

Desdobramento da Função da Qualidade (QFD) conceitos e aplicações.**Quality Function Deployment (QFD) concepts and applications.**

*Nilton Cesar Pasquini**

Resumo

O crescimento de projetos que buscam soluções viáveis na área de qualidade é uma realidade que deve ser considerada. Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é um importante método para desenvolver produtos que atendam e superem as expectativas dos clientes. Nesse sentido, o objetivo desse artigo é apresentar múltiplos estudos de caso sobre como as empresas consideram o QFD em seus processos de desenvolvimento de produto.

Palavras-chave: Desenvolvimento de produto, planejamento da qualidade, QFD, Projeto de produto, Revisão de literatura.

Abstrac

The growth of projects that seek viable solutions in the area of quality is a reality that must be considered. Quality Function Deployment (QFD) is an important method to develop products which attend and exceed customer's expectations. Its objective is to translate customer demands into product specifications. In this sense, the objective of this article is to better understand, through multiple case studies, how companies are using QFD within their product development process.

Key words:

Product development, quality planning, QFD, Product project, Literature review

*Químico Industrial, MBA em Gestão e Engenharia da Qualidade, MBA em Gestão de Pessoas, *Black Belt*, Pesquisador da área têxtil e Qualidade Geral, Centro Universitário Salesiano Dom Bosco, Campus Maria Auxiliadora, Americana, SP. E-mail: nc.pasquini@ig.com.br.

Introdução

Num ambiente de mercado cada vez mais globalizado, onde o cliente tem uma grande oferta de produtos e serviços, torna-se necessário que as empresas desenvolvam produtos que ganhem a preferência do cliente. O Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é um importante método que atende este objetivo, melhorando a confiabilidade do produto, reduzindo o tempo de projeto (Devadasan et al., 2006) e aumentando a satisfação dos clientes (Lager, 2005). De acordo com Carnevalli et al. (2001), com a abertura dos mercados, o aumento da competição numa escala mundial e a globalização, as empresas começaram a buscar novas metodologias para desenvolver produtos e serviços com qualidade, que satisfaçam as exigências dos seus clientes, garantindo assim a sua sobrevivência no mercado. A qualidade do produto, no sentido amplo, pode ser entendida como a satisfação da necessidade do cliente. A garantia dessa qualidade pode ser realizada através de três enfoques complementares, que fazem parte do ciclo de vida do produto: garantia da qualidade pela inspeção, garantia da qualidade pelo controle do processo e garantia da qualidade durante o desenvolvimento do produto (Cheng; Melo Filho, 2007).

Quality Function Deployment (QFD) é uma tradução literal das palavras japonesas *hin shitsu* (qualidade, características, atributos), *ki no* (função, mecanização) e *tem kai* (desdobramento, difusão, desenvolvimento e evolução) (Barnard, 1992).

O método foi desenvolvido no Japão a partir do final dos anos 60, tendo sido conhecido no ocidente, na forma que é hoje utilizado, no ano de 1972. O QFD foi introduzido nos EUA e Europa (mais especificamente na Itália) no início da década de 80. A história do QFD no Brasil é um pouco mais recente, com cerca de dez anos. Foi citado pela primeira vez no país, por um dos seus criadores, Yoji Akao, em uma conferência sobre Controle da Qualidade realizada no Rio de Janeiro (Akao & Ohfujii, 1989). A partir de 1990 começou a ser utilizado por muitas empresas. Dentre as aplicações relatadas no país, podem ser citados casos de implantação na indústria automotiva (Santiago & Cheng, 1999), empresas siderúrgicas (Hashimoto, T. et al., 1996) e setores de serviços, tais como em empresas do setor hoteleiro (Azambuja, M. S. & Godoy, 1999). Desde as primeiras aplicações no Brasil, têm sido relatados casos de implantação bem sucedida em empresa do setor de alimentos (Guedes, L. B. R. et al., 1999), destacando-se também aplicação no desenvolvimento de embalagens (Miguel, et al., 2003). O QFD tem sido amplamente utilizado para desenvolver novos produtos, porém nota-se que a utilização do QFD tem evoluído de forma eficaz para outras aplicações como: desenvolvimento de serviços, processos e outras aplicações não convencionais (Miguel & Carnevalli, 2006).

A Gestão de Desenvolvimento de Produto pode ser considerada ainda, como um processo de negócio importante para o aumento da competitividade da empresa, constituindo-se em uma interface entre a organização e o mercado consumidor. São características deste processo: alto grau de incerteza, baixa previsibilidade e exigência de elevado grau de criatividade. Implica uma demanda de gestão concentrada nas atividades de planejamento, pesquisa, organização, tomada de decisão, execução, controle e aperfeiçoamento, como também garantia de uma adequada integração entre as diversas funções corporativas envolvidas (Cheng et al., 2007).

O QFD (*quality function deployment* – desdobramento da função qualidade) é um importante método de desenvolvimento de produto, voltado para a tradução de requisitos dos clientes em atividades de desenvolvimento de produtos e serviços. Entretanto, existem várias dificuldades na sua aplicação, dentre as quais: interpretar a “voz do cliente”, definir as correlações entre qualidade exigida e características da qualidade (Chan; Wu, 2005); definir a qualidade projetada devido à ambigüidade da qualidade exigida e características da qualidade (Ramamany; Selladurai, 2004); dificuldade de se trabalhar em equipe; e falta de conhecimento no uso do método (Martins; Aspinwall, 2001).

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise da aplicação do QFD, apresentando casos de desenvolvimento de serviços e produtos.

Revisão literária

Desdobramento da Função Qualidade – QFD

A evolução do QFD, a partir do trabalho original de Akao, levou ao surgimento de diferentes versões desta metodologia, todas descritas em literatura nacional e internacional. Porém, dentre essas versões, quatro se destacam. O QFD das quatro fases, o QFD estendido, o QFD das quatro ênfases e a versão da matriz das matrizes (Peixoto & Carpinetti, 1998).

