

APLICAÇÃO DO QFD EM ETAPAS INICIAIS DO DESENVOLVIMENTO DE UM ODORIZADOR DE AUTOMÓVEIS

QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD) IN THE INITIAL STAGES OF THE DEVELOPMENT OF A CAR ODORIZER

Carlos Eduardo Appolo Unterleider* E-mail: unterleider@faccat.br
Miguel Afonso Sellitto** sellitto@unisinós.br

*Faculdades Integradas de Taquara, FACCAT, Taquara, RC

**Universidade do Vale do Rio dos Sinos, UNISINOS, São Leopoldo, RS

Resumo: Este artigo apresenta uma aplicação do QFD (Desdobramento da Função Qualidade), cujo objetivo foi identificar e traduzir em requisitos de qualidade as demandas de qualidade dos usuários de um odorizador de automóveis. O desdobramento é apresentado e comentado desde a pesquisa de mercado até o planejamento das melhorias de qualidade. O método utilizado contemplou as seguintes etapas: (i) construção da matriz da qualidade; (ii) construção da matriz do produto; (iii) construção da matriz dos processos; (iv) construção da matriz dos recursos; e (v) planejamento de itens e objetivos de qualidade. Na aplicação, foi possível identificar as demandas de qualidade dos clientes e definir as ações que devem ser implementadas para que estas demandas possam ser alcançadas. A análise considerou fatores disponíveis na empresa, tais como: recursos financeiros, recursos humanos e recursos de infra-estrutura.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Produto. QFD. Desdobramento da Função Qualidade.

Abstract: This paper presents an application of QFD (Quality Function Deployment), whose objective was to identify and translate into quality requirements, the demands of users of a car air freshener. The development is presented and discussed from market research to planning of quality improvement. The method used included the following steps: (i) construction of quality matrix, (ii) construction of the product matrix, (iii) construction of the processes matrices, (iv) construction of the resources matrix, and (vi) planning of quality items and objectives. By the application, it was possible to identify the quality demands of customers and define which actions should be implemented in order to meet these demands. The analysis considered factors available in the company, such as financial, human resources and infrastructure.

Keywords: Product development. QFD. Quality Function Deployment.

1 INTRODUÇÃO

O gerenciamento dos processos de fabricação exige, no ambiente atual, capacidade para agir pró-ativamente de maneira integrada com os clientes e melhorando continuamente seus produtos (MEADE e SARKIS, 1999; YUSUF *et al.*, 1999; FREITAS, 2005; TAMMELA e CANEN, 2005; BERGET e NAES, 2002; CHENG e MELO FILHO, 2007). Para Ribeiro *et al.* (2001a), existe uma relação

direta entre atração e retenção de clientes com o sucesso e permanência das empresas no mercado. Uma das maneiras de reter clientes é o bom atendimento, excelência em produtos e serviços, alto valor agregado para o cliente e velocidade na resposta às demandas do mercado. Sellitto et al. (2009) incluem o uso racionalizado do tempo como arma de competição. Chao e Ishii (2004) argumentam que o projeto de produto deve considerar tempos cada vez mais curtos para o desenvolvimento.

