empresa para definição de indicadores e de métricas.

O fator **Perfil dos Black Belts** revelou aspectos importantes no campo das habilidades desses profissionais. O principal aspecto, para os respondentes, foi sua capacidade de estimular a dedicação e o trabalho em equipe. Outros aspectos dos *Black Belts*, também importantes, foram: experiência prévia em gestão de equipes multidisciplinares; habilidades para comunicar as várias facetas de um problema; experiência prévia em liderança e em gestão de conflitos; regime de dedicação em tempo integral; habilidades e experiência prévia em gestão de projetos; visão empresarial do negócio da empresa; e habilidades para fazer apresentações. Tais aspectos podem ser valiosos para empresas que pretendem envolver-se com o programa Seis Sigma e servir de guia para a seleção de profissionais a serem formados ou para a formação de equipes de trabalho. O conjunto desses aspectos caminha para o campo de liderança profissional, indo além do escopo de melhoria de processos.

O fator **Equipes de Projetos** revelou a importância do pluralismo de visões na abordagem dos projetos. Os aspectos mais importantes foram a composição de equipe multifuncional com visões variadas do problema e a presença de membros com capacidade para analisar dados. Também foram consideradas importantes, ainda que em menor grau, habilidades de membros das equipes para pensamento matemático/estatístico e a existência de *backups* nas equipes para o caso de sobrecarga de seus integrantes. A diferença de importância verificada entre a capacidade de análise de dados e as habilidades para pensamento matemático/estatístico revelou que, mais do que gerar dados e informações, os respondentes valorizam a capacidade de usá-las para a tomada de decisão, o que tem plena aderência com a teoria.

O fator **Iniciativas Prévias** revelou que qualquer iniciativa prévia de qualidade tem efeito positivo para empresa que pretende implantar o programa Seis Sigma. Iniciativas do tipo ISO 9000, TQM, SPC/SQC e Zero Defeito foram mais importantes que iniciativas em TS 16949 e Produção Enxuta. Este fator foi o de menor pontuação relativa e o que teve o menor índice de resposta entre os respondentes.

Quanto aos objetivos secundários desta pesquisa, foram investigadas relações específicas entre variáveis de interesse, para identificar associações que pudessem servir de guia para empresas que pretendem implantar o programa Seis Sigma. Em particular, várias associações foram feitas com a percepção de sucesso do programa por parte dos respondentes. Os resultados da pesquisa indicam que a percepção de sucesso não depende do tamanho da empresa, medido pelo número de funcionários, nem depende da sua nacionalidade. Nas associações com o tamanho da empresa, os dados coletados envolveram empresas de até 100, de 101-250, de 251-500, de 501-1000 e de mais de 1000 funcionários. Esse espectro foi considerado amplo o bastante para incorporar sentido prático à análise. A independência com o sucesso percebido é promissora, na medida em que sugere que empresas de todos os portes podem obter igualmente sucesso com o programa. Em termos de nacionalidade, considera-se apenas se as empresas eram nacionais ou estrangeiras. A independência com o sucesso percebido é promissora, porque não indica limitações de alcance de sucesso para as empresas nacionais. A amostra não foi suficientemente grande para permitir a investigação combinada nacionalidade e tamanho. Estudos futuros poderiam explorar tal combinação (nacionalidade e tamanho) com amostras suficientemente grandes para significação estatística.

Outra associação feita com a percepção de sucesso envolveu o nível de comunicação – em termos do número de reuniões mensais – entre *Black Belts*, Campeões e membros das equipes. Não houve evidência estatística de que o nível dessa comunicação tivesse efeito no sucesso percebido pelas empresas que implantam o Seis Sigma. Vale salientar que há aqui aparente contradição com o fato de o fator **Comunicação** ter sido identificado como crítico para o sucesso na implantação do Seis Sigma nas empresas. Dois aspectos merecem comentário. O primeiro é que a comunicação investigada nesta associação diz respeito a esses profissionais específicos notadamente durante a execução dos projetos. Não leva em consideração a comunicação em outros níveis, como a alta administração e os funcionários em geral. O segundo é que o nível de comunicação foi medido em termos do número de reuniões mensais entre as partes. Uma sugestão para pesquisa futura é ampliar o conceito de

comunicação utilizado neste trabalho e investigar que outros aspectos do fator **Comunicação** podem interferir na percepção de sucesso do Seis Sigma.