Vários autores buscaram definir o QFD, tendo como grandes mentores Akao (1990), Clausing (1994), Eureka e Ryan (1992), King (1989). Para King (1989), o QFD é um processo de planejamento e verificação para a conexão de cada passo da garantia da qualidade, como: planejamento do produto, projeto do produto, preparação para a produção, vendas e serviços. Segundo Akao (1990), o QFD é um método para o desenvolvimento de uma qualidade de projeto dirigida para a satisfação do consumidor e, então, traduzir as demandas do consumidor em metas de projeto é pontos prioritários para a garantia da qualidade a serem utilizados no estágio de produção. De acordo com Eureka e Ryan (1992), o QFD desdobra a voz do cliente – as necessidades do cliente definidas por uma consulta detalhada, o *brainstorming*, mecanismos de *feedback* e pesquisa de mercado – durante todo o processo de desenvolvimento do produto. Isto significa traduzir as necessidades do cliente em requisitos técnicos apropriados a cada estágio do

desenvolvimento e da produção.

Segundo Clausing (1994), QFD é um processo visual e conectivo que ajuda os times a se focalizarem nas necessidades do consumidor por todo o desenvolvimento... QFD é um processo sistemático que ajuda a identificar os desejos do consumidor e desdobra-los por todas as funções e atividades da corporação”.

De acordo com Marsilac *et al.* (1994), o QFD “é uma ferramenta que visa otimizar o aproveitamento do potencial de uma empresa para criar e manter clientes satisfeitos através da maximização do valor total do produto para eles. A matriz do QFD provê informações sobre o que é importante para o cliente e quais as características do serviço/produto que podem ser monitoradas com menor nível de dificuldade para prover o maior efeito na satisfação do cliente”.

Para Cohen (1995), QFD “é um método de planejamento e desenvolvimento estruturado de produtos, que possibilita a um grupo de desenvolvimento definir claramente os desejos e necessidades dos clientes e, então, avaliar sistematicamente cada produto ou serviço proposto e seu impacto frente a estas necessidades”.

Para Cheng *et al.* (1995), no QD são definidos as metas do produto e os desdobramentos sucessivos. As metas do produto estão relacionadas com a própria estratégia da empresa em relação a possibilidade de disponibilizar o produto no mercado. Nos desdobramentos sucessivos são utilizadas tabelas, matrizes e modelos conceituais, para que as informações dos clientes possam ser transformadas em características técnicas de produtos através das etapas de desenvolvimento.

A primeira matriz do QFD, que é a matriz da qualidade, é formada pela união da “tabela de desdobramento da qualidade exigida” com a “tabela de desdobramento das características da qualidade” (Akao, 1996). Nessa matriz são realizadas relações de três tipos (Cheng *et al.*, 1995): extração (qualitativa), conversão (quantitativa) e de correlação (intensidade). A extração acontece quando os elementos de uma tabela são obtidos a partir de outra; a correlação consiste em identificar o grau de influência (forte, média, fraca e inexistente) que um item de uma tabela exerce sobre outra; e a conversão consiste em transferir a importância, ou seja, o peso relativo a cada item de uma tabela para os itens de outra tabela, através das correlações identificadas no interior da matriz.

Na matriz da qualidade são estabelecidas a qualidade planejada e a qualidade projetada (Carnevalli & Miguel, 2009). Segundo Akao (1996), existem dois pontos de vista para determinar a qualidade planejada: um é o ponto de vista do cliente, ou seja, quais são as qualidades mais importantes para ele, e o segundo é o da própria empresa, que compara ela própria com os concorrentes. A qualidade projetada deve ser considerada como o plano de

melhoria para as características da qualidade do produto. De acordo com Cheng et al. (1995), o plano de melhoria significa definir novos valores para as características da qualidade ou manter os valores atuais, com o objetivo de superar os concorrentes naqueles itens de maior importância segundo o mercado. A partir da qualidade projetada para o produto, a próxima fase do desenvolvimento é projeto do produto e do processo, ou seja, é o estabelecimento de outras matrizes para se atingir o objetivo geral do QFD. Estas outras matrizes podem ser, além do desdobramento da qualidade, o desdobramento da tecnologia, desdobramento de custos e desdobramento da confiabilidade. Este seqüenciamento forma o modelo conceitual. Este modelo representa o conjunto de tabelas e matrizes seqüenciadas que permitem dar visibilidade das relações existentes entre todos os componentes do processo de desenvolvimento (processos, matérias-primas, etc.), com a qualidade projetada para o produto (Cheng et al., 1995).

Assim, o conjunto das tabelas, matrizes e desdobramentos sucessivos forma o QD. Entretanto, é necessário o QFDr para resultar no QFD no sentido amplo (Carnevalli & Miguel, 2009). Para Cheng et al. (1995), o QFDr é um processo sistemático de desdobramento do trabalho da ação gerencial de planejamento da qualidade em procedimentos gerenciais e técnicos para serem cumpridos pelas áreas funcionais da empresa. O desdobramento do trabalho se divide em dois importantes documentos descritivos: um é o Padrão Gerencial do Desenvolvimento de Produtos e o outro é o Plano de Atividades do Desenvolvimento do Produto.

Existe uma adaptação do QFD para o desenvolvimento de *software* conhecido como SQFD (*Software Quality Function Deployment*), que busca melhorar o desenvolvimento de *software* aplicando técnicas de melhoria de qualidade durante a especificação de requisitos (Haag 1996).

Análise dos dados de sobre QFD

Com a análise de 167 artigos foram identificadas 261 citações sobre os benefícios do uso do QFD, sendo que em 80% dos casos referem-se a benefícios intangíveis, tais como: “ajudar no trabalho em equipe” (Ginn; Zairi, 2005) e “na melhoria da comunicação entre os departamentos” (Ramasamy; Selladurai, 2004). Das 261 citações, apenas pouco mais de 19% se referem a benefícios tangíveis do uso do QFD, o que pode indicar que os benefícios tangíveis ocorrem menos que os intangíveis. Tais benefícios referem-se a: “reduzir o número de falhas no projeto” (Sher, 2006), “redução dos custos de projeto” (Lowe; Ridgway, 2000).