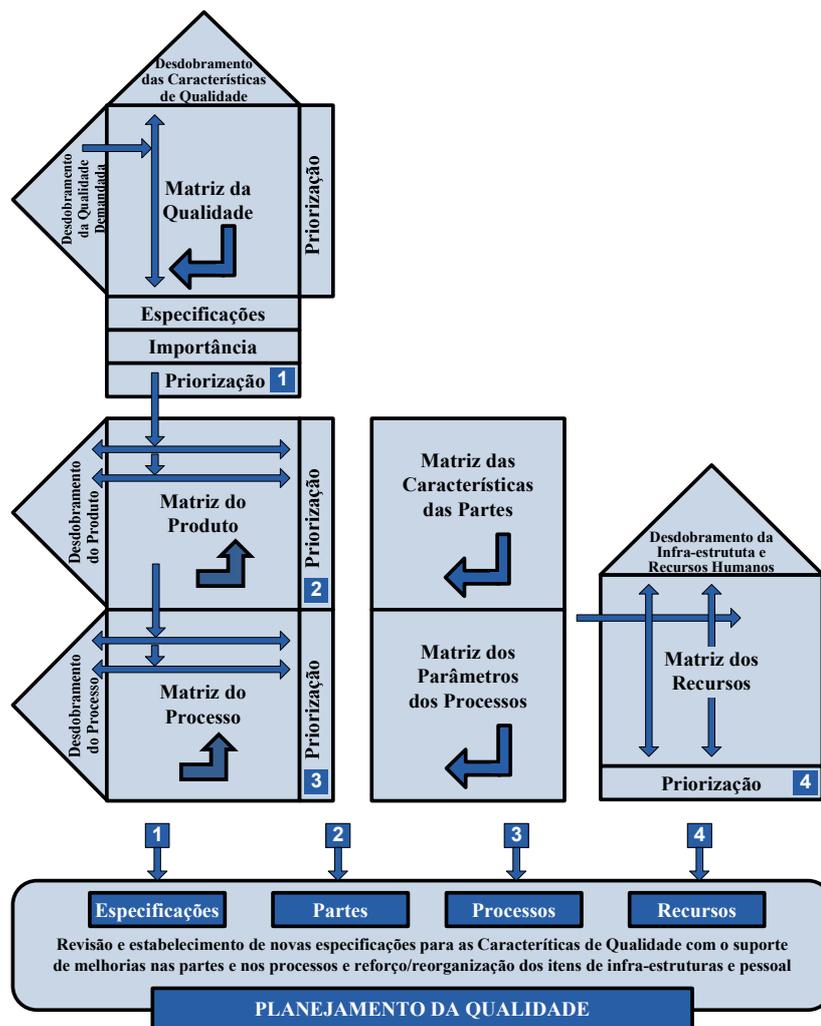
A competitividade não se restringe à excelência de desempenho ou à eficiência técnica do produto. É necessário promover a mudança cultural direcionada para o mercado, buscando a melhoria contínua de produtos e serviços. (GUIMARÃES, 2003; CANONGIA, *et al.*, 2004). Decisões relacionadas a pesquisa e desenvolvimento de produto, modernização e distribuição de recursos costumam ser complexas e difíceis, pois podem envolver fatores contraditórios. O QFD (*Quality Function Deployment*) é apontado como um dos vários métodos projetados para auxiliarem nestas decisões (BURKE *et al.*, 2002).

O objetivo geral deste artigo é apresentar uma aplicação sistemática do QFD no desenvolvimento de um odorizador de interiores de veículos. O produto é composto de papel impregnado com fragrância, alojado em caixa plástica com abertura regulável. A questão da pesquisa foi: como utilizar o QFD no desenvolvimento de um odorizador de veículos para identificar as demandas de qualidade dos clientes e definir ações para alcançar estas demandas? O método de pesquisa foi o estudo de caso. Os objetivos específicos foram: realizar o planejamento da melhoria da qualidade no produto visando aperfeiçoar seus processos de fabricação; e avaliar melhorias para uma próxima versão, em conformidade com demandas de qualidade expressas por clientes potenciais. Pesquisas similares recentes foram apresentadas em Cheng e Melo Filho (2007), Rodrigues *et al.* (2007), Melo Filho e Cheng (2007), Miguel e Carnevalli (2006), Guelbert *et al.* (2006), Cortez e da Silva (2005), Lemos e Anzanello (2005). Parte da pesquisa foi financiada pelo CNPq.

2 QFD

Abreu (1997) destaca que as empresas devem manter foco no cliente. Miguel e Carnevalli (2006) defendem que o QFD é um método eficaz na identificação e tradução das necessidades e expectativas dos clientes em relação aos atributos de um produto ou serviço. Vonderembse e Raghunathan (1997) também integram o QFD no processo de desenvolvimento de produto, pois permite manter o foco no cliente. Para Guazzi (1999), o QFD pode promover melhoria contínua (*Kaizen*). O método enfatiza os itens importantes, tanto do ponto de vista dos clientes quanto da empresa, sendo um mecanismo que possibilita alcançar vantagens competitivas no desenvolvimento de produtos (MIGUEL *et al.*, 2003).

Figura 1 - Modelo de aplicação do método QFD



Fonte: Ribeiro et al. (2001b)

Algumas características do QFD são: (i) é uma técnica de gestão, auxiliando no gerenciamento de projetos; (ii) é um método de planejamento onde os esforços de engenharia são transferidos para a fase de desenvolvimento; (iii) é um método para solução de problemas que aponta o quê precisa ser feito e como pode ser feito; (iv) facilita a modelagem do conhecimento; (v) facilita a documentação de informações; (vi) facilita o transporte de informações; e (vii) por discussões multisetoriais de engenharia simultânea, permite maior criatividade (RIBEIRO *et al.*, 2001b, BOUCHEREAU e ROWLANDS, 2000).

