

SEIS SIGMA, ISO 14000 E QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) FERRAMENTAS GERENCIAIS NAS ORGANIZAÇÕES PARA MELHORIA DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

Nara Stefano (UFSM)

stefano.nara@gmail.com

Alexandre Chapoval Neto (UFSM)

Chapoval_alex@yahoo.com.br

Leoni Pentiado Godoy (UFSM)

Leoni@smail.ufsm.br



As exigências do consumidor e o crescimento do fator competitividade obrigaram às organizações a aprimorarem seus processos, produto e serviços para atender às exigências de um mercado dinâmico e de consumidores cada vez mais exigentes. Esse diferencial, na busca incessante pela maior participação no mercado, manifesta-se na implementação de programas de qualidade. Este artigo tem por objetivo apresentar um estudo do Seis Sigma, ISO 14000 e QFD, realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica dos respectivos conceitos, considerando as dimensões: objetivo, foco, vantagens, desvantagens e barreiras para a implantação. Busca-se analisar os pontos comuns e divergentes e assim verificar a possibilidade de trabalhar essas iniciativas em conjunto. Os resultados permitiram visualizar a possibilidade de trabalhar com as iniciativas em conjunto, uma vez que estas possuem pontos em comum, sendo que a diferenciação de foco pode ser uma vantagem no sucesso da implantação.

Palavras-chaves: Seis Sigma; ISO 14000; Quality Function Deployment; Gestão da Qualidade.

1. Introdução

Na atualidade verifica-se que a gestão da qualidade está sendo considerada como um fator decisivo para a melhoria do desempenho e permanência da organização no mercado. Na busca pela qualidade, as organizações aperfeiçoam processos, melhoram produtos e serviços objetivando a satisfação dos clientes. Visando encontrar maneiras de diferenciação da concorrência e alcançar desempenho superior são algumas das regras que as organizações adotam para se manter no ambiente a fim de obter eficácia operacional. Neste cenário, a eliminação de desperdícios, adoção de tecnologias avançadas, desenvolvimento de novos produtos, envolvimento dos colaboradores e a melhoria contínua dos processos de produção, se tornam a base de sustentação dos negócios.

Neste cenário surge como alternativa para diminuir custos e melhorar a qualidade, a implementação de iniciativas, como: Seis Sigma, ISO 14000 e QFD. Todo esse investimento e aplicação dessas ferramentas têm o objetivo de identificar oportunidades, estabelecer prioridades, elaborar planos de ação, avaliar resultados e promover melhorias. Essas metodologias podem ser implementadas separadamente ou em conjunto, independente da decisão, na prática a implementação dessas ferramentas exige vários requisitos em termos de recursos materiais, financeiros e humanos.

Este estudo tem por objetivo rever os conceitos de Seis Sigma, ISO 14000 e QFD, analisá-los a partir dos seguintes itens: objetivo, obstáculos para implantação, vantagem e dessas ferramentas.

2. Revisão da literatura

2.1 Gestão da Qualidade

O conceito de qualidade começa com o objetivo de correção de erros ou defeitos, evoluindo até o estágio onde as causas dos defeitos eram identificadas com a finalidade de corrigir os processos.

A era da qualidade coexiste com um fator social, que, envolvido nesse cenário, traz às organizações novas exigências, dentre as quais, se destacam a redução das barreiras internacionais, a realização de esforços uniformes relativos à forma e ao padrão de qualidade de produtos e/ou serviços ofertados (SARTORELLI, 2003). A adoção de programas de qualidade total, entre os anos de 1970 a 1990, sob influência do modelo de trabalho japonês, auxiliou as organizações no estabelecimento de diretrizes e conseqüente racionalização dos processos, com diminuição do tempo para sua execução e com os custos envolvidos.

Os métodos de gestão da qualidade evoluíram no sentido de capacitar a organização para o mercado, procurando antecipar às necessidades dos clientes. A evolução dos métodos da gestão da qualidade requer uma integração tanto vertical (diretrizes) quanto horizontal (processos e atividades) da empresa.

Os pilares da gestão da qualidade são a orientação por objetivos e pelo cliente. Isto significa que a gestão da qualidade dos produtos se preocupa com a visão e a missão organizacional, alcançando os objetivos e atingindo as metas. Tudo isso satisfazendo o interesse dos *stakeholders* (ALVES & VIEGAS, 2007).

Deste modo a gestão da qualidade é um conceito amplo que engloba todas as funções e atividades de uma organização, projetando-se a fornecedores e clientes, e tem sido gerado

como resposta das demandas de um comércio globalizado e cada vez mais competitivo.

2.2 Seis Sigma

Desenvolvido pelo engenheiro Bill Smith, da divisão de comunicações da Motorola, em 1986, para resolver o crescente aumento de reclamações relativas às falhas no produto. O método padronizou a maneira de contagem dos defeitos e definiu um alvo, próximo à perfeição, o qual foi denominado de Seis Sigma. Esta estratégia auxiliou a Motorola no alinhamento dos processos às necessidades do cliente, na mensuração e aprimoramento do desempenho dos processos críticos e na documentação. O trabalho resultou na obtenção do prêmio *Malcolm Baldrige National Quality Award* (Prêmio Nacional da Qualidade dos EUA) em 1988. Para Chakrabarty & Tan (2007) a Motorola revolucionou a extensão e uso de sistemas de qualidade. Os elementos básicos do Seis Sigma não são novos: Controle Estatístico do Processo (CEP), Análise do Modo e Efeito das Falhas (FMEA), PDCA (Planejar, Realizar, Verificar, Atuar para corrigir), entre outras ferramentas. Esta metodologia une estas ferramentas de qualidade com apoio eficiente da administração de alto-nível.