Na análise da literatura foram identificadas 68 citações de pré-requisitos para aplicação do QFD, sendo que estes requisitos são similares aos encontrados em aplicações de métodos complexos. De maneira geral, estão relacionados à necessidade de apoio da alta administração

(Ginn; Zairi, 2005), de recursos (Guimarães, 2003), de treinamento no método (Dikme et al., 2005).

Carnevalli et. al. (2006) agrupou de forma hierárquica pelo uso do diagrama de afinidades e o diagrama em árvore. Com esta análise verificou-se o que segue:

a) Na maioria dos artigos, os autores definem o QFD descrevendo a matriz da qualidade ou as atividades e objetivos definidos nesta matriz (em mais de 39% dos casos). Somente pouco mais de 9% dos casos apresentam uma definição completa do método envolvendo o QD (Desdobramento da Qualidade) e o QFDr (Desdobramento da Função Qualidade no Sentido Restrito). O QD envolve todas as matrizes realizadas no QFD para identificação das necessidades dos clientes e desdobrá-las até o produto final e o QFDr realiza o desdobramento das funções de trabalho necessárias para atingir a qualidade do produto (Ohfuji et al. 1997).

b) Sobre os benefícios da aplicação do QFD, foram identificadas 221 citações que, após a organização dos dados, verificou-se que mais de 81% são referentes a benefícios intangíveis do método e apenas pouco mais de 18% eram sobre benefícios tangíveis, indicando que este segundo tipo é pouco freqüente nas aplicações do QFD. Estes dados

também foram organizados em: benefícios tangíveis referentes à melhoria do projeto (por exemplo: redução do tempo de projeto, como destacado por BOUCHEREAU & Rowlands (2000a)); benefícios tangíveis fora do projeto (por exemplo aumento da receita, conforme Karsak et al. (2002)); benefícios intangíveis referentes à melhoria do projeto (por exemplo: melhorar a comunicação da equipe conforme indicado por Jussel & Atherton (2000)); benefícios intangíveis fora do projeto (por exemplo: aumento da satisfação dos clientes, de acordo com González et al. (2004b)). Verificou-se também que os benefícios relacionados com a melhoria do projeto são os mais freqüentes, seja tanto no caso dos tangíveis como nos intangíveis.

c) Sobre os pré-requisitos do QFD foram identificadas 43 citações verificando-se, com a organização dos dados pelo diagrama de afinidades e pelo diagrama em árvore, que o apoio da alta administração e a necessidade de suporte e recursos para a equipe do método são os mais importantes na implantação do QFD. Pode-se considerar que os demais requisitos estão indiretamente ligados a estes dois tais como: “dar tempo para a equipe realizar seus trabalhos” (Miguel, 2005), “desenvolver os processos internos e estratégia da empresa” e “definir como os dados de entrada serão corretamente utilizados e identificados para o QFD” (Politis, 2005), dentre outros. Isto era esperado, pois o QFD gera alterações no modo de se trabalhar dentro das empresas sendo necessário apoio da alta administração e de recursos para que o método possa ser aplicado.

d) Na análise da literatura foram identificadas 161 citações sobre dificuldades de aplicação do QFD. Com a organização dos dados pelo diagrama de afinidades e pelo diagrama em árvore, verificou-se que as dificuldades por falta de apoio da alta administração, de recursos, falta de conhecimento no QFD (Ginn & zairi, 2005) e de treinamento (KENGPLO, 2004) são os principais grupos identificados. Deste modo, a resolução destes quatro grupos eliminaria ou reduziria a maior partes das dificuldades do uso do QFD.

e) Sobre as recomendações para ajudar na aplicação do QFD também foram identificadas 162 citações. Com a organização dos dados pelo diagrama de afinidades e pelo diagrama em árvore, verificou-se que no segundo nível do diagrama em árvore, os principais agrupamentos estão relacionados a recomendações para a implantação do método (grupo formado por mais de 12,9% das citações), para a equipe do QFD (mais de 9,2% das citações) e com as etapas da matriz da qualidade (mais de 55,5% das citações). Deste modo, verifica-se que a maioria das recomendações está relacionada a atividades realizadas na construção da matriz da qualidade, como ajudar na análise dos requisitos dos clientes (por exemplo uso do modelo de Kano nesta etapa, conforme SHEN et al. (2000); definir o grau de importâncias destes requisitos (por exemplo aplicar os números fuzzy triangulares conforme proposto por Chan & Wu (2005), dentre outros. Duas tendências que tem surgido como recomendação nos trabalhos sobre o QFD, a serem analisadas e consideradas são a utilização da lógica Fuzzy e do método AHP separadamente, juntos ou com outros métodos e ferramentas, dentro da matriz da qualidade, para realizar algumas etapas da elaboração desta matriz.

Segundo Carnevalli & Miguel (2007) foram identificados 157 artigos sobre o QFD, distribuídos em 74 diferentes periódicos referentes ao período de 2000 a 2006. Verificou-se que, em mais de 70% os casos, os periódicos apresentavam apenas um artigo sobre o QFD durante os sete anos analisados, mostrando que são raras as publicações sobre o assunto em periódicos, exceto algumas fontes tais como o periódico *International Journal of Production Economics* que teve oito artigos publicados entre 2000 e 2006 (5,1% do total) e o periódico *International Journal of Quality & Reability Management* com 33 publicações entre 2001 e 2006 (mais de 21% do total).

O não atendimento destes pré-requisitos geram dificuldades no uso do método, por isto a importância em atendê-los. Em relação às dificuldades metodológicas do uso do QFD, não relacionadas aos pré-requisitos, foi identificada a quantidade de 114. Em mais de 78% dos casos estas dificuldades estão relacionadas com a aplicação da matriz da qualidade. Deste modo, verifica-se que o modelo proposto deve auxiliar na elaboração da matriz da qualidade. Foram identificadas 196 citações sobre recomendações para reduzir dificuldades na utilização

do QFD. Em quase dois terços dos casos estas recomendações estão relacionadas a resolver as dificuldades na elaboração das etapas da matriz da qualidade (mais de 64% dos casos) como por exemplo recomendações para ajudar na definição das correlações entre as QEs (qualidades exigidas) e CQs (características da qualidade) em quase 15% dos casos (Carnevali et al., 2008).

