

**Paulo César Ferreira Franco**

**METODOLOGIA QUALIDADE SEIS SIGMA: UMA  
ABORDAGEM GERENCIAL DE IMPLANTACÃO  
EM ORGANIZAÇÕES DE MANUFATURA**

**Taubaté - SP**

**2001**

**Paulo César Ferreira Franco**

**METODOLOGIA QUALIDADE SEIS SIGMA: UMA  
ABORDAGEM GERENCIAL DE IMPLANTACÃO EM  
ORGANIZAÇÕES DE MANUFATURA**

**Monografia apresentada para obtenção do  
Certificado de Especialização pelo curso de  
Pós-graduação em MBA - Gerência  
Empresarial do Departamento de Economia,  
Contabilidade, Administração e Secretariado  
da Universidade de Taubaté.**

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Pascoal Del'Arco Júnior**

**Taubaté - SP**

**2001**

FRANCO, P. C. F. *Metodologia Qualidade Seis Sigma: Uma Abordagem Gerencial de Implantação em Organizações de Manufatura*. Taubaté, 2001. 95f. Monografia/Especialização – Universidade de Taubaté.

PAULO CÉSAR FERREIRA FRANCO

METODOLOGIA QUALIDADE SEIS SIGMA: UMA ABORDAGEM GERENCIAL DE  
IMPLANTACÃO EM ORGANIZAÇÕES DE MANUFATURA

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ, TAUBATÉ – SP

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

Profa. Dr. \_\_\_\_\_

Assinatura \_\_\_\_\_

À minha esposa Regina e aos meus  
filhos Fabrício e Tiago, pelo incentivo na  
realização desse trabalho e abnegação  
das horas de lazer e convívio familiar.

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Antonio Del'Arco, pela habilidade com que orientou meu trabalho.

À Alcan Alumínio do Brasil Ltda – unidade Pindamonhangaba - SP, que permitiu a publicação de parte das informações, que contribuíram muito para o enriquecimento da parte prática (Resultados) e facilitaram a discussão e o direcionamento das conclusões.

Não sabemos o que não conhecemos;  
Não podemos agir naquilo que não conhecemos;  
Não conheceremos enquanto não pesquisarmos;  
Não pesquisaremos o que não questionarmos;  
Não questionaremos o que não medirmos;  
Conseqüentemente, nós simplesmente não saberemos.

Mikel J. Harry

## RESUMO

FRANCO, P. C. F. *Metodologia Qualidade Seis Sigma: Uma Abordagem Gerencial de Implantação em Organizações de Manufatura*. 2001. 95f. Monografia (Pós-Graduação, MBA – Gerência Empresarial) - Departamento de Economia, Contabilidade, Administração e Secretariado, Universidade de Taubaté, Taubaté – SP.

Apresenta uma conceituação básica da Metodologia Qualidade Seis Sigma e do Desdobramento da Função Qualidade – QFD. Detalha o que é o Seis Sigma e qual é sua essência. Enfoca os conceitos de capacidade de curto e longo prazos e o deslocamento da curva normal. Apresenta as razões que levam as organizações a adotarem o Seis Sigma e a Estratégia de Ruptura (“Breakthrough”), com as etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar, Padronizar e Integrar e as categorias Identificação, Caracterização, Otimização e Institucionalização. Ressalta a implementação da iniciativa Seis Sigma, abordando a contratação de consultoria, seleção dos principais envolvidos e cronograma de implantação. Detalha os fatores considerados críticos na escolha de projetos, recursos necessários e ferramentas estatísticas usuais no Seis Sigma. Apresenta a ferramenta estatística QFD e sua associação como desdobramento de objetivos do Planejamento Estratégico e a escolha de projetos Seis Sigma. Enfoca a questão da mudança de Cultura necessária à implementação do Seis Sigma e as lições aprendidas. Associa as recomendações encontradas nas principais referências bibliográficas com um caso prático vivenciado numa organização de manufatura em estágio inicial de implementação do Seis Sigma. Descreve o benefício financeiro obtido, comparando-o com o investimentos, com base na taxa de retorno obtida até o presente momento. Descreve situações divergentes com as recomendações sugeridas nas referências bibliográficas. Conclui descrevendo os principais fatores críticos de sucesso sob a visão gerencial: mudança de Cultura, uso de metodologia e disciplina para a solução de problemas, a necessidade de dedicação em tempo integral pelos principais envolvidos tecnicamente – Master Black Belts e Black Belts -, a escolha e acompanhamento dos projetos, a necessidade de uma comunicação eficaz e planejada e a importância de associação com as demandas de Clientes e com o Planejamento Estratégico da organização.

Palavras-chave: Monografia, Qualidade, Seis Sigma, Planejamento Estratégico



## **ABSTRACT**

FRANCO, P. C. F. *Six Sigma Methodology: A Management Approach of Implementation in Manufacturing Organizations*. 2001. 95f. Monographic Work (Post-Graduation, MBA – Enterprising Management) – Economy, Accounting, Administration, and Secretarial Department, University of Taubaté, Taubaté – SP.

This work shows the basics of Six Sigma Methodology and Quality Function Deployment – QFD concepts. Details what Six Sigma is and what are its essentials. Focus on short and long term capability concepts and Normal Curve shift. Shows the reasons that lead organizations to adopt the Six Sigma Methodology and the Breakthrough Strategy, with the phases Define, Measure, Analyze, Improve, Control, Standardize, and Integrate, and the categories of Identification, Characterization, Optimization, and Institutionalization. Emphasizes the implementation of Six Sigma initiative, including the consulting partnership, selection of the most important players, and implementation schedule. Details the critical factors in project selection, resources necessity, and Six Sigma usual statistical tools. Shows the QFD statistical tool and its association with objectives deployment of Strategic Planning, and Six Sigma project selection. Focus on Culture change necessary to Six Sigma implementation and lessons learned. Links the recommendations encountered in the most important references with a practical application in a manufacturing organization beginning the Six Sigma journey. Presents the financial results obtained, comparing them with the investments, using the return rate (ROI – Return On Investment) until the current time. Shows some controversial situations when comparing them with references recommendations. Finalizes describing the most important critical factors to success under the management vision: Culture change, use of methodology and discipline to problem solving, the full time dedication of technical Six Sigma specialists – Master Black Belts and Black Belts -, project selection and follow up, planned and effective communication, and the importance to consider the association with customer demands and the Strategic Planning of the organization.

Key-Words: Monographic Work, Quality, Six Sigma, Strategic Planning.

## GLOSSÁRIO

### **Sigma**

HARRY (1997, 2.12) define sigma como uma unidade estatística de medida que reflete a capacidade do processo. A escala sigma de medida é perfeitamente correlacionada com características tais como defeitos por unidade, partes por milhão defeituosas e a probabilidade de falha/ erro.

### **Defeitos por Milhão de Oportunidades (DPMO)**

BREYFOGLE (2001, pg 246) descreve-o como “ao invés de calcular as taxas de defeitos com base no número final de unidades que são aprovadas ou são reprovadas em um teste, algumas organizações estimam quantas oportunidades de falhas existem em um determinado produto final. Quando essa abordagem é usada, o DPMO é definido como o número de defeitos contados, dividido pelo número real de oportunidades para ocorrer um defeito e, depois, multiplicado por um milhão. Essa medida pode ser convertida diretamente em nível sigma de qualidade”.

### **Deslocamento Sigma (“Sigma Shift”)**

Na prática, todos os processos, por mais estáveis que possam ser seu comportamento ao longo do tempo, mesmo considerado “sujeito apenas a variações de causas comuns”, apresentarão variações na qualidade percebida pelos Clientes. BREYFOGLE (2001, pg 39) relata que para considerar as “mudanças” típicas na média de um processo, de um valor centrado na especificação, a Motorola adicionou um valor  $\pm 1,5\sigma$  à média. A mudança da média é usada quando se calcula o “nível sigma” ou “nível sigma de qualidade”.

HARRY (1997, 2.16) apresenta o “sigma shift” como um fator de compensação das inevitáveis conseqüências associadas com erros de centralização do processo, onde a distribuição da média é deslocada em 1,5 desvios-padrão. Esse ajustamento proporciona uma idéia mais realista sobre qual será a capacidade do processo no decorrer de muitos ciclos de fabricação.

### **CTQ (“Critical To Quality”) – Crítico para a Qualidade**

BREYFOGLE (2001, pg 245), comenta que é um termo largamente usado pela General Electric em suas atividades Seis Sigma, que descreve um elemento de um projeto, característica de uma peça, ou atributo de um serviço que é crítico para a qualidade aos olhos do Cliente. Anteriormente conhecido como características críticas

à Qualidade, similar ao KPOV (“Key Process Output Variable”) – Variável Crítica de Saída do Processo. Dentro da GE, algumas vezes é referenciado como “Y”.

### **DFSS (“Design For Six Sigma”) – Projeto Para Seis Sigma**

BREYFOGLE (2001, pg 246) define como projetar e criar um componente, sistema ou processo, com o intuito de atingir e/ou exceder todas as necessidades dos Clientes e os requisitos “KPOV” do lançamento inicial. A meta do DFSS é que não existirá nenhum problema de manufatura associado ao projeto na liberação inicial do projeto para a manufatura.

### **Projeto de Experimentos (“Design Of Experiments”) - DOE**

BREYFOGLE (2001, pg 246) define como um método de experimentação, no qual mudanças propositais são feitas nas entradas de um processo (fatores), de tal modo a observar as correspondentes mudanças nas saídas (respostas).

### **Rendimento global do processo (“Rolled Throughput Yield” – RTY)**

BREYFOGLE (2001, pg 251) o apresenta como o rendimento das etapas individuais do processo, multiplicados juntos. O RTY reflete o retrabalho da “fábrica escondida” de um processo.

### **Principais profissionais associados ao Seis Sigma (descrição resumida de papéis)**

HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 188 ~ 200), detalham as características e os principais papéis dos principais profissionais (“players”) envolvidos no sucesso da iniciativa Seis Sigma. De modo geral, poderia ser assim resumido:

**Champion:** É o líder executivo, ou Champion Sênior, que seleciona os indivíduos que irão conduzir (“Champion”) o Seis Sigma dentro de negócios específicos através da organização e que podem garantir que todas as funções chaves da organização estão conectadas com o Seis Sigma. Existem dois tipos de “Champions”: os de Desdobramento e os de Projetos. Ambos devem ter papéis de liderança executiva dentro do negócio.

**Master Black Belts:** são indivíduos selecionados pelos Champions para agir como especialistas internos para a disseminação do conhecimento da Estratégia de Ruptura através da organização – trabalham com os Champions para coordenar a seleção de projetos e treinamento. Os Master Black Belts dedicam cem por cento de seu tempo ao Seis Sigma, assistindo os Champions na identificação de projetos de melhoria. Eles

treinam e orientam (“coach”) os Black Belts e Green Belts e comunicam o progresso global e status dos projetos dentro de suas áreas ou negócio. O treinamento dos Master Black Belts é extensivo e inclui o treinamento dos Champions, assim como na solução de problemas estatísticos.

**Black Belts:** trabalhando com o Master Black Belt, aplica as ferramentas da Estratégia de Ruptura e conhecimento para projetos específicos. Os Black Belts dedicam cem por cento de seu tempo trabalhando em projetos Seis Sigma. Apesar de que existe um pouco menos de foco do desenvolvimento de habilidades pessoais, os Black Belts são vistos como líderes e devem possuir habilidades gerenciais e técnicas.

**Green Belts:** são empregados de todas áreas da organização que executam o Seis Sigma como parte de seus trabalhos gerais. Eles têm menos responsabilidades com o Seis Sigma e suas energias estão focadas diretamente ao seu trabalho do dia-a-dia. Os Green Belts recebem uma versão mais simplificada do treinamento dos Black Belts, após a designação de um projeto importante para o sucesso de suas operações. Os Green Belts têm duas tarefas principais: primeiro, ajudar desdobrar com sucesso as técnicas do Seis Sigma e, segundo, conduzir projetos de melhoria em menor escala, dentro de suas respectivas áreas, muito como o que o Black Belt faz. Os Green Belts podem fazer muito em coletar dados e executar experimentos em suporte a um projeto de Black Belt.

### **Desdobramento da Função Qualidade (Quality Function Deployment – QFD)**

REVELLE et alii (1998, pg. 386) definem como um processo estruturado e disciplinado que proporciona os meios para identificar e conduzir a Voz do Cliente através de cada estágio do desenvolvimento e implementação do produto. Esse processo pode ser desdobrado horizontalmente através dos departamentos de marketing, planejamento do produto, engenharia, manufatura, serviços e outros departamentos na organização envolvidos no desenvolvimento do produto ou serviço.

### **Casa da Qualidade**

É também conhecida como Matriz A1 (de Matriz de Matrizes), a Matriz de Planejamento, Matriz de Requisitos ou Garantia da Qualidade. Apresentada em forma de tabela, é a representação inicial e básica do QFD e usada para definir e relacionar as demandas dos Clientes (os O QUES) para substituí-las por características de qualidade (os COMOs). Fonte: REVELLE et alii (1998, pg. 384).

### **Conceitos O QUE – COMO**

Na matriz inicial do QFD (Casa da Qualidade ou Matriz A1), as demandas dos Clientes (os O QUES) são listados de cima para baixo do lado esquerdo da matriz e as características substitutas (os COMOs) são registradas nas colunas a partir do topo. A matriz resultante de relacionamento em forma de L é usada para delinear completamente a extensão em que cada O QUE é capaz de satisfazer ou influenciar cada COMO. Fonte: REVELLE et alii (1998, pg. 390).

## SUMÁRIO

Resumo	
Abstract	
1 INTRODUÇÃO	18
2 REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1 O que é Seis Sigma	21
2.2 Entendendo o Seis Sigma	21
2.3 A essência do Seis Sigma	23
2.4 Capabilidade de curto e longo prazos	25
2.4.1 Deslocamento da curva normal	29
2.5 Características de empresas quatro Sigma	30
2.6 As razões de se usar a Metodologia Qualidade Seis Sigma nas organizações	30
2.7 A Estratégia de Ruptura (“Breakthrough”) e as etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar, Padronizar e Integrar	33
2.8 As categorias Identificação, Caracterização, Otimização e Institucionalização	34
2.9 A Seqüência Universal da Ruptura	36
2.10 As fases da Estratégia de Ruptura	39
2.11 Medindo a performance na escala Sigma	41
2.12 Os triviais muitos e os vitais poucos	43
2.13 A implementação do Seis Sigma	43
2.13.1 Escolha da consultoria de Seis Sigma	44
2.13.2 Elementos essenciais no plano de implementação	44
2.13.3 Seleção dos principais envolvidos	44
2.13.4 Cronograma de implementação	46
2.13.5 A escolha de projetos Seis Sigma	46
2.13.6 Recursos	49
2.13.6.1 Champion (Executivo – Nível Gerencial)	50
2.13.6.2 Master Black Belt (Especialista em estatística)	52
2.13.6.3 Black Belt	53
2.13.6.4 Membros de equipe	56
2.13.6.5 Patrocinador (“Sponsor”)	56
2.13.6.6 Green Belt	56
2.13.6.7 Outras funções e profissionais de suporte	56
2.13.7 Treinamento dos principais envolvidos com o Seis Sigma	57
2.13.7.1 Champions e Sponsors	57
2.13.7.2 Green Belts	58

2.13.7.3 Black Belts	58
2.13.7.4 Master Black Belts	58
2.13.8 Ferramentas estatísticas	59
2.14 QFD (“Quality Function Deployment”) – Desdobramento da Função Qualidade	61
2.14.1 Origem da ferramenta QFD	62
2.14.2 A dinâmica da ferramenta QFD	62
2.14.3 A associação do QFD com a Metodologia Qualidade Seis Sigma e Planejamento Estratégico	64
2.14.4 A escolha de projetos Seis Sigma suportando o desdobramento de objetivos do Planejamento Estratégico	67
2.15 Cultura	67
2.16 Lições aprendidas	68
2.16.1 Aprendendo com os erros passados	71
3 RESULTADOS	73
3.1 A definição de implantação da Metodologia Qualidade Seis Sigma e histórico de implantação na Alcan	73
3.2 Treinamento	73
3.3 Investimento	74
3.4 Estrutura de identificação e solução de problemas aplicando a Metodologia Seis Sigma	75
3.5 Cronograma de implantação	76
3.6 Escolha de projetos	76
3.7 Acompanhamento de status de projetos e ganhos financeiros	77
3.8 Reuniões de acompanhamento da iniciativa Seis Sigma	77
3.9 7 Quantidade de Black Belts e Green Belts	78
3.10 Comunicação do Seis Sigma	79
3.11 Associação do Seis Sigma com o Sistema de Gestão da Qualidade	79
3.12 Auditoria e validação financeira de projetos Seis Sigma	80
3.12.1 Projetos Black Belts	80
3.12.2 Projetos Green Belts	81
3.12.3 Validação financeira	81
3.13 Acompanhamento físico e financeiro dos projetos Seis Sigma	82
3.14 Perpetuação de resultados	84
4 DISCUSSÃO	85

4.1 Abordagem de identificação da necessidade de implementação da Estratégia de Ruptura do Seis Sigma	85
4.2 Conflitos de entendimento da Metodologia Qualidade Seis Sigma	85
4.3 Mudança de Cultura	86
4.4 Perpetuação de resultados	86
4.5 Dedicção dos Master Black Belts e Black Belts	86
4.6 Escolha de consultoria e treinamentos	87
4.7 Utilização de Master Black Belts e Black Belts nas áreas	88
4.8 Acompanhamento de projetos	88
4.9 Estimativa de ganhos e validação financeira	88
5 CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93



## Lista de Figuras

Figura 1 - Deslocamento “sigma shift” – curto prazo x longo prazo	26
Figura 2 - Correspondência do nível de defeitos/ falhas/ erros (PPM) versus escala Sigma de qualidade – curto e longo prazos	28
Figura 3 - Rendimento/ eficiência “tradicional” versus visão Seis Sigma	29
Figura 4 - Variação da média do processo com visão de longo prazo	29
Figura 5 - Nível Sigma de qualidade x PPM (erros/ falhas/ defeitos)	42
Figura 6 - Impacto da complexidade de processos no nível sigma de qualidade	43
Figura 7 - Cronograma de implementação da Metodologia Seis Sigma	46
Figura 8 - QFD – “Quality Function Deployment” (Desdobramento da Função Qualidade)	61
Figura 9 - Matriz QFD de desdobramento de requisitos de Clientes e Objetivos	64
Figura 10 - Utilização de QFD e Metodologia Qualidade Seis Sigma no Planejamento Estratégico	65
Figura 11 - Desdobramento de Objetivos Estratégicos	66
Figura 12 - Escolha de projetos Seis Sigma a partir de objetivos pessoais do Planejamento Estratégico	67
Figura 13 - Cronograma de implantação da Metodologia Qualidade Seis Sigma	76
Figura 14 - Informações de Status de Projetos Seis Sigma	77
Figura 15 - Controle Executivo de Projetos Seis Sigma	77
Figura 16 - Associação do Seis Sigma com o Sistema de Gestão da Qualidade	80
Figura 17 - Evolutivo de projetos Seis Sigma (maio 2000 a novembro 2001)	82
Figura 18 - Relação ganhos/ investimentos (base dólar)	83
Figura 19 - Ganhos previstos e reais versus investimento acumulado	83

## Lista de Tabelas

Tabela 1 - Distribuição normal centralizada/ descentralizada x Qualidade Sigma	27
Tabela 2 - Comparação de erros x nível sigma de qualidade	27
Tabela 3 - Categorias da Estratégia de Ruptura	34
Tabela 4 - Características de um bom projeto Seis Sigma	48
Tabela 5 - Fontes de oportunidades de alto impacto	48
Tabela 6 - Características de projetos para evitar ou refinar posteriormente	49
Tabela 7 - Barreiras para o sucesso da equipe	49
Tabela 8 - Principais ferramentas estatísticas aplicáveis ao Seis Sigma	59
Tabela 9 - Cultura envolvida com o Seis Sigma	68
Tabela 10 - Correspondência entre as estruturas de acompanhamento de projetos Seis Sigma (DMAIC x PDCA)	75
Tabela 11 - Reuniões de acompanhamento do Seis Sigma	78
Tabela 12 - Profissionais de Seis Sigma treinados e/ou formados	78

## 1- INTRODUÇÃO

A competitividade e a globalização no mundo dos negócios estão forçando as organizações à busca de rupturas ("breakthrough") na qualidade dos produtos e/ou serviços fornecidos, bem como em suas performances operacionais, uma vez que as abordagens tradicionais de melhoria, tais como ISO 9000, QS 9000 e TQM ("Total Quality Management") não são suficientes para garantir a lucratividade e sobrevivência das mesmas no longo prazo.

Uma nova abordagem, iniciada nos Estados Unidos no início da década de 80 pela Motorola, ganhou reconhecimento internacional como Metodologia de Qualidade Seis Sigma ou, simplesmente, Seis Sigma ( $6\sigma$ ). A organização mais reconhecida internacionalmente pela aplicação dessa metodologia no final da década de 90 é a General Electric - GE, através da dedicação pessoal de seu ex-CEO Jack Welch. Em 1999 a GE (valor de mercado: US\$407 bilhões, FORTUNE, março 2001) relatou que o Seis Sigma proporcionou ganhos superiores a US\$ 2 bilhões.

Segundo MUNRO (2001, pg 5 ~7), Seis Sigma é um termo que descreve o conceito de melhoria contínua de Deming. A melhoria contínua pode ser definida como o uso de técnicas de solução de problemas, e o rápido desdobramento para implementar as melhorias e, então, usar o processo de estudos de comportamento para manter os ganhos. Enfatiza que o Seis Sigma tem sido descrito como um sistema de rupturas ("breakthrough") – usado por Juran, e que está em utilização atualmente em muitas organizações, numa grande variedade de aplicações. Ainda segundo MUNRO, o Seis Sigma é uma sistemática de coletar dados sobre um processo e usá-los para analisar e interpretar o que está acontecendo, de tal forma que possa ser melhorado para satisfazer ao Cliente. De acordo com essa sistemática, a organização inicia com uma visão de todas as coisas que faz, com o foco em reduzir variação (ou variabilidade) e reduzir desperdícios, tendo como resultado o aumento da satisfação de Clientes.

Em termos gerenciais Seis Sigma é o propósito de se tentar obter a quase perfeição em todos os processos.

Na prática, para a maioria dos negócios, é praticamente impossível atingir Qualidade Seis Sigma em uma cadeia usual de processos, face à sua natural complexidade e aliado ao fato de que as demandas dos Clientes estão sempre alterando e se tornando mais exigentes. Mas essa constatação estatística, ao invés de ser uma limitação, deve ser interpretada como um desafio proativo na busca da melhoria contínua de suas operações e de sua competitividade no mercado.

A lógica gerencial é a seguinte: assim que os processos são melhorados, os Custos de Qualidade diminuem, como consequência de que reparos de garantia, reclamações de Clientes, retrabalhos e outras fontes de perdas são eliminadas ou tornam-se

extremamente baixas. Assim, o dinheiro anteriormente gasto nessas perdas usuais de processo é direcionado a atividades com maior agregação de valor, melhorando tais processos.

No entanto, em todos os tipos de negócios, trabalhar na direção da Qualidade Seis Sigma é um grande desafio. Os especialistas em Seis Sigma são unânimes em afirmar que o fator crítico é a liderança da Alta Administração e, se não ocorrer uma mudança cultural no modo de tratar as questões e problemas do dia-a-dia, não será possível obter sucesso.

Além disso, a maioria das organizações praticantes da Metodologia Qualidade Seis Sigma, estão usando a ferramenta estatística QFD - Quality Function Deployment (Desdobramento da Função Qualidade ou "Casa da Qualidade") tanto para atender as necessidades e expectativas dos Clientes, como para associá-la ao desdobramento de objetivos do Planejamento Estratégico. Se bem elaborado o Planejamento Estratégico, tal associação permitirá uma elevada probabilidade de sucesso na implementação das ações necessárias que irão garantir o atingimento das metas.

Para que a iniciativa realmente seja vencedora, deverão ser previstas pessoas que irão atuar como agentes de mudança, que ajudarão a atingir as metas de melhoria, de diversas formas, sendo que educação e treinamento são importantes meios de alterar as percepções e comportamentos individuais. Além do papel da Alta Administração na mudança de cultura necessária ao Seis Sigma, a formação de especialistas ("Black Belts"), gerentes/ diretores de setor ("Champions") e patrocinadores ("Sponsors"), são fundamentais para o sucesso.

Propõe-se apresentar a abordagem gerencial de implantação da Metodologia Qualidade Seis Sigma em uma organização de manufatura. Se bem conduzida, proporciona melhoria acentuada na qualidade dos produtos e serviços da organização, aumentando sua competitividade no mercado, propiciando condições para seu crescimento e sobrevivência. Esses benefícios melhoram a sociedade como um todo, uma vez que todos os envolvidos no Negócio ("stakeholders" - empregados, Clientes, fornecedores, acionistas e comunidade) são beneficiados direta ou indiretamente com os ganhos proporcionados pela aplicação correta da metodologia.