O Seis Sigma é uma forma de abordar a maioria das operações das organizações como sistemas e subsistemas além de melhorar ou criar processos e produtos inseridos nesses sistemas, eliminando causas que não agreguem valor (KUMAR ET AL., 2007). Pode-se dizer que se trata de um modo de reduzir a variação do processo e, conseqüentemente, o valor do sigma. Iniciado pelo conhecimento da necessidade do cliente baseia-se em dados e fatos e na utilização de ferramentas estatísticas para identificar as causas responsáveis pelos problemas.

Além da Motorola, outras empresas obtiveram êxito com o programa Seis Sigma: *General Electric, Allied Signal, Honeywell, Ford*. Quando avaliado os motivos do sucesso, constatou-se que todas essas empresas tiveram uma condição idêntica em seus programas Seis Sigma, ou seja, o rigor e a prática de se seguir à risca o conceito de disciplina.

2.3 Princípios da metodologia Seis Sigma

Pande, Neuman & Cavanagh (2002) destacam os seis principais princípios da metodologia Seis Sigma:

- a) *Foco genuíno no cliente*: as melhorias são definidas pelo seu impacto sobre a satisfação e valores dos clientes.
- b) *Gerenciamento Dirigido para Dados e Fatos*: ajuda gerentes a responderem duas perguntas essenciais para apoiar decisões e soluções dirigidas por fatos: de que dados/informações eu realmente preciso? e; Como usamos estes dados/informações para obter benefício máximo?
- c) *Foco em Processo, Gestão e Melhoria*: projetando produtos e serviços, medindo desempenho, melhorando a eficiência e a satisfação do cliente, o Seis Sigma posiciona o processo como o veículo chave para o sucesso.
- d) *Gestão Pró-ativa*: considerando o ambiente competitivo atual, de estreitamento da margem de erro, ser pró-ativo é a única maneira de se antecipar.
- e) *Colaboração sem Fronteiras*: expande as oportunidades de colaboração, pois as pessoas aprendem como seus papéis se encaixam na empresa e podem reconhecer e medir a interdependência das atividades em todas as partes de um processo. Logo, propicia o trabalho em equipe.

f) *Impulso á Perfeição, Tolerância ao Fracasso*: qualquer empresa que fizer do Seis Sigma seu objetivo terá constantemente que se forçar ser cada vez mais perfeita estando, ao mesmo tempo, disposta a aceitar e controlar obstáculos ocasionais.

2.4 Modelo DMAIC

A metodologia Seis Sigma utiliza como ferramenta de condução o DMAIC (Definir-Medir-Analisar-Implementar-Controlar). O DMAIC é uma estruturada, disciplinada e rigorosa abordagem para alcançar a melhoria do processo composta por cinco fases, onde cada etapa está logicamente ligado com o passo anterior, assim como o posterior. Os cinco passos para a execução de trabalhos sob a filosofia do Seis Sigma são estabelecidos pelo ciclo DMAIC, descrito a seguir.

a) **D - Define (Definir)**: defina com precisão as metas e objetivos estratégicos de melhoria, através de projetos de melhoria de grande potencial e que sejam direcionados às características críticas do cliente, sem deixar de dar prioridade de ganhos mensuráveis e sustentáveis. Transforme as necessidades e desejos dos clientes em especificações do projeto.

b) **M - Measure (Medir)**: a existência de um sistema de medição de desempenho estruturado é um ponto de partida crucial nesta fase, para identificar os pontos críticos e passíveis de melhoria. Desta forma evitando gastos adicionais de recursos para repor o nível de produção, insumos, tempo, mão-de-obra para executar a atividade. Esses custos precisam ser mensurados. Nessa fase, são utilizadas ferramentas básicas, como as métricas Seis Sigma, Análise de Sistemas de Medição (MSA), Análise de Modos de Falha e Efeitos (FMEA) (TANNOCK, BALOGUN & HAWISA, 2007).

c) **A - Analyse (Analisar)**: analise o sistema para identificar formas de eliminar as falhas entre o desempenho atual do sistema ou processo e a meta desejada. Normalmente neste passo se utiliza a ferramenta FMEA.

d) **I – Improve (Implementar)**: seja criativo para fazer as coisas melhor, de forma mais econômica e rápida, pois a melhoria do processo alvo é obtida por projetos que englobem soluções criativas para fixar e prevenir problemas. Consiste no desenvolvimento de Projetos de Experimentos (DOE), com o objetivo de conhecer a fundo cada processo, por meio da mudança estrutural de níveis das operações e dos diversos fatores associados (MCCARTY, FISHER & LASALLE, 2007). As informações obtidas com o DOE auxiliam a identificar os ajustes necessários das variáveis-chaves para modificar e otimizar o referido processo (FIGURA 1).

e) **C – Control (Controlar)**: institucionalize, aperfeiçoando os sistemas de remuneração, incentivos, política, procedimentos, de planejamento das necessidades de material, orçamento, instruções operacionais e outros sistemas de gerenciamento. Um Plano de Controle deve ser estipulado para que o processo seja previsível e consistente e, assim manter os ganhos conquistados pelo projeto.