O método utilizado nesse artigo foi proposto por Ribeiro *et al.* (2001b): (i) matriz da qualidade; (ii) matriz do produto; (iii) matriz dos processos; (iv) matriz dos recursos; e (v) planejamento da qualidade. A Figura 1 apresenta o modelo utilizado.

2.1 Matriz da Qualidade e Pesquisa de Mercado

O método inicia pela Matriz da Qualidade e pela pesquisa de mercado.

A Matriz da Qualidade converte o mundo dos clientes para o mundo da tecnologia. A construção da Matriz da Qualidade incluiu: (i) pesquisa de mercado; (ii) priorização da qualidade demandada; e (iii) desdobramento das características de qualidade (AKAO, 1996).

A pesquisa de mercado é a etapa inicial do QFD. A pesquisa de *marketing* pode ser definida como a identificação, coleta, análise e disseminação de informações de maneira sistemática e objetiva, com o intuito de auxiliar positivamente na tomada de decisões relacionadas a identificação e solução de problemas de *marketing*. Podem ser citados três objetivos específicos: (i) traduzir a informação desejada em um conjunto de questões específicas que os entrevistados tenham condições de responder; (ii) motivar e incentivar o entrevistado a se deixar envolver pelo assunto, colaborando de maneira espontânea; e (iii) minimizar o erro nas respostas (MALHOTRA, 2001).

Mattar (1996) sugere as seguintes etapas: (i) determinar a fonte de dados, (ii) escolher os métodos de pesquisa; (iii) definir as formas de coleta de dados; (iv) testar os instrumentos de coleta de dados; (v) definir um plano de amostragem e tamanho da amostra; (vi) definir os procedimentos a serem adotados em campo; (vii) elaborar um plano de processamento e análises dos dados; (viii) definir os recursos

necessários; e (ix) definir responsabilidades e cronograma com prazos e datas para o cumprimento de cada etapa.

2.2 Priorização, Desdobramento, Importância, Priorização, Correlações

A priorização da qualidade demandada (ID_i^*) é calculada considerando a importância de cada item, a avaliação estratégica e a avaliação competitiva. Para encontrar a ID_i^* , utiliza-se a importância de cada item de qualidade demandada, definido pelo cliente, (ID_i) corrigido pela consideração dos aspectos estratégicos (E_i) e competitivos (M_i), conforme a Equação 1.

$$ID_i^* = ID_i \cdot \sqrt{E_i} \cdot \sqrt{M_i} \quad (1)$$

A tabulação das respostas permite a priorização das demandas. São utilizados os fatores de correção E_i : 0,5 (baixa importância) e 2 (grande importância); e M_i : 0,5 (superior a concorrência) e 2 (inferior a concorrência). O desdobramento das características de qualidade requer indicadores de qualidade, que são itens associados às demandas de qualidade e as traduzem em requisitos técnicos, mensuráveis e objetivos. É importante que esta definição seja tomada por equipe multifuncional, familiarizada com produto e processos de fabricação. Muitas vezes, esta equipe é composta pelo pessoal de *marketing*, vendas, engenharia, qualidade, compras, produção, laboratório de testes e ferramentaria (MIGUEL, 2001).

Nesta etapa são especificadas as características de qualidade, avaliando-se a dificuldade de atuação (D_j) e a realização de uma análise competitiva (B_j) em relação aos concorrentes de mercado. Fatores de correção que podem ser utilizados para D_j : 0,5 (difícil implantação) e 2 (fácil implantação); e B_j os mesmos valores que M_i . Definidas as características de qualidade associadas às demandas definidas pelos consumidores, faz-se a verificação da intensidade de relacionamento (DQ_{ij}) entre todas as características de qualidade e demandas de qualidade. Conforme Ribeiro *et al.* (2001b), o estabelecimento das intensidades de relações pode ser feito respondendo a seguinte pergunta: *se a característica da qualidade "x" for mantida em níveis excelentes, estará assegurada a satisfação da qualidade demandada "y"?* Se a resposta for sim, então a relação é forte (9); se for parcialmente, a relação é

média (3), se for possivelmente, a relação é fraca (1) e se for não, então não existe nenhum relacionamento (não há preenchimento).