Pretende-se apresentar a Metodologia Qualidade Seis Sigma como uma iniciativa de Negócio, aplicável a todas áreas do mesmo (manufatura, vendas, compras, logística, manutenção/ confiabilidade, finanças, recursos humanos, saúde, segurança, meio ambiente, etc) e que está se constituindo em uma revolução para as modernas organizações que o estão implementando de forma adequada e eficaz.

Propõe-se também enfatizar que a implementação correta da Metodologia Qualidade Seis Sigma certamente exigirá uma ruptura na Cultura da organização no modo de conduzir os Negócios. Isso exigirá a aquisição de muito conhecimento para identificar o que é feito, o que precisa ser feito para melhorar sua performance, bem como muita disciplina no uso sistemático da Metodologia, para que os fantásticos resultados obtidos sejam perpetuados e que a organização tenha um diferencial competitivo em relação à concorrência.

Outro objeto do trabalho será a apresentação de um caso prático de implementação numa organização de manufatura de produtos laminados, preservando-se as informações de natureza confidencial.

Como o assunto é muito vasto se considerada toda a parte técnica e de gestão da Metodologia Qualidade Seis Sigma, optou-se por centrar o foco da Revisão da Literatura apenas na parte gerencial.

## **2- REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1- O que é o Seis Sigma**

A Metodologia Qualidade Seis Sigma surgiu de um novo enfoque de solução estruturada de problemas, que nasceu na Motorola no início da década de 1980 e depois foi ganhando popularidade nas modernas organizações, face aos resultados obtidos, tanto no sentido intrínseco da qualidade do produto e/ou serviço, como em termos de ganhos financeiros.

### **2.2- Entendendo o Seis Sigma**

HARRY (1997, pg 2.3) sugere que a discussão sobre o Seis Sigma seja feita examinando o que alguns denominam “cadeia de causas”, do seguinte modo:

- Nossa sobrevivência é dependente do crescimento do negócio;
- O crescimento do negócio é fortemente determinado pela satisfação do Cliente;
- A satisfação do Cliente é governada pela qualidade, preço e entrega;
- Qualidade, preço e entrega são controladas pela capacidade do processo;
- Nossa capacidade de processo é fortemente limitada pela variação;
- A variação de processo conduz a um aumento de defeitos, custos e ciclos de tempos;
- Para eliminar variação, devemos aplicar o conhecimento certo;
- Para aplicar o conhecimento certo, devemos primeiro adquiri-lo;
- Para adquirir o novo conhecimento, significa que devemos ter o desejo de sobreviver.

Complementando, enfatiza que se você não pode expressar algo na forma de números, você não conhece muito sobre isso. Se você não conhece muito sobre isso, você não pode controlar. E, se você não pode controlar, ficará à mercê da sorte. E se você está à mercê da sorte, porque se preocupar com isso? Conseqüentemente, precisamos aprender a linguagem dos números.

Esses pensamentos representam uma filosofia de negócios – uma maneira de conduzir nossa empresa. Como pode ser visto, Seis Sigma pode ser usado para medir a qualidade de nosso processo de trabalho – em qualquer atividade, da montagem de um motor de carro até uma boa aula repleta de estudantes.

Além disso, HARRY (1997, pg 2.10) apresenta a visão do Seis Sigma como uma filosofia:

- Nós estamos no negócio para ganhar dinheiro;
- Fazemos dinheiro satisfazendo necessidades;
- Estamos aptos a satisfazer necessidades fazendo;

- Cada par necessidade/ fazer é uma interação;
- O objetivo do foco no Cliente é a interação de melhorias de necessidades/ fazer;
- A repetição da mesma ação constitui um processo;
- A melhoria de nosso negócio significa melhoria de nossos processos;
- Necessidades de produtos/ serviços de Clientes no prazo, com zero defeitos, ao mais baixo custo;
- Fornecedores criam processos para gerar os produtos necessários;
- Assim que a capacidade dos processos melhora, aumenta a qualidade dos produtos;
- Assim que aumenta a qualidade, os custos e tempos de ciclos diminuem;
- Os atributos da satisfação dos Clientes devem ser medidos, se necessitam ser melhorados;
- Para melhorar significa que precisamos estar aptos a prever e prevenir, não detectar e reagir;
- Predição é associada à certeza;
- A maximização da certeza é dependente da capacidade do processo de medição;
- A capacidade do processo é mais bem entendida e relatada usando estatísticas;
- Estatísticas são dependentes de dados;
- Dados devem ser coletados de um processo de acordo com um plano;
- Análise estatística é usada para transformar “dados crus” em informações significativas e sumarizadas;
- Informação estatística é usada para relatar, melhorar e controlar o processo;
- A base da estatística é a média e o desvio-padrão;
- A média registra a centralização do processo;
- O desvio-padrão registra a extensão da variação ou “desvio” em relação à média;
- Combinando a média com o desvio-padrão, o “sigma” de um processo pode ser calculado;
- O “sigma” de um processo nos diz o quanto ele é capaz;
- O sigma do processo pode ser usado para comparar processos similares ou não similares;
- Essa comparação de processos é denominada “benchmarking”;
- “Benchmarking” é uma ferramenta competitiva para descobrir o que fazemos bem feito e aquilo que não é tão bom;

- Uma vez que as competências e deficiências são conhecidas, ações corretivas podem ser tomadas;
- Ações corretivas conduzem à redução de defeitos, tempos de ciclo e custos;
- A redução de defeitos, tempo de ciclos, e custos conduzem ao aumento da satisfação de Clientes;
- Assim que aumenta a satisfação de Clientes, a probabilidade de fazer negócios aumenta;
- Assim que os negócios aumentam, nós (como indivíduos) crescemos e prosperamos.

Além disso, HARRY (1997, 2.20) enfoca em “Colhendo o Fruto do Seis Sigma” que:

- *Não sabemos o que não conhecemos;*
- *Não podemos agir naquilo que não conhecemos;*
- *Não conheceremos enquanto não pesquisarmos;*
- *Não pesquisaremos o que não questionarmos;*
- *Não questionaremos o que não medirmos;*
- *Conseqüentemente, nós simplesmente não saberemos.*

### **2.3- A essência do Seis Sigma**

HARRY (1997, Prefácio V) ressalta que, na essência, o Seis Sigma suporta a idéia de que existe um forte relacionamento entre defeitos de produtos e rendimento de produtos, confiabilidade, custos, tempo de ciclos, inventários, entregas, etc. Assim que o número de defeitos cresce, o número de sigma decresce. Em outras palavras, quanto maior o valor sigma, melhor é a qualidade do produto – e vice-versa.. Apesar do último desejo ser a obtenção de zero defeitos, *a entrada na excelência é a performance Seis Sigma*. A meta se aplica para todos os processos relacionados com a operação do negócio.

Curiosamente, a qualidade Seis Sigma é estimada assumindo “típicas” mudanças e flutuações na centralização do processo. Nesse sentido, 99,99966 por cento da capacidade ao nível de “peça” e “etapa de processo” é uma meta intermediária na direção do ideal de perfeição.

Segundo HARRY (1997, VI), a variação deve ser vista como o inimigo número um da qualidade, rendimento e custos. Ela deveria ser presa e, em última instância, para se atingir a melhor referência (“best in class”). Atacando a variação durante a fase de projeto, dentro dos processos de fornecedores e dentro dos próprios processos, a capacidade Seis Sigma pode ser atingida. Ao fazer isso, o alicerce da excelência está consolidado.



Com base na perspectiva estatística, os pontos de vista da engenharia de produto e de processo são colocadas em foco, por meio de exemplos analíticos. Através da discussão e exemplos, avaliações são desenvolvidas, como objetivos da iniciativa Seis Sigma; melhoria da qualidade do produto, rendimento e custo – todos os quais, por consequência, melhoram a satisfação dos Clientes.

HARRY (1997, VII) ainda comenta o que denominou como os “Seis Ouros do Seis Sigma”:

1) As mesmas questões freqüentemente produzem as mesmas ações e, como consequência, o mesmo resultado. Se quisermos quebrar essa estagnação relativa, devemos formular novas questões, para proporcionar novas direções e visão. Tal ação constitui liderança.

2) Nós não sabemos o que não conhecemos e, nunca iremos conhecer se não medirmos. Assim que aprendemos e aplicamos novas ferramentas, começaremos a descobrir novos relacionamentos de natureza técnica e/ou de negócio. A descoberta de novos relacionamentos cria percepção. Como consequência, a percepção alimenta questões novas as quais, como consequência, acendem a mente e conduzem ao patamar de ruptura e de melhoria contínua. Naturalmente, isso exige foco em processo, ou “ajuste da percepção”, como poderia ser dito. Essa é a principal crença que sustenta o paradigma do Seis Sigma – gerenciando nossos processos é gerenciar o negócio.

3) A capacidade do processo é o segredo do sucesso da fabricação. Se não sabemos a capacidade de nossos processos, nós não podemos projetar para a manufaturabilidade. Isso seria como tentar assar uma boa torta, sem conhecer a escala de temperatura do forno.

4) Uma das medidas de performance chaves da capacidade do processo é o Sigma. A escala de medida sigma pode ser aplicada a qualquer coisa que seja considerada importante para o Cliente ou produtor. O Sigma pode ser calculado usando medidas reais ou dados de defeitos. A escala Sigma de medidas elimina a complexidade de tal sorte que comparações homogêneas ou heterogêneas podem ser feitas. Quando isso é feito, podemos diretamente contrastar coisas dissimilares em um mesmo nível de discussão e falar sobre isso. Isso é denominado “benchmarking quantitativo”. Conhecendo a taxa de defeito de alguma característica, podemos usar um gráfico de “benchmarking” para determinar o nível Sigma de capacidade. Isso é devido ao fato de que a escala Sigma é perfeitamente correlacionada com defeitos. Assim que o Sigma do processo é conhecido, podemos rapidamente entender o que fazemos bem, adicionalmente ao que deve ser melhorado. Resumindo, a escala sigma está para a administração assim como o cronômetro está para as corridas.

5) Cálculos teóricos e grandes quantidades de dados de numerosas empresas demonstram que a qualidade é função da interação entre o projeto e os processos relacionados. Se a eficácia da interação aumenta, também ocorre com a qualidade. Como a qualidade melhora, os custos e os tempos de ciclos diminuem. O foco específico na melhoria da capacidade de processo, tipicamente, pode reduzir os custos de fabricação em 30% e diminuir os tempos de ciclo pela metade. O foco combinado pode diminuir os custos em mais de 25% das receitas.

6) A obtenção do Seis Sigma requer novas ferramentas que, por consequência, demandam a aplicação de novo conhecimento. Para identificar consistentemente novas ferramentas, criar caminhos para suas utilizações e garantir a propagação do valor adicionado ao “know how”, deve-se ter uma infraestrutura de suporte. Essa infraestrutura é constituída de Black Belts. Eles são os especialistas internos que sabem como fazer com que a melhoria ocorra. As pessoas podem somente aplicar aquilo que sabem como fazer. Se o conhecimento é insuficiente, existirão chances de que a ação resultante também será insuficiente. Para melhorar um processo, devemos ir além da experiência. Devemos coletar dados e deixar que “o produto fale por si mesmo”.

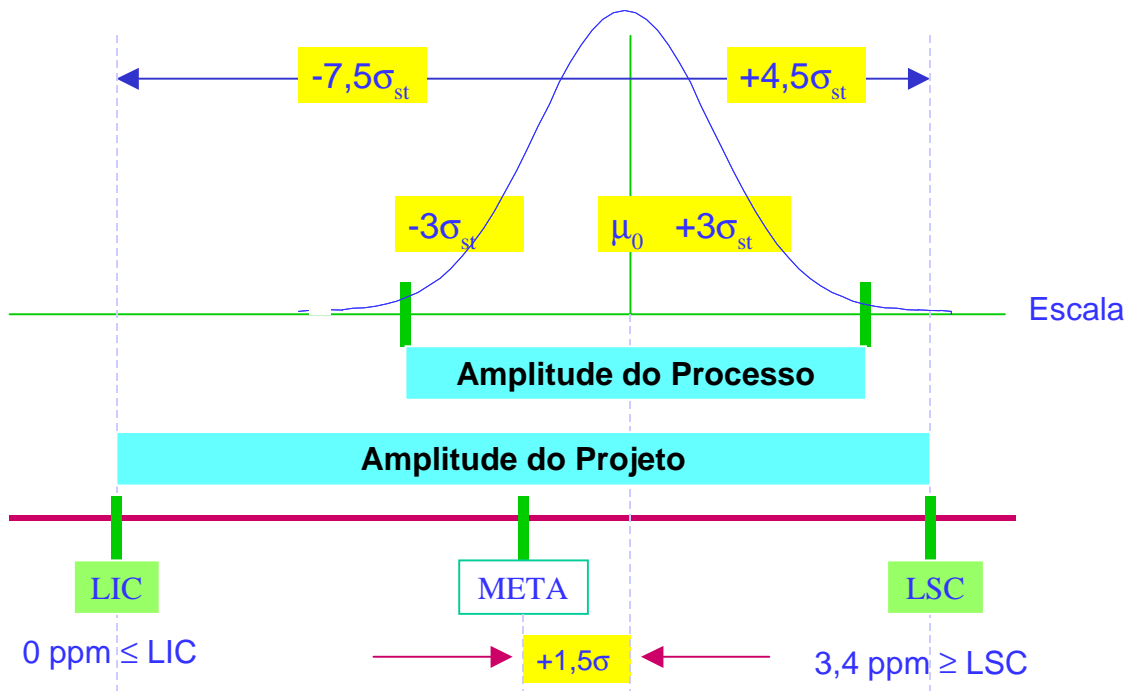
#### **2.4- Capacidade de curto e longo prazos**

Segundo HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 141 ~ 146), uma das forças da abordagem Seis Sigma é que ela reconhece e leva em consideração o fato de que os processos variam ao longo do tempo. Inevitavelmente, quando se coleta dados de um processo durante um período de tempo, será observado que o processo nem sempre opera no valor meta, ou dentro dos limites de especificação ou fronteiras.

Ao longo do tempo, a flutuação do processo aumentará em tamanho (amplitude) devido a erros de centralização de processo. Em outras palavras, através de um longo período de tempo, o centro do processo pode estar no valor meta (média). Entretanto, durante um determinado intervalo de tempo, a média do processo estará fora do alvo, por uma ou outra razão. O efeito combinado dessas mudanças no centro do processo, amplia a flutuação do processo. E, quando isso ocorre, a probabilidade de encontrar um defeito aumenta radicalmente. Resumindo, os erros de centralização do processo ao longo do tempo deterioram a capacidade e, assim, aumenta a probabilidade de defeitos. Conseqüentemente, os rendimentos diminuem e os custos aumentam.

Em média, o erro de centralização para um processo “típico” terá uma média de aproximadamente 1,5 sigma. Isso foi provado como verdadeiro em anos de pesquisa teórica e empírica. A grandeza dessas mudanças e flutuações é inevitável e deveria

ser considerada durante o ciclo de projeto do processo, produto ou serviço. Assim, quando empresas afirmam que seus processos são Seis Sigma, o que elas estão realmente dizendo é que a capacidade de curto prazo de seus processos é **seis sigma**; na performance de longo prazo, entretanto, é 4,5 sigma devido aos erros de centralização do processo. A figura 1 apresenta, esquematicamente, o desvio “*sigma shift*” de 1,5 sigma.



Fonte: HARRY, 1997 – pg 2.15

Figura 1 – Deslocamento “sigma shift” – curto prazo x longo prazo

Para se adaptar ao fenômeno de mudanças e flutuações, em um determinado projeto (industrial ou administrativo), deveria ser projetado o que se denomina “robusto”, a pelo menos 1,5 sigma “desvio” na centralização de todas as características críticas à qualidade (CTQs), de tal forma a não apresentar alguma mudança prática na performance ou rendimento. Os métodos usados para atingir isso, estão incorporados nas práticas DFSS – (“Design For Six Sigma”) - Projetos para Seis Sigma.

A Tabela 1 apresenta a correspondência entre o nível sigma de qualidade de uma organização e a correspondente taxa de defeitos (DPMO - Defeitos Por Milhão de Oportunidades), que é aplicável tanto a organizações de manufatura como de prestação de serviços.

Tabela 1 - Distribuição normal centralizada/ descentralizada x Qualidade Sigma

Distribuição normal centralizada (ideal/teórica)			Distribuição normal descentralizada (real/prática)		
$\sigma$ Processo	% atendimento	Defeitos (DPMO)	$\sigma$ Processo	% atendimento	Defeitos (DPMO)
1 $\sigma$	68,26	317300	1 $\sigma$	30,23	697700
2 $\sigma$	95,46	45500	2 $\sigma$	69,14	308538
3 $\sigma$	99,73	2700	3 $\sigma$	93,32	66807
4 $\sigma$	99,9937	63	4 $\sigma$	99,3790	6210
5 $\sigma$	99,999943	0,57	5 $\sigma$	99,97670	233
6 $\sigma$	99,9999998	0,002	6 $\sigma$	99,999660	3,4

Fonte: QSP, 2000.

Na parte esquerda da tabela, são apresentados os valores usuais de desvio (sigma), percentual de atendimento à especificação e probabilidade de erros/ falhas/ defeitos, na visão usual da estatística. Na parte da direita, são apresentados os correspondentes valores, na visão da Metodologia Qualidade Seis Sigma. No Seis Sigma, existe a preocupação em visualizar e/ou prever a visão de longo prazo, que é o que o Cliente irá receber, perceber e valorizar.

Comparativamente a um livro, a correspondência do nível de qualidade sigma com o total de erros seria equivalente ao apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação de erros x nível sigma de qualidade

Nível Sigma De Qualidade	Total de erros
1	170 erros/ página
2	25 erros/ página
3	1,5 erros/ página
4	1 erro/ 30 páginas
5	1 erro/ 1 enciclopédia
6	1 erro/ todos os livros de uma pequena biblioteca
7	1 erro/ todos os livros de várias grandes bibliotecas

Fonte: BREYFOGLE III et alii / Texas Instruments (2001, pg 26)

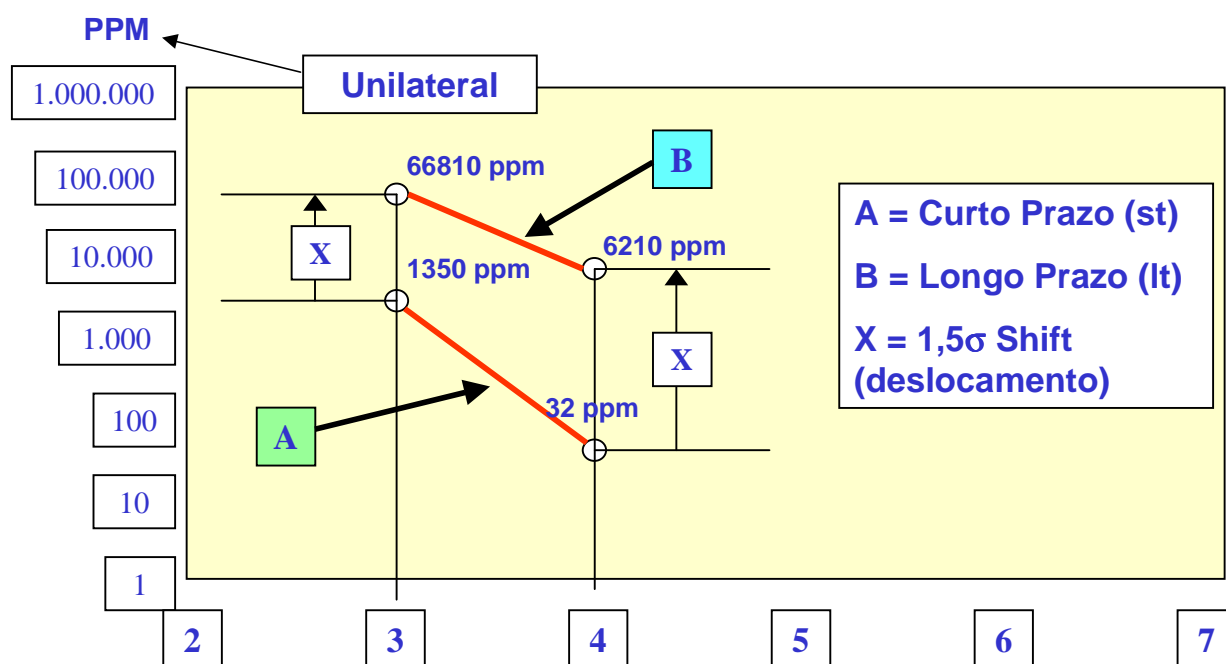
Em termos estatísticos, Seis Sigma representa o atingimento de um nível de qualidade equivalente a 3,4 defeitos/ erros/ falhas por milhão de oportunidades, ou PPM – Partes Por Milhão. A maioria das organizações atualmente está operando num patamar de 2

a 4 sigmas, o que significa produzir entre 308.538 a 6.210 defeitos (erros ou falhas) por milhão de oportunidades.

HARRY (1997, 13.20) apresenta a correspondência de defeitos (ou falhas/ erros) em PPM (partes por milhão), com a escala Sigma de medida, para as situações de curto e longo prazos., representada na Figura 2.

A visão do Seis Sigma está intimamente associada ao conceito de fazer certo da primeira vez ou Qualidade “Zero Defeitos”. Assim, é inevitável sua associação com rendimentos dos processos.

HARRY (1997, 14.8 e 14.10) apresenta o conceito de rendimento global (“Rolled Throughput Yield - RTY”), ressaltando que para diminuir a taxa de defeitos por unidades (dpu), significa aumentar o rendimento global que, por consequência, melhora a confiabilidade do produto e a satisfação do Cliente.

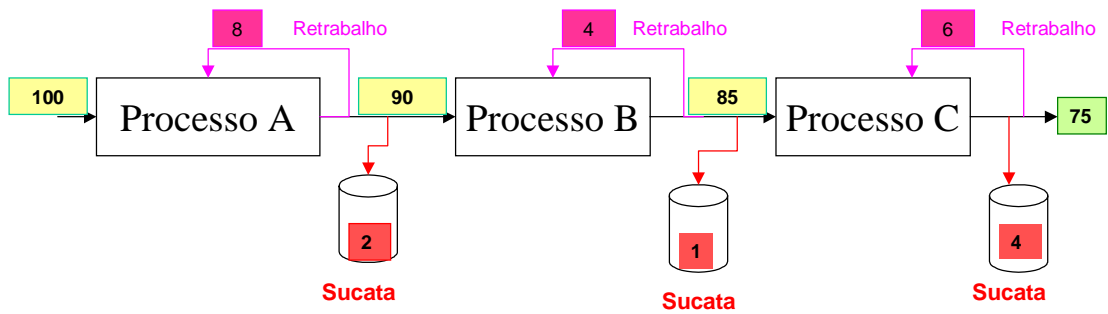


Fonte: HARRY, 1997

### Escala Sigma de Medida

Figura 2 – Correspondência do nível de defeitos/ falhas/ erros (PPM) versus escala Sigma de qualidade – curto e longo prazos

FRANCO (2000, pg. 4) ilustrou essa situação (ver Figura 3), confrontando a visão de rendimento/ eficiência “tradicional” com a visão necessária ao entendimento do Seis Sigma.



**Visão Seis Sigma**

Fonte: FRANCO, 2000

Figura 3 – Rendimento/ eficiência "tradicional" versus visão Seis Sigma

#### 2.4.1- Deslocamento da curva normal

Considerando o que foi descrito anteriormente, a visão do Seis Sigma reconhece a variação da média dos processos (deslocamento de 1,5 "sigma shift"), contemplando o que o Cliente de fato recebe e valoriza no longo prazo, conforme representado na Figura 4, onde LIE e LSE representam, respectivamente, o limite inferior e superior da especificação e VN, o valor nominal (meta ou objetivo).