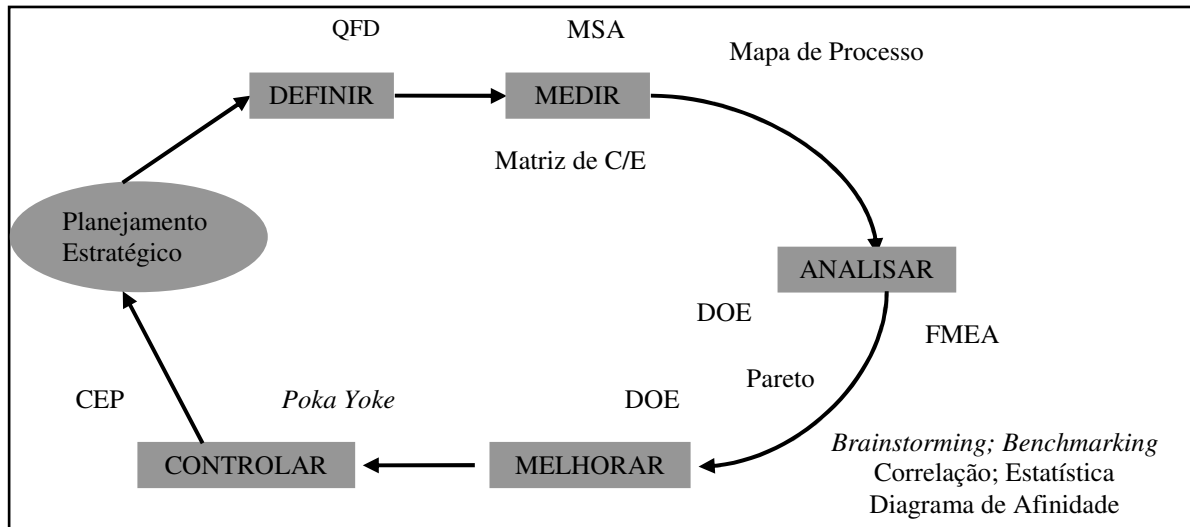


Figura 1 – Fluxo DMAIC e as ferramentas utilizadas
Fonte: SILVA (2007)

Segundo Pande, Neuman & Cavanagh (2002) as vantagens do DMAIC, são:

- Começando de novo:* se o modelo atual é percebido como parte de iniciativas de qualidade fracassadas ou desacreditadas, o DMAIC pode ajudar a posicionar o Seis Sigma com abordagem realmente diferente, contribuindo para a melhoria contínua.
- Dando novo contexto a ferramentas conhecidas:* nova oportunidade de aprender e praticar ferramentas conhecidas e acrescentar algumas novas.
- Criando uma abordagem consistente:* a decisão de “escolher um modelo para melhorar e ficar com ele” pode ser uma forma importante de usufruir a força do Seis Sigma.
- Colocando prioridade em Medição e Controle:* muitos modelos não agregam a validação das necessidades dos clientes tanto interno como externos, tal qual faz o DMAIC num subpasso importante da fase Definir. Esta garantia vem da perfeita troca de responsabilidade entre líder do projeto e o dono do processo, no momento do fechamento do projeto.
- Determinação eficaz do “entitlement”:* é um conceito chave para o Seis Sigma. É a melhor resposta possível de um processo em termos de rendimento, qualidade, velocidade e desempenho. Conforme Scatolin (2005) *entitlement* define o que é o melhor possível, fornecendo o melhor nível de desempenho o qual, indica a orientação que deve ser seguida. Conforme o conhecimento do processo vai se aprofundando naturalmente o *entitlement* vai aumentando.

O DMAIC é uma metodologia mais utilizada por companhias norte-americanas onde se emprega o Seis Sigma com o objetivo de realizar melhorias, projetar/reprojetar produtos/ou serviços e processos. Se o PDCA for comparado com o DMAIC verifica-se que há pequenas variações, com maior ênfase em uma ou outra etapa de cada metodologia (FIGURA 2).

O PDCA é conhecido mundialmente e utilizado para a melhoria e inovação de produtos, serviços e processos. Enquanto para Werkema (2002) as organizações que utilizam o método PDCA não precisam mudar a metodologia para implementar o programa Seis Sigma.

O Seis Sigma mede a variabilidade ou distribuição dos dados. Nível de qualidade Seis Sigma, significa que a variação do processo está contida seis vezes nos requisitos do cliente. Quanto

maior o sigma do processo melhores serão os produtos/ou serviços e satisfação dos requisitos do cliente – ou menor o número de defeitos. O padrão Seis Sigma, de 3,4 problemas por milhão (pm) de oportunidade, é uma resposta ao aumento do nível de expectativas dos clientes e à crescente complexidade dos padrões e processos modernos (REBELATO & OLIVEIRA, 2006). Na verdade o preceito técnico do Seis Sigma é medir o desempenho atual e determinar quantos sigmas podem ser medidos a partir da média corrente até que ocorra a insatisfação do cliente.