Aplicação em alimentos.

Charteris (1993) relatou a aplicação do QFD na Irlanda, onde foi feito o desenvolvimento de um novo pão de mesa, com teor baixo de gordura. VIAENE e Januszewska (1999) realizaram um estudo com o objetivo de construir um modelo da Casa da Qualidade para a aplicação em cobertura de chocolate. PAIVA (1999), utilizou o QFD em uma pequena indústria de massas alimentícias para desenvolver um macarrão instantâneo.

Tumulero et al. (2000) aplicaram o método QFD em uma empresa de massas e biscoitos, na linha de biscoitos salgados, objetivando a melhoria do produto, o aumento das vendas e a conseqüente ampliação da fatia de mercado. Para Tumulero et al. (2000) Com a introdução do QFD, a empresa conseguiu através da técnica fazer permear a voz dos clientes e consumidores por todos os departamentos a partir do Marketing, Pesquisa & Desenvolvimento, Engenharia, Suprimentos, Produção e Distribuição. Desde então, a empresa investiu muito no desenvolvimento de novos produtos, garantindo a sua liderança no mercado de alimentos industrializados. Também utilizou a metodologia QFD para o desenvolvimento de embalagens. Como resultado, tem sido confirmada uma preferência dos consumidores pelas novas embalagens e produtos desde que a empresa implantou o QFD, além de ter lançado, nos últimos dois anos, mais de 70 produtos no mercado brasileiro (Cabral et al., 1999).

Segundo Costa et al. (2001), outras pesquisas publicadas foram a aplicação do método na indústria de chocolates, visando melhorar a qualidade sensorial da cobertura de chocolate; e a aplicação do QFD por parte da organização Unilever no desenvolvimento de um tempero para mesa. Uma das maiores indústrias de alimentos processados do Brasil e a maior no setor frigorífico introduziu em 1993 o QFD. Revisão bibliográfica sobre o uso do QFD na indústria de alimentos. Os autores destacam os seguintes benefícios do QFD: tomada de decisão em consenso com a equipe; desdobramento simultâneo devido ao uso da equipe ser multifuncional (Costa et al., 2001).

Paiva & Cheng (2001) realizaram um estudo de caso em uma empresa de massas alimentícias, devido as dificuldade na área administrativa e financeira, no processo de tomada de decisões, no controle e planejamento de suas atividades administrativas e de produção. Realizou-se pesquisa de mercado (degustação do produto), verificando alguns

benefícios com a implantação do QFD tais como: organização do trabalho, infra-estrutura necessária ao processo, disponibilização e difusão das informações, conhecimento de novas técnicas, gestão da qualidade, limitações financeiras e técnicas, dentre outros. Segundo os autores, verificou-se em empresas de pequeno porte, para que o método seja eficaz, a necessidade de buscar mecanismos de suporte às atividades de marketing para avaliação de possíveis mercados e detecção das necessidades dos consumidores.

Chaves (2002) aplicou QFD em um produto existente (iogurte), apontando quantitativamente os aspectos positivos e negativos deste produto, na visão dos consumidores. Magalhães (2002) utilizou o QFD visando aumentar a participação no mercado do leite pasteurizado empacotado. Viaene e Januszewska (1999) realizaram um estudo com o objetivo de construir um modelo da Casa da Qualidade para a aplicação em cobertura de chocolate. O QFD proporcionou a aproximação das áreas de Marketing e Ciência e Tecnologia de Alimentos, além de proporcionar a redução do custo final e aumentar o market share no momento em que o produto é lançado no mercado.

Paiva (1999), visando aprofundar os conhecimentos do método QFD para o desenvolvimento de produtos na indústria de alimentos, utilizou o QFD em uma pequena indústria de massas alimentícias para desenvolver um macarrão instantâneo. A construção de matrizes proporcionou uma melhor percepção das relações entre as características de qualidade do produto final com os parâmetros de controle do processo, e também com os parâmetros de controle de qualidade de matérias-primas.

Chaves (2002) aplicou objetivamente a técnica do Desdobramento da Função de Qualidade (QFD) para um produto existente (iogurte) numa pequena empresa de laticínios, apontando quantitativamente os aspectos positivos e negativos deste produto, na visão dos consumidores. O trabalho identificou explicitamente os aspectos mais importantes, sob a ótica da qualidade, do iogurte produzido pelo laticínio. Pode-se dizer que a utilização do método QFD permitiu traduzir quantitativamente as necessidades e os desejos dos clientes, identificando uma demanda e propondo alterações estruturais em um produto para atender as expectativas de um mercado específico.

Magalhães (2002) utilizou o QFD visando aumentar a participação no mercado do leite pasteurizado empacotado, através da incorporação da qualidade desejada pelos consumidores ao leite. Feita a implantação do método com a ação de algumas das medidas tomadas, percebeu-se um aumento de 50% nas vendas do produto. MIGUEL et al. (2007) aplicou para avaliar o perfil do consumidor de abacaxi 'Pérola'.

Em 1993, uma empresa processadora de alimentos iniciou estudos para que um novo método

objetivasse a qualidade dos produtos desde o projeto até a produção, levando em consideração as necessidades e expectativas do cliente. A introdução ao QFD pela empresa foi realizada com o auxílio externo. A empresa considera também que o QFD trouxe uma redução do ciclo de desenvolvimento de produtos, não mensurado, mas que pode ser obtido indiretamente por meio de outras vantagens conquistadas (Formággio & Miguel, 2009). PINTO et al. (2010) aplicou no desenvolvimento de uma massa funcional pronta para tortas. Pinto & Paiva (2011) Desenvolvimento de uma massa funcional prontas para tortas, onde o QFD mostrou-se eficaz no sentido de direcionar, de forma prática, a maneira de planejar e conduzir as atividades necessárias ao processo de desenvolvimento do produto.