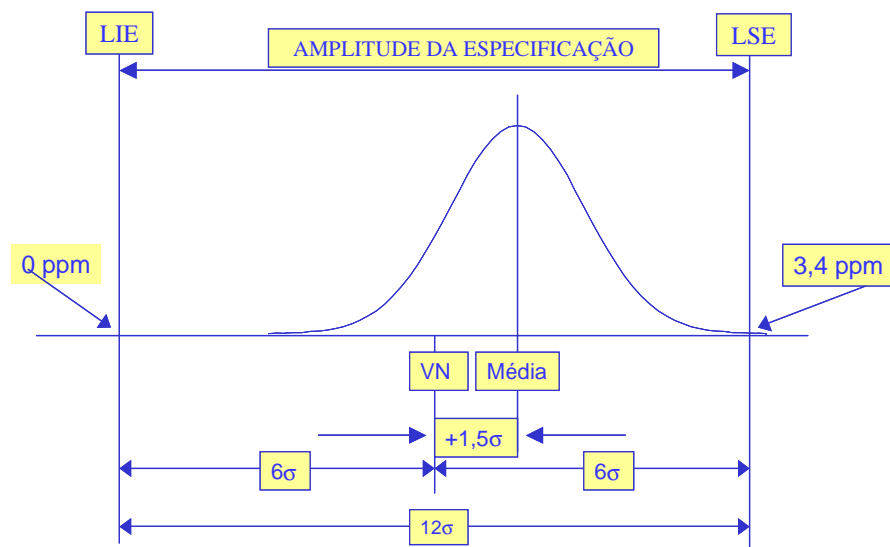


Figura 4 – Variação da média do processo com visão de longo prazo

## **2.5- Características de empresas quatro Sigma**

HARRY (1997, 19.22), apresenta o perfil de uma empresa quatro Sigma, descrevendo-a como sendo da seguinte forma:

- Lucrativa e crescendo;
- Preços de mercado diminuindo;
- Aumentando concorrência;
- Tem programa de Garantia da Qualidade;
- Gastando de 10 a 20% das vendas em dólares em reparos e retrabalhos do produto, antes do embarque;
- Não conscientes que as melhores empresas (“best in class”), com processos similares, são mais de cem vezes livres de defeitos;
- Acreditam que a meta de zero defeitos não é realista, nem atingível;
- Possuem mais de dez vezes o número de fornecedores do que seria necessário para conduzir o negócio;
- De cinco a dez por cento dos Clientes estão insatisfeitos com o produto, vendas, ou serviço e não recomendariam que outros comprassem produtos ou serviços.

## **2.6- As razões de se usar a Metodologia Qualidade Seis Sigma nas organizações**

Segundo HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 1), a meta do Seis Sigma não é atingir níveis de qualidade Seis Sigma. O objetivo do Seis Sigma é aumentar a lucratividade, apesar de que a melhoria de qualidade e de eficiência são sub-produtos da mesma. As empresas que implementam o Seis Sigma o fazem com a meta de aumentar suas margens de ganho. Antes do Seis Sigma, as melhorias advindas dos programas de qualidade usualmente não tinham impactos visíveis no lucro líquido das empresas. As organizações que não podem medir o impacto dos efeitos da qualidade em sua lucratividade não sabem que melhorias necessitam ser feitas para aumentar suas margens de lucro.

Segundo os autores, todas as empresas que implementaram o Seis Sigma sob a orientação dos mesmos têm obtido aumentos das margens de lucro de 20% cada ano, ano após ano, a cada mudança de 1 sigma (até 4,8 ou 5 sigma).

Ainda segundo HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 2 ~ 3), enquanto que a metodologia de se buscar a qualidade Seis Sigma é um processo de longo prazo, é uma iniciativa de pensar à frente e projetada para alterar fundamentalmente a maneira como as corporações fazem negócios, bem como gerar melhorias imediatas nos lucros. Ao invés de projetar de três ou mais anos no futuro, o Seis Sigma foca em

atingir metas financeiras em incrementos de doze meses. As empresas operando a um nível de três sigma, que colocam todos seus recursos no Seis Sigma podem esperar uma melhoria de um sigma a cada ano. E com isso, essas empresas irão obter:

- **Melhoria de 20% nas margens**
- **Aumento de 12 a 20% capacidade**
- **Redução do número de empregados de 12%**
- **Redução de capital de 10 a 30%**

As empresas podem estimar uma mudança de um sigma por ano até 4,7 sigma, significando que uma empresa em um nível de três sigma que foca todos os seus recursos no Seis Sigma pode esperar uma mudança para o nível quatro sigma durante o primeiro ano de implementação. As empresas num nível quatro sigma, têm a expectativa de melhorar para o nível de 4,7 sigma durante o primeiro ano de implementação e desdobramento. Os benefícios financeiros do progresso de 3 para 4 ou 4,7 sigma são exponenciais, e as experiências têm demonstrado que as empresas podem atingir um nível de 4,7 sigma sem grandes investimentos de capital.

No segundo ano, essas empresas podem esperar uma mudança de 4,7 para 5 sigma e, no terceiro ano, elas vão progredir de 5 para 5,1. Quanto mais próximo ao atingimento de Seis Sigma, maior será a demanda para melhorias. Em 4,8 sigma, as empresas esbarram em um "muro" que requer o redesenho dos processos, conhecido como "Projeto para Seis Sigma" ("DFSS - Design for Six Sigma").

Entretanto, o aumento das margens de lucros entre um nível de 3 para 4,8 sigma é tão dramático, que faz com que essas empresas sejam muito mais lucrativas que seus competidores, de tal forma que podem selecionar qual planta, produto, operação ou processo deve ser melhorado para atingir nível 5 sigma, ou maior.

Após a empresa atingir o nível 4,7 sigma, as economias de custos não são tão dramáticas. No entanto, as melhorias das margens de ganho permitem as empresas criarem produtos e serviços que adicionam atributos e funções que resultam em maior participação no mercado.

HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 6 ~ 11), enfatizam também a questão financeira intimamente associada ao Seis Sigma: "A estratégia de ruptura do Seis Sigma expande a definição de qualidade para incluir o valor econômico e utilidade prática para a empresa e para o Cliente. Afirmam que qualidade é o estado de direito do valor que é obtido para o Cliente e o fornecedor, em cada aspecto da relação de negócios. No mundo do Seis Sigma, isso significa que as empresas têm o nível correto de expectativas de *produzir produtos de qualidade ao maior lucro possível* e, para os Clientes, têm o nível correto de expectativas de *comprar os produtos de maior*



*qualidade, ao mais baixo custo.* No caso, "Valor" representa valor econômico, utilidade prática e disponibilidade. E todos devem atender às expectativas dos Clientes".

A qualidade no negócio é mais elevada quando os custos estão no mínimo tanto para o produtor quanto para o Cliente. O Seis Sigma proporciona o máximo valor para as empresas - em forma de aumento de lucros e máximo valor para o Cliente com produtos ou serviços de elevada qualidade ao custo mínimo possível. É uma estratégia de negócios e filosofia construída em torno do conceito que as empresas podem ganhar uma vantagem competitiva reduzindo defeitos em seus processos industriais e comerciais.

O conceito Sigma de medição de defeitos foi criado no começo dos anos 1980 como uma maneira de desenvolver uma métrica universal da qualidade que fosse aplicada independente da complexidade do produto ou diferenças entre produtos. Maiores valores de sigma indicam melhores produtos e menores valores de sigma representam produtos menos desejáveis, independentemente do que seja esse produto. Quanto menor o nível de sigma, maior o número de defeitos. Os produtos produzidos em nível de qualidade Seis Sigma operam virtualmente livres de defeitos - por definição, com somente **3,4 defeitos por milhão de oportunidades (DPMO)**. Esse nível de qualidade é um severo contraste ao padrão histórico para as empresas que tanto lutavam, que eram quatro sigma, ou 6.210 defeitos por milhão de oportunidades. O padrão Seis Sigma é quase *1.800 vezes mais exigente que o antigo padrão. O senso comum não pode criar uma melhoria de 1.800 vezes.*

No mundo competitivo de hoje, a grande maioria das empresas conscientemente fizeram melhorias em suas linhas de produção e ciclos de entrega, ainda que incapazes de estar à frente das mudanças tecnológicas complexas e expectativas dos Clientes cada vez maiores. Na melhor das hipóteses, essas empresas estão apenas se mantendo. Isso explica porque corporações, tanto na Europa como nos Estados Unidos, que operavam a 3,5 a 4 sigma trinta anos atrás ainda estão operando a esse nível hoje. Apesar das melhorias e da evolução da tecnologia, a complexidade dos atributos dos produtos e maiores demandas sofisticadas dos Clientes frustraram os avanços significativos em como os processos industriais e comerciais foram criados, deixando a capacidade das organizações praticamente inalteradas.

Foi a associação entre alta qualidade com baixo custo que conduziu o desenvolvimento do Seis Sigma – uma iniciativa que em primeiro momento foca na melhoria da qualidade através do uso de medições exatas para antecipar a existência de áreas problemáticas e, não apenas, reagir a elas. Em outras palavras, Seis Sigma ajuda o líder do negócio a ser proativo, e não reativo, aos assuntos de qualidade.

A diferença entre as abordagens anteriores de qualidade total e o conceito de Seis Sigma é uma questão de foco. Os programas de Gerenciamento pela Qualidade Total (TQM) têm o foco em melhorias individuais nas operações entre processos não inter-relacionados. A consequência é que muitos programas de qualidade, independente de quão abrangente são, demandam muito tempo até que todas as operações dentro de um dado processo sejam melhoradas.

## **2.7- A Estratégia de Ruptura (“Breakthrough”) e as etapas Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar, Padronizar e Integrar**

Segundo HARRY e SCHROEDER (2000, pg.108 ~ 110), existem oito etapas essenciais envolvidas na aplicação da Estratégia de Ruptura, para atingir a performance Seis Sigma em um processo, divisão ou empresa. Essas oito etapas são: Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar, Padronizar e Integrar. Cada fase é planejada para garantir que: 1) as organizações apliquem a Estratégia de Ruptura de uma maneira metodológica e disciplinada; 2) que os projetos Seis Sigma sejam corretamente definidos e conduzidos e, 3) que os resultados desses projetos sejam incorporados no dia-a-dia dos negócios.

Praticamente toda organização pode ser dividida em três níveis básicos. O nível mais alto, o “guarda-chuva” da corporação, é o nível do negócio. O segundo nível é o nível operacional. O terceiro nível é o nível de processo. Apesar da Estratégia de Ruptura ser aplicável a cada nível da empresa, em cada nível ela atinge resultados diferentes, e até mesmo, complementares. O sucesso do Seis Sigma é definido na extensão pelo qual transforma cada nível da organização, para melhorar sua qualidade e lucratividade global. Na essência, a Estratégia de Ruptura é uma metodologia fluída que opera para cima e para baixo na hierarquia da organização. Essa é uma das razões porque o Seis Sigma, diferentemente de outras iniciativas de qualidade, necessita ser entendida e integrada em todos os níveis da organização, se no longo prazo, são necessárias melhorias em base ampla. Isso irá requerer das empresas, no nível dos negócios ou corporativo – sob a direção do “Champion” de Desdobramento – de três a cinco anos para desdobrar e implementar as oito etapas da Estratégia de Ruptura. No nível operacional, sob a direção do “Champion” de Projetos, de doze a dezoito meses para o ciclo completo das oito etapas. No nível de processos ou projeto individual, os Black Belts podem implantá-la, entre seis e oito semanas, em projetos específicos, gerando lucros imediatos como resultado final.

Os executivos no nível de negócios usam o Seis Sigma para melhorar a participação no mercado, aumentar a lucratividade e garantir a viabilidade da corporação no longo

prazo; gerentes no nível operacional usam o Seis Sigma para melhorar rendimento, eliminar a “fábrica escondida” e reduzir custos de mão-de-obra e materiais. No nível do processo, os Black Belts utilizam o Seis Sigma para reduzir defeitos e variação e aumentar a capacidade do processo, de modo a alinhar com as metas operacionais e do negócio, conduzindo a aumento de lucratividade e satisfação de Clientes. Apesar de que em cada nível da organização a Estratégia de Ruptura ser aplicada de modo diferente, ela é feita de modo similar e coordenado para que os objetivos estratégicos do negócio sejam alcançados. Dessa forma, todos os envolvidos, partindo dos executivos no nível dos negócios até os Black Belts, no nível de processos, trabalham através das etapas Reconhecer, Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar, Padronizar e Integrar, com um foco diferente, em um diferente ritmo.

Enquanto que o aumento da lucratividade requer que as organizações melhorem seus processos nos seus mais básicos níveis, a meta de longo prazo do Seis Sigma é integrar e padronizar os sistemas corporativos, em todos os níveis, de forma a aumentar a performance “sigma” global. O Seis Sigma alinha e foca o poder de seus esforços de melhoria global, para atingir o máximo alinhamento do negócio.

**2.8- As categorias Identificação, Caracterização, Otimização e Institucionalização** HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 111 ~ 136) apresentam a visão integrada da Estratégia de Ruptura, agrupando as oito etapas de implementação do Seis Sigma em quatro categorias: Identificação, Caracterização e Institucionalização (ver Tabela 3).

Tabela 3 – Categorias da Estratégia de Ruptura

<b>Caminho do Seis Sigma</b>			
<b>Estratégia da Ruptura</b>	Estágio (categoria)	Etapa da Estratégia de Mudança Drástica	Objetivo
	Identificação	Reconhecer Definir	Identificar aspectos chaves do negócio
	Caracterização	Medir Analisar	Entender os atuais níveis de performance
	Otimização	Melhorar Controlar	Atingir melhoria Drástica
	Institucionalização	Padronizar Integrar	Transformar como é conduzido o negócio no dia-a-dia

Projetos  
Black Belts

Fonte: HARRY e SCHROEDER, 2000

A seguir são apresentadas, de forma resumida, algumas considerações dos autores sobre as quatro categorias:

a) Identificação:

- É onde as organizações iniciam o entendimento dos conceitos fundamentais dos conceitos do Seis Sigma e tomam ciência da Estratégia de Ruptura, como uma metodologia de resolução de problemas, com um conjunto básico de ferramentas.
- Os executivos e empregados começam a questionar as entradas (“inputs”) – os processos que participam da criação do produto ou serviço – ao invés de simplesmente inspecionar o produto final ou serviço que é encaminhado ao Cliente.

b) Caracterização

- Acessa e avalia onde o processo está no momento em que é medido, e ajuda a direcionar as metas que a organização deveria desejar obter.
- Estabelece uma referência (“baseline”), ou melhor prática (“benchmark”) e proporciona um ponto inicial para medir as melhorias.
- Seguindo as etapas Medir e Analisar, que descrevem a Caracterização, cria-se um plano de ação, para eliminar a diferença (“gap”), entre o como as coisas são feitas e como a organização gostaria que as mesmas fossem feitas, de modo a obter as metas da empresa, para um produto ou serviço em particular.

c) Otimização

- Identifica quais são os passos necessários a seguir para melhorar o processo e reduzir as principais fontes de variação.
- Verifica um grande número de variáveis de modo a determinar as “pouco vitais”, que têm o maior impacto.
- Melhora e controla as variáveis chaves que exercem as maiores influências nas características críticas do produto ou serviço.
- Proporciona à organização um arranjo de melhorias, que em última instância, melhoram a lucratividade e satisfação de Clientes, assim como aumenta o valor para os acionistas.

d) Institucionalização

- Direciona para a integração do Seis Sigma na maneira como o negócio é feito no dia-a-dia.
- A partir do momento que as empresas aprendem quais tipos de medições e métricas são necessárias para direcionar a melhoria, essas constatações devem ser integradas no pensamento da administração e no capital intelectual.

- A padronização permite às organizações projetar seus processos para operar mais eficazmente.

Os autores complementam, afirmando que o Seis Sigma é mais que completar projetos individuais com sucesso, requerendo a coordenação e integração desses projetos em práticas, políticas e procedimentos da administração corporativa. E além disso, a força da Estratégia de Ruptura vem da interação em todos os níveis da organização.

A chave para institucionalizar o Seis Sigma é ter as pessoas certas nos níveis de negócios, operações e processos das organizações para desdobrar e implementar a Estratégia de Ruptura. Se a estratégia do Seis Sigma não for estruturada nas camadas da organização, ela não ganhará a velocidade e força para se manter por si mesma.

As empresas que implementam a Estratégia de Ruptura em todos os níveis da organização, irão constatar que os Black Belts melhoram os processos, seus esforços são transferidos para as operações, enquanto os gerentes de unidades verificarão melhorias em rendimentos, que permitirão reduções de custos de mão-de-obra e materiais. E, melhorando o custo da qualidade no nível operacional, atingirá o nível de negócios, onde serão constatadas melhorias nas margens operacionais e na lucratividade global.

A Estratégia de Ruptura do Seis Sigma fundamentalmente altera a maneira como cada nível de negócios é administrado em uma base diária. Assim que o Seis Sigma permeia de cima para baixo e através da organização, os que estão no nível dos negócios comunicam com aqueles dos níveis de operações e processos, de uma nova maneira. O Seis Sigma oferece às organizações uma maneira de dar um passo atrás e olhar holisticamente para si mesmas e enxergar como os resultados coletivos de muitos pequenos projetos afetam o amplo, alto nível de processos, que conduzem o negócio no dia-a-dia. Assim que as empresas aprendem quais são as medições e métricas necessárias para melhorar seus processos, elas estão aptas a perceber novas visões e desenvolver novas práticas. Desse modo, essas “lições aprendidas” podem ser padronizadas e subseqüentemente integradas no pensamento e no capital intelectual da organização.

## **2.9- A Seqüência Universal da Ruptura**

GRYNA e JURAN (1998, pg 22.12 ~ 22.71) fizeram, em período de tempo bem anterior à Metodologia Seis Sigma, uma abordagem muito detalhada do que definiram como *Seqüência Universal da Ruptura*, onde ressaltam que estudos de inúmeros

casos de ruptura revelaram que eles seguem a seguinte seqüência universal de eventos:

- Prova da necessidade
- Identificação de projetos
- Organização para conduzir projetos
- Organização para diagnose – para análise de projetos
- Diagnose – para identificar as causas
- Desenvolvimento dos remédios – baseado no conhecimento das causas
- Prova dos remédios – sob condições operacionais
- Lidando com a resistência cultural para mudar
- Controlar em um novo nível

Na abordagem de GRYNA e JURAN, os três primeiros elementos estão associados com o desenvolvimento de uma atitude de conscientização; e os demais elementos proporcionam as ferramentas para solucionar os problemas.

De forma bastante simplificada, esses elementos poderiam ser sumarizados da seguinte forma:

- Prova da necessidade

Essa etapa consiste em convencer a administração de que o problema de qualidade é significativo o bastante para requerer uma nova abordagem de melhoria. Entre outras coisas, enfoca as potenciais ou reais perdas de receitas, as oportunidades de economias de custos, a necessidade da linguagem “dinheiro”, as quantificações financeiras e custos da qualidade. Enfatizam que entre as entradas para a prova da necessidade estão as pesquisas de marketing, para determinar o status de qualidade no mercado em relação aos competidores.

- Conceito de projeto

Além de conceituar que projeto é um problema escolhido para ser solucionado, consideram também ser um modo da vida gerencial. Isto ajuda assegurar os investimentos, facilidades e pessoas necessárias e que, o projeto proporciona um fórum para converter uma atmosfera de defensividade e culpas, em outro de ação construtiva. Enfocam que a ruptura é obtida projeto a projeto, sem outra forma e que o primeiro deve ser um “vencedor”. Idealmente, consideram que os projetos deveriam contemplar: 1) Lidar com problemas crônicos (esperando solução por longo tempo), 2) Realizável (boa probabilidade de conclusão com sucesso dentro de poucos meses), 3) Significante (resultado final digno de atenção e reconhecimento), 4) Resultados mensuráveis (em termos tecnológicos e financeiros) e, 5) Experiência de aprendizado (processo de solução de problemas).

- Organização para projetos

Consideram que investigações com a profundidade necessária para solucionar a maioria dos problemas crônicos de qualidade, envolvem duas jornadas: 1) A jornada do sintoma à causa (diagnose) e, 2) A jornada da causa ao remédio. Enfocam a formação de equipes e responsabilidades para ataque ao problema e os fatores críticos de sucesso.

- Diagnose

Enfatizam que a distinção das duas jornadas envolvidas é um fator também crítico para o sucesso. Consideram que, em geral, mais de oitenta por cento dos defeitos são gerencialmente controláveis e menos de vinte por cento, “operadores controláveis” e que, alguns autores usam os termos “sistema controláveis” e “gerencialmente controláveis”. Subdividem a Diagnose em três fases, indicando as ferramentas estatísticas úteis nas mesmas: 1) Estudo de sintomas, 2) Teorização nas causas e, 3) Coleta de dados e Análise.

- Desenvolvimento dos remédios

Enfatizam que um critério essencial é que os custos da empresa e dos Clientes sejam otimizados e, que uma equipe de projeto ao invés de um departamento é mais adequado para fazer a avaliação. Uma preocupação em particular é o remédio que resulta em algo perfectivo, ou seja, adiciona custos sem adicionar valor e também, a importância de verificar se o remédio não cria um novo problema.

- Prova dos remédios

Antes que um remédio seja adotado, ele deve provar que é eficaz sob condições operacionais. Na prática, dois passos estão envolvidos freqüentemente: 1) Avaliação preliminar que o remédio em consideração pode imitar o mundo real (“simulação”) e 2) Avaliação final sob completas condições do mundo real. Enfatizam que não existe substituto para os remédios no mundo real.

- Resistência à mudança

Consideram que uma vez determinado o remédio, não é apenas aplicá-lo. Várias objeções ao remédio são ditas pelas diferentes partes e, entre elas, gerentes e a força de trabalho. “Resistência à Mudança” é o nome popular para esses obstáculos. Essa etapa na seqüência universal enfoca a questão de fazer a ruptura na resistência cultural à mudança.

Ressaltam os padrões culturais (mudança tecnológica e consequência social da mudança tecnológica), análise do impacto da mudança, regras para o caminho de introdução da mudança e a resolução de diferenças.

- Controlar em um novo nível

A etapa final da seqüência de ruptura é manter os ganhos, de tal sorte que os benefícios da ruptura sejam perpetuados. Para garantir que as forças operacionais mantenham os ganhos requer: 1) uma transferência de sucesso do remédio de condições de “laboratório” para condições operacionais e, 2) um meio sistemático de manter os ganhos – o controle do processo. Se ocorrerem falhas em conseguir esses dois requisitos, pode resultar em falha em manter os ganhos.

Reforçam que um projeto não é considerado completo até que resultados satisfatórios tenham sido produzidos sob condições operacionais. Complementam com a necessidade de estabelecer padrões operacionais e procedimentos que sirvam como base de treinamento, controle e auditoria e o treinamento das forças operacionais, para usar os procedimentos e atingir os padrões. Finalmente, enfocam que o controle durante a operação é feito através do uso de um ciclo de feedback – uma atividade cíclica, envolvendo a avaliação da atual performance, comparação com o padrão de performance e atuando na diferença.

## **2.10- As fases da Estratégia de Ruptura**

HARRY (1997, 21.7) subdivide a Estratégia de Ruptura em quatro fases, sendo Medição (M) e Análise (A) associadas à Caracterização e Melhoria (I) e Controle (C), envolvidas com a Otimização.

De modo simplificado descreve as fases da seguinte maneira:

- Fase 1 – Medição. Esta fase está associada com a seleção de uma ou mais características do produto, isto é, variáveis dependentes, mapeamento do respectivo processo, elaboração das medições necessárias, registrar os resultados em “cartões de controle” do processo e estimação da capacidade do processo de curto e longo prazos (“short term” e “long term”).
- Fase 2 – Análise. Essa fase contempla o “benchmarking” de métricas chaves da performance do produto. Procedendo desse modo, uma análise de potencial de melhoria (“gap analysis”) é feita normalmente para identificar os fatores comuns de performance de sucesso, isto é, quais fatores explicam a performance da melhor classe (“best-in-class”). Em alguns casos, é necessário reprojeter o produto e/ou processo.
- Fase 3 – Melhoria. Essa fase é normalmente iniciada pela seleção das características de performance do produto que devem ser melhoradas para que a meta seja atingida. Uma vez feito isso, as características são diagnosticadas para revelar as maiores fontes de variação. Depois, as variáveis chaves do processo são identificadas estatisticamente por projetos de



experimentos. Para cada variável de processo que provar ser influente, são estabelecidas especificações de performance.

- Fase 4 – Controle. Esta fase está associada em garantir que as novas condições de processo estão documentadas e monitoradas via métodos de controle estatístico de processo. Após um período de “ajuste”, a capacidade de processo deveria ser reavaliada. Dependendo dos resultados dessa análise de acompanhamento, pode ser necessário reavaliar uma ou mais das fases precedentes.

Complementando, (HARRY, 21.8) indicam um roteiro da Estratégia de Ruptura, do seguinte modo:

#### *A – Medição*

- 1- Selecionar um produto chave
- 2- Criar uma árvore do produto
- 3- Definir variáveis de performance
- 4- Criar o mapa do processo
- 5- Medir as variáveis de performance
- 6- Estabelecer a capacidade de performance

#### *B- Análise*

- 7- Selecionar uma variável de performance
- 8- Criar uma métrica de performance “benchmarking”
- 9- Descobrir uma performance melhor na classe (“best-in-class”)
- 10- Realizar um estudo de potencial de melhoria (“gap analysis”)
- 11- Identificar fatores de sucesso
- 12- Definir meta de performance

#### *C- Melhoria*

- 13- Selecionar variável de performance
- 14- Diagnosticar a variável de performance
- 15- Propor variáveis causais
- 16- Confirmar variáveis causais
- 17- Estabelecer limites operacionais
- 18- Verificar melhoria de performance

#### *D- Controle*

- 19- Selecionar variável causal
- 20- Definir sistema de controle
- 21- Validar sistema de controle
- 22- Implementar sistema de controle
- 23- Auditar sistema de controle

## 24- Monitorar métricas de performance

### **2.11- Medindo a performance na Escala Sigma**

HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 138 ~ 140) confrontam os tipos de problemas nas suas categorias básicas: esporádicos e persistentes (ou crônicos). Alguns defeitos que ocorrem no curso de processos industriais ou comerciais, são resultados de variações esporádicas ou periódicas, que seriam mantidos dentro de algum nível de capacidade. Enquanto a maioria dos processos opera dentro de uma faixa esperada, ocasionalmente a produção de um produto ou a execução de uma atividade comercial sairá de sua performance usual e apresentará uma série de picos em um gráfico de defeitos. Mesmo a solução de problemas esporádicos (“apagar incêndios”), não ajudará a empresa a diminuir o nível de defeitos e elevar o nível sigma de qualidade. Enquanto a maioria das empresas responde adequadamente aos problemas esporádicos, são os problemas persistentes, crônicos e “escondidos”, que desviam a atenção e destroem os lucros. A Estratégia de Ruptura é projetada especificamente para atacar os problemas persistentes.