Duas associações mostraram relação com a média do sucesso percebido. Uma delas está relacionada com o tempo de implantação do programa Seis Sigma nas empresas. Os resultados mostram que empresas com mais de cinco anos de implantação têm maior média de percepção de sucesso do Seis Sigma do que empresas com tempo de implantação entre um e três anos. Além disso, empresas com mais de três anos de implantação indicam média de percepção de sucesso consistentemente maior do que empresas com até três anos de implantação. Esses resultados apontam um amadurecimento do programa dentro das empresas e são condizentes com a teoria. No estudo inicial, as empresas analisadas foram divididas em quatro faixas de tempo de implantação (Menos de 1 ano; 1-3 anos; 3-5 anos e Mais de 5 anos), mas não houve evidência estatística de diferentes graus de percepção de sucesso com o Seis Sigma além dos mencionados acima, em parte por influência do tamanho limitado da amostra. Exceto pelo primeiro grupo (Menos de 1 ano), os demais apresentam média de percepção crescente, conforme aumenta o número de anos de implantação. Esse comportamento pode sugerir que, em grande parte, as empresas que implantam o Seis Sigma experimentam inicialmente grande percepção de sucesso – talvez pelos projetos iniciais, mais simples e de retorno rápido – e depois, ao se depararem com projetos mais complexos, acabam reduzindo essa percepção até voltar a ampliá-la em razão do amadurecimento com o programa a longo prazo. Essa aparente tendência pode ser objeto de investigação em mais uma sugestão para estudos futuros que envolvam amostras maiores de empresas nessas faixas de tempo de implantação.

A segunda associação encontrada com a média do sucesso percebido envolve o treinamento continuado dos membros das equipes. Vale notar que esse treinamento não está limitado ao Seis Sigma, podendo envolver conceitos de qualidade, uso de ferramentas, custos, trabalho em equipe e outros. A análise dos dados revela que empresas que aplicam entre 6-8 horas de treinamento semanal para os membros das equipes de projeto têm maior percepção de sucesso do programa Seis Sigma do que empresas que treinam suas equipes até três horas por semana. Vale ressaltar que o resultado, apesar de estatisticamente significativo, pode ter sido afetado pelo pequeno tamanho dos grupos, em especial o de 6-8 horas de treinamento. A repetição deste experimento com amostras maiores, em estudos futuros, pode confirmar se há ou não viés nos dados.

Ainda em resposta aos objetivos secundários, não foi possível evidenciar se a nacionalidade das empresas tem efeito na economia média anual gerada pelos projetos das empresas. Vale ressaltar que esse resultado é afetado pelo pequeno tamanho das amostras e pela grande variabilidade dos valores médios de economia encontrados entre as empresas dos respondentes. Uma sugestão de pesquisas futuras é investigar com maior profundidade, a partir de amostras maiores o efeito – se houver – a nacionalidade nos ganhos que são obtidos pelas empresas que implantam o Seis Sigma.

De forma similar, não houve evidência estatística de diferença na economia anual média dos projetos Seis Sigma em função do tempo de implantação do Seis Sigma nas empresas. Como tal, o tempo de implantação do programa parece não afetar a economia gerada por um projeto Seis Sigma. Apesar de não haver na teoria referência direta a ganhos com relação ao tempo de implantação, os ganhos iniciais facilmente obtidos por grande parte das empresas que iniciam o programa, as chamadas “frutas ao alcance das mãos” (Harry & Schroeder, 2000, p. 248), parecem mais relacionados à facilidade de execução dos projetos do que propriamente ao potencial valor de economia que eles podem gerar. De fato, ainda que não evidenciados estatisticamente, os ganhos obtidos nos anos iniciais foram os mais baixos na amostra desta pesquisa. Uma sugestão para trabalhos futuros pode ser a confirmação dessa aparente tendência com amostras maiores.

Igualmente, não foi possível perceber influência da nacionalidade das empresas sobre a duração média dos projetos Seis Sigma. Também aqui o pequeno tamanho da amostra em relação aos diversos grupos de análise contribui para esse resultado. Estudos futuros poderiam investigar esta relação a partir de amostras maiores.

Como última questão adicional, não houve evidência estatística de que os *Black Belts* de tempo integral tenham maiores taxas de conclusão de projetos do que os *Black Belts* de tempo parcial. Esse resultado parece conflitante com a importância dada ao regime integral dos *Black Belts* entre os próprios respondentes. Há que notar, porém, que a vantagem reivindicada para o regime integral se pode manifestar em atributo que não a taxa de conclusão de projetos. Algumas possibilidades são a duração dos projetos e a economia obtida por profissional *Black Belt* de cada regime de dedicação. Neste estudo, o tamanho da amostra não permitiu testar a primeira possibilidade e não capturou, em questionário, dados para testar a segunda. Finalmente, pode-se perceber a tendência de maiores taxas de conclusão para os BB de tempo integral examinando as médias das respostas. Entende-se que essa tendência possa ser verificada em novos estudos que disponham de amostras maiores.

Finalmente, além dos casos já mencionados, estudos futuros poderiam ser conduzidos para investigar a ordem de importância dos fatores críticos de sucesso junto aos profissionais do Seis Sigma bem como a importância relativa dos fatores. Da mesma forma, tais estudos poderiam investigar aspectos específicos relativos aos *Black Belts*: no presente estudo, 29% dos BBs completam até 60% dos seus projetos e ainda assim declaram-se satisfeitos com o resultado do programa. Quais são as eventuais causas para a não conclusão dos projetos e seu efeito nos objetivos estabelecidos pelas organizações? Da mesma forma, estudos futuros poderiam investigar os fatores associados à preferência pelo regime de tempo integral dos *Black Belts* que foi apontada pelos respondentes.