A importância da característica de qualidade é calculada levando em consideração a relação existente entre o índice de importância corrigido da qualidade demandada (ID_i^*), a intensidade do relacionamento entre os itens da qualidade demandada e as características de qualidade (DQ_{ij}). Este cálculo é feito pela Equação 2, proposta por Ribeiro *et al.* (2001b).

$$IQ_j = \sum_{i=1}^n ID_i^* \cdot DQ_{ij} \quad (2)$$

A priorização das características de qualidade leva em conta a importância técnica (IQ_j) e identifica as características de qualidade que terão mais impacto na satisfação de clientes. Usa-se a Equação 3 (RIBEIRO *et al.*, 2001b e CHENG e MELO FILHO, 2007).

$$IQ_j^* = IQ_j \cdot \sqrt{D_j} \cdot \sqrt{B_j} \quad (3)$$

Finalmente, a identificação das correlações entre as características de qualidade visa identificar e compreender possíveis *trade-offs* que uma característica pode ter sobre outra, tanto positiva como negativamente. Segundo Omar *et al.* (1999), freqüentemente as correlações entre as características de qualidade são classificadas em cinco níveis: positiva forte (++) , positiva (+), nenhuma (0), negativa (-) e negativa forte (--).

2.3 Matrizes

A matriz do produto relaciona as partes do produto com as características de qualidade, levando em consideração a importância corrigida das características da qualidade (IQ_j^*), seu grau de relacionamento com as partes do produto (PQ_{ij}), a avaliação técnica da dificuldade de implantação de melhorias (F_i) e o tempo de implantação (T_i). O estabelecimento das intensidades de relações pode ser feito respondendo: se a parte “x” for excelente, estará assegurado o atendimento das

especificações para a característica de qualidade “y”? A escala para classificação PQ_{ij} poderá ser a mesma utilizada na avaliação DQ_{ij} , para F_i a mesma D_j e para T_i : 0,5 (muito grande); 1,0 (grande); 1,5 (moderado); e 2,0 (pequeno). As Equações 4 e 5 detalham melhor os cálculos para o preenchimento da matriz do produto. Ambas foram propostas por Ribeiro *et al.* (2001b), que também defendem que através da definição da importância das partes é possível visualizar quais partes terão maior importância para a qualidade.

$$IP_i = \sum_{j=1}^n PQ_{ij} \times IQ_j^* \quad (4)$$

$$IP_i^* = IP_i \times \sqrt{F_i} \times \sqrt{T_i} \quad (5)$$

Na matriz das características das partes, são definidas as características mais importantes. Na priorização das características das partes (ICP_j), é considerada a prioridade corrigida das partes (IP_i^*) e o grau de relacionamento de cada característica com as partes do produto (PP_{ij}), conforme a Equação 6. De acordo com Ribeiro *et al.* (2001b), a intensidade de relacionamento na matriz pode ser feita respondendo a seguinte pergunta: *se a característica “x” for mantida em níveis excelentes, estará assegurado o bom desempenho da parte “y”?* A escala para classificação PP_{ij} poderá ser a mesma utilizada na avaliação DQ_{ij} .

$$ICP_j = \sum_{i=1}^n PP_{ij} \times IP_i^* \quad (6)$$

Na matriz dos processos, são consideradas a importância corrigida das características de qualidade (IQ_j^*), seu grau de relacionamento com os processos necessários à fabricação do produto, a avaliação técnica F_i e T_i . As Equações 4 e 5 podem ser aplicadas. Na matriz dos parâmetros de processo, a qualidade da manufatura dependerá do controle que será realizado nos parâmetros de processo que serão priorizados nesta matriz. Na priorização dos parâmetros dos processos (IPP_j), é levado em conta a prioridade corrigida dos processos (IP_i^*) e o grau de relacionamento de cada parâmetro com os processos (PrP_{ij}), conforme a Equação 7.

$$IPP_j = \sum_{i=1}^n PrP_{ij} \times IP_i^* \quad (7)$$

A matriz dos recursos é composta pelos itens referentes a recursos humanos e de infra-estrutura, possibilitando o relacionamento destes com os diferentes processos que compõem a fabricação do produto. Tomando como base os processos, relacionados com as características de qualidade, é possível identificar os recursos que são necessários para que estes processos possam ser desenvolvidos. Serão priorizados nesta matriz, aqueles recursos que contribuirão efetivamente para que as demandas de qualidade, definidas pelos clientes, sejam alcançadas, dentro das possibilidades da empresa. A priorização dos recursos humanos e de infra-estrutura (IR_j^*), é calculada pela Equação 8, conforme Ribeiro *et al.* (2001b).

$$IR_j^* = \left(\sum_{i=1}^n PR_{ij} \times IP_i^* \right) \times \sqrt{C_j} \times \sqrt{L_j} \quad (8)$$

Em que:

PR_{ij} = intensidade de relacionamento entre as etapas dos processos e os itens de infra-estrutura e recursos humanos;

IP_i^* = importância corrigida dos processos;

C_j = custo de implantação;

L_j = dificuldade de implantação.