Muitas empresas consideram que não têm escolha, e que devem tolerar um certo número de problemas de defeitos, particularmente quando a taxa de defeito associada com o problema estiver bem abaixo do nível global de defeitos. Nesse senso, os defeitos ficam “escondidos”. Ao invés de reprojeter o produto ou processo, elas decidem esporadicamente tratar o problema, corrigindo os produtos defeituosos, assim que aparecem. O Seis Sigma, por outro lado, ajuda as empresas a se esforçarem para reduzir a taxa global de defeitos, de tal sorte que essencialmente, todos os problemas gerados dentro de um sistema industrial ou comercial são expostos e corrigidos de uma maneira uniforme.

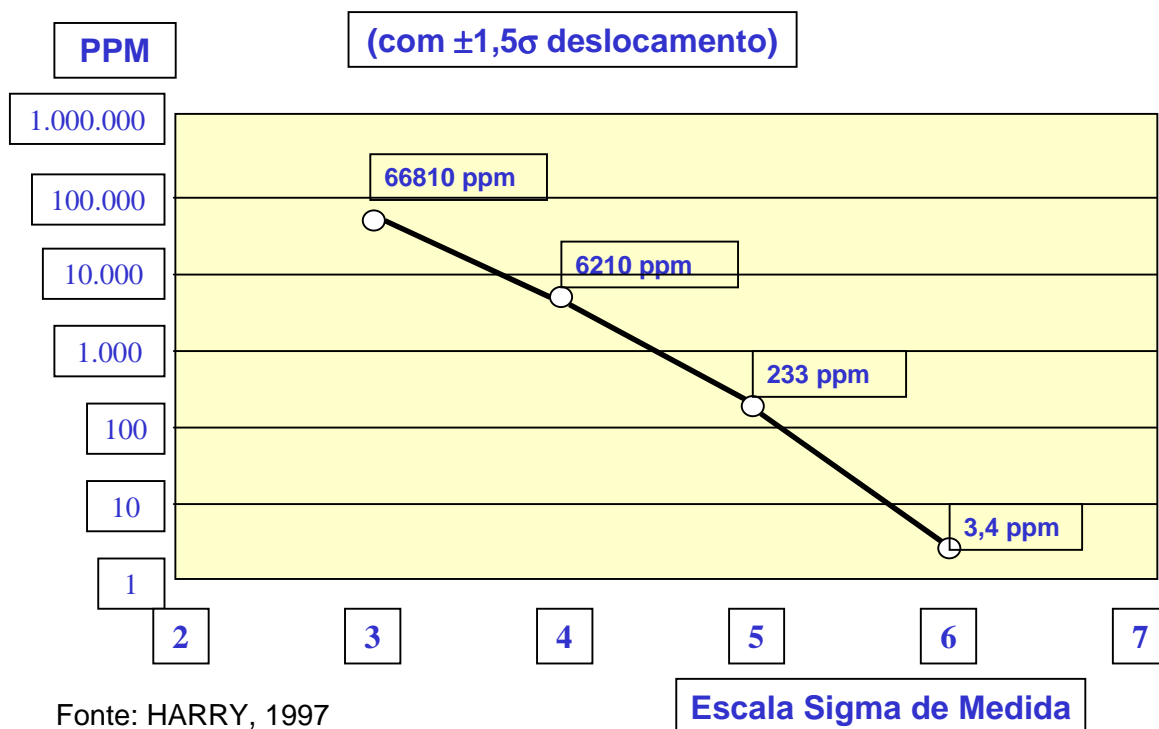
O fato é que a maioria dos defeitos é persistente por natureza. Eles são tenazes e dissimulados, tornando-os difíceis de identificar e corrigir. E, como resultado, são freqüentemente considerados como parte do custo de fazer negócios. As empresas fazem a compensação, aumentando o preço de seus produtos para cobrir os custos de materiais e mão-de-obra, acreditando que seus competidores estão provavelmente sofrendo as mesmas perdas. O que empresas praticantes do Seis Sigma têm descoberto é que os problemas persistentes custam de 30 a 40% das vendas anuais, afetando a viabilidade de longo prazo das mesmas. Aplicando a Estratégia de Ruptura aos problemas persistentes, elas estão aptas a reduzir seus custos anuais em pelo menos 6%, sem considerar o aumento de vendas.

Os defeitos persistentes são causados usualmente por falhas de projeto “escondidas”, tolerâncias inadequadas, processos inferiores, pobre qualidade na venda, falta de

treinamento do empregado, manutenção inadequada de ferramental, falta de cuidado do empregado, insuficiente feedback da inspeção, etc. Além disso, problemas persistentes podem existir em produtos e serviços já no mercado – fazendo com que a administração fique relutante em alocar tempo e recursos necessários para reprojeter o produto. Algumas vezes, a administração, não reconhecendo o real custo de tais defeitos, assume que corrigindo ou reprojutando tais processos seria antieconômico, ou falha em ver como isto poderia tornar um produto rentável, em outro ainda mais rentável. Em outras situações, a administração não está mesmo consciente de que problemas persistentes e “escondidos” existem.

Algumas empresas acreditam que podem manter uma “tampa” nesses problemas persistentes, simplesmente mantendo materiais, processos e produtos dentro das especificações da organização e, mantendo taxas de defeitos, reclamações de Clientes, retornos de garantia e outras métricas de performance externa abaixo de níveis pré-fixados. Mantendo o *status quo* dos custos de inspeção, testes, sucatas, retrabalho e outros custos internos, elas pensam que estão fazendo o melhor que pode ser feito. Em outras palavras, elas toleram os problemas persistentes porque não acreditam que podem fazer melhor.

A Figura 5 apresenta a escala Sigma de medida de qualidade de um processo, em função do nível de defeitos, falhas ou erros gerados ou cometidos, avaliados em PPM (partes por milhão).



Fonte: HARRY, 1997

Figura 5 – Nível Sigma de qualidade x PPM (erros/ falhas/ defeitos)

Outro fator que exerce uma influência muito grande no nível global sigma da organização é a complexidade de seus processos. Quanto mais processos existirem em cadeia para entregar um produto ou serviço ao Cliente, mais difícil será a obtenção do nível de qualidade Seis Sigma. A Figura 6 ilustra a situação.

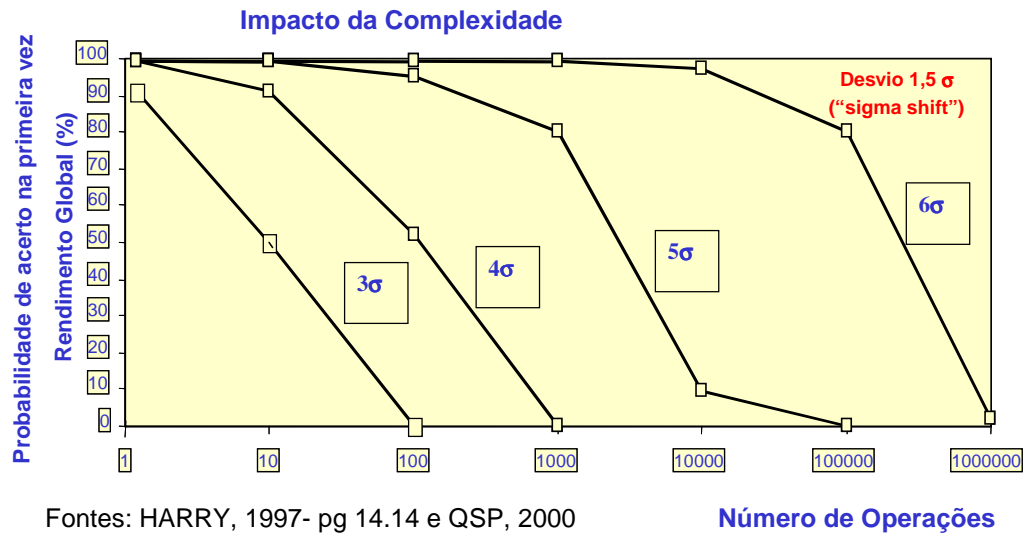


Figura 6 - Impacto da complexidade de processos no nível sigma de qualidade

Outro aspecto importante a ser destacado é que para um número definido de processos (ou operações), quanto mais elevado for o nível sigma de qualidade, maior será o rendimento global (“Rolled Throughput Yield - RTY”).

### 2.12- Os triviais muitos e os vitais poucos

Segundo HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 140 ~ 141), os problemas industriais e comerciais raramente têm a mesma importância. É importante focar em processos que irão simultaneamente gerar o maior resultado final e atender ao Cliente. As empresas que querem aumentar sua qualidade e reduzir os níveis de defeitos deveriam analisar os padrões de performance e tendências para identificar os poucos problemas crônicos que respondem pela maior parte dos custos “evitáveis” da organização. As empresas podem nivelar as informações, focando nos “vitais poucos” e evitando aqueles de menor impacto, para gerar o máximo de resultados.

### 2.13- A implementação do Seis Sigma

A estratégia de implementação da Metodologia Qualidade Seis Sigma é um fator crítico para o sucesso dessa iniciativa de Negócio e garantir os resultados qualitativos

e financeiros. Assim, é essencial um bom planejamento de implantação e consolidação.

### **2.13.1- Escolha da consultoria de Seis Sigma**

Segundo BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 107 ~ 109), quando uma organização decide por utilizar o Seis Sigma, é muito importante que um grupo fora da empresa seja definido para ajudar na implementação. Isso pode de início ser considerado oneroso, quando comparado com uma implementação caseira.

Entretanto, a organização deve considerar o custo e o tempo real requerido para o desenvolvimento do material do curso de forma eficaz e adequada, desenvolvimento dos instrutores, e outros. Adicionalmente, é importante que a organização considere o investimento de tempo perdido, quando o material de treinamento não é satisfatório, não é eficaz ou é apresentado de forma ineficiente.

Uma boa consultoria pode ajudar na definição de uma estratégia de desdobramento, condução do treinamento inicial e proporcionar o acompanhamento dos projetos (“coaching”). A decisão escolhida pode afetar significativamente o sucesso do programa. Entretanto, escolher o melhor grupo ou consultoria para ajudar uma organização implementar o Seis Sigma pode ser um desafio. Frequentemente, a equipe de vendas das consultorias Seis Sigma o apresenta como bom; mas a estratégia e/ou material de treinamento não satisfazem as necessidades da organização. Quando em processo de decisão da parceria em consultoria de Seis Sigma, é essencial que aqueles que detêm o poder de decisão, assistam a um treinamento real de Black Belts, de cada uma das consultorias sob avaliação. Durante esse período, quem decide pode também falar com os candidatos a Black Belts para questionar a respeito da experiência da consultoria Seis Sigma. Uma vez definida a lista de consultorias, avaliar a oportunidade de requerer deles a descrição da estratégia básica de implementação, para priorizar projetos dentro das organizações.

### **2.13.2- Elementos essenciais no plano de implementação**

De acordo com BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 109 a 111), para que o resultado final seja significativo e os resultados da mudança apareçam, requer um bom e detalhado plano de implementação. Para que a implementação tenha sucesso, deve existir comprometimento da alta administração e infraestrutura que suporte esse comprometimento.

### 2.13.3- Seleção dos principais envolvidos

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 111), ressaltam que o desdobramento e aplicação das técnicas do Seis Sigma são mais eficazes, quando feitas com os praticantes do Seis Sigma – freqüentemente denominados “Six Sigma Black Belts” – que trabalham em tempo integral na implementação das técnicas em projetos selecionados de acordo com as necessidades do negócio.

- Número de Master Black Belts, Black Belts e Green Belts necessários

Além dos Black Belts, recomenda-se também dispor de Master Black Belts, com dedicação em tempo integral ao Seis Sigma. Segundo HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 210 ~ 212), na definição da quantidade de Master Black Belts e Black Belts, aplicam-se diferentes critérios em diferentes empresas, dependendo de alguma avaliação organizacional. As metas financeiras da empresa também irão influir no número de Black Belts necessários. Apesar de não existir uma equação simples para o sucesso, a experiência tem demonstrado como regra prática que são necessários aproximadamente um Black Belt por cem empregados em setores industriais e um Black Belt por cinquenta empregados em áreas comerciais. É necessário um Master Black Belt por unidade de negócios ou planta/ local, ou aproximadamente um Master Black Belt por mil empregados. Apesar de que um Master Black Belt poder treinar cem Black Belts por ano, ele não deveria ter mais de trinta Black Belts reportando a ele simultaneamente. Uma outra forma de determinar o número de Black Belts e Master Black Belts necessários a uma organização é obtido através de um simples cálculo.

$$\text{Receitas / US\$ 1,000,000.00} = \text{número de Black Belts}$$

$$\text{Número de Black Belts / 10} = \text{número de Master Black Belts}$$

Usando os cálculos anteriores, uma empresa com receitas anuais de US\$ 1 bilhão, necessitaria de 100 Black Belts e 10 Master Black Belts, com dedicação em tempo integral.

HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 212) comentam que existem outros fatores que determinam o número de Black Belts necessários. Se o negócio, por exemplo, é composto de pequenas fábricas dentro da mesma localização geográfica, um menor número será necessário. Por outro lado, se o negócio é composto de muitas pequenas fábricas espalhadas através de uma vasta área geográfica, serão necessários Black Belts adicionais.

Apesar de não existir uma definição clara da proporcionalidade de Green Belts em relação aos Black Belts, existe uma referência aceita no mercado de 20 : 1, ou seja, vinte Green Belts se reportariam a um Black Belt. Na GE, como filosofia, objetivam que todo empregado administrativo receba treinamento e pratique o Seis Sigma como Green Belt, como parte de suas atribuições. O número de Green Belts, para muitas



O segundo fator a ser considerado é a quantidade de recursos requeridos. Os recursos usados para aumentar o nível sigma de um processo devem ser compatíveis com os significativos ganhos em lucros e participação no mercado ("market share").

O terceiro fator a ser considerado é se qualquer perda em vendas é decorrente do longo tempo para colocar um produto novo no mercado, ou se está destruindo a base de Clientes por causa de problemas específicos com o produto ou serviço - e se o projeto está associado ou não com as metas globais do negócio.

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 151) citam um método de sucesso utilizado na GE, para criar uma lista de características críticas à qualidade (CTQ`s - Critical To Quality), de modo a garantir que os projetos atendam as necessidades dos Clientes e as metas estratégicas do negócio simultaneamente. Cada novo projeto deve atingir uma das metas globais do negócio. Os exemplos de CTQ`s incluem entrega, tempo de ciclo, valor e qualidade do fornecedor. Se um projeto na GE não considera um desses CTQ`s ele é arquivado para avaliação em uma data no futuro. Para um refinamento para escolha de projetos de alto impacto, os ganhos devem exceder US\$ 50,000.00. E, dependendo das metas estratégicas da empresa, os filtros para o processo de seleção de projetos poderiam incluir:

- Disponibilidade de dados
- Disponibilidade de recursos
- Duração estimada
- Definição adequada de defeito
- Retorno do investimento
- Alta probabilidade de sucesso
- Suporte de uma meta estratégica ou CTQ

SNEE (2001) destaca que projetos Seis Sigma devem ser direcionados apenas a problemas cuja solução não é conhecida. Isso está intimamente associado ao conceito de que a metodologia, face ao seu poder de solução de problemas, só deveria ser usada naqueles problemas crônicos ou estratégicos, em que a solução é desconhecida.

SNEE (2001) faz referência a Joseph M. Juran que afirma que "um projeto é um problema planejado (com cronograma) para ser solucionado". SNEE (2001) define um projeto Seis Sigma como um problema planejado (com cronograma) para ser solucionado, com um conjunto de métricas que podem ser usadas para definir as metas do mesmo e monitorar o progresso. Destaca ainda que os projetos de solução desconhecida são liderados por *Black Belts* ou *Green Belts*.

SNEE (2001) ainda apresenta as características de um bom projeto Seis Sigma que estão resumidas na Tabela 4. Ressalta que os projetos deveriam estar claramente



associados com as prioridades do negócio e refletir os planos anuais, estratégico e operacional. É também apropriado incluir projetos que focam problemas críticos que devem ser resolvidos de modo a garantir o sucesso da organização no ano seguinte.

Tabela 4 - Características de um bom projeto Seis Sigma

<b>O projeto é claramente associado com as prioridades do negócio</b>
⇒ Está associado com os planos estratégico e operacional.
<b>O problema é da maior importância para a organização</b>
⇒ Ele representa uma grande melhoria na performance do processo (ex: maior que 50%).
⇒ Ele representa uma grande melhoria financeira (ex: maior que US\$250,000.00/ ano).
<b>O projeto tem um escopo adequado (realizável em 3 a 6 meses)</b>
⇒ Suporte ao projeto freqüentemente diminui após 6 meses.
⇒ Um projeto com um escopo muito amplo é um problema comum.
<b>O projeto define medidas quantitativas claras de sucesso</b>
⇒ Valor de referência, metas e a melhor performance esperada do processo são bem definidas
<b>A importância do projeto é clara para a organização</b>
⇒ As pessoas darão suporte para um projeto que entendem e é visto como importante.
<b>O projeto tem o suporte e a aprovação da administração</b>
⇒ O suporte é necessário para conseguir recursos, remover barreiras e garantir o projeto ao longo do tempo.

Fonte: SNEE, 2001.

Adicionalmente, um projeto deveria representar uma ruptura ("breakthrough") em termos de melhorias na performance do processo (ex: "maior que 50%") e significativo resultado global (tais como "maior que US\$175,000.00"). A determinação do impacto do projeto é de responsabilidade da área financeira, trabalhando em colaboração com o *Black Belt* e *Champion*.

Isso diferencia o Seis Sigma da maioria das abordagens de melhoria, uma vez que o impacto financeiro é identificado para cada projeto Seis Sigma pelo departamento de finanças.

O autor considera que as idéias de projetos podem vir de qualquer fonte, tais como auditorias de processo, pesquisas e sugestões de empregados e Clientes, estudos de "benchmarking" e extensões de projetos já existentes. Algumas organizações se deparam em como identificar projetos de alto impacto. Algumas fontes estão resumidas na Tabela 5.

Tabela 5 - Fontes de oportunidades de alto impacto

"Fábrica escondida". Todo processo tem uma.
---

Fontes de desperdícios, tais como atrasos e reclamações de garantia
Produtos com grandes déficits de produção e necessidade de maior capacidade
Produtos de alto volume. Pequenas melhorias produzem um grande impacto financeiro.
Problemas que devem ser resolvidos para atingir o plano operacional anual
Grandes problemas, de Clientes ou ambientais, com grande impacto financeiro
Itens com altos custos no orçamento. Para onde o dinheiro está indo?

Fonte: SNEE, 2001.

Além disso, SNEE (2001) apresenta as características de projetos a serem evitados e as barreiras para o sucesso das equipes que estão trabalhando com a Metodologia Qualidade Seis Sigma, conforme apresentado nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 - Características de projetos para evitar ou refinar posteriormente

Objetivos obscuros
Pobres métricas
Sem associação com aspectos financeiros
Escopo muito amplo
Sem associação com o Plano Estratégico e Plano Anual
Solução identificada
Muitos objetivos

Fonte: SNEE, 2001.

Tabela 7 - Barreiras para o sucesso da equipe

Equipe não apoiada pela administração
⇒ Ausência de Champion
⇒ Champion sem reuniões com o Black Belt
⇒ Poucas ou pobres reuniões de análise crítica
Escopo de projeto muito amplo
Black Belt e equipe com pouco tempo para dedicar ao projeto
Objetivos do projeto sem importância para a organização
Sem métricas claras de sucesso
Equipe muito grande
⇒ Ideal é de 4 a 6 pessoas
Equipe não treinada ou sem envolvimento

Fonte: SNEE, 2001.

O tema comum dessas barreiras é que elas são todas relacionadas ao gerenciamento. Então, uma vez mais, é ressaltado que o envolvimento e suporte da administração é a chave para o sucesso das melhorias Seis Sigma.

### **2.13.6- Recursos**

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 124 ~ 129) destacam que a metodologia Seis Sigma necessita ser combinada com as pessoas certas para atingir resultados reais e ressaltam que a GE tem muito de seu sucesso com o desdobramento das técnicas do Seis Sigma através de indivíduos denominados Black Belts, que trabalham em tempo integral na execução de projetos Seis Sigma. Esses indivíduos são os líderes de projetos, mas eles não podem fazer o trabalho da metodologia Seis Sigma sozinhos. Os autores reforçam ainda que, para que os times de processo atinjam resultados significativos, suas prioridades devem estar alinhadas com as metas estratégicas dos projetos. A administração necessita criar um ambiente de suporte e realinhar os recursos para as prioridades, quando necessário. Além disso, citam os papéis e responsabilidades de uma equipe de staff adequada, como existente na GE. As empresas menores podem necessitar combinar papéis e recursos, se os recursos são limitados. Também, os assuntos de projetos mais amplos podem requerer recursos adicionais.

#### **2.13.6.1- Campeão “Champion” (Executivo – Nível Gerencial)**

Segundo BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 124), as principais responsabilidades do “Champion” são:

- Remover barreiras para o sucesso;
- Desenvolver programas de incentivo;
- Metodologia de questionamento;
- Aprovar ou rejeitar recomendações de melhoria de projetos;
- Implementar mudanças;
- Comunicar a visão do Seis Sigma;
- Determinar critérios de seleção de projetos;
- Alocar os recursos necessários para garantir o sucesso do projeto.

Segundo HARRY (1997, 24.3), o “Champion” deveria fazer as seguintes atividades e/ou papéis:

- Criar a visão;
- Afiar a mente;
- Definir o padrão;
- Fazer acontecer os ganhos;
- Manter o caminho (rota).

Como o “Champion” deve fazer:

O autor ressalta que são várias as competências e habilidades exigidas de um “Champion”: técnica, estatística, liderança, “coaching”, comunicações, instrucional,

trabalho em equipe, proficiência em negócios, mentoriação, empatia, interpessoal, solução de problemas, facilitador, motivação, mapeamento de processos, apresentação, relatórios escritos, consultoria, ouvir ativamente, software, proficiência em computadores, negociação, vendas, gerenciamento de projetos, habilidades organizacionais e de orçamentos.

O mesmo autor HARRY (1997, 24.9) detalha o que descreve como “Tópicos de Discussão no Programa de Certificação do Champion Seis Sigma”:

- 1- A empresa do passado, presente e futuro
- 2- Entendendo o impacto dos valores corporativos
- 3- A necessidade direcionadora para o foco no Cliente e Seis Sigma
- 4- O objetivo fundamental do Seis Sigma
- 5- A natureza, doutrina e princípios do Seis Sigma
- 6- A arte e ciência do “benchmarking” quantitativo
- 7- Conclusões chaves do negócio resultantes do “benchmarking” global
- 8- Impacto financeiro do déficit de qualidade (“gap”)
- 9- Seis Sigma como meta para a Gestão pela Qualidade Total (TQM)
- 10- As ferramentas primárias para atingir o Seis Sigma
- 11- A perspectiva do Cliente no Seis Sigma
- 12- O impacto financeiro do Seis Sigma no resultado global (“bottom line”)
- 13- O impacto da complexidade do processo e do produto na qualidade
- 14- O impacto do Seis Sigma na confiabilidade do produto
- 15- O impacto do Seis Sigma no ciclo de tempo de manufatura
- 16- O impacto do Seis Sigma no inventário
- 17- Conceitos avançados de Seis Sigma
- 18- As ferramentas para diagnose da performance do processo
- 19- As ferramentas para otimização da performance do processo
- 20- As ferramentas para controle da performance do processo
- 21- Princípios e práticas no projeto para manufaturabilidade
- 22- Como criar e manter projetos de produtos Seis Sigma
- 23- Como criar e manter processos de manufatura Seis Sigma
- 24- Como criar e manter serviços Seis Sigma
- 25- Como criar e manter fornecedores Seis Sigma
- 26- Avaliação de risco no Seis Sigma e análise financeira
- 27- Estudo de caso Motorola
- 28- Estudo de caso Texas Instruments
- 29- Estudo de caso Asea Brown Boveri
- 30- O modelo de implementação de montagem de blocos

31- O papel da Alta Administração e o Chefe Sênior de Qualidade

32- Formulando e nivelando o Conselho de Qualidade

33- Criando as métricas de benefícios para o negócio

34- A necessidade de análise crítica do Sistema de Qualidade

35- Infraestrutura para os Black Belts do Seis Sigma

36- Usando o treinamento e educação como um veículo para a mudança

37- A visão além do Seis Sigma

Além disso, (HARRY, 24.10) apresenta um “Programa de Certificação do Champion Seis Sigma (Tópicos Complementares)”, abordando a parte técnica e organizacional.