FIGURA 2 - Comparação entre os métodos DMAIC e PDCA de melhorias
Fonte: AGUIAR (2002, p. 205)

O nível de qualidade Seis Sigma representa um desempenho de 99,99966% de conformidade ou 3,4pm de não conformidade. Mesmo assim um desempenho de 99,9% não é bom o suficiente. Quando as coisas são reduzidas a números, tornam-se, mais claras. Na prática 99,9% bom equivale: 18.000 perdas de artigos do correio a cada hora; 20.000 prescrições de medicamentos errados a cada ano.

3. Norma Ambiental ISO 14000

Essa norma foi inspirada na norma inglesa *British Standard 7.750, Specification for Environmental Systems* (Especificação de Sistemas de Gerenciamento), lançada em caráter experimental em 1992 o padrão do ISO 14000, publicado em 1996, estabelece um modelo da referência para executar sistemas de gerência ambientais nas organizações. Estes sistemas podem ser definidos como parte de uma gerência global das organizações que abrange a estrutura organizacional, as atividades do planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e os recursos requeridos para elaborar, aplicar, rever e manter a política ambiental da organização.

A estrutura e a filosofia da ISO 14000 são muito similares a ISO 9000. A ISO 14000 não é projetada para medir o impacto ambiental das organizações que a executam, mas formaliza e padroniza os procedimentos relacionados aos processos do impacto ambiental na organização. Durante a elaboração do padrão do ISO 14000, o comitê que o criou, comitê técnico 207 do ISO (ISO/TC207), realizou mudanças neste padrão, para que fosse extensivamente aceito, tinha de ser compatível com ISO 9000. Isso porque, conforme Poksinska, Dahlgaard & Eklund (2003) a execução de ISO 9000 facilitou claramente a execução subsequente de ISO 14000.

A primeira norma da série ISO 14000 é a ISO 14001 que fixa as especificações para a certificação e avaliação de um sistema de gestão ambiental de uma organização. Ou seja, não haverá certificação ISO 14000, mas, sim, uma certificação baseada na ISO 14001, norma esta

que é a única da família ISO 14000 que permitirá ter um certificado de Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA) (SEBHATU & ENQUIST, 2007). A Figura 3 mostra as normas que fazem parte da série ISO 14000:

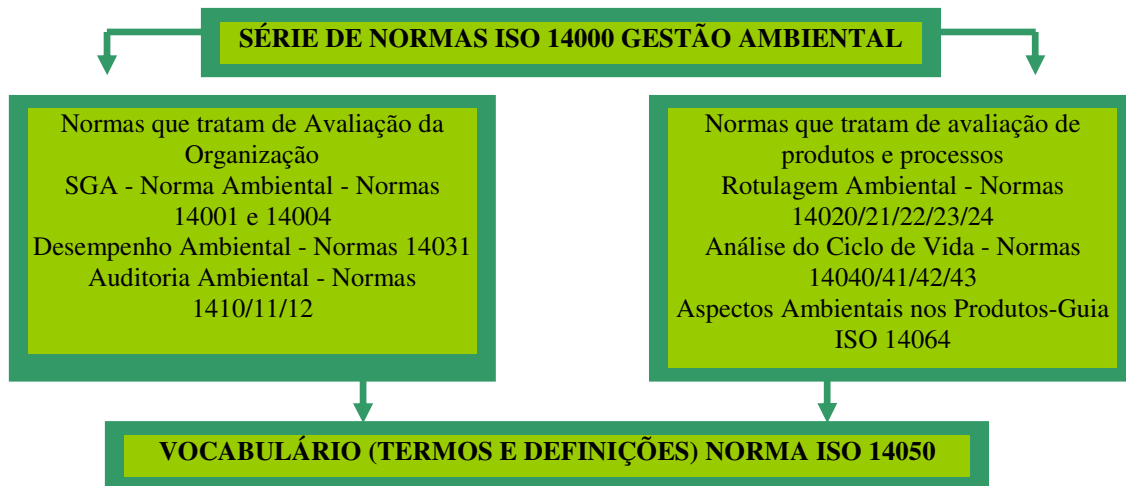


FIGURA 3 - Série ISO 14000
 Fonte: BARBIERI (2006)

Chan & Ho (2006) destacam alguns requisitos necessários à organização para obter a certificação ISO 14001: Política Ambiental; Planejamento (aspectos ambientais, requisitos legais e outros, objetivos, metas e programa(s)); Implementação e Operação (recursos, funções, responsabilidade e autoridade, competência, treinamento e conscientização, comunicação, documentação, controle e documentos, controle operacional, preparação e atendimento a emergências); Verificação e Ação Corretiva (monitoramento e medição, avaliação da conformidade, não-conformidade, ação corretiva e preventiva, controle de registros, auditoria interna); Análise Crítica pela Direção.

No decorrer do ano 2004, a NBR ISO 14001:1996 sofreu modificações não significativas, para fins de compatibilizar a norma com os padrões da série ISO 9000:2000, ao assegurar que os padrões possam ser compreendidos e utilizados por qualquer tipo de empresa ao redor do mundo.

3.1 Benefícios adquiridos pelas empresas com a melhoria de seu desempenho ambiental

A empresa deve, antes de tudo, atender às necessidades de seus consumidores. Caso contrário vende menos, seus clientes passam a dar preferência a concorrentes, incorrendo desta forma em prejuízo. Ao fazer a escolha de um dado produto ou serviço, cada cliente pensa em três aspectos, independente do que adquire. Os aspectos considerados são: a satisfação do cliente, o preço e as condições de entrega.