Aplicação em Biblioteca

Ferreira & Ribeiro (1995) apresentam a realização do projeto na Biblioteca da Escola de Engenharia de UFRGS, optando pelo uso do QFD para elaboração e implantação desse projeto. Realizou-se uma pesquisa de mercado através da utilização de um questionário aberto, junto aos usuários da biblioteca. Baseado nas respostas obtidas nesse questionário aberto organizou-se um questionário fechado, com perguntas em relação a infra-estrutura, inovações, acervo, horário de funcionamento.

Utilização para desenvolver produtos ecológicos

Utilizam o QFD para otimizar produtos ecológicos considerando o impacto ecológico do produto e as restrições de orçamento do projeto. Junto com o QFD é utilizado um modelo matemático linear. Segundo Halog et al. (2001), com pequenas modificações o QFD pode ser usado para melhoria continua e ser útil para melhorar produtos considerando aspectos ambientais Halog et al. (2001). Rahimi & Weidner (2002) uniram conceitos ambientais nas matrizes do QFD. Nessa matrizes as qualidades exigidas envolvem requisitos dos clientes, requisitos ecológicos e de custos. Masui et al. (2003) desenvolvem uma metodologia (modelo conceitual) para aplicar o QFD a projeto de produtos considerando requisitos de consciência ambiental no início de projeto do produto. O QFD foi eficiente para considerar aspectos ambientais no desenvolvimento do produto e apresentar várias soluções para melhorar o produto, as quais foram avaliadas.

Utilização para pré-projeto.

Chao & Ishii (2004) desenvolveram uma metodologia baseada no QFD para minimizar falhas no projeto, podendo também ser usada para revisão de projetos atuais. Foram feitas aplicações acadêmicas e um estudo de caso. Segundo os autores o QFD ajuda a identificar erros de projeto, a avaliar subsistemas, ajuda na definição dos objetivos do projeto, a documentar os dados do projeto e a administrar os riscos de falha.

Lin & Wei Lin & Wei (2005) desenvolveram um modelo de programação linear para ajudar na otimização de projetos de melhorias de produto, buscando reduzir custos e tempo. Apresentam uma aplicação na melhoria de *mouse* do computador, sendo que a aplicação foi acadêmica e não foi introduzida na indústria. Somente utilizaram princípios do QFD para definir as qualidades exigidas e as características da qualidade.

Marsot (2005) apresenta um estudo de caso onde o QFD foi utilizado para re-projetar uma faca de desossar considerando aspectos ergonômicos. Esta é uma das pesquisas francesas que busca integrar aspectos ergonômicos nos produtos chamado de CEROM (*Conception ERgonomique d'Outils à Main*). Os benefícios do uso do QFD são identificar as melhores soluções entre as qualidades exigidas dos clientes e qualidades exigidas ergonômicas, e conseguir o consenso no atendimento dos dois tipos, além de alterar as características da qualidade atuais do produto para atender as qualidades ergonômicas exigidas.

Aplicações diversas.

Guinta & Praizler (1993) citam um estudo de caso onde o QFD é utilizado na elaboração de um programa de treinamento. O método foi usado para desenvolver novos programas de treinamento e rever alguns programas existentes. Destaca-se a utilidade do QFD pois, muito antes de investir dinheiro na elaboração de um novo programa de treinamento, a companhia identificou os possíveis problemas. Os trabalhos de Stampen (1997) e Guinta & Praizler (1993) referenciam a utilização do QFD na identificação das áreas prioritárias ao treinamento, permitindo alavancar a função treinamento, trazendo funcionários mais capacitados na execução dos processos organizacionais.

Glushkovsky (1995) cita a importância da metodologia na confecção de questionários. Segundo ele, a utilização do QFD permite a eliminação dos excessos de questões e garante a consistência e qualidade na fase de implementação dos questionários. Jacobs & Dygert (1997) utilizaram a metodologia QFD integrado com um sistema de gerenciamento, com o objetivo de definir uma estrutura organizacional juntamente com avaliação de performance. Ermer (1995) descreve a utilização da metodologia QFD como forma de melhorar e estabelecer uma nova grade curricular da faculdade de Wisconsin, onde o número de créditos foi reduzido de 136 para 120.

Miguel et al. (2003) apresentam a aplicação e implementação do QFD numa empresa fabricante de filmes flexíveis. Segundo os autores, o uso do QFD trouxe os seguintes benefícios: sistematizou o processo de desenvolvimento; melhoria da comunicação; democratizou o conhecimento entre os membros da equipe, a capacidade de planejamento e registrou o conhecimento da empresa.

Hsiao & Liu, (2005) desenvolveram um sistema de suporte inteligente para projetar famílias de produtos. Esse sistema utiliza o QFD para identificar as qualidades exigidas e as características da qualidade e usa o ISM (*Interpretive Structural Model*) para verificar a hierarquia dos componentes e como eles se relacionam com o produto final (análise das características da qualidade *versus* características da qualidade). O benefício do uso do QFD foi identificar os principais requisitos dos clientes para cada tipo de mercado e as principais mudanças no re-projeto do produto para atender os clientes.

Sanford (2005) participou da equipe de estudantes que utilizaram o QFD para ajudar a desenvolver um robô, para uma competição robótica. O QFD ajudou a identificar as características de qualidade críticas. Junior e Cheng (2006) estudaram, em especial, o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) e o Planejamento e Controle da Produção (PCP), aplicados a dois tipos diferentes de produtos digitais, em uma mesma empresa do segmento de Telecomunicações Móveis.

Carnevalli & Miguel (2009) relatam a aplicação em filmes flexíveis para embalagens, onde a empresa decidiu usar o método do QFD para dar suporte aos seus projetos de desenvolvimento de produto. Cita também uma empresa multinacional de máquinas e equipamentos que decidiu usar o QFD para desenvolver um produto que atendesse vários dos seus mercados (EUA, Europa, América Latina). Por esta razão, um fator interessante nesta aplicação do QFD foi a existência de várias equipes trabalhando separadamente, para coletar as exigências dos seus clientes em cada mercado. Com os resultados desta aplicação do QFD, foi desenvolvido um produto plataforma e seus respectivos derivativos para atender as diferentes exigências de cada mercado.