São elas:

*A- Técnica*

- Métodos estatísticos inferenciais
- Métodos estatísticos não paramétricos
- Ferramentas avançadas de diagnóstico
- Projetos e análise de experimentos
- Gráficos de controle estatístico de processo

*B- Organizacional*

- Tecnologia e comportamento humano
- Componentes da gestão
- Mudança como um processo
- Análise da mudança
- Planejamento estratégico e operacional
- Percepção e formação da atitude
- Motivação e comportamento humano
- Dinâmica do comportamento humano e controle
- Liderança gerencial eficaz
- Práticas de gestão sinérgica
- Gestão de conflitos
- Otimização da decisão
- Delegação eficaz
- O papel e uso da transferência de poder (“empowerment”)
- Construção de equipes de alta performance
- Dinâmica da comunicação eficaz
- Formulação do sucesso organizacional
- Oficina de trabalho (“workshop”) de melhoria estratégica
- Marketing de resultados orientados e habilidades de vendas
- Práticas de consultoria eficaz

- Criação de patrocínio gerencial
- Processo de transferência de conhecimento de curto ciclo
- Ferramentas de transferência de conhecimento de curto ciclo

#### **2.13.6.2- Master Black Belt (Especialista em estatística)**

De acordo com BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 124 ~ 125), as responsabilidades do Master Black Belt são:

- Completar treinamento extensivo em Seis Sigma;
- “Coaching” de múltiplos Black Belts;
- Comunicar a visão do Seis Sigma;
- Nivelar projetos e recursos;
- Dividir a experiência da metodologia Seis Sigma;
- Atuar como agente de mudança para nivelar novas idéias e melhores práticas;
- Melhorar a eficiência global na execução do projeto;
- Conduzir e avaliar treinamentos de Seis Sigma;
- Formular estratégias de negócios com a gerência superior;
- Ajudar na seleção de projetos que atendam as necessidades estratégicas dos negócios;
- Contribuir nas sessões de lições aprendidas (“lessons learned”) entre Black Belts e outros Master Black Belts;
- Motivar outros em direção a uma visão comum;
- Coordenar atividades para dirigir a execução de projetos;
- Participar em múltiplos projetos;
- Remover as barreiras para o sucesso;
- Ajudar os Black Belts na formulação de apresentações efetivas para a alta administração;
- Aprovar projetos terminados;
- Certificar-se como Master Black Belts.

#### **2.13.6.3- Black Belt**

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 125) apresenta o papel do Black Belt atuando também como Gerente de Projeto/ Facilitador, com as seguintes responsabilidades básicas:

- Conduzir a mudança;
- Completar treinamento extensivo em Seis Sigma;
- Comunicar a visão do Seis Sigma;
- Liderar a equipe na utilização efetiva da metodologia Seis Sigma;

- Selecionar, ensinar e usar as mais efetivas ferramentas;
- Possuir excelentes habilidades de relacionamento interpessoal e de facilitador em reuniões;
- Desenvolver e gerenciar um detalhado plano para o projeto;
- Programar e liderar as reuniões de equipes;
- Avaliar e análise e coleta de dados;
- Estabelecer sistemas de medição que sejam confiáveis, quando necessário;
- Sustentar a motivação e estabilidade da equipe;
- Comunicar os benefícios do projeto para todos envolvidos com o processo;
- Definir e reportar as datas críticas e tarefas;
- Calcular os ganhos do projeto;
- Interagir com a área financeira e gestão de informações;
- Monitorar os fatores críticos de sucesso e preparar planos de contingência a riscos;
- Preparar e apresentar relatórios (apresentações) de nível gerencial;
- Certificar-se como Black Belt;
- “Coaching” dos Green Belts;
- Completar de quatro a seis projetos por ano.

HARRY (1997, 23.3) apresenta a “Visão Geral do Black Belt Seis Sigma”, com os seguintes comentários, especificando o objetivo, foco, intuito e meta dos mesmos na iniciativa Seis Sigma.

O **objetivo** é criar líderes técnicos, usuários avançados e professores das ferramentas e métodos Seis Sigma. Esses indivíduos têm o potencial de produzir histórias de sucesso de ruptura altamente confiáveis e, subseqüentemente, transferir esses métodos, técnicas, procedimentos e ferramentas para seus pares e grupos de foco em Clientes.

O **foco** é o desenvolvimento de um profundo entendimento da filosofia Seis Sigma, teoria e táticas de aplicação; assim como aplicações avançadas nas áreas de estatística descritiva, inferencial, não paramétrica, “benchmarking” quantitativo, técnicas de controle de processo, métodos de diagnóstico de processo, projeto de experimentos, complementar à dinâmicas de grupos/ organizacional e processo de mudança. Esse conhecimento é adquirido para facilitar a melhoria da ruptura em processos chaves.

O **intuito** é prover pessoas dentro da organização que possam: a) desenvolver eficazmente e liderar pessoas e equipes para a melhoria; b) trabalhar com e aconselhar a administração na formulação e subseqüente implementação de planos de melhoria e, c) utilizar e disseminar as ferramentas e métodos do Seis Sigma.

A **meta** da população para o treinamento de Black Belts é caracterizada por aqueles indivíduos que são tecnicamente orientados, são altamente considerados dentro da sua respectiva área de disciplina ou lugar de trabalho e estão envolvidos ativamente no processo de mudança e desenvolvimento organizacional.

Além disso, HARRY (1997, 23.5) apresenta os “Papéis do Black Belt do Seis Sigma”, que são:

Os Black Belts são um pelotão de contribuintes individuais de várias áreas de disciplinas que, quando adequadamente treinados e tecnicamente suportados, podem servir como agentes de mudança, consultores internos, ferramentas de mentoriação (“mentoring”) e assistência aos “Champions” Seis Sigma. Os Black Belts são os modificadores de paradigmas dentro de uma organização. Eles estimulam o pensamento da administração, colocando novas formas de fazer as coisas, desafiando a sabedoria convencional através da demonstração de aplicações de sucesso de novas metodologias, busca e teste de novas ferramentas, criação de estratégias de inovação e desenvolvimento de outros, para seguirem seus passos. Os Black Belts podem falar a linguagem da administração (exemplos: dinheiro, tempo, dinâmicas organizacionais, etc.) e a linguagem dos contribuintes individuais (exemplos: detalhes de implementação, ferramentas da qualidade, técnicas estatísticas, métodos de solução de problemas, etc.). Os Black Belts possuem um alto nível de respeito de seus pares e são vistos claramente como líderes – eles gerenciam o risco, definem direção e lideram o modo da melhoria da ruptura. Em essência, os Black Belts desempenham as seguintes atividades:

Mentoriação (“mentoring”): Cultivam um relacionamento dos indivíduos locais de Seis Sigma, na planta ou local da organização.

Ensino: Providenciam treinamento formal do pessoal local, em novas estratégias e ferramentas.

“Coaching”: Proporcionam suporte individual ao pessoal local.

Transferência: Passam as novas estratégias e ferramentas na forma de treinamento, grupos de trabalho (“workshop”), estudos de casos, simpósios locais, etc.

Descobrimto: Descubrem oportunidades de aplicações de estratégias e ferramentas Seis Sigma, tanto internas como externas (exemplos: fornecedores e Clientes).

Identificação: Procurando oportunidades de negócios através de parcerias com outras organizações.

Influência: Vendendo para a organização o uso das estratégias e ferramentas do Seis Sigma.

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 128) comentam que os Black Belts necessitam de muitas qualidades para que sejam efetivos. Eles necessitam de fortes habilidades de



liderança e gestão de projetos. Eles também necessitam estar conscientes das decisões alternativas relativas à correta ferramenta do Seis Sigma, para uma dada situação.

Com relação a aspectos técnicos, os Black Belts necessitam estar conscientes de que os resultados podem ser influenciados por assuntos relativos a tamanho de amostras, técnicas de amostragem, etc. Eles devem saber conduzir testes de significância para avaliar a probabilidade dessas diferenças.

As pessoas selecionadas para serem Black Belts necessitam de reconhecimento de suas habilidades para conduzir a mudança, analisar efetivamente um problema, facilitar um time e, gerenciar um projeto com sucesso.

#### **2.13.6.4- Membros de equipe**

Os membros de equipes de projetos Seis Sigma também desempenham atividades importantes na Metodologia Seis Sigma. BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 125 ~ 126) destacam:

- Contribuir com a experiência no processo;
- Comunicar a mudança com outros trabalhadores fora da equipe;
- Coletar dados;
- Aceitar e completar todos os itens de ação designados;
- Implementar as melhorias;
- Atender e participar de todas as reuniões;
- Estar motivado.

#### **2.13.6.5- Patrocinador (“Sponsor”) – “Dono do processo” – Gerente do Processo**

Uma outra função fundamental para o sucesso e disseminação da Cultura Seis Sigma é a dos Patrocinadores. Segundo BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 126), as principais responsabilidades são:

- Garantir que as melhorias de processo são implementadas e perpetuadas;
- Comunicar o conhecimento do processo;
- Obter a aprovação necessária para qualquer mudança de processo;
- Comunicar a visão do Seis Sigma;
- Selecionar os membros da equipe;
- Manter a motivação da equipe e senso de propriedade.

#### **2.13.6.6- Green Belt**

Outra importantíssima contribuição ao Seis Sigma é obtida com a participação dos Green Belts, suportadas por Black Belts e/ou Master Black Belts. É considerado pela maioria das organizações como o “poder multiplicador do Seis Sigma”.

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 126) ressaltam que, em adição aos papéis listados anteriormente, as organizações podem designar Green Belts, com as mesmas responsabilidades dos Black Belts, mas com dedicação parcial. Algumas organizações definem uma relação de mentoriação, na qual os Green Belts ajudam os Black Belts. O requisito típico para os Green Belts é completar até dois projetos por ano.

#### **2.13.6.7- Outras funções e profissionais de suporte**

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 126) destacam que outros membros de dedicação parcial são representantes com conhecimento financeiro, para aprovar cálculos monetários e representantes de tecnologia de informações para ajudar na coleta de dados. Por último, é crítico o estabelecimento de sistemas de medição que sejam facilmente reproduzíveis e confiáveis. Em grandes organizações, também podem considerar incluir um Líder de Qualidade geral, para monitorar a estratégia de negócios do Seis Sigma, numa abordagem ampla.

Os Campeões, Patrocinadores, Master Black Belts e Black Belts são os líderes da mudança Seis Sigma e deveria ter cuidado na seleção das pessoas certas. Entretanto, ter membros de equipe dedicados é tão importante como um líder bem treinado. Os membros de equipe não deveriam sentir sobrecarregados com suas responsabilidades com o Seis Sigma. Os Black Belts necessitam de um ambiente de suporte que priorize seus projetos.

#### **2.13.7 – Treinamento dos principais envolvidos com o Seis Sigma**

O treinamento é uma etapa extremamente importante para que a iniciativa de Negócio do Seis Sigma seja vencedora. Apesar de variar de organização para organização, a seguir serão apresentadas as linhas gerais de treinamento.

##### **2.13.7.1- Champions e Sponsors**

Usualmente, o treinamento dos “Champions” (gerentes e diretores onde será implantado o projeto Seis Sigma) e “Sponsors” (beneficiários mais interessados nos projetos) varia de 8 a 32 horas.

HARRY (1997, pg 2.34) apresenta uma programação básica de treinamento para o grupo executivo, denominado “Informações gerais executivas de Seis Sigma”, ressaltando que elas foram especialmente desenvolvidas para executivos, gerentes e pessoal de suporte (staff). Ela tem oito horas de duração e proporciona uma visão

detalhada das principais estratégias, táticas e ferramentas necessárias para obter projetos de produtos, processos de manufatura, qualidade de serviços e qualidade de administração Seis Sigma. Especificamente, os participantes das Informações Gerais Executivas do Seis Sigma irão descobrir:

- A necessidade direcionadora para a Qualidade Seis Sigma;
- O objetivo essencial do Seis Sigma;
- As doutrinas básicas da Qualidade Seis Sigma;
- Conclusões de negócios fundamentais resultantes do Benchmarking global;
- Seis Sigma como uma meta da Gestão pela Qualidade Total (TQM);
- As ferramentas básicas para obtenção do Seis Sigma;
- A perspectiva do Cliente no Seis Sigma;
- O impacto financeiro do Seis Sigma no resultado final;
- Estratégias e táticas para implementação do Seis Sigma;
- Conceitos avançados do Seis Sigma;
- O impacto da complexidade do produto e processo na Qualidade;
- O impacto do Seis Sigma na confiabilidade do produto;
- O impacto do Seis Sigma no tempo de ciclo da manufatura;
- O impacto do Seis Sigma no inventário;
- Desenvolvimento de fornecedores Seis Sigma;
- Como criar e manter projetos de produtos Seis Sigma;
- Como criar e manter processos de manufatura Seis Sigma;
- Como criar e manter serviços Seis Sigma.

#### **2.13.7.2- Green Belts**

O “padrão de mercado” é um curso com duração de 80 a 100h, em duas semanas não consecutivas. Normalmente, o escopo do treinamento é semelhante ao dos Black Belts, diferenciando apenas por menor número de detalhes/ exemplos na aplicação das ferramentas e um pouco menos de uso das ferramentas estatísticas consideradas avançadas (ex: Projeto de Experimentos e Regressão Múltipla).

#### **2.13.7.3- Black Belts**

O “padrão de mercado” é um curso com duração de 160 a 200h, em quatro semanas não consecutivas.

Além de um forte treinamento na metodologia, são usuais também treinamentos de liderança e de fundamentos financeiros.

Nota: atualmente, existem empresas adotando um treinamento “padrão Black Belt/ Green Belt”, de 3 semanas (~ 120h) não consecutivas. Essa

sistemática, além de reforçar o treinamento dos Green Belts, sem prejuízo significativo aos que serão utilizados como Black Belts, facilita uma evolução futura daqueles que vierem a ser promovidos à condição de candidatos à formação como Black Belts.

#### **2.13.7.4 - Master Black Belts**

Recebem os treinamentos usuais dos Black Belts, e alguns treinamentos complementares específicos, uma vez que exercerão “coaching” para os Black Belts e terão forte papel de liderança no processo de mudança. Assim, recebem treinamentos especiais para completar essas habilidades e competências essenciais ao sucesso de implantação da metodologia.

#### **2.13.8- Ferramentas estatísticas**

Apesar de não existir uma abordagem única de quais são as ferramentas estatísticas necessárias a cada uma das etapas (ex: PDCA, DMAIC, DMAMC) da metodologia Seis Sigma, RAMA (2001, 1.11) indica as seguintes apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8 – Principais ferramentas estatísticas aplicáveis ao Seis Sigma

Etapa	Ferramentas estatísticas
Medição	QFD, FMEA, R&R, Mapeamento de Processo, Diagrama de Árvore, Dashboard, Brainstorming/ Espinha de Peixe, Causa-e-Efeito
Análise	Pareto, Gráficos (gerais), Teste de Hipóteses, ANOVA, Regressão
Melhoria	DOE completo, DOE fracionado, DOE múltiplo, Superfície Resposta
Controle	Procedimentos, Planos de Controle, Instruções de Processo, CEP

Fonte: RAMA, 2001

HARRY (1997, pg 22.6) apresenta uma amostragem da “Caixa de Ferramentas” dos Black Belts, indicando as cinquenta mais importantes. São elas:

- 1- Análise de Covariância
- 2- Análise de Variância
- 3- Distribuição binomial
- 4- Técnicas de Brainstorming
- 5- Matriz de Causa-e-Efeito
- 6- Lista de verificação
- 7- Distribuição Qui-Quadrado
- 8- Teste Qui-Quadrado de afabilidade e ajuste

- 9- Teste Qui-Quadrado de independência
- 10- Intervalos de confiança
- 11- Cartas de Controle
- 12- Métodos de correlação
- 13- Tabelas de tabulação cruzada
- 14- Folhas de coleta de dados
- 15- Distribuição exponencial
- 16- Distribuição F (Snedecor)
- 17- Teste F
- 18- Análise de Modo e Efeito de Falhas (FMEA)
- 19- Diagrama espinha de peixe (Diagrama Causa-e-Efeito)
- 20- Diagrama de campo de forças
- 21- Projetos de experimentos fatoriais fracionados
- 22- Projetos de experimentos fatorial completo
- 23- Projetos de experimentos por escolha de grupos (“screening”)
- 24- Histogramas
- 25- Construção de hipóteses
- 26- Índices de localização
- 27- Índices de Capabilidade de processo
- 28- Índices de variabilidade
- 29- Gráficos de seqüência, barras e pizza
- 30- Transformações matemáticas
- 31- Teste da média
- 32- Distribuição normal
- 33- Gráficos e diagramas Pareto
- 34- Figuras de mérito de performance
- 35- Tolerâncias de performance
- 36- Distribuição de Poisson
- 37- Registros Positrol
- 38- Pré-controle
- 39- Diagramas de Fluxo de Processo
- 40- Geração de números aleatórios
- 41- Projeto de experimentos estratégicos aleatórios
- 42- Regressão
- 43- Projeto de experimentos – superfície resposta
- 44- Soma das raízes quadradas
- 45- Tabelas e equações de tamanho de amostras

46- Gráficos de Controle Estatístico de Processo – CEP

47- Tabelas estatísticas

48- Distribuição t (Student)

49- Teste t

50- Testes de aleatoriedade

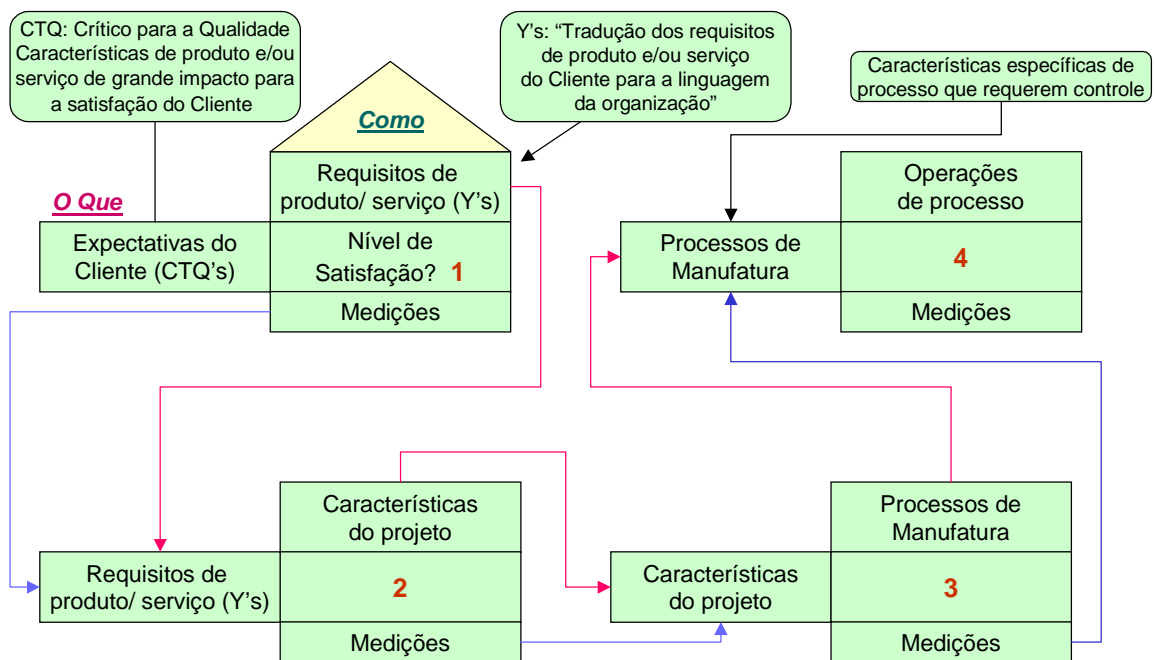
É importante ressaltar que o mais importante é que os especialistas, principalmente os Black Belts e Master Black Belts, sejam capazes de identificar as melhores ferramentas e, quando possível, as mais simples, para a obtenção dos melhores resultados, de modo mais rápido e de tal forma que os benefícios sejam perpetuados. Via de regra, objetiva-se com as ferramentas, estabelecer um “problema teórico”, transformá-lo em um “problema prático”, depois num “problema estatístico”, identificar uma “solução estatística” e, finalmente, uma “solução prática”, que seja duradoura para perpetuar os ganhos, garantido-se agregação de valor à organização e benefícios às partes interessadas (Clientes, Acionistas, Empregados, Fornecedores e Comunidade).

#### **2.14- QFD - (Quality Function Deployment) - Desdobramento da Função Qualidade**

A ferramenta estatística da qualidade QFD – “Quality Function Deployment” tem sido de extrema importância nas iniciativas de Negócio da Metodologia Seis Sigma. Se no contexto geral de atendimento às necessidades e expectativas dos Clientes, já tinha uma aplicação fundamental, com a disseminação do Seis Sigma, ganhou uma importância ainda maior, face ao seu poder de contribuir no Desdobramento de Objetivos Estratégicos, de forma a atender as exigências e necessidades de um Cliente muito especial: os Acionistas.

Independente da aplicação no Desdobramento de Objetivos Estratégicos, as modernas organizações que estão aplicando a Metodologia Qualidade Seis Sigma, têm utilizado muito essa ferramenta para, a partir da identificação dos CTQs – “Critical To Quality” junto aos Clientes, transforma-los em características específicas de seus processos internos (manufatura e administrativos) que requerem controle.

A Figura 8, adaptada de RAMA (2001), apresenta uma representação esquemática da aplicação usual do QFD na transformação de necessidades e expectativas de Clientes em características específicas de processos internos.



Fonte: RAMA, 2001 -adaptada

Figura 8 - QFD – “Quality Function Deployment” (Desdobramento da Função Qualidade)

#### 2.14.1- Origem da ferramenta QFD

RAMA (1.2, 2001) destaca que o QFD nasceu nos portos japoneses e tem o significado geral "hin shitsu, ki no, ten kai", com a seguinte adaptação ao idioma português:

- hin shitsu = Qualidade (características, atributos, qualidades);
- ki no = Função (mecanização);
- ten kai = Desenvolvimento (difusão, desdobramento, evolução)

#### 2.14.2- A dinâmica da ferramenta QFD

RAMA (2001, pg. 1.2) destaca que o QFD é uma forma de escutar os Clientes, aprender o que eles querem, determinar qual a melhor maneira de atender, determinar quais os caminhos para atender e melhor alocar os recursos, obtendo os melhores resultados.

**Segundo HUTCHINS (1996, pg. 5.14 ~ 5.15), o QFD é um processo estruturado para entender os requisitos do Cliente em termos de características específicas do produto ou serviço, atributos e performance e, desse modo, traduzi-los em métricas de engenharia e especificações de produção. O Cliente pode desejar um conjunto de atributos de qualidade, performance e características tais como aspectos visuais, segurança, facilidade de uso e suporte após venda. O**

**propósito desse processo é garantir que todos os grupos internos podem entender e identificar os requisitos do Cliente e fornecê-los.**

Segundo esse autor, o processo do QFD consiste de quatro etapas principais:

- **Capturar a voz do Cliente, capturando a “Voz do Cliente”. Usualmente a pesquisa de marketing ou algum outro método proativo é usado para obter essa informação.**
- Transferir os requisitos e expectativas dos Clientes em uma matriz de qualidade. Essa etapa procura os "Comos", os passos específicos de como esses requisitos de qualidade do Cliente podem ser obtidos. A equipe de desenvolvimento pode usar "brainstorm", analisar e chegar a uma decisão de consenso desses "Comos", que são algumas vezes denominados métricas de QFD. O QFD incorpora uma série de matrizes que se parecem com um número de casas, de tal forma que "Casa da Qualidade" é também usada para definir o QFD.
- **Desenvolver em cascata (desdobrar) os resultados da primeira matriz em matrizes subseqüentes. Essa etapa define como um requisito de Cliente será satisfeito e como será desdobrado dentro da organização. A equipe de desenvolvimento de produto analisará os relacionamentos entre as necessidades dos Clientes e os "Comos", e os classificarão em relacionamentos do tipo forte, médio e fraco. Os relacionamentos do tipo forte são críticos para garantir a satisfação do Cliente. O processo do QFD foca no Cliente em cada etapa. As métricas ou "Comos" de cada passo do processo ou matriz se transformam nos desejos/ necessidades do próximo passo, durante o desdobramento.**
- Agir nos resultados. O processo do QFD fica completamente integrado no processo de planejamento e desenvolvimento a um custo competitivo, com elevada qualidade do produto ou serviço e que o Cliente deseja que seja desenvolvido.