De acordo com Moura (2004), existem produtos aos quais o consumidor não procura para comprar e que lhe são impostos pelas organizações, à margem do processo de comercialização, são: os poluentes, resíduos de varias espécies, odor, ruído, materiais que além de incomodar e piorar a qualidade de vida dos consumidores causando-lhes grandes prejuízos. A proteção ambiental passou a ser uma preocupação mundial das organizações para com seus clientes. As organizações preocupadas com o objetivo de fidelizar os clientes e são se estruturando para atender melhor a preservação do meio ambiente, criando áreas específicas para atuar interna e externamente em melhorias de desempenho ambiental.

Link & Naveh (2006); Sebhatu & Enquist (2007) destacam algumas razões relativas à preocupação ambiental nas organizações, como: maior satisfação dos clientes; valorização da imagem pública da empresa (*ecomarketing*); conquista de novos mercados; redução de custos; melhoria do desempenho da empresa com o aumento da produtividade; redução de riscos; maior permanência do produto no mercado; maior facilidade na obtenção de financiamento; maior facilidade na obtenção de certificação e etc. Quanto às desvantagens destacam: excesso de burocracia para se alcançar a certificação; limita a responsabilidade pela qualidade a pequenos grupos dentro da organização.

3.2 Implantação de um Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA)

De acordo com Seiffert (2006) a evolução das iniciativas ambientais nas organizações trouxe a necessidade da gestão ambiental ser tratada enquanto sistema. Um SGA – 14001 têm entre seus elementos integrantes da política ambiental, o estabelecimento de objetivos e metas, o monitoramento e medição de sua eficácia, a correção de problemas associados à implantação do sistema, além de sua análise e revisão como forma de aperfeiçoá-lo, o que vem a melhorar o desempenho ambiental na sua totalidade. Para implantar um SGA deve-se seguir um roteiro indicado na própria ISO 14001 que na verdade resume-se na ferramenta gerencial PDCA (Planejar, Realiza, Verificar, Atuar para corrigir) e recomeçar um novo ciclo.

A implementação de um SGA é uma das melhores maneiras de conseguir obter melhorias de desempenho ambiental em uma organização. Assim, o SGA apresenta-se como um processo estruturado que possibilita a melhoria contínua num ritmo estabelecido pela organização de acordo com suas circunstâncias, inclusive econômicas (FALANDO EM QUALIDADE, 2004).

A Figura 4 apresenta o modelo de SGA da família ISO 14000 tendo como ponto de partida o comprometimento da alta administração e a formulação de uma política ambiental.



FIGURA 4 - Ciclo PDCA para o sistema de gestão ambiental - ISO 14001
Fonte: Adaptado da NBR-ISO 14001

Conforme a NBR ISO 14001, o SGA é a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.

As empresas de diversos ramos que tratam com descaso seus problemas ambientais tendem a incorrer em custos mais elevados com multas, sanções legais, além da perda de

competitividade de seus produtos em um mercado cujos consumidores valorizam, cada vez mais, a qualidade de vida e, conseqüentemente, produtos e processos produtivos em harmonia com o meio ambiente. A situação é contrária àquela imaginada, de que os custos ambientais podem inviabilizar a empresa ou reduzir seus lucros.

Castro (2006) salienta que as desvantagens em não implantar um SGA estão diretamente ligadas às barreiras não tarifárias, impostas por países desenvolvidos. Um sistema de normalização ambiental como a série ISO 14000 pode abrigar em suas entrelinhas mecanismos de proteção de mercado. Outro aspecto colocado pelos países em desenvolvimento são os rótulos ambientais (Selo Verde), sendo que, os programas de rotulagem, por sua falta de flexibilidade, poderão representar futuramente barreiras e restrições ao comércio internacional.

No entanto empresas que adotam as boas práticas ambientais são mais bem sucedidas nas metas de prevenção e de melhoria contínua para identificar formas de redução de custos, e oportunidades para atender um mercado crescente para os produtos e serviços tecnologicamente mais limpos.

4. Desdobramento da Função Qualidade - *Quality function Deployment* - QFD

O QFD surgiu através da aplicação e desenvolvimento dos modernos conceitos da gerência da qualidade no Japão. Inicialmente foi utilizada pela Mitsubishi – KOBE Shipyard na fabricação de navios. A Toyota solucionou um dos maiores problemas que atingia a organização a insatisfação dos clientes devido à ferrugem nos seus veículos. Através da metodologia QFD, agregada a métodos de projeto robusto, conhecidos como métodos de Tagushi, desenvolvidos pelo engenheiro japonês Genishi Tagushi.

Segundo Miguel *et al.* (2003), o QFD é um processo sistemático para traduzir os requisitos dos clientes em características de qualidade dos produtos, permitindo documentar as informações necessárias ao processo de desenvolvimento dos mesmos. O enfoque do método é um dos itens mais importantes, tanto do ponto de vista dos clientes quanto da organização, que possibilita a criação de um mecanismo para obter vantagens competitivas sobre as empresas concorrentes.