Formaggio & Miguel (2009) cita dois exemplos: a) fabricante de veículos pesados: O QFD foi introduzido na empresa em 1993, com o objetivo de auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos, já que existia a necessidade de materializar o produto de acordo com as necessidades e expectativas do mercado. Segundo a empresa, muitos dos requisitos técnicos que a engenharia não considerava, o cliente revelava importante. Além disso, ocorriam conflitos entre os profissionais envolvidos no desenvolvimento do produto, quanto a certos requisitos, que na realidade o cliente não julgava com grande valor; b) fabricante de máquinas e equipamentos de construção e mineração: O principal desafio da empresa relacionado ao desenvolvimento de produtos é conseguir reduzir o ciclo de desenvolvimento, para que o impacto das informações geradas pelos clientes no início do desenvolvimento varie muito pouco quando ocorrer o lançamento do produto no mercado, principalmente devido ao longo *lead-time* de desenvolvimento de novos produtos.

Volpato et al. (2010) verificou que a ferramenta QFD pode ser utilizada no planejamento da qualidade nos serviços públicos de saúde, especificamente nas unidades de saúde da família e Perotti et al. (2009) que a utilização da metodologia QFD é de fundamental importância para a melhoria contínua dos projetos de produtos. Filho et. al. (2010) apresentaram um contexto, onde o objetivo foi apresentar preferências em termos de produtos de madeiras da Amazônia dos consumidores de três classes econômicas - A1, B2 e C residentes na cidade de Manaus e a aplicação da primeira matriz (casa da qualidade) do método QFD para definição dos conceitos dos produtos identificados como preferidos pelas classes econômicas analisadas.

Recomendações para o QFD ter sucesso.

Segundo Cheng et al. (1995), é importante iniciar a implantação do método com um produto que a empresa já tenha o *know how*, pois senão a equipe do projeto piloto enfrentará duas dificuldades, pois entender o método do QFD e desenvolver o *know how* necessário para fabricar o produto dificulta o sucesso da implantação. Para Govers (1996), é importante que a equipe tenha o apoio de um facilitador que conheça o método e tenha habilidade em construir e dirigir a equipe. Govers (2001), para se ter sucesso na implantação do QFD é necessário que a empresa já tenha um nível de qualidade, em relação ao controle de problemas de modo sistemático. Chin et al. (2001) e Lager (2005) consideram que o apoio da alta administração é um pré-requisito para aplicar o método. Algumas recomendações da literatura para a seleção da equipe são: montar equipes experientes (Dikmen et al., 2005); com poucos membros para facilitar o consenso durante as reuniões; formada por pessoas positivas focadas nos clientes (LOWE & Ridgway, 2000) e escolher membros que estejam comprometidos com o método (Lager, 2005). A complexidade do método é uma das dificuldades do uso do QFD citada na literatura (Han et al., 2001; Chien & Su, 2003; Ginn & Zairi, 2005).

O desdobramento da tecnologia mostrou como alterações na tecnologia de fabricação afetam os índices de controle do processo (foco cliente interno); enquanto o desdobramento da qualidade revelou como essas mesmas alterações afetam a qualidade do produto final (foco cliente externo) Melo Filho, Cheng (2007). Os principais motivos que levam as empresas a iniciar a implantação do QFD foram: a) melhoria do processo de desenvolvimento de produtos; b) decisão a partir dos conhecimentos de suas vantagens; c) aumento da satisfação dos clientes (Lucas Filho, 2010).

Conclusão

Observou que a literatura limita a definição do QFD em características da matriz da qualidade o que pode estar influenciando a aplicação do método. Os tangíveis são menos frequentes nos resultados quando comparados com os benefícios intangíveis. Notou-se que a maior parte das

dificuldades do uso do QFD é a falta de apoio da alta administração, de recursos e de treinamento. Em relação às recomendações encontradas na literatura para reduzir as dificuldades de aplicação, estas são mais relacionadas às etapas da matriz da qualidade. Verificou-se que as dificuldades mais importantes a serem resolvidas estão relacionadas com as dificuldades de transferir as informações para a fabricação, falta de recursos e treinamento, falta de comprometimento da equipe, dificuldade de se fazer pesquisa de mercado e de se resolver problemas de custos.

Referência:

AKAO, Y. Introdução ao desdobramento da qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.

Azambuja, M. S. & Godoy, L. P. - Quality Program Implementation in a Hotel Chain, in: Proceedings of the 15th International Conference on CAD/CAM, Robotics & Factories of the Future, Águas de Lindóia - SP, ago (1999).

BARNARD, S. C. Quality function deployment. American Supplier Institute (ASI). 1992.

CABRAL, P.E. et al. Adding value to the packaging development guided by QFD. In: International Symposium On Quality Function Deployment, 5, 1999, Belo Horizonte, Proceeds of the... Belo Horizonte: UFMG, agosto, 1999.

Carnevali, J. A., Miguel, P. A. C., Calarge, F. A. Requisitos de implantação do QFD e recomendações para reduzir dificuldades de uso: análise da literatura utilizando o método AHP. Revista Gestão Industrial, v. 1, n. 2, 2005.

Carnevali, J. A., Cauchick, P. A., Calarge, F. A. Etapas preliminares para dar suporte ao uso do AD no desenvolvimento de um modelo sistêmico de aplicação do QFD. XIII SIMPEP - Bauru, SP, Brasil, 6 a 8 de Novembro de 2006

Carnevali, J. A., Miguel, P. A. C. Revisão, análise e classificação da literatura sobre o QFD – tipos de pesquisa, dificuldades de uso e benefícios do método. Gestão & Produção, v. 14, n. 3. 2007.

CARNEVALLI, J. A., MIGUEL, P. A. C., CALARGE, F. A. Proposta de um modelo conceitual para minimizar as dificuldades no uso do QFD. Produção, v. 18, n. 1, 2008.