REVELLE et alii (1998, pg. 120 ~ 121) ressaltam que o QFD organiza dados em um Matriz do tipo L, com os requisitos do Cliente (os O QUÊs) e o “ranking” de importância em linhas, de cima para baixo, do lado esquerdo da matriz e os atributos do produto, definidos por características de engenharia (os COMOs), em colunas, no topo dessa matriz.

Nas células, onde as linhas interceptam as colunas, a força (impacto) do seu relacionamento é registrada. Via de regra, os relacionamentos são categorizados em um dos três tipos: a) Forte (indicado por um duplo círculo), Médio (simples círculo) e Fraco (triângulo). Se não existir relacionamento, a interseção linha x coluna (a célula)



é deixada em branco. A coluna que apresentar maior quantidade de fortes relacionamentos, indica que satisfaz um maior número de necessidades do Cliente. Uma outra valiosa comparação na Matriz da Casa da Qualidade é a análise que compara as características de engenharia com as demais. Na Casa da Qualidade, essa comparação é feita na área denominada como “o Telhado”. Essa comparação par a par das características de engenharia é feita por uma razão muito específica, ou seja, para entender se um sistema de atributos técnicos, como esquematizado pelos COMOs estão em conflito. A importância de fazer essa análise é que ela promove uma abordagem holística de “sistemas”, na representação gráfica e entendimento da situação de conflito para a equipe de desenvolvimento de produto. Isso é importante porque, em cada sistema de engenharia, existem alguns elementos desse sistema que estão em harmonia entre si e se complementam, e existem outros que estão em conflito e se contradizem.

Quando se efetua uma comparação dupla entre características de engenharia, aquelas que têm um efeito negativo são representadas por um “menos”. Aquelas que têm um forte efeito negativo, são representadas por um “menos em círculo”.

Similarmente, um efeito positivo é indicado por “mais” e um forte efeito positivo por “mais em círculo”.

A Figura 9 apresenta uma representação esquemática do desdobramento dos “O QUÊS” em “COMOs”, adaptada de RAMA e REVELLE.

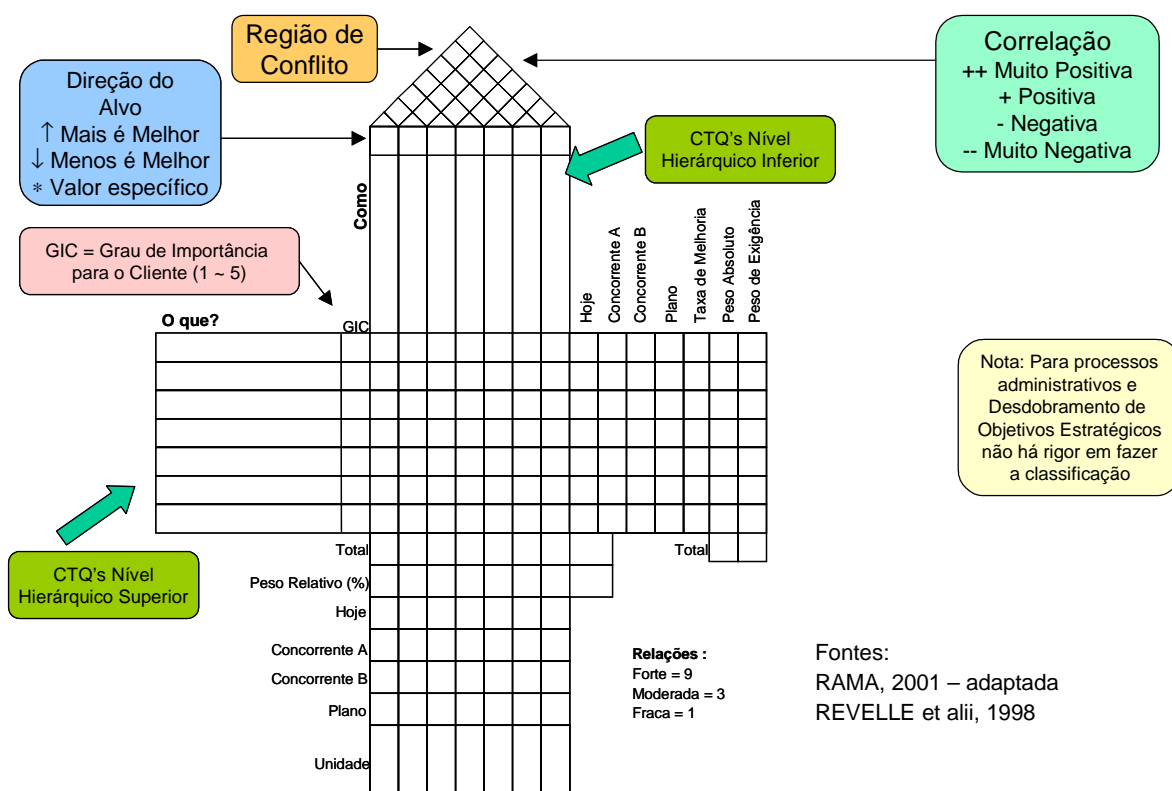


Figura 9 - Matriz QFD de desdobramento de requisitos de Clientes e Objetivos

### **2.14.3- A Associação do QFD com a Metodologia Qualidade Seis Sigma e Planejamento Estratégico**

Além da usual aplicação do QFD no desdobramento das necessidades e expectativas de Clientes em requisitos de controle nos processos de manufatura e administrativos, essa ferramenta tem sido muito utilizada no Desdobramento de Objetivos Estratégicos, nos diversos níveis e funções das organizações aplicando, onde adequado, projetos Seis Sigma (ver 2.8- A Escolha de Projetos Seis Sigma).

Na visão de uma organização que tem a Metodologia Qualidade Seis Sigma inserida em seu sistema de gestão, essa ferramenta pode ser utilizada com maestria para atender os requisitos de um grupo de Clientes muito especial e bastante exigente: os Acionistas.

Dentro dessa visão, certamente estarão associadas metas/ ações para melhorar a rentabilidade do capital, garantindo a competitividade e a sobrevivência e crescimento da organização. Via de regra, deveriam existir diretrizes e ações associadas aos interesses usuais dos Clientes dos produtos e/ou serviços da organização.

A partir da definição (ou revisão) da missão da organização, com base na macroestratégia e macropolítica, seus objetivos gerais/ funcionais (longo, médio e curto prazos) e desafios e metas (OLIVEIRA, 2001, pg. 76), desdobra-se os correspondentes planos de ações para todos os níveis da organização (com respectivas metas), utilizando-se do QFD e, para cada ação são alocados recursos da Metodologia Seis Sigma (Black Belt ou Green Belt, Champion e membros de equipe), para solucionar problemas que garantirão o resultado planejado.

A Figura 10 apresenta esquematicamente e com adaptações (FRANCO, 2001), a utilização de QFD e Metodologia Qualidade Seis Sigma associadas ao Planejamento Estratégico.

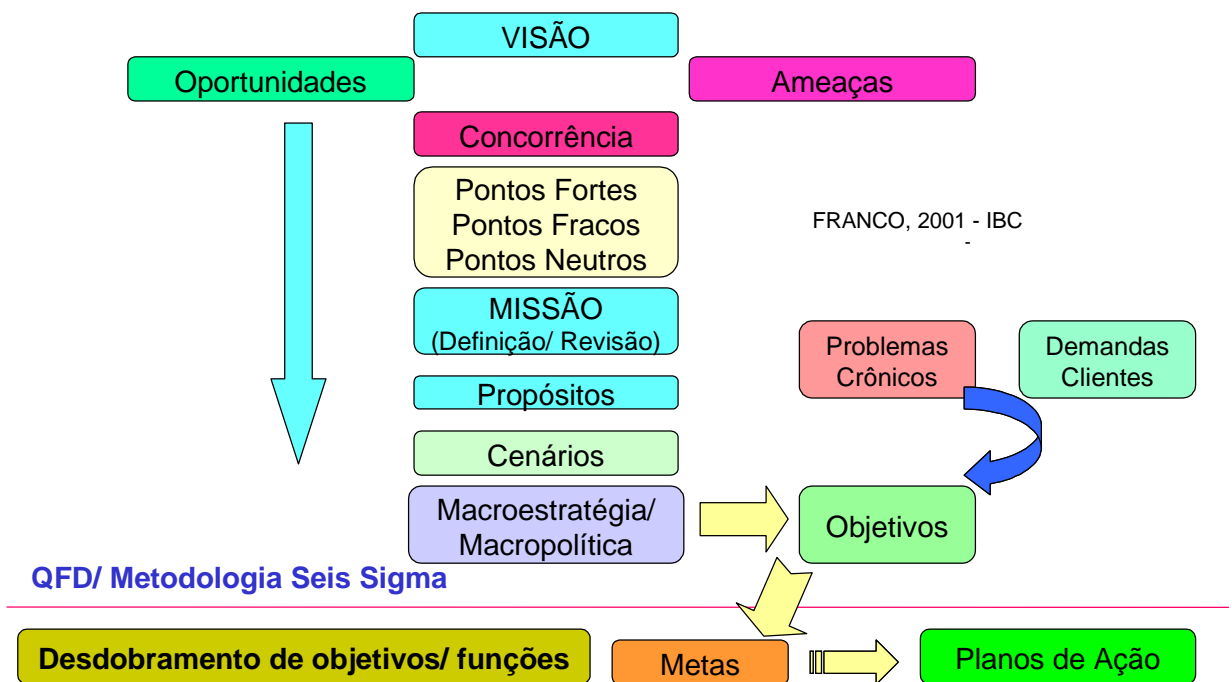
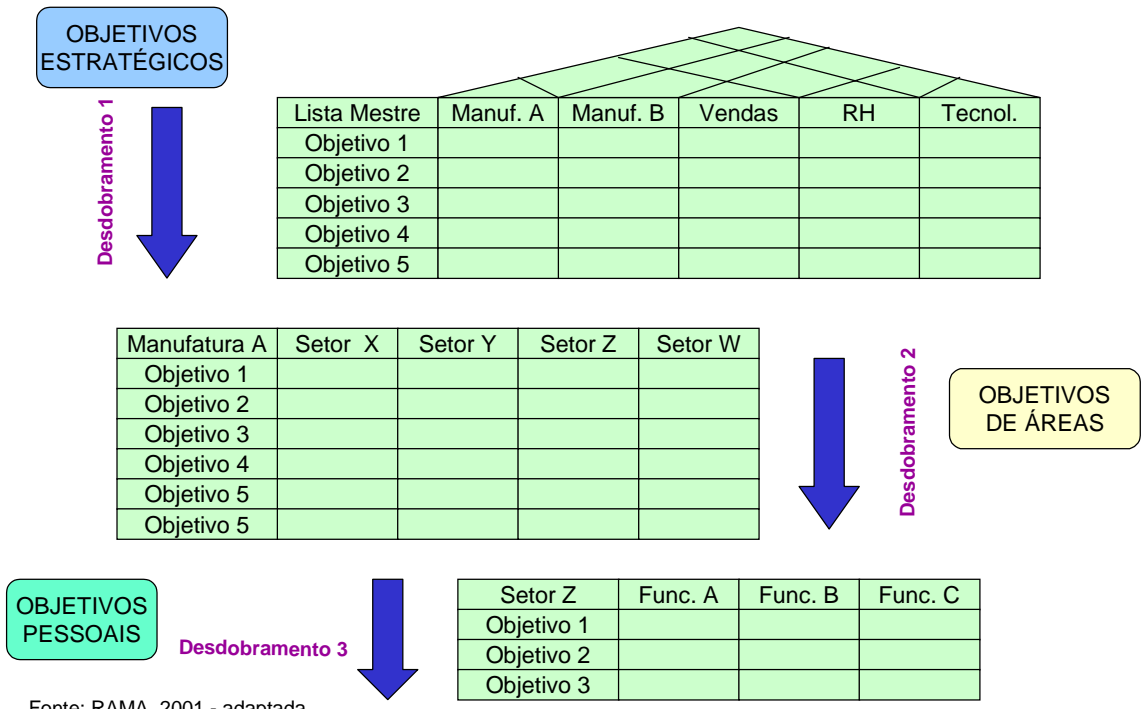


Figura 10 – Utilização de QFD e Metodologia Qualidade Seis Sigma no Planejamento Estratégico

Assim, é possível utilizar a ferramenta da qualidade QFD para traduzir as necessidades e expectativas dos Clientes "Acionistas" de uma organização, através de um desdobramento de objetivos estruturado em todas as funções dessa organização. Se bem concebida a definição de objetivos e metas, e desdobrado convenientemente até o menor nível da cadeia gerencial (ou de gestão), com a associação de projetos de Qualidade Seis Sigma específicos, haverá a garantia de obtenção dos objetivos esperados.

Os objetivos assim definidos permeiam a organização até atingir sua base operacional, quando se transformam em objetivos pessoais, conforme apresenta a Figura 11 (adaptada de RAMA, 2001).



Fonte: RAMA, 2001 - adaptada

Figura 11 - Desdobramento de Objetivos Estratégicos

**2.14.4- A Escolha de Projetos Seis Sigma Suportando o Desdobramento de Objetivos do Planejamento Estratégico**

FRANCO (2001, IBC) apresenta um critério de definição de projetos Seis Sigma, a partir da definição dos objetivos pessoais e que foram originados pelo desdobramento do Planejamento Estratégico na organização. A Figura 12 apresenta esse critério em forma de fluxograma e sugere a estrutura DMAIC para o suporte da Metodologia Seis Sigma.

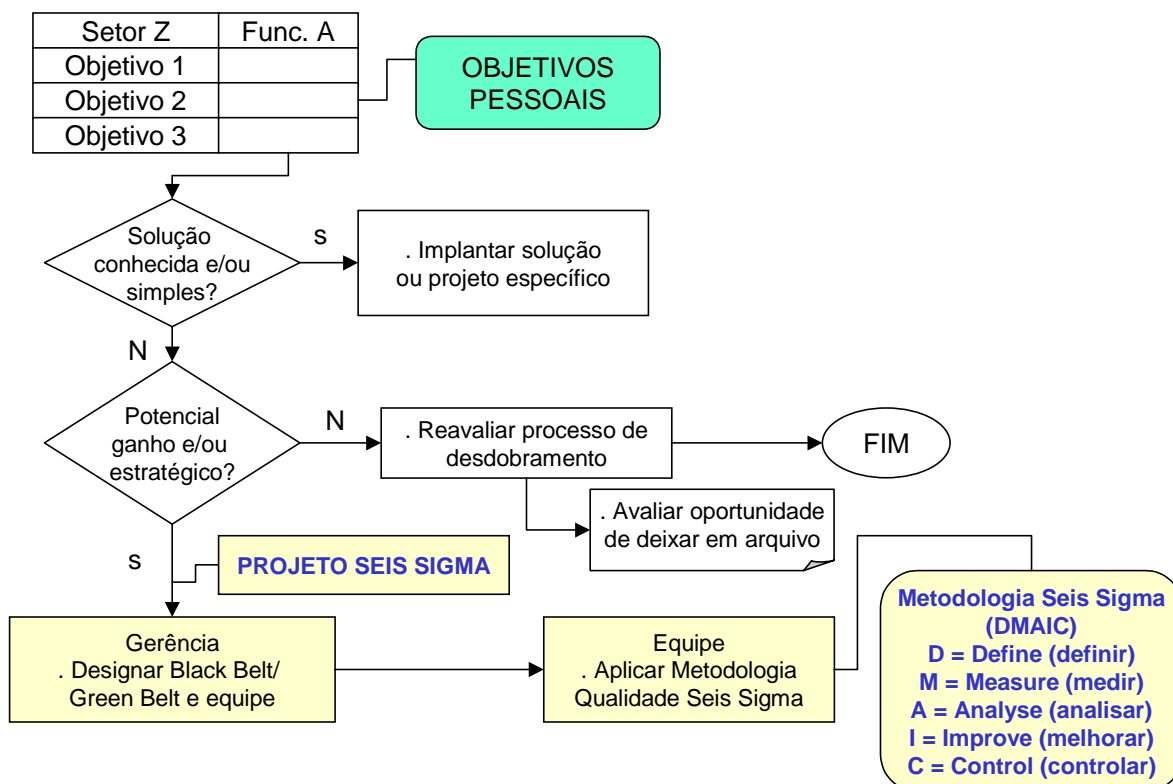


Figura 12 – Escolha de projetos Seis Sigma a partir de objetivos pessoais do Planejamento Estratégico

### 2.15 - Cultura

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 130 ~ 131) destacam que a implantação do Seis Sigma permite a oportunidade de avaliar a cultura presente em uma organização. Na visão dos autores, as seguintes questões deveriam ser consideradas:

- Como a organização, historicamente, tem tratado com iniciativas de mudança?
- Essa organização efetua mudanças consistentes que não se perdem?
- Quão efetivas são as equipes de projetos?
- Estão freqüentemente focando nos mesmos problemas?
- Como seus empregados atacam problemas em seu trabalho rotineiro?
- O que é requerido dentro da cultura de sua organização para fazer um processo de melhoria contínua como última mudança?
- O que impediria sua organização de obter o sucesso com o Seis Sigma?

Afirmam também que no atual mercado de mudanças constantes, as organizações que estão aptas a abraçar a mudança de maneira focada, são as líderes em seu campo de atuação. Muitas organizações buscam a melhoria de produtos com inúmeras mudanças pequenas, ou “piques”, aos seus processos atuais. Entretanto, freqüentemente as mudanças não são documentadas, nem os resultados associados. Raramente são obtidos resultados significativos com esse método de mudança “meio feita”. Tipicamente, quando os empregados dessa cultura corporativa ouvem sobre uma nova iniciativa, eles duvidam se será diferente.

Para mudar de uma cultura existente que é relutante ao processo de mudança, para uma que envolva em um processo de melhoria contínua, requer o entendimento das forças para a mudança e as forças que promovem a permanecer no mesmo. Uma *análise de campo de forças* é uma maneira efetiva de ilustrar as forças que dirigem uma organização na direção da solução Seis Sigma e aquelas que trabalham contra. A Tabela 9 apresenta um exemplo do que pode ser esperado desse tipo de análise, onde a seta dupla é uma indicação da importância da força.

Tabela 9 - Cultura envolvida com o Seis Sigma

DIRECIONADORES	RESTRITORES
Visão compartilhada →	←← Falta de foco em Clientes
Criatividade →	← Falta de acompanhamento
Motivação →→	← Sobrecarga
Orientação para processos →→	←← Medo de falhar

Os autores recomendam que o próximo passo de uma organização deveria ser a criação de planos estratégicos para transpor as forças restritivas e fortalecer as forças direcionadoras.

### 2.16 – Lições aprendidas

BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 135 ~ 137) enfatizam que o sucesso do Seis Sigma depende da existência de uma sólida infraestrutura e liderança executiva que suporte o comprometimento. Os papéis dos “Champions” do Seis Sigma podem transformar rapidamente em “cães de guarda das ações de qualidade”, se a energia executiva não for inserida na infraestrutura do Seis Sigma. É crucial que os “campeões” de projetos expressem entusiasmo e crença no Seis Sigma. Os líderes necessitam adquirir responsabilidade pessoal para direcionar os esforços do Seis Sigma, incluindo a participação e, mesmo, a condução de projetos Seis Sigma. Os líderes verdadeiros

acreditam numa visão que depois se torna confiável para seus empregados. Os líderes verdadeiros mostram o futuro para seus empregados e, através de suas próprias ações, motiva-os para atingirem metas.

Além disso BREYFOGLE III et alii (2001, pg. 135 ~ 137), apresentam lições aprendidas pela GE na iniciativa Seis Sigma:

- A Qualidade não acontecerá por si mesma;
- Evite colocar muita confiança em faixas (“banners”) e slogans;
- Para ser bem sucedida, uma iniciativa de qualidade deve ser lançada em uma base corporativa;
- Esteja seguro de que tem os recursos necessários para investir na nova iniciativa de qualidade;
- Espalhe a notícia da nova iniciativa tão rápido quanto possível;
- A média gerência necessita liderar o esforço e desempenhar um ativo e visível papel;
- Proporcione incentivos monetários para o sucesso da qualidade;
- Reconheça os membros de equipe agressivos;
- Monitore todos os aspectos do sucesso;
- Garanta que o Cliente é levado em consideração.

E, por último, abra todos os canais disponíveis para dividir as lições aprendidas. Os assuntos de execução que são honestamente comunicados, sem medo de “apontar o dedo”, são lições aprendidas e servem como oportunidades de melhoria no processo. A aprendizagem sobre o processo de criar uma infraestrutura de sucesso do Seis Sigma, pode ocorrer em vários níveis. Alguns dos métodos efetivos são:

- Benchmarking com competidores externos;
- Encontros periódicos de “melhores práticas” entre praticantes do Seis Sigma;
- Registro de lições aprendidas em um banco de dados de acompanhamento de projetos.

Com relação aos incentivos monetários para o sucesso do Seis Sigma, BYRNE (2001, pg. 372) comenta na biografia de Jack Welch que 60% dos bônus dos empregados da GE são decorrentes de resultados financeiros e que 40% são associados aos resultados do Seis Sigma.

HARRY (1997, 28.6) apresenta também as lições aprendidas da empresa TPT, pertencente ao grupo ABB – Asea Brown Boveri, destacando os seguintes fatores de sucesso, considerados por estar entre os “vitais poucos” em termos de uma implementação vencedora do Seis Sigma:

- Defina uma visão;

- Torne seu comprometimento o mais visível possível;
- Ajude a média gerência a entender e suportar o Seis Sigma;
- Inspira os Black Belts, pessoalmente;
- Defina metas;
- Exija planos de projetos;
- Exija um relatório mensal, escrito;
- Providencie educação para todos os níveis;
- Torne as histórias de sucesso conhecidas, não importando se grandes ou pequenas;
- Reconheça que algumas pessoas, independente de posição, rejeitarão a mudança.

HARRY (1997, 29.15) destaca também as lições aprendidas na Texas Instruments.

São elas:

- Seis Sigma é uma nova maneira de olhar ferramentas familiares, tais como Controle Estatístico de Processo e Projeto de Experimentos;
- A aceitação, comprometimento e dedicação da alta administração são essenciais para um desdobramento de sucesso;
- O Seis Sigma não pode ser desdobrado com sucesso, a menos que possa ser inserido em um planejamento flexível e dinâmico;
- A administração deve comunicar claramente suas expectativas com relação à utilização do Seis Sigma;
- A utilização de um “Time de Implementação do Seis Sigma” se mostra pequeno em suas expectativas e metas;
- A utilização de um “Comitê de Coordenação do Projeto Seis Sigma” funcionou bem para garantir a propagação continuada;
- Os relatórios padronizados são essenciais para garantir o foco contínuo e a solução de problemas pelas partes afetadas;
- O conceito de “Scorecard” funcionou muito bem;
- O treinamento especializado completo exigiu um grupo de pessoas e recursos;
- Para estabelecer credibilidade, os instrutores de Seis Sigma devem ser pessoas respeitadas em seus campos de experiência;
- A implementação do treinamento deve ser cuidadosamente coordenada pelo Comitê;
- O treinamento deveria ocorrer de maneira vertical (“top down”);
- A produção de produtos Seis Sigma requer o envolvimento de Clientes e fornecedores;



- Algumas pessoas, independente de suas posições, rejeitarão a mudança. A educação é o princípio da ferramenta para sanar essa dificuldade;
- Treinamentos por consultores internos Seis Sigma é essencial;
- O reforço e propagação de histórias de sucesso são essenciais.

### **2.16.1 - Aprendendo com os erros passados**

HARRY e SCHROEDER (2000, pg. 26 ~ 27) comentam que depois da segunda Guerra Mundial, a proliferação de programas e iniciativas projetadas para melhorar a produtividade e aumento de lucros, deixou muita das indústrias americanas confusas. A guerra contribuiu com programas de melhoria e gestão de “fadas”, baseados em modelos intelectuais que não têm as ferramentas ou estratégias para implementar a nova ideologia. Ressaltam que as organizações precisam de métodos padronizados e ferramentas projetadas para aflorar e aproveitar as oportunidades que resultarão em ganhos financeiros tangíveis. Elas necessitam de iniciativas baseadas em melhorias repetitivas. Elas necessitam de caminhos padronizados (“road maps”) de como desdobrar e implementar as estratégias, táticas, ferramentas e a liderança necessária para criar e sustentar o sucesso.

As empresas têm tentado o enxugamento (“downsizing”), fontes externas de suprimentos, custos baseados na atividade (“Activity Based Costs”), reengenharia, MRP (“material requirements planning”), Kaizen e criado fábricas classe mundial (“world class”). Enquanto que nenhum desses métodos gerenciais é inerentemente ruim – eles têm apresentado notáveis resultados – eles não foram planejados para ajudar as empresas a melhorar seu resultado global e, simultaneamente, melhorar a qualidade ou performance.