O QFD permite que uma grande quantidade de informações seja reunida, de maneira concisa, em um pequeno número de documentos, os diagramas QFD. Esta metodologia é um sistema flexível disciplinado auxiliando a segurança dos desejos e necessidades dos clientes (GODOY, 2000). O QFD apresenta diferentes abordagens alternativas, desde as mais simples às mais sofisticadas. Cada modelo conceitual que essas abordagens apresentam deve ser criteriosamente analisado a fim de se escolher o melhor caminho para o desdobramento, de acordo o setor de estudo e os objetivos, os quais se pretende atingir com a metodologia.

O QFD consiste em converter as demandas dos consumidores em características de qualidade e em desenvolver um projeto de qualidade para um produto acabado, desdobrando as relações entre demandas e características (AKAO, 1997). Ou seja, o conceito de Akao a respeito do QFD abrange os seguintes pressupostos:

- a) Abordagem por projeto versus abordagem analítica: as atividades que garantem qualidade devem ser praticadas do início ao fim do processo.
- b) Solução antecipada versus solução postergada: problemas devem ser evitados antecipadamente para evitar prejuízos.

c) Qualidade positiva versus qualidade negativa: captar a voz do cliente, para que o produto tenha aceitação no mercado.

d) *Marketing in versus product out*: coloca-se no papel de consumidor, “abandonado” a concepção da organização. Como se pode, ver os pressupostos citados acima mostram a constante preocupação com a total satisfação do cliente.

4.1 Abordagem do QFD

Várias são as abordagens sobre o QFD, mas a mais utilizada é a da Akao. Essa abordagem é considerada uma das mais completas, além de cumprir com as funções próprias do QFD assegurar a garantia à qualidade de processos. Para Gonzalez *et al.* (2008) os requisitos do consumidor se convertem em desdobramentos sistemáticos das relações entre esses requisitos e as características do produto (melhorar a comunicação das expectativas dos clientes com a organização). A qualidade global do produto surgirá desta rede de relações (*marketing*, pesquisa e desenvolvimento, engenharia do produto, projeto do processo, produção e qualidade). Akao contempla oito etapas que podem ser desdobradas em até vinte e sete etapas possíveis a serem desdobradas de acordo com a especificidade de cada projeto, as mesmas encontram-se descritas sucintamente a seguir:

a) *Desdobramento da qualidade desejada*: definição do produto; coleta de dados e qualidade demandada; análise de competitividade e definição de pontos fortes de *marketing*.

b) *Desdobramento das características de qualidade do produto*: desdobramento das características da qualidade; análise competitiva das características de qualidade; desdobramento da qualidade; análise de reclamações; qualidade planejada; avaliação para decisões no desenvolvimento do produto.

c) Desdobramento da tecnologia para a engenharia: matriz de desdobramento das funções.

d) Desdobramento dos sub-sistemas: matriz de desdobramento dos sistemas; análise de reclamações, características de qualidade, confiabilidade, segurança e custos; qualidade do produto e definições das partes críticas: é reavaliada a qualidade planejada; melhoria através de DOE, FMEA, etc.; itens de avaliação da qualidade; Revisão de projeto: *feedback* resultante de discussões com os fornecedores.

e) Desdobramento das partes: tabela de desdobramento das partes.

f) Desdobramento dos métodos de manufatura: Pesquisa e desdobramento dos métodos de manufatura;

g) Desdobramento para pontos de controle do processo: padrões de qualidade, padrões de operação e padrões de inspeção; Revisão do projeto e avaliação do protótipo.

h) Desdobramento para o chão-de-fábrica: matriz de controle de qualidade do processo; pontos de controle de processo *via* desdobramento inverso das funções; gerenciamento por prioridades; desdobramento de fornecedores externos; análise ativa de causa-e-efeito; *feedback* para alterações do produto ou desenvolvimento de novos produtos.

O QFD utiliza uma série de matrizes onde se consideram as especificações para o produto/serviço de forma ampla, decompõe os mesmos em atribuições de ação específicas. As matrizes geradas pelo QFD contém informações e dados necessários para que a qualidade desejada seja obtida. Contudo, as informações das matrizes devem ser desdobradas.

Mas existem algumas confusões em torno da terminologia QFD a partir de sua introdução nos

EUA. Existe uma corrente de estudiosos que considera errônea a utilização do termo QFD como ele tem sido proposto nos países ocidentais (MIGUEL *ET AL*, 2003). Para estes estudiosos, o termo QFD é muito restrito, pois representa apenas uma das fases do desdobramento da qualidade, por isto sugerem que a metodologia fosse chamada apenas de Desdobramento da Qualidade, como ocorre no Japão. Este é um termo mais amplo e engloba todas as fases de desdobramento existentes. Com o intuito de esclarecer conflito Campos (2004) explica a abrangência de cada um dos termos no ponto de vista dos japoneses através da Figura 5:

	Etapa	Objetivo	Observação
Desdobramento da Qualidade	Desdobramento da Qualidade	Necessidade do cliente Qualidade	Inicia pela qualidade que representa todas as necessidades dos clientes. Desdobre estas qualidades até se ter as funções qualidade que são específicas do produto/serviços.
	Desdobramento da Função Qualidade	Especificação do Produto Função Qualidade Especificação de Processo	Inicia pelas funções qualidade, desdobram-se estas funções até se terem as especificações de processo.