CARNEVALLI, J.A., MIGUEL, P.A.C. Empresas de referência na utilização do desdobramento da função qualidade. Produto & Produção, v.10, n. 1, p. 01, 2009.

CHAO, L.P.; ISHII, K. Project quality function deployment. International Journal of Quality & Reliability Management, v.21, n.9, p. 938-958, 2004.

CHAN, L. K.; WU, M. L. Quality function deployment: A literature review. European Journal of Operational Research, v. 143, n. 3, p. 463-497, 2002.

- CHARTERIS, W. Quality function deployment: a quality engineering technology for the food industry. *Journal of the society of dairy technology*. v. 46, p. 12-21, 1993.
- CHAVES, O. Aplicação do método de desdobramento da função de qualidade na industrialização do leite de consumo em Minas Gerais. 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Departamento de Economia Rural. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002, 86p.
- CHENG, L. C., et al. QFD: planejamento da qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995. 261p.
- CHENG L. C.; MELO FILHO L. D. R. *QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos*. São Paulo: Editora Blucher, 539 p., 2007.
- CHIN, K.S. et al. A quality function deployment approach for improving technical library and information services: a case study. *Library Management*, v.22, n.4/5, p. 195-204, 2001.
- CHIEN, T.K.; SU, C.T. Using the QFD concept to resolve customer satisfaction strategy decisions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.20, n.3, p. 345-359, 2003.
- Clausing, D., 1994, *Total quality development: a step-by-step guide to world-class concurrent engineering*. New York: ASME.
- Cohen, L., 1995, *Quality Function Deployment: how do make QFD work for you*, Massachusetts: Addison-Wesley, 348 p.
- COSTA, A.I.A.; DEKKER, M.; JONGEN, W.M.F. Quality function deployment in the food industry: a review. *Trends in Food Science & Technology*. v.11, p. 306-314, 2001.
- Desenvolvimento De Produto, 2001, Florianópolis SC. Anais do... Florianópolis: UFSC, setembro, 2001.
- DEVADASAN. D. et al. Theory and practice of total quality function deployment: A perspective from a traditional pump-manufacturing environment. *The TQM Magazine*, v. 18, n. 2, p. 143-161, 2006.
- DIKMEN, I. et al. Strategic use of quality function deployment (QFD) in the construction industry. *Building and Environment*, v.40, n.2, p. 245-255, 2005.
- Eureka, W. E.; Ryan, N. E., 1992, *QFD: Perspectivas Gerenciais no Desdobramento da Função Qualidade*, Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992, 105 p.
- FERREIRA, A. M.e RIBEIRO,J. L. O uso do QFD no Gerenciamento de Projetos: Um estudo de caso no Setor de Serviços. *Anais do XV ENEGEP*, p. 507 – 512, 1995.
- FORMÁGGIO, I. A., MIGUEL, P. A. C. Múltiplo estudo de casos sobre a inserção do QFD no processo de desenvolvimento de novos produtos. *Produto & Produção*, v. 10, n. 2, 2009.

- GINN, D.; ZAIRI, M. Best practice QFD application: an internal/external benchmarking approach based on Ford Motors' experience. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.22, n.1, p. 38-58, 2005.
- GLUSHKOVSKY, E.A., FLORESCU, R.A., HERSHKOVITS, A., SIPPER, D. Avoid a flop: Use QFD with questionnaires. *Quality Progress. USA*, v. 28, n. 6, 1995.
- GOVERS, C.P.M. QFD not just a tool but a way of quality management. *International Journal of Production Economics*, v.69, n.2, p.151-159, 2001.
- Guedes, L. B. R. et al. - Obtaining Countrywide Success through QFD Implementation in the Development Process of a Popular Brazilian Food Product, in: *Proceedings of the 5th Int. Symposium on Quality Function Deployment*, p. 67-74, B.H - MG, ago (1999).
- GUINTA, L. R., PRAIZLER, N. C. *Manual de QFD*. Rio de Janeiro. LTC, 1993. 140 p.
- Haag, S.; Raja, M. K.; Schkade, L. L. Quality function deployment usage in software development. *Communications of the ACM*, n. 39, v.1, 1996.
- HALOG, A. et al. Using quality function deployment for technique selection for optimum environmental performance improvement. *Journal of Cleaner Production*, v.9, n.5, p. 387-394, 2001.
- HAN, S.B. et al. A conceptual QFD planning model. *International Journal of Quality & Reliability Management*, v.18, n.8, p. 796-812, 2001.
- Hashimoto, T. et al. - Implantação do QFD na Caraíba Metais. *Gestão da Qualidade Total em Serviços - Casos Reais*. Fundação Christiano Ottoni, Belo Horizonte (1996).
- HSIAO, S.W; LIU, E. A structural component-based approach for designing product family. *Computers in Industry*, v.56, n.1, p. 13-28, 2005.
- Junior, M. B. G. C., Cheng, L. C. Aplicação do QFD e do PCP a produtos digitais em uma empresa brasileira de telecomunicações móveis. *Revista Eletrônica Sistema & Gestão*. v. 1, n. 3, 2006.
- King, B., 1989, *Better designs in half the time: implementing QFD – Quality Function Deployment in América*, 3 ed., Massachusetts: GOAL/QPC.
- LAGER, T. The industrial usability of quality function deployment: a literature review and synthesis on a metalevel. *R&D Management*, v. 35, n. 4, p. 409-426, 2005.
- LIN, S.J; WEI, C.C. A Study on the Linear Programming in Time Cost Analysis of Product Improve Design- a Focus on Computer Mouse Products. *Journal of American Academy of Business*, v.7, n.2, p.182-186, 2005.
- LOWE, A.; RIDGWAY, K. UK user's guide to quality function deployment. *Engineering Management Journal*, v.10, n.3, p. 147-155, 2000a.