Complementam que nos últimos quinze anos, a indústria americana tem sido assediada por consultores e livros de negócios com foco em melhoria de processos. Apesar de que essas iniciativas de qualidade têm seu efeito positivo, nenhuma delas tem o potencial do Seis Sigma e da Estratégia de Ruptura.

Uma das razões disso é que na maioria das iniciativas de qualidade, as pessoas na organização não são requeridas para “apropriação” da qualidade de suas atividades. A qualidade de seus produtos, o projeto do produto e os processos industriais estão tão distantes dos aspectos financeiros do negócio, que eles não têm motivo para associar suas atividades rotineiras com a situação financeira global da empresa. Quando as áreas de projeto, manufatura, vendas e controle de qualidade trabalham independentes, existe uma grande barreira de resistência por parte das pessoas em assumir responsabilidade por algo que não é parte de seus trabalhos. Enquanto muitos programas de qualidade operam eficazmente dentro de departamentos

individuais, eles falham em permear a organização completa de modo focado e integrado. Para criar sinergia, valores e metas compartilhadas, uma iniciativa de qualidade necessita infiltrar no pensamento e comportamento de todos empregados, em todos os setores da organização. A Estratégia de Ruptura do Seis Sigma é uma ***iniciativa de negócio***, ao invés de uma iniciativa de qualidade; todo empregado através de toda a organização é proprietário para entender e implantar a metodologia. Quando o Seis Sigma é implementado como uma ***estratégia de negócio***, a empresa usa métricas financeiras para selecionar projetos de melhoria e determinar os resultados. Em outras palavras, o Seis Sigma alinha as necessidades da corporação e dos Clientes, com as necessidades dos indivíduos.

Para milhares de empregados em centenas de empresas, o Seis Sigma é o lugar onde ciência, tecnologia, qualidade e lucratividade se encontram. Destacam ainda que metas comuns são criadas entre engenheiros e especialistas de marketing, entre empresas e Clientes e entre a gerência média e aqueles que realmente criam o produto ou fornecem o serviço. O Seis Sigma encoraja os empregados a fazerem novas perguntas e buscar respostas com novos e padronizados processos de investigação. Assim que você aprende como os outros estão aplicando os princípios do Seis Sigma, acreditam que as pessoas serão forçadas a reexaminar o modo como sua organização trabalha.

### **3- RESULTADOS**

### **3.1- A definição de implantação da Metodologia Qualidade Seis Sigma e histórico de implantação na Alcan**

Um ex-Gerente de Qualidade Assegurada da Alcan Alumínio do Brasil, unidade de Pindamonhangaba – Estado de São Paulo, empenhou pessoalmente de meados de 1998 a março de 2000 para sensibilizar a Alta Administração da importância da aplicação do Seis Sigma como uma estratégia de melhoria de performance, satisfação de Clientes e crescimento do Negócio.

Durante esse período, foram feitas algumas visitas a empresas praticantes do Seis Sigma, em início de implementação no Brasil. Ocorreram também participações de empregados em seminários e conferências associadas ao tema e discussões com consultorias sobre estratégia de implementação e investimentos.

Em abril de 2000 ocorreu a decisão de implementar o Seis Sigma, usando uma consultoria externa, que foi responsável pelo treinamento dos Black Belts e acompanhamento dos primeiros projetos Seis Sigma, incluindo suporte gerencial e estatístico e visitas (quatro) de monitoramento dos projetos.

### **3.2- Treinamento**

O corpo gerencial da unidade Pindamonhangaba tomou a decisão de formar inicialmente cinco Black Belts, selecionados das áreas de manufatura. Um dos candidatos a Black Belt era um engenheiro de processo, que havia sido designado especificamente por aplicar o Seis Sigma no desenvolvimento de um produto destinado ao mercado de embalagens para bebidas.

Como se tratava de um curso fechado “In Company”, outras unidades do grupo Alcan no Brasil foram consultadas, tendo adesão das unidades Santo André – SP e Aratu – BA. O total de Black Belts inicial foi de dez treinandos. Para a unidade de Pindamonhangaba, de início foi decidido treinar um Black Belt por cada área de manufatura (três), um da área de Qualidade e outro, para atender exclusivamente ao desenvolvimento de um produto para o mercado brasileiro, visando suprir o mercado com produto que era importado.

O curso ministrado, de quatro semanas (~ 180h) não consecutivas (1 semana/ mês) foi realizado de maio a agosto 2000. Esse curso de quatro semanas é uma prática de mercado para a formação de Black Belts.

Aproveitando a oportunidade, foi negociado com a consultoria (Consultoria A) e decidido treinar dez Green Belts, aproveitando as duas primeiras semanas de curso dos Black Belts.

Em novembro e dezembro de 2000 foi treinada mais uma turma de Green Belts, com duração de duas semanas, não consecutivas, usando outra entidade de consultoria

(Consultoria B). Essa mesma consultoria ministrou treinamento para uma nova turma de Green Belts em abril e maio 2001.

Posteriormente à formação dos primeiros Black Belts, decidiu-se por formar mais um para a unidade Pindamonhangaba, para atender a uma das áreas de manufatura, em função de um deslocamento de um Black Belt para outra área. Para isso, foi utilizado um curso aberto de uma outra entidade de consultoria e treinamento (Consultoria C). O treinamento também foi de quatro semanas não consecutivas, no período de março a junho de 2001.

Em função de “benchmarking” com empresas praticantes do Seis Sigma, foi identificada uma outra consultoria (Consultoria D), iniciando o fornecimento de serviços em Seis Sigma, que disponibilizou um treinamento “padrão Black Belt/ Green Belt” de três semanas não consecutivas, que tem como instrutores Master Black Belts que atuam diretamente em empresas. Esse novo curso terminou no começo de dezembro 2001 e foi considerado excelente, quando comparado aos anteriores.

O treinamento do corpo gerencial da empresa foi feito pela Consultoria A, um pouco antes do término de formação dos primeiros Black Belts. O curso contou com uma carga horária de aproximadamente 32 horas, com muito foco em aplicação de ferramentas estatísticas (ex: Projeto de Experimentos) e avaliação superficial sobre a parte gerencial do Seis Sigma, perfil de Black Belts, escolha de projetos, fatores críticos de sucesso e lições aprendidas com a implantação da Metodologia Qualidade Seis Sigma.

O treinamento dos primeiros Black Belts, usando a consultoria A, foi feito com a estrutura da Metodologia Qualidade Seis Sigma fundamentada no ciclo PDCA. As demais consultorias (B, C e D) utilizam a estrutura DMAIC ou variantes.

### **3.3- Investimento**

Para formalizar a consultoria, foi elaborado um contrato de prestação de serviços, com toda a sistemática de aprovação do investimento necessário.

Para efeito do cálculo do investimento total foram considerados valores para pagamento do curso de formação dos Black Belts, visitas técnicas de acompanhamento dos projetos – quatro visitas, para monitorar os projetos de curto (6 meses), médio (12 meses) e longo (18 meses) prazos -, curso “Workshop Gerencial” – com os gerentes, aquisição de “notebooks” para os Black Belts, licenças do software estatístico Minitab e salários e custos associados dos Black Belts durante os dezoito meses, considerados como necessários para a implementação. A aquisição de “notebooks”, apesar de contabilmente ser considerado um ativo fixo, foi computado como investimento.

Nesse investimento, são também considerados os valores dos novos cursos de formação de Green Belts e Black Belt, usando três consultorias diferentes da primeira, bem como a aquisição (por renovação anual) das licenças do software Minitab.

Os cursos específicos associados com a Metodologia Qualidade Seis Sigma (ex: QFD) e participações em seminários, conferências e congressos com o tema também são computados nessa conta de apropriação de investimentos.

### 3.4- Estrutura de identificação e solução de problemas aplicando a Metodologia Seis Sigma

A consultoria A, que foi a responsável pelos primeiros treinamentos e formação dos primeiros Black e Green Belts usou a estrutura já bem difundida em programas de qualidade e conhecida como ciclo PDCA (“Plan, Do, Check e Act”) – Planejar, Executar, Avaliar e Agir.

As demais consultorias adotam a estrutura DMAIC (“Define, Measure, Analyse, Improve e Control”) – Definir, Medir, Analisar, Melhorar e Controlar, ou variantes da mesma, como terminologia similar.

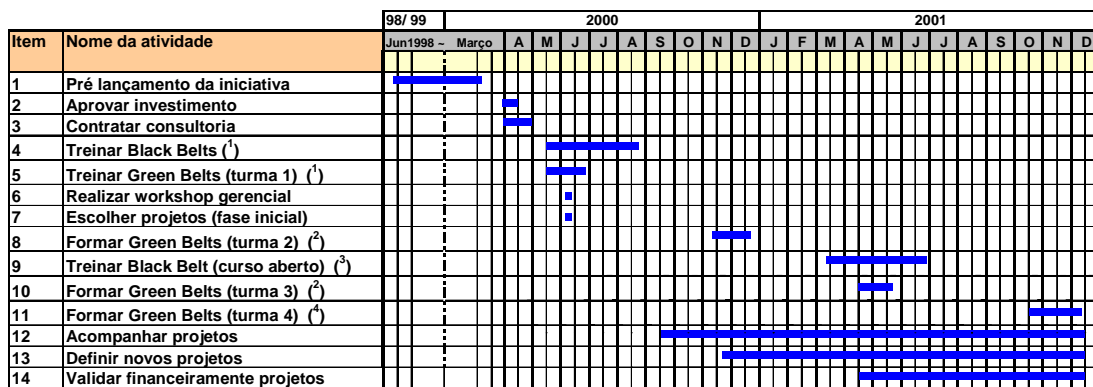
A Alcan tem adotado a estrutura PCDA para acompanhamento dos projetos Seis Sigma. Existe uma correspondência entre as mesmas, conforme apresentado de maneira resumida na Tabela 10.

Tabela 10 – Correspondência entre as estruturas de acompanhamento de projetos Seis Sigma (DMAIC x PDCA)

D, M	1. CONHECER o problema	} Identificação do Problema	P
A	2. ESTRATIFICAR o problema (todas as perguntas, MENOS “por que?”)	} Análise de Fenômeno	
	3. PRIORIZAR (ou FOCAR o problema)		
I	4. ATACAR as causas (perguntar “por que?”)	} Análise de Processo	
	5. ESTABELEECER um PLANO DE AÇÕES	} Plano de Ações	
C	6. IMPLANTAR as ações		D
	7. PADRONIZAR a solução		C, A

### 3.5- Cronograma de implantação

As atividades principais da implantação da Metodologia de Qualidade Seis Sigma na Alcan Alumínio do Brasil Ltda na unidade de Pindamonhangaba – SP, estão representadas de modo esquemático na Figura 13.



Notas: Pré lançamento da iniciativa: Avaliar necessidade, literatura, estudos de casos, visitar empresas, sensibilizar alta administração  
 1- Consultoria A; 2- Consultoria B; 3- Consultoria C; 4- Consultoria D

Figura 13 - Cronograma de implantação da Metodologia Qualidade Seis Sigma

### 3.6- Escolha de projetos

A escolha dos primeiros projetos – curto, médio e longo prazos – seguiu orientações da Consultoria A e foram definidos em reunião específica do corpo gerencial durante o “workshop” de treinamento e conscientização sobre o Seis Sigma.

A partir daí, foram escolhidos em consenso entre os gerentes e os Black Belts que suportam as áreas de manufatura, com base nos problemas específicos das áreas e do negócio como um todo. Em função de uma visita de “benchmarking” em uma empresa praticante do Seis Sigma, realizada em abril 2001, começou a utilização da ferramenta estatística QFD no desdobramento de objetivos estratégicos, suportando a escolha de parte dos projetos escolhidos.

Em junho 2001 foi realizado um curso específico de QFD com a Consultoria D, com oito horas de duração. Esse curso objetivou preparar melhor os profissionais do Seis Sigma – Black Belts e Green Belts – para realizar um desdobramento de objetivos estratégicos mais estruturado para o ano 2002 e uma identificação mais apurada de projetos Seis Sigma.

Nota: a ferramenta estatística QFD é muito bem explorada no curso de Black Belt/ Green Belt, ministrado pela Consultoria D.

### 3.7- Acompanhamento de status de projetos e ganhos financeiros



Tabela 11 – Reuniões de acompanhamento do Seis Sigma

Denominação	Foco	Freqüência	Participantes
Técnica	Utilização da metodologia e ferramentas estatísticas	1/ área de manufatura/ mês	GRHQ, Coord, BB, GB
Administrativa	Status projetos, treinamentos, dificuldades/ barreiras	1/ mês	GRHQ, Coord, BB
Executiva	Sumário projetos, ganhos financeiros, dificuldades/ barreiras, “correção de rota”	1/ trimestre	DIR, GRHQ, GMANUF, GAPOIO, Coord, BB

Legenda: GRHQ – Gerente de RH e Qualidade, Coord – Coordenador Seis Sigma

BB – Black Belt(s), GB – Green Belt(s), GMANUF – Gerente de Manufatura

GAPOIO – Gerentes de Áreas de Apoio, DIR – Diretor de Fabricação

### 3.9- Quantidade de Black Belts e Green Belts

A planta da Alcan Alumínio do Brasil em Pindamonhangaba – SP tem aproximadamente 750 empregados próprios e 250 empregados terceirizados.

A Alcan até o momento, não tem Master Black Belts e não existe formalmente a função do “Champion”. Além disso, a iniciativa do Seis Sigma está mais direcionada às áreas de manufatura, com alguns Green Belts desenvolvendo projetos em áreas transacionais (ex: Logística, Confiabilidade, Laboratórios), sob o “coaching” dos Black Belts que suportam as áreas de manufatura.

A situação de envolvidos com o Seis Sigma, treinados e/ou formados no uso da metodologia em novembro 2001 é apresentada na Tabela 12.

Tabela 12 – Profissionais de Seis Sigma treinados e/ou formados

Empregados	Patrocinadores			Relação
------------	----------------	--	--	---------



Próprios	("Sponsors")	Black Belts	Green Belts	BB/ empreg.	GB/ empreg.
750	7	6	50	1:125	1:15

Com relação aos quantitativos apresentados na tabela anterior, são necessárias as seguintes considerações:

- a) Dos cinco Black Belts treinados com a Consultoria A, um se dedica apenas ao desenvolvimento de produto no mercado brasileiro. Dos demais, apenas dois podem ser considerados como dedicação em tempo integral. Os cinco empregados treinados pela Consultoria A cumpriram as exigências para a certificação como Black Belts, mas a formalização e cerimônia ainda não foram realizadas;
- b) Existe um Black Belt já treinado pela Consultoria C, mas os projetos de certificação ainda não foram concluídos e sua dedicação aos projetos é parcial;
- c) Existem quatro Green Belts formados pela Consultoria A, vinte e nove pela Consultoria C e dezessete completaram a formação pela Consultoria D no início de dezembro 2001.

### **3.10- Comunicação do Seis Sigma**

Em outubro 2001 foi elaborado um relatório ("Six Sigma Report"), que é distribuído semanalmente aos principais envolvidos com o Seis Sigma. O relatório tem uma única página com informações sobre o total de projetos, projetos em andamento, projetos concluídos, projetos cancelados e respectivos ganhos acumulados (abrangência: últimos dezoito meses). Além disso, o relatório apresenta em forma de tabela, o evolutivo das áreas de manufatura e das áreas de apoio, considerada de modo global. Essas informações estão disponibilizadas também em rede de microcomputadores, com liberdade de consulta e restrições de alterações e dispõe de sistema automático de salvamento ("back up").

### **3.11- Associação do Seis Sigma com o Sistema de Gestão da Qualidade**

Os projetos Seis Sigma, assim que definidos em comum acordo pelos Gerentes e respectivos Black Belts, são reconhecidos no Sistema de Gestão da Qualidade como Solicitações de Ação Preventiva – SAP, passando a requerer a formalidade exigida nas normas NBR ISO 9000. Em casos especiais, podem ser reconhecidos como Solicitação de Ação Corretiva – SAC.

Como no Sistema de Gestão da Qualidade, nas áreas de manufatura existem formalmente constituídos os GACs – Grupos de Ação Corretiva, as SAPs são

diretamente abertas e acompanhadas nesse fórum de análise crítica, sendo que a área de Qualidade, faz apenas o monitoramento. Em casos de projetos Seis Sigma em áreas de Apoio ou Transacionais, a SAP é aberta, acompanhada e monitorada pela área de Qualidade. Existe uma maior formalidade para os projetos coordenados diretamente pelos Black Belts.

Os primeiros projetos Seis Sigma, coordenados diretamente por Black Belts, foram reconhecidos no Sistema de Gestão da Qualidade por Solicitações de Ação Preventiva, abertas pelo Comitê Diretivo da Qualidade – CDQ, o maior fórum dentro do Sistema de Gestão.

A Figura 16 apresenta, esquematicamente, a associação dos projetos Seis Sigma com o Sistema de Gestão da Qualidade para os projetos coordenados diretamente por Black Belts.

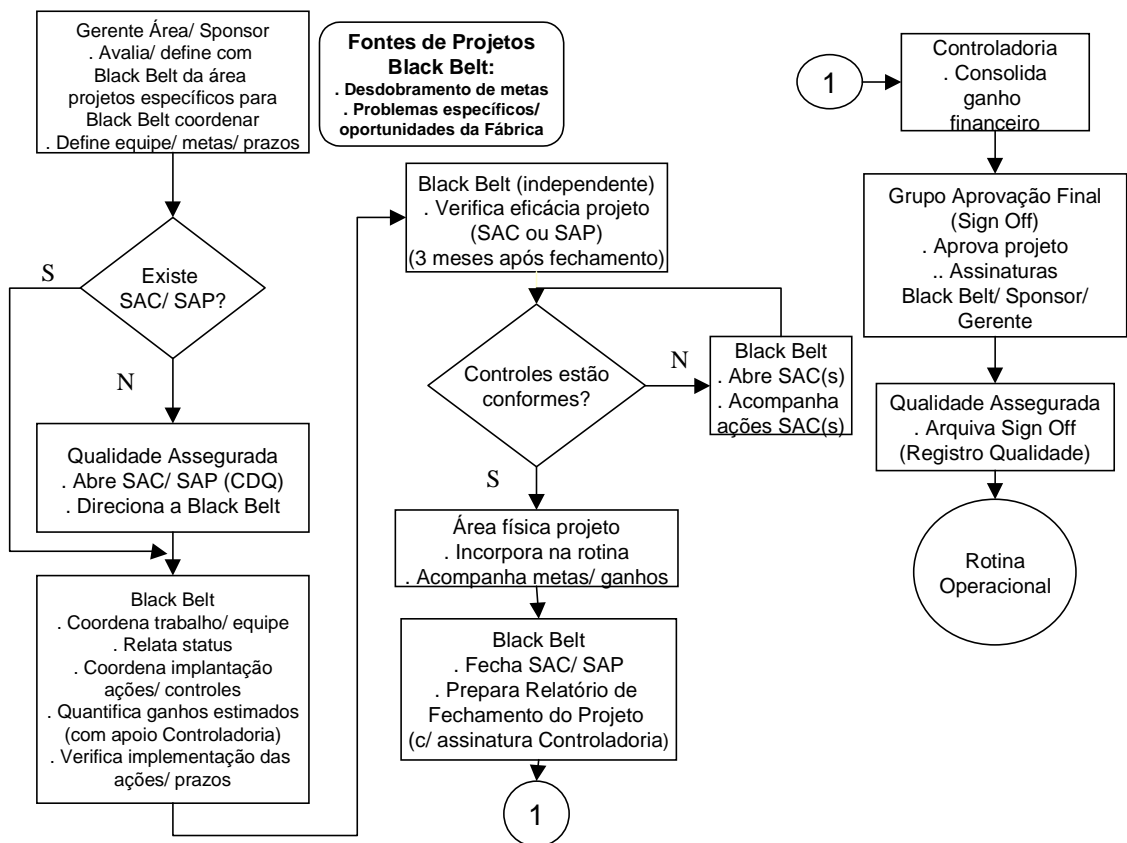


Figura 16 – Associação do Seis Sigma com o Sistema de Gestão da Qualidade

### 3.12- Auditoria e validação financeira de Projetos Seis Sigma

A Alcan adotou uma sistemática distinta em termos de auditoria e validação financeira de projetos Seis Sigma coordenados por Black Belts e Green Belts, diferente da sistemática reinante no mercado em que não ocorre distinção.

### **3.12.1- Projetos Black Belts**

Conforme já destacado, a Alcan tem uma formalidade maior para os projetos coordenados diretamente pelos Black Belts. Após o término da implantação de todas as ações definidas pela equipe de trabalho, a área de Qualidade designa um Black Belt independente (sem atuação direta no projeto), para efetuar uma auditoria técnica no mesmo, verificando a aplicação da metodologia, uso das ferramentas estatísticas, implementação das ações e respectivas evidências e se os resultados reais estão de fato sendo obtidos. Isso é feito utilizando um formulário padrão reconhecido pelo Sistema de Gestão da Qualidade, três meses após a implementação da última ação. Se aprovado e aplicável, o projeto passa pela validação dos ganhos financeiros pela área de Controladoria. Em caso de reprovação na auditoria pelo Black Belt independente, é aberta uma SAC – Solicitação de Ação Corretiva para sanar o problema/ deficiência identificada e volta a ser responsabilidade da área, até que uma nova auditoria possa ser programada e, nesse caso, a validação de ganhos só é feita, quando da aprovação em nova auditoria.

### **3.12.2- Projetos Green Belts**

No caso de projetos Seis Sigma coordenados diretamente por Green Belts, eles têm a verificação de eficácia das ações implementadas (pelos GACs – Grupos de Ação Corretiva ou área de Qualidade) e não há a validação financeira pela área de Controladoria. Quando aplicável, são feitas estimativas de ganhos pelo Black Belt e/ou Green Belt e os valores são assumidos como verdadeiros para efeito de acompanhamento de ganhos.

### **3.12.3- Validação financeira**

A validação financeira dos projetos Black Belts é feita confrontando-se os dados (ex: nível de defeitos, eficiência de processo) quando do início do projeto, com as informações da época de término da implementação das ações e estabilidade de resultados, por três meses consecutivos.

Algumas premissas importantes são adotadas para a quantificação dos ganhos: a) Só são considerados ganhos “hard dollar”, ou seja, ganhos efetivamente contabilizados no caixa da organização; b) Não são considerados “gastos evitáveis” (“cost avoidance”); c) Ganhos de produtividade somente são quantificados financeiramente se a área/ setor for considerado como limitador de produção (“gargalo”); d) A moeda é sempre o dólar, com a cotação comercial de final de mês e, e) Os ganhos são computados apenas uma vez de forma anualizada (12 primeiros meses), após a

auditoria – projetos de Black Belts – ou após verificação de eficácia, no caso dos projetos de Green Belts.

### 3.13- Acompanhamento físico e financeiro dos projetos Seis Sigma

A partir de agosto 2001, um ano após a formação dos primeiros Black Belts, iniciou o acompanhamento físico e financeiro dos projetos Seis Sigma, através de um relatório sumarizado denominado “Six Sigma Report” (Relatório Seis Sigma). Em termos de acompanhamento físico, apresenta a evolução em termos de projetos em andamento, concluídos e cancelados. Com relação aos ganhos financeiros, indica os valores de ganhos contabilizados pela área financeira (projetos coordenados por Black Belts) e os valores calculados e/ou estimados pelos Black Belts e/ou Green Belts, relativos aos projetos coordenados diretamente por Green Belts.

A Figura 17 apresenta o evolutivo quantitativo dos projetos Seis Sigma, no período de junho 2000 a novembro 2001, com a indicação dos projetos em andamento, concluídos e cancelados.