Figura 5 - Desdobramento da qualidade no ponto de vista japonês
 Adaptado de CAMPOS (2004, p. 123)

Usualmente chamado de QFD é o desdobramento da função qualidade, ao passo que o desdobramento da função é denominado como QFD no sentido restrito. As junções desses dois desdobramentos formam o QFD amplo.

4.2 QFD: vantagens

O QFD é um sistema no qual se traduz as necessidades dos clientes em requisitos apropriados para a empresa, em cada estágio do ciclo de desenvolvimento de um produto ou serviço, desde a pesquisa e desenvolvimento até a engenharia, produção, *marketing*, vendas e distribuição.

O QFD se caracteriza como um método extremamente flexível, havendo sempre a possibilidade de serem adicionados novos recursos de acordo com as aplicações práticas de cada caso. Suas vantagens e benefícios (JIANG, SHIU & TU, 2007; GONZALEZ *ET AL.*, 2008; SHAHIN & NIKNESHAN, 2008) são muitos, por exemplo: pode ser aplicado no desenvolvimento de novos produtos ou no aperfeiçoar produtos/ou serviços já existentes; permite a melhoria da comunicação entre as áreas funcionais participantes do desenvolvimento do produto; reduz custos; qualidade no projeto com base nas qualidades exigidas pelos clientes; aumenta a satisfação dos clientes; aumenta o comprometimento com dos membros da equipe com as decisões tomadas.

Como outras técnicas de gerência oriunda do Japão, algumas limitações e problemas podem acontecer quando se aplica o QFD dentro das circunstâncias dos negócios ocidentais: as percepções dos clientes são encontradas pela análise de mercado, se for executada de uma maneira incorreta, então a análise toda pode resultar em transtorno para a organização; as necessidades dos clientes podem mudar rapidamente, o que era necessário ontem hoje não pode ser. Por isso o cuidado de se traduzir a Voz do Cliente de forma adequada para o

processo de produção de produtos /ou serviços.

5. Seis Sigma, ISO 14000 e QFD

A abordagem Seis Sigma e o QFD são inter-relacionados. No processo de desenvolvimento de produto existe uma etapa de fundamental importância, a compreensão da Voz do Cliente, ou seja, entender as necessidades, expectativas, especificações e desejos dos clientes. Numa etapa posterior traduzir na Voz do Processo, os requisitos técnicos e especificações dos componentes, produtos, processos e serviços, com o objetivo de atender a Voz do Cliente. A perfeita compreensão (MIGUEL *ET AL.*, 2003) da Voz do Cliente e a exata tradução na Voz do Processo é obtida com a utilização do método QFD.

A ISO 14000 foca na melhoria contínua do desempenho ambiental por meio de um sistema "auditável" e "certificável". Mas, por outro lado o QFD e o Seis Sigma não garantem a certificação. Obter a certificação ISO 14001 é uma boa maneira de medir o empenho e o progresso nas questões ambientais, da organização.

O Seis Sigma, devido à grande necessidade da utilização de ferramentas estatísticas, pode se tornar excessivamente caro, as economias obtidas podem ser menores do que o custo para alcançar melhorias. O Seis Sigma e a ISO 14000 limitam a responsabilidade a poucas pessoas da organização, enquanto o QFD envolve todos os funcionários. As iniciativas Seis Sigma, ISO 14000 e QFD têm como ponto em comum a melhoria contínua e satisfação do cliente. Mas cada uma dessas iniciativas divergem no foco (FIGURA 6).

Seis Sigma	ISO 14000	QFD
Objetivo	Objetivo	Objetivo
Foco: redução em: tempo do ciclo do produto defeitos e satisfação do cliente.	Foco: melhoria contínua do desempenho ambiental da empresa.	Foco: preocupação com a satisfação do cliente.
Obstáculos para Implantação: - Falta de envolvimento e comprometimento da direção; Mudança cultural; Infra-estrutura da organização; Custo e tempo gasto na implantação; Especialista com perfil adequado e com total dedicação; Integração Seis Sigma e fornecedor.	Obstáculos para Implantação: - Falta de envolvimento e comprometimento da direção; Excesso de burocracia; Dificuldade de interpretação de várias seções das normas; Medo de mudar a sistemática da empresa.	Obstáculos para Implantação: - Falta de uma política de gerenciamento; O elevado tamanho e a complexidade da matriz.

Figura 6 - Objetivos do Seis Sigma, ISO 14000 e QFD.

Fonte: REBELATO & OLIVEIRA (2006); SEBHATU & ENQUIST (2007); SHAHIN & NIKNESHAN (2008)

6. Considerações finais

O Seis Sigma, ISO 14000 e QFD têm como maior e imprescindível requisito o total comprometimento da alta administração, sem o qual, qualquer uma, das três iniciativas, pode resultar num alto nível de desgaste da organização e desta forma não obter os resultados esperados. O Seis Sigma e o QFD são inter-relacionados, enquanto a ISO 14000 pode ser implementada juntamente com as outras duas iniciativas, pois tem o papel de melhorar o desempenho da empresa frente às questões ambientais e a melhoria contínua. No entanto, é perfeitamente possível trabalhar com as três iniciativas em conjunto, aproveitando as características semelhantes e utilizando os itens diferentes para reforçar as lacunas. Cada uma dessas ferramentas tem o seu potencial e pode ajudar a organização tornar-se mais, competitiva e nenhuma pode substituir a outra, uma vez que elas apresentam características e objetivos diferentes.