- LUCAS FILHO, F. C.; PIO, Nabor da Silveira; FERREIRA, D. R. Método QFD como Ferramenta para Desenvolvimento Conceitual de Produtos de Madeiras da Amazônia. *Acta Amaz.*, Manaus, v. 40, n. 4, Dec. 2010 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0044-59672010000400006&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 13 Mar. 2011. doi:10.1590/S0044-5967201000040000 6.
- MELO FILHO, Leonel Del Rey de; CHENG, Lin Chih. QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento: caso em uma empresa de materiais. *Produção*, São Paulo, v. 17, n. 3, Dec. 2007 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000300015&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 13 Mar. 2011. doi: 10.1590/S0103-65132007000300015.
- MAGALHÃES, G. Incorporação da qualidade desejada pelos consumidores ao leite pasteurizado utilizando o desdobramento da função qualidade. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos) - Departamento de Tecnologia de Alimentos., Universidade Federal de Viçosa, 2002, 78p.
- Marsillac, C.; Assis, L. F.; Qassim, R. Y., Qualidade de serviços em transportes marítimos – Aplicação de QFD, *IPEN Journal*, p. 110-119. 1994.
- MARSOT, J. QFD: a methodological tool for integration of ergonomics at the design stage. *Applied Ergonomics*, v.36, n.2, p. 185-192, 2005.
- MASUI, K. et al. Applying Quality Function Deployment to environmentally conscious design. *Int. Journal of Quality & Reliability Management*, v.20, n.1, p. 90-106, 2003.
- MARTINS, A.; ASPINWALL, E. M. Quality function deployment: an empirical study in the UK. *Total Quality Management*, v. 12, n. 5, p. 575-588, 2001.
- MELO FILHO, Leonel Del Rey de; CHENG, Lin Chih. QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento: caso em uma empresa de materiais. *Prod.*, São Paulo, v. 17, n. 3, dez. 2007 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000300015&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 31 dez. 2010. doi: 10.1590/S0103-65132007000300015.
- MIGUEL, P.A.C. The state-of-the-art of the Brazilian QFD applications at the top 500 companies. *Int. Journal of Quality & Reliability Management*, v.20, n.1, p. 74-89, 2003.
- MIGUEL, A. C. A. et al . Aplicação do método QFD na avaliação do perfil do consumidor de abacaxi 'Pérola'. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 31, n. 2, Apr. 2007 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S14170542007000200042&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 03 Jan. 2011. doi:10.15 90 /S1413-70542007000200042.

MIGUEL, P.A.C.; CARNEVALLI, J.A. Aplicações não-convencionais do desdobramento da função qualidade. São Paulo: Artliber Editora, 2006.

PAIVA, C.L. A implantação do processo de desenvolvimento de novos produtos em uma pequena empresa de massas alimentícias, utilizando a método de desdobramento da função qualidade (QFD). Dissertação (Mestrado em Engenharia de produção) Departamento de Eng. de produção. Universidade Federal de Minas Gerais. 1999, 170p.

PAIVA, C.L. e CHENG, L.C. O emprego do QFD como Ferramenta para a implantação do Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos em uma Pequena Empresa de Massas Alimentícias. CD-ROM. Anais do 3º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Florianópolis, 2001.

Perotti, A. P. , Schmidt, A. S., Godoy, L. P. QFD no planejamento da qualidade de capacetes para ocupantes de motocicletas. Revista Gestão Industrial, v. 5, n. 2, 2009.

PINTO, Ana Luisa Daibert; PAIVA, Caroline Liboreiro. Developing a functional ready to bake dough for pies using the Quality Function Deployment (QFD) method. **Ciênc. Technol. Aliment.**, Campinas, 2011 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612010000500007&lng=en&nrm=iso>. Acessado em 03 Jan. 2011. doi: 10.1590/S0101-20612010000500007.

RAMASAMY, N. R.; SELLADURAI, V. Fuzzy logic approach to prioritise engineering characteristics in quality function deployment (FL-QFD). *International Journal of Quality & Reliability Management*, v. 21, n. 9, p. 1012-1023, 2004.

SANTIAGO, L. P.; CHENG, L. C. -“Improving the Product Development System of Auto Suppliers Using the QFD Method”, in: *Proceedings of the 5th International Symposium on Quality Function Deployment*, p. 182-191, B.H - MG, ago (1999).

STAMPEN, J.O. Training function deployment: applying QFD to staff development. *Transactions of the Ninth Symposium on Quality Function Deployment.*, MI, p.119 – 130, 1997.

TUMELERO, N.; RIBEIRO, J.L.D.; DANILEVICZ, A.M.F. O QFD como ferramenta de priorização para o planejamento da qualidade. In: *II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO*, 2000, São Carlos SP.

VIAENE, J.; JANUSZEWSKA, R. Quality function deployment in the chocolate industry. *Food quality and preference*. v 10. p. 377-385, 1999.

Volpato, L. F. et al., Planejamento da qualidade nas unidades de saúde da família, utilizando o desdobramento da Função Qualidade (QFD). *Cad. Saúde Pública*, v. 26, n. 8, 2010.

MIGUEL, Paulo A. Cauchick et a. Desdobramento da qualidade no desenvolvimento de

filmes flexíveis para embalagens. *Polímeros* [online]. 2003, vol.13, n.2 [cited 2010-12-29], pp. 87-94.

CARNEVALLI, José Antonio; MIGUEL, Paulo Augusto Cauchick; CALARGE, Felipe Araújo. Proposta de um modelo conceitual para minimizar as dificuldades no uso do QFD. *Prod.*, São Paulo, v. 18, n. 1, 2008 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132008000100010&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 31 dez. 2010. doi: 10.1590/S0103-65132008000100010.

MELO FILHO, L. Del Rey de; CHENG, Lin Chih. QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento: caso em uma empresa de materiais. *Prod.*, São Paulo, v. 17, n. 3, dez. 2007 . Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132007000300015&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 31 dez. 2010. doi:10.1590/S0103- 65132007000300015.

VIAENE, J.; JANUSZEWSKA, R. Quality function deployment in the chocolate industry. *Food quality and preference*. v 10. p. 377-385, 1999.