Estudos vindouros poderiam ainda aprofundar a investigação dos aspectos de comunicação que mais possam interferir na percepção de sucesso do Seis Sigma, na ótica dos respondentes. Outra sugestão diz respeito à investigação da capacidade de as empresas conduzirem projetos simultâneos e de forma satisfatória. Outra é investigar o abandono do programa Seis Sigma por parte de empresas que o iniciaram. Os estudos de Dusharme (2001, 2003a, 2003b, 2004) indicam essa possibilidade no mercado americano e vale ressaltar que o mecanismo de amostragem deste estudo não propicia a identificação desse fenômeno no mercado brasileiro. O abandono do programa, devidamente estudado, pode contribuir para a construção de modelos de implantação mais robustos adaptados à realidade empresarial.

Os ganhos e benefícios verificados nesta pesquisa a respeito do programa Seis Sigma servem de estímulo à continuidade de estudos sobre este tema. Como resultado, pode-se esperar maiores contribuições para o conhecimento acadêmico, para a melhoria das empresas e, conseqüentemente, para o desenvolvimento nacional.

Artigo recebido em 12.02.2008. Aprovado em 30.09.2008.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, C., Gupta, P., & Wilson, C. (2003). *Six sigma deployment*. Boston: Butterworth Heinemann.
- Basu, R., & Wright, N. (2003). *Quality beyond six sigma*. Boston: Elsevier Butterworth Heinemann.
- Chang, O-C. (2004). *The key success factors of six sigma green belt project: an empirical study of company A* [Abstract]. Master's Thesis, National Central University, Jhongli, Taoyuan, Taiwan.
- Chang, T-L. (2002). *Six sigma: a framework for small and medium-sized enterprises to achieve total quality*. Doctoral dissertation, Cleveland State University, Cleveland, EUA.
- Cooper, D. R., & Schindler, P. S. (2003). *Métodos de pesquisa em administração* (7a Ed.). Porto Alegre: Bookman.
- Deming, W. E. (1990). *Qualidade: a revolução da administração*. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva.

- Dusharme, D. (2001). Six sigma survey: breaking through the six sigma hype. *Quality Digest*. Recuperado em 13 agosto, 2005, de <http://www.qualitydigest.com/nov01/html/sixsigmaarticle.html>
- Dusharme, D. (2003a). Six sigma survey: big success...but what about the other 98 percent? *Quality Digest*. Recuperado em 13 agosto, 2005, de http://www.qualitydigest.com/feb03/articles/01_article.shtml
- Dusharme, D. (2003b). Survey: six sigma packs a punch. *Quality Digest*. Recuperado em 13 agosto, 2005, de http://www.qualitydigest.com/nov03/articles/01_article.shtml
- Dusharme, D. (2004). Got six sigma on the brain? *Quality Digest*. Recuperado em 13 agosto, 2005, de http://www.qualitydigest.com/nov04/articles/01_article.shtml
- Eckes, G. (2001). *A revolução seis sigma: o método que levou a GE e outras empresas a transformar processos em lucro* (3a ed.). Rio de Janeiro: Campus.
- Hair, J. F., Black, B., Babin, B., & Anderson, R. E. (1998). *Multivariate data analysis* (5a ed.). Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Harrington, H. J. (1991). *Business process improvement: the breakthrough strategy for total quality, productivity, and competitiveness*. New York: McGraw-Hill.
- Harry, M., & Schroeder, R. (2000). *Six sigma: the breakthrough management strategy revolutionizing the world's top corporations*. New York: Doubleday.
- Langley, G. J., Nolan, K. M., Norman, C. L., & Provost, L. P. (1996). *The improvement guide: a practical approach to enhancing organizational performance*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Lee, K. (2002). *Critical success factors of six sigma implementation and the impact on operations performance*. Doctoral dissertation, Cleveland State University, Cleveland, EUA.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2005). *Fundamentos de metodologia científica* (6a. ed.). São Paulo: Atlas.
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric theory*. New York: McGraw-Hill.
- Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. (2000). *The six sigma way: how GE, Motorola and other top companies are honing their performance*. New York: McGraw-Hill.
- Perez-Wilson, M. (1999). *Seis sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios*. Rio de Janeiro: Qualitymark.
- Pinsonneault, A., & Kraemer, K. L. (1993). Survey research in management information systems: an assesment. *Journal of Management Information System*, 10(2), 75-105, Business Source Premier.
- Rosenburg, C. (1999, setembro 8). Faixa preta corporativo. *Revista Exame*, 696(18), Ano 33, 88-90.
- Selltiz, C., Wrightsman, L. S., & Cook, S. W. (1975). *Métodos de pesquisa nas relações sociais: delineamentos de pesquisa* (Vol. 1). São Paulo: EPU.
- Welch, J. (1999, April 21). A company to be proud of. *General Electric Company 1999 Annual Meeting*, Cleveland Ohio. Recuperado em 13 agosto, 2005, de http://callcentres.com.au/GE2_Jack_Welch.htm
- Werkema, M. C. C. (2002). *Criando a cultura seis sigma* (Vol. 1, Série Seis Sigma). Rio de Janeiro: Qualitymark.