Portanto, na implementação e utilização das ferramentas apresentadas, se faz necessário um programa de capacitação e conscientização de todos os integrantes da organização, muito embora para o Seis Sigma a literatura atual ressalte uma maior necessidade de preparação, devido ao amplo uso de ferramentas estatísticas.

Referências

AGUIAR, S. Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

AKAO, Y. Desdobramento das diretrizes para o sucesso do TQM. São Paulo: Bookman, 1997.

ALVES, O. A.; VIEGAS, P. Gestão da Qualidade. 2007 Recuperado dia 24 de fevereiro de 2008, de <http://professor.ucg.br/siteDocente/admin/arquivos/13080/materialqualidade.ppt>. **GESTÃO DA QUALIDADE**. Acesso em: 27 de fevereiro de 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14001 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

CAMPOS, V. F. TQC: Controle da Qualidade Total. 8. ed., Minas Gerais: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CASTRO, N DE A questão ambiental: o que todo empresário precisa saber. Brasília: SEBRAE, 2006.

CHAKRABARTY, A.; TAN, K, C. The current state of six sigma application in services. *Managing Service Quality*, 17 (2), 194-208, 2007.

CHAN, W. W.; HO, K. Hotels' environmental management systems (ISO 14001): creative financing strategy. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 18, n.4, 302-316, 2006.

FALANDO DE QUALIDADE. Ajudando na implantação de um Sistema de Gestão Ambiental, São Paulo: Revista Banas Qualidade, A consultoria no Brasil, n. 146, julho, 2004.

GODOY, L. P. Aplicação do QFD ao gerenciamento dos serviços hospitalares. In *Qualidade e produtividade no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção: histórico do Programa dos serviços hospitalares, ensino superior e dos recursos humanos*. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

GONZALEZ, M. E.; QUESADA, G.; GOURDIN, K.; HARTLEY, M. Designing a supply chain management academic curriculum using QFD and benchmarking. *Quality Assurance in Education*, 16, n. 1, 36-60, 2008.

JIANG, JUI-CHIN; SHIU, MIN-LI; TU, MAO-HSIUNG. Quality function deployment (QFD) technology designed for contract manufacturing. *The TQM Magazine*, 19, n. 4, 291-307, 2007.

KUMAR, U. D.; SARANGA, H.; MÁRQUEZ-RAMÍREZ, J. E.; NOWICKI, D. Six sigma project selection using data envelopment analysis. *The TQM Magazine*, 19, n. 5, 419-441, 2007.

LINK, S.; NAVEH, E. Standardization and discretion: does the environmental standard ISO 14001 lead to performance benefits?. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 53, n. 4, 508-519, 2006.

MOURA, L. A. A DE. Qualidade e Gestão Ambiental. São Paulo: Juarez de Oliveira, 2004.

MIGUEL, P. A. C.; TELFSER, M., MARUCA, A.; GALLONETTI, A.; SARACURA, A.; MARTINS, L.; HORI, M.; RIBEIRO, P.; CAMPOS, R DE; MARCONATO, T.; MORA, V. Desdobramento da Qualidade no Desenvolvimento de Filmes Flexíveis para Embalagens. *Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13, n. 2, abr/jun. São Carlos, 2003.

NBR ISO 14.001, Sistema de Gestão Ambiental - Especificação e diretrizes para uso. ABNT, 1996.

PANDE, P. S.; NEUMAN, R. P.; CAVANAGH. Estratégias Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

POKSINSKA, B.; DAHLGAARD, J. J.; EKLUND, J. A. E. Implementing ISO 14000 in Sweden: motives, benefits and comparisons with ISO 9000, *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20, n. 5, 585-606, 2003.

REBELATO, M. G.; OLIVEIRA, I. S. Um estudo comparativo entre a Gestão da Qualidade Total (TQM) o Seis Sigma e a ISO 9000. Revista Gestão Industrial, 02, n. 1, jan./mar, 106-116, 2006.

SARTORELLI, L. E. Análise crítica da implantação da ISO 9001/1994 com alguns requisitos da ISO 9001:2000 à luz dos principais autores da qualidade: Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). São Paulo: Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Engenharia Mecânica, 2003.

SEBHATU, S. P.; ENQUIST, B. ISO 14001 as a driving force for sustainable development and value creation. The TQM Magazine, 19, n. 5, 468-482, 2007.

SEIFFERT, M. E. B. ISO 14001 Sistemas de Gestão Ambiental: Implantação objetiva e econômica. São Paulo: Atlas, 2006.

SHAHIN, A.; NIKNESHAN, P. Integration of CRM and QFD A novel model for enhancing customer participation in design and delivery. The TQM Journal, 20, n. 1, 68-86, 2008.

SILVA, C. E. S DA. Seis Sigma. Disponível em: <http://www.iem.unifei.edu.br/sanches/Ensino/posgraduacao/Ferramentasqualidade/Seissigma.doc>. Acesso em: 30 de Nov. de 2007,

TANNOCK, J. D. T.; BALOGUN, O.; HAWISA, H. A variation management system supporting six sigma. Journal of Manufacturing Technology Management, 18, n. 5, 561-575, 2007.

WERKEMA, M. C. C. Criando a Cultura Seis Sigma. Rio de Janeiro: Editora Werkema, 2002.