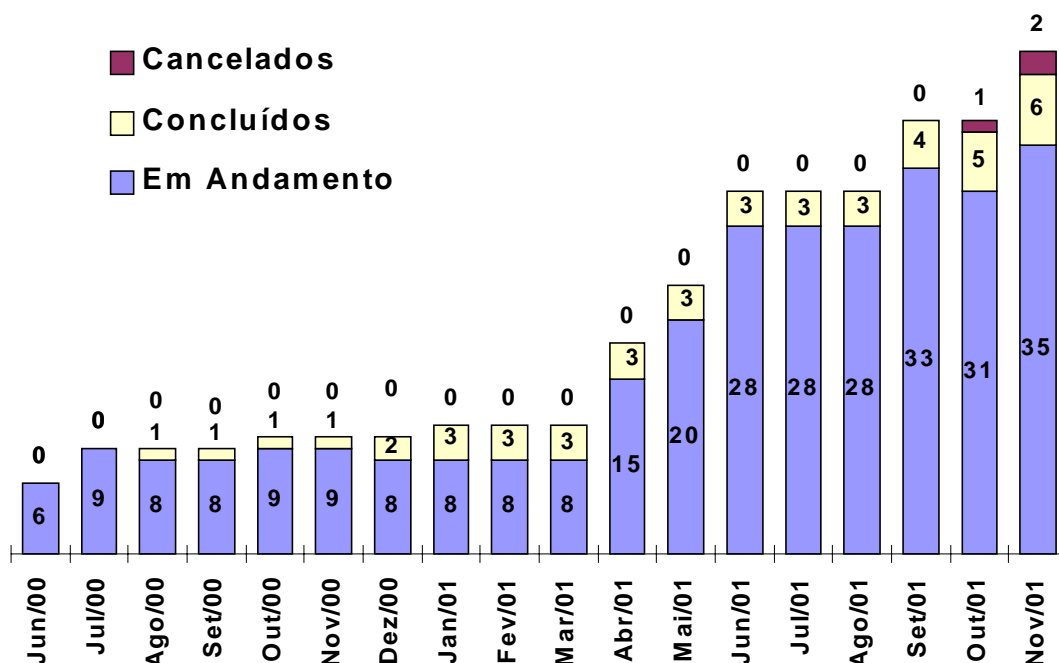


Figura 17 – Evolutivo de projetos Seis Sigma (maio 2000 a novembro 2001)

Com relação aos ganhos financeiros, foi usada como referência a taxa de retorno – base dólar (relação ganhos quantificados/ investimento realizado). Como investimento,

além do que foi citado no item 5.1.3, são contabilizados quando aplicável, os investimentos específicos no projeto em questão (ex: investimento em instrumentação/automação). O investimento acumulado total é da ordem de US\$ 500 mil. Deve ser ressaltado que a taxa de retorno é a real, ou seja, só considera a parte do benefício mensal do valor anualizado que efetivamente deu entrada no caixa da empresa. A Figura 18 apresenta a taxa de retorno, considerando as premissas citadas.

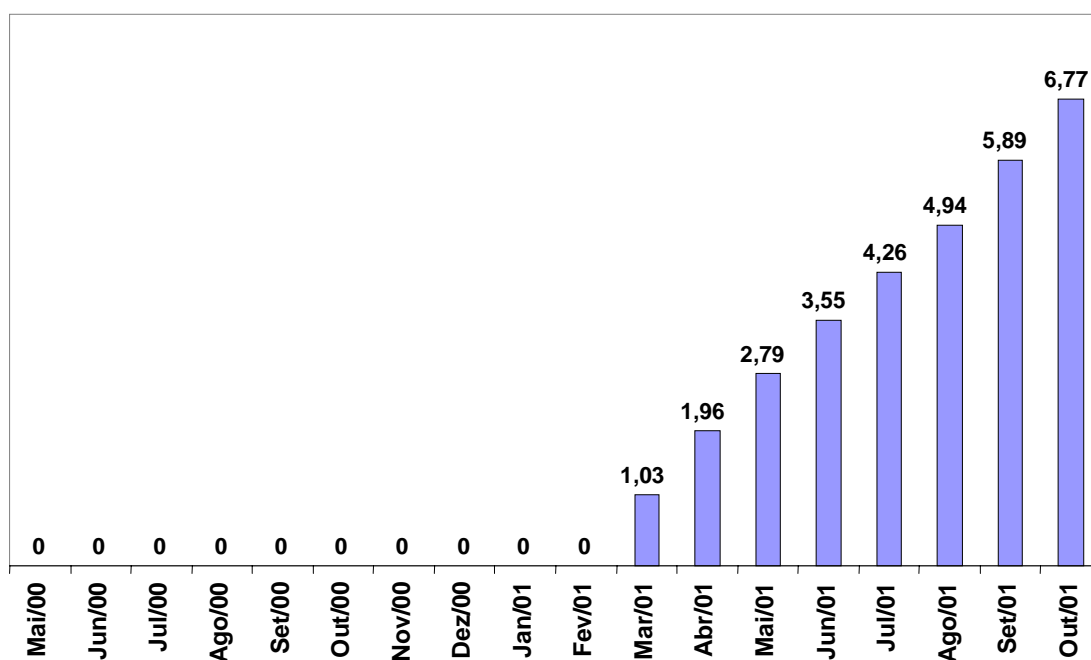


Figura 18 – Relação ganhos/ investimentos (base dólar)

Complementarmente, a Figura 19 apresenta a evolução de ganhos previstos (ainda não totalmente contabilizados), os ganhos reais (valores mensais acumulados contabilizados) em comparação com o investimento global.

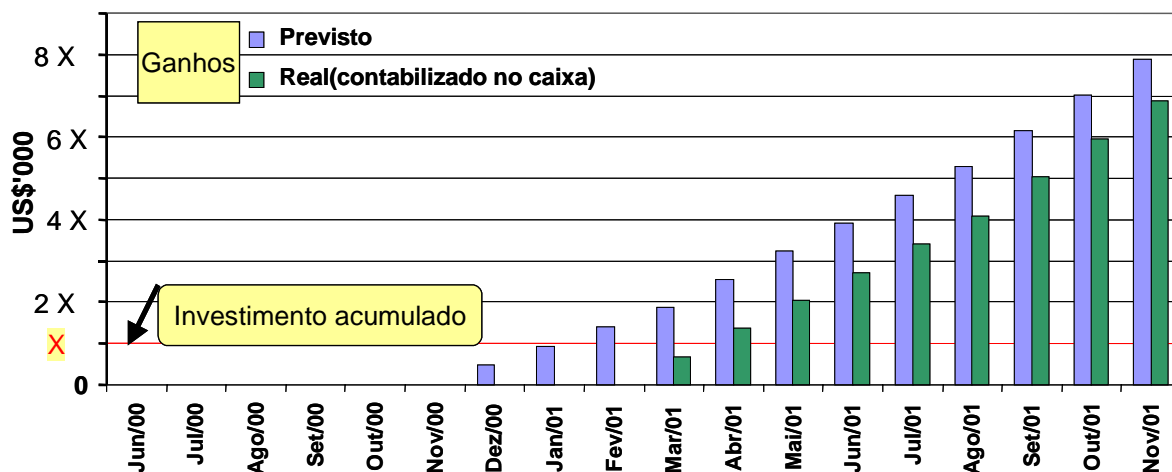


Figura 19 – Ganhos previstos e reais versus investimento acumulado

### 3.14- Perpetuação de resultados

No caso da Alcan, embora em percentual reduzido, ocorreu tanto a falta de evidências de implementação de ações em um projeto Seis Sigma, constatada no momento da auditoria por Black Belt independente, como alterações nos controles estabelecidos – sem análise crítica consistente, mesmo após a auditoria do Black Belt e a validação financeira pela área de Controladoria.

No projeto em que ocorreu a falta de evidências de controles, conforme previsto no procedimento do Sistema da Qualidade, a SAP – Solicitação de Ação Preventiva foi considerada ineficaz e aberta uma SAC – Solicitação de Ação Corretiva. Na outra situação, em que ocorreu uma modificação de condições operacionais, com implicações na eficácia dos controles estabelecidos, e em associação a outros problemas propositalmente não tratados no projeto Seis Sigma inicial coordenado por um Black Belt, foi aberto um novo projeto Seis Sigma, mais focado para a solução do principal problema que restou.

## **4- DISCUSSÃO**

### **4.1- A abordagem de identificação da necessidade de implementação da Estratégia de Ruptura do Seis Sigma**

Mesmo considerando os evidentes benefícios econômicos associados à Metodologia Qualidade Seis Sigma e as histórias de sucesso nas organizações, tais como GE, Motorola, Texas Instruments, Asea Brown Boveri, é árduo a atividade de convencer a organização dessa necessidade de mudança e conseguir o total comprometimento “top down” que será requerido para que essa iniciativa de negócios seja disseminada e perpetuada na organização.

Em alguns casos, existirão dúvidas se a melhor alternativa é iniciar a implementação do Seis Sigma, mesmo sem uma base sólida do convencimento de sua necessidade pela organização e do completo comprometimento da alta administração, com a certeza de que serão necessários ajustes na tática de implantação ou, se a alternativa mais sensata é esperar que isso seja obtido para, a partir desse convencimento, iniciar a implantação de forma estruturada como recomenda as principais referências bibliográficas.

### **4.2- Conflitos de entendimento da Metodologia Qualidade Seis Sigma**

É muito comum confundir a Metodologia Qualidade Seis Sigma com um programa de Qualidade, iniciativa de Qualidade e, até mesmo, ferramenta estatística da Qualidade. O Seis Sigma, definitivamente, deve ser entendido pela organização como uma **iniciativa de negócio** e que deve ser implementada em todas as áreas e funções de uma organização.

Outro conflito comum de ocorrer é que o Seis Sigma virá para substituir as iniciativas de qualidade, tais como ISO 9000, QS 9000, TQM – Gestão pela Qualidade Total, TPM – Manutenção Produtiva Total, Kaizen, Kan-Ban, Manufatura Enxuta (“Lean Manufacturing”) e similares. Existe até mesmo a suspeita e, mesmo a convicção de

determinadas pessoas, que o Seis Sigma será o novo modelo de gestão da organização.

O que as pessoas precisam entender é que o Seis Sigma deve ser implementado para **suportar o negócio como um todo**, com uma metodologia estruturada de questionar, medir, modificar e controlar os processos industriais e administrativos, de modo a aumentar a satisfação dos Clientes, a lucratividade e crescimento da organização.

Na essência, o que é fundamental é usar o poder da metodologia Seis Sigma para melhorar as eficiências dos processos industriais e administrativos, aumentar a satisfação dos Clientes, aumentar a lucratividade e propiciar condições sólidas de crescimento do Negócio. A forma como o Seis Sigma está associado ao Sistema de Gestão vigente, ou se é até o próprio, é irrelevante, desde que os resultados e ganhos financeiros estejam sendo obtidos de modo consistente e perpetuados.

#### **4.3- Mudança de Cultura**

A mudança de Cultura é uma barreira que precisará ser transposta e que é sempre citada na bibliografia como um risco ao sucesso dessa iniciativa de negócio.

Assim, não só o lado técnico do Seis Sigma, suportado por todas as ferramentas estatísticas e o conhecimento dos especialistas – Master Black Belts, Black Belts e Green Belts garantirão seu sucesso. É extremamente importante considerar e designar ações específicas para eliminar ou atenuar a resistência à mudança.

Na prática, isso ocorre de fato, seja pela resistência natural das pessoas em assumir uma nova postura em relação ao ataque a problemas ou pela dificuldade em ser disciplinado na aplicação da Metodologia Seis Sigma.

É muito comum no ambiente fabril, confundir organização, metodologia e disciplina com burocracia. Não constitui surpresa a ocorrência de descaso, ou mesmo rejeição, à iniciativa Seis Sigma, face à **explícita** necessidade de **organização**, uso da **metodologia** apropriada – estrutura DMAIC ou PDCA – e **rigor na disciplina**, para que os resultados sejam perpetuados.

#### **4.4- Perpetuação de resultados**

Apesar de todas as etapas do Seis Sigma (PDCA ou DMAIC) serem igualmente importantes, na maioria das vezes, o fator crítico de sucesso ou fracasso estará na etapa final (C e A do ciclo PDCA ou C do DMAIC), onde os controles estabelecidos ou melhorados devem ser **padronizados** para que os **resultados atingidos sejam perpetuados**.

Os casos de deficiências nos controles estabelecidos, que ocorreram no início da implementação na empresa referenciada, apesar de evitáveis, fazem parte do que



pode ser considerado como uma lição aprendida, comum à maioria das organizações que entram na jornada do Seis Sigma.

#### **4.5- Dedicção dos Master Black Belts e Black Belts**

Apesar de algumas poucas consultorias considerarem que a dedicação dos Black Belts poder ser feita de modo parcial sem afetar os resultados obtidos com o Seis Sigma, a literatura consultada é muito enfática na questão da necessidade de ***dedicação em tempo integral*** por esses profissionais ao Seis Sigma, como um dos fatores de sucesso.

Por parte das organizações, em muitos casos, devido à dificuldade de liberação de pessoas para treinamentos e atuação como Master Black Belts e Black Belts, haverá uma tendência natural em optar pela dedicação parcial. Por outro lado, muitas consultorias serão tentadas a criar alternativas para que isso seja atendido. A dúvida fica para ser respondida no longo prazo.

No caso da empresa referenciada, ocorreu a concorrência do trabalho de um dos Black Belts, com outra iniciativa importante no negócio, a “Manufatura Enxuta” (“Lean Manufacturing”) durante um período razoável (aproximadamente quatro meses). Quando terminou essa atividade, esse profissional praticamente voltou a ter dedicação quase que exclusiva como engenheiro de processo. Além disso, mais dois Black Belts tiveram parte de seu tempo dedicado a atividades mais rotineiras, atuando como engenheiro de processo ou coordenador de produção.

Na visão do autor, considerando a especificidade da função desse grupo de profissionais, *a dedicação em tempo integral é de fundamental importância para o sucesso da iniciativa de negócio Seis Sigma*. Esses profissionais precisam de tempo integral para aprofundamento de análise, estudo da melhor aplicação das ferramentas estatísticas, tempo de suporte e treinamento aos Green Belts e gerentes e diretores e, em última instância, para auto treinamento e desenvolvimento como técnicos e gestores.

#### **4.6- Escolha de consultoria e treinamentos**

Está ocorrendo uma proliferação muito grande de empresas oferecendo consultorias na implementação da Metodologia Seis Sigma. Enquanto traz um aspecto positivo de livre competição e preços mais realistas no mercado, introduz um fator de risco maior em realmente ter capacitação adequada, principalmente em termos de vivência prática na aplicação. O risco aumenta quando a capacitação da consultoria está muito ou totalmente associada à vida acadêmica.

A Alcan Alumínio do Brasil passou por essa experiência. Todas as consultorias utilizadas têm méritos próprios, respeito no mercado e contribuíram na implementação. Caso consiga perpetuar o relacionamento com a quarta consultoria envolvida – a atual – é provável que a disseminação da Cultura seja um pouco menos difícil e que os resultados no longo prazo sejam perpetuados. Outro aspecto que deve ser ressaltado, é que o movimento Seis Sigma no Brasil é muito recente, uma vez que iniciou em 1997.

Considerando que os treinamentos associados ao Seis Sigma são essenciais ao sucesso, é um item importante e que deve ser acompanhado com muito cuidado.

Há também uma grande variação no nível de investimento, para a formação de um mesmo profissional de Seis Sigma, entre as organizações prestadoras de consultoria e acompanhamento de projetos. Sempre que possível, é mais atrativo economicamente o curso “In Company”, além de permitir uma maior troca de informações entre os empregados em treinamento.

#### **4.7- Utilização de Master Black Belts e Black Belts nas áreas**

Em algumas organizações há uma tendência de considerar que esses profissionais devem se dedicar apenas à atividade fim da empresa (“core business”). Assim, em empresas de manufatura, a tendência é direcionar os projetos apenas ao controle de processos das unidades industriais. Como insistentemente comentado nesse trabalho, a Metodologia Qualidade Seis Sigma deve ser entendida como uma **iniciativa do negócio** e deve ser aplicada a todas áreas e funções da organização.

No caso da Alcan, decidiu-se direcionar os primeiros esforços do Seis Sigma às manufaturas, para depois, decidir sobre o direcionamento às áreas transacionais.

#### **4.8- Acompanhamento de projetos**

Além de ser uma necessidade intrínseca a qualquer projeto o acompanhamento de resultados e da confrontação de investimento versus o retorno financeiro, na iniciativa do Seis Sigma isso tem ainda um caráter gerencial complementar que é a formação da Cultura necessária à mudança na forma de conduzir os negócios e de solucionar problemas. Se bem executado o acompanhamento, demonstrará a constância de propósitos e alimentará a motivação dos empregados e colaboradores para a disseminação da Cultura e consolidará a necessidade de disciplina para se alcançar o sucesso.

Por razões de falta de pessoa especificamente designada para fazer esse acompanhamento, isso só começou a ser feito na Alcan um ano após o início dos projetos, usando um estagiário de engenharia. Além desse acompanhamento, foi

implantando também um relatório executivo semanal, distribuído aos principais envolvidos, como Diretor, gerentes, Black Belts e Green Belts. Numa simples folha, são colocadas as informações, em base acumulada, de projetos abertos, em andamento e cancelados, bem como dados financeiros.

#### **4.9- Estimativas de ganhos e validação financeira**

Na maioria das organizações praticantes do Seis Sigma, sempre é feita uma estimativa de ganhos, quando da definição dos projetos e de ganhos reais ao final, usando-se especialistas da área financeira. Essa prática, tem duas componentes importantes: a) Criar uma seletividade do que é mais atrativo aplicar a metodologia no momento, face às limitações de recursos existentes e, b) Criar e manter uma cultura de associação econômica aos problemas e/ou oportunidades existentes no negócio, sejam relacionados a processos industriais ou administrativos.

Logicamente, existirão projetos Seis Sigma de caráter prioritário sem estimativas de ganhos e que são passíveis da aplicação da metodologia. Tipicamente, são projetos que atendem demandas específicas de Clientes, do mercado em geral, de caráter ambiental, saúde e segurança e satisfação de empregados e colaboradores.

Para se calcular as estimativas de ganhos, e não só os financeiros, é essencial a aplicação das ferramentas estatísticas, principalmente os estudos de capacidade dos processos em questão. A confrontação estatística da situação do processo atual e do potencial de melhoria, usando os indicadores estatísticos Cp, Cpk, z bench, PPM (defeitos, erros e falhas em partes por milhão) e z st – curto prazo versus z shift – deslocamento, através do software Minitab contribuem muito na seletividade dos projetos.

*Nota: z bench é um indicador estatístico na Metodologia Qualidade Seis Sigma, que indica o melhor potencial de um processo em atender a uma determinada especificação e que equivale ao “nível sigma” (escala de 1 a 6) do mesmo. Pressupõe uma amostragem de curto prazo, em que todas as fontes de variação, indicadas pelos 6 M – Método, Material, Meio Ambiente, Medição, Máquina e Mão-de-Obra estejam sob condições totalmente controladas, ou seja, nem mesmo causas comuns estejam atuando.*

Além da participação direta do “Champion”, Master Black Belts e Black Belts nessa análise e decisão, especialistas da área financeira devem ser envolvidos e desempenhar um papel ativo na aplicação do Seis Sigma.

## **5- CONCLUSÕES**

Como aspectos considerados mais críticos para o sucesso da implementação da Metodologia Qualidade Seis Sigma, e a obtenção e perpetuação dos resultados qualitativos e financeiros, sugere-se dar atenção especial a:

### **Mudança de Cultura**

- Requer uma mudança de Cultura significativa na maneira como uma organização conduz seus negócios no dia-a-dia;
- Criar ou aprimorar a prática de trabalho em equipe, a base estatística para a tomada de decisões, a transparência nas informações e relacionamentos pessoais, o incentivo ao questionamento contínuo sobre como as coisas são feitas e a credibilidade dos dados e informações.

### **Uso de metodologia e disciplina para solução de problemas**

- Promover a receptividade das pessoas no uso de uma metodologia estruturada para solução de problemas e, muita disciplina para não saltar as etapas da mesma.

### **Dedicação dos especialistas Seis Sigma**

- Garantir que a dedicação dos Master Black Belts e Black Belts seja integral (“full time”) à iniciativa do Seis Sigma;
- Sugere-se que essa dedicação seja no mínimo de dois anos.

### **Acompanhamento de projetos**

- Acompanhar o andamento dos projetos, com igual atenção os aspectos técnicos (ex: Cp, Cpk, z bench, PPM) e os ganhos financeiros;

- Usar o acompanhamento como um fator de propagação da motivação e disseminação da Cultura Seis Sigma;
- Envolver os especialistas da área financeira, dando suporte à decisão na priorização dos projetos, face às potencialidades de ganhos e a validação, quando da conclusão dos mesmos.

Nota: A participação direta da área financeira dá credibilidade à iniciativa e *quantifica de forma inequívoca os ganhos financeiros*, o que normalmente constitui fontes de críticas aos programas tradicionais de qualidade, tais como ISO 9000, QS 9000 e TQM.

### **Número de especialistas Seis Sigma**

- Garantir um número equilibrado de especialistas Seis Sigma (Master Black Belts, Black Belts e Green Belts);
- Garantir também a designação de Black Belts para as *áreas transacionais*;
- Garantir um significativo percentual (15 a 30%) de empregados atuando como Green Belts, propiciando o ***poder de multiplicação do Seis Sigma***.

### **Comunicação do Seis Sigma**

- Suportar o Seis Sigma por um forte sistema de comunicação;
- Garantir que todos os empregados da organização tenham a visão do caminho que a organização pretende percorrer no longo prazo e sejam capazes de sentir e vivenciar a transformação;
- Implementar a *Gestão do Conhecimento* associado ao Seis Sigma.

### **Associação com as demandas de Clientes e Planejamento Estratégico**

- Garantir a contemplação das Necessidades e Expectativas dos Clientes dentro da Iniciativa de Negócios Seis Sigma;
- Garantir a associação do Seis Sigma com os Objetivos Estratégicos da organização;
- Avaliar a oportunidade de aplicar a ferramenta QFD no Desdobramento de Objetivos Estratégicos em todos os níveis e funções da organização;
- Aproveitar o Desdobramento de Objetivos Estratégicos como a principal fonte de projetos Seis Sigma.

### **Consultorias e treinamentos**

- Avaliar com bastante cuidado a organização que fornecerá consultoria e treinamentos na implementação da Metodologia Qualidade Seis Sigma;

- Dar preferência a organizações de consultoria e treinamento que tenham vivência prática na implementação da metodologia, principalmente com relação aos instrutores.

### **Resultados**

- Ter em mente que os resultados qualitativos e financeiros no início serão mais significativos e que, com o passar do tempo, a exigência de disciplina na aplicação da metodologia será cada vez mais forte para que mantenha um patamar adequado de ganhos e que os mesmos sejam perpetuados;
- Os ganhos financeiros obtidos na Alcan Pindamonhangaba, avaliados pela relação ganhos/ investimentos e que estão na faixa de 6 a 7 : 1, podem ser considerados normais, para uma organização que está iniciando a jornada do Seis Sigma.

Nota: No mercado, para organizações com fortes iniciativas de Seis Sigma e com um bom nível de maturidade, essa taxa se estabiliza em torno de quatro para um.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BYRNE, J. A., *Jack Definitivo: Segredos do Executivo do Século*. Primeira Edição. Editora Campus. Rio de Janeiro, 2001.

BREYFOGLE III, F. W., CUPELLO, J. M., e MEADOWS, B., *A Practical Guide to Understanding, Assessing, and Implementing the Strategy That Yields Bottom-Line Success*. Primeira Edição. John Wiley & Sons, INC. New York, 2001.

FORTUNE, Fortune 500 - America's Largest Corporations. Top Performing Companies. *Biggest Companies, By Market Value*. [www.fortune.com](http://www.fortune.com)

FRANCO, P. C. F e ZAPPIA, M. D. *Informe Técnico QA 09/2000 - Curso Seis Sigma ("Green Belt") empresa XYZ (praticante Seis Sigma, Manufatura)*, Março 2000, Alcan Alumínio do Brasil Ltda. Pindamonhangaba, 2000. Publicação interna.

FRANCO, P. C. F. *Aplicando a Metodologia Qualidade Seis Sigma no Planejamento Estratégico das Organizações – Seminário Seis Sigma IBC – São Paulo*, Novembro 2001.

GRYNA, F. M. e JURAN, J. M. – *Juran's Quality Control Handbook*. Quarta Edição. McGraw-Hill, Inc. New York, 1988.

HARRY, M. e SCHROEDER, R., *Six Sigma: The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*. Décima Terceira Edição. Doubleday, New York, 2000.

HARRY, M., *The Vision of Six Sigma: A Roadmap for Breakthrough*. Quinta Edição. Sigma Consultants, LLC. Phoenix, 1997.

HUTCHINS, G. - *The Quality Book, (Customer Satisfaction and Focus, Product Development and Quality)*, Primeira Edição. Quality Plus Engineering. Portland, 1996.

MUNRO, R. A. *Six Sigma for the Shop Floor – A Pocket Guide*. Primeira Edição. – American Society for Quality, Milwaukee, 2001.

OLIVEIRA, D. P. R. - *Planejamento Estratégico: Conceitos , Metodologia e Práticas*. Décima Quinta Edição. Editora Atlas. São Paulo. 2001.

QSP - Seminário *Seis Sigma: A Nova Estratégia das Empresas de Sucesso*. São Paulo. Fevereiro 2000.

RAMA, C. A. - *QFD: Desdobramento da Função Qualidade*, Revisão 1, Universidade CDQ de Six Sigma, Campinas. Março 2001.

REVELLE, J. B., MORAN, J. W., e COX, C. A., *The QFD Handbook*. Terceira Edição. John Wiley & Sons, INC. New York, 1998.

SNEE, R. D. - Dealing With the Achilles' Heel Of Six Sigma Initiatives – Project selection is key to success. *Quality Progress magazine* (pg 66 ~72). American Society for Quality. Milwaukee, Março 2001.



Autorizo cópia total ou parcial desta obra, apenas para fins de estudo e pesquisa, sendo expressamente vedado qualquer tipo de reprodução para fins comerciais sem prévia autorização específica do autor.

Paulo César Ferreira Franco

Taubaté, dezembro 2001.