A escala utilizada para os fatores de correção C_j e L_j poderá ser: 0,5 para muito difícil implantação e custo muito alto; 1,0 para difícil implantação e custo alto; 1,5 para dificuldade de implantação e custo moderados; e 2,0 para custo baixo e facilidade de implantação.

O método se encerra com o planejamento da qualidade, onde serão traduzidas as demandas de qualidade dos clientes para ações práticas. Estas ações deverão ser claras e objetivas, definindo: *quem, onde, quando, porque e como* será realizada cada ação proposta. Conforme defendem Ribeiro *et al.* (2001), o planejamento da qualidade poderá ser dividido em quatro etapas: (i) melhorias das especificações; (ii) melhorias das partes; (iii) melhorias dos processos; e (iv) melhorias dos recursos humanos e de infra-estrutura.

3 A PESQUISA

A questão da pesquisa foi: como utilizar o QFD no desenvolvimento de um odorizador de veículos para identificar as demandas de qualidade dos clientes e definir ações para alcançar estas demandas? Sendo a questão de pesquisa do tipo *como* e a pesquisa de caráter exploratório, o estudo de caso é apropriado (YIN, 2004). Em gerência de operações, casos podem ter alto impacto e produzir novas percepções (VOSS et al., 2002). Muitos conceitos e teorias presentes na literatura sobre operações foram desenvolvidos a partir de estudos de caso (BOULAKSIL e FRANSOO, 2010). O método de trabalho foi apresentado na revisão.

3.1 Pesquisa de Mercado e Priorização

Foi realizada uma pesquisa de mercado resultando uma lista priorizada de demandas de qualidade. Por questionário aberto, foram identificadas alternativas que foram exploradas posteriormente em questionário fechado. Foi realizada uma seleção prévia dos clientes em potencial e dos locais de aplicação. O mercado objetivado pela empresa são proprietários e condutores de veículos particulares, táxis e caminhões. Como fontes de dados secundários foram usados produtos de concorrentes e feiras do setor automotivo, o que permitiu avaliação de tendências e lançamentos. O Quadro 1 apresenta as respostas do questionário aberto organizadas em dois níveis.

Foram definidos estratos de clientes. A estratificação permite analisar um grupo heterogêneo (a população de clientes) por meio de subgrupos, os estratos, que são mais homogêneos do que a população. Os estratos devem possuir alguma homogeneidade interna e apresentarem heterogeneidade entre si quanto a variáveis de interesse da pesquisa (RIBEIRO e ECHEVESTE, 1998). Também definiram-se os agrupamentos e o tamanho da amostra. O procedimento amostral foi por cotas.

Quadro 1 - Respostas ao questionário aberto desdobradas em dois níveis

Nível Primário	Nível Secundário
Embalagem	Não oferecer risco de sujar o veículo Aparência discreta Fácil fixação no veículo
Aroma	Ter aromas naturais Não ter aroma enjoativo Não ter aroma adocicado Ter cheiro de limpeza Fragrâncias diferentes
Segurança e Durabilidade	Facilidade de abrir e fechar Controle da intensidade do odor Ser atóxico Não ser prejudicial ao meio ambiente

Foram usadas cinco variáveis de estratificação de usuários e respectivas classes: gênero (masculino e feminino); faixa etária (jovem (até 25 anos) e adulto); fumante (sim ou não); tipo de uso do veículo (comercial e passeio); e idade do veículo (novo (até dois anos), médio (até oito anos) e velho). Pelo produtório do número de classes, resultaram 48 estratos ($2 \times 3 \times 2 \times 2 \times 2 = 48$). Para o cálculo do tamanho da amostra, a pesquisa considerou os agrupamentos das duas variáveis com mais classes, ou seja, o número de combinações que podem ser feitas entre duas e três classes, resultando seis agrupamentos (2×3). Foi aceito o pressuposto de distribuição normal, mesmo que as respostas sejam discretas, pois somas e médias podem tender assintoticamente a esta distribuição quando cresce o número de respondentes (SNEDECOR e COCHRAN, 1980). Para obter uma indicação da possível variabilidade existente na população, escolhe-se um indicador numérico previamente mensurado em pesquisa-piloto (RIBEIRO e ECHEVESTRE, 1998). Neste estudo, o indicador usado foi a prioridade média dos itens de qualidade demandada, auferidos com doze respondentes, dois por agrupamento. O coeficiente de variação foi próximo a 10%.

O tamanho da amostra é dado pela equação 9 (SNEDECOR e COCHRAN, 1980).

$$n = z_{\alpha/2}^2 \cdot \frac{CV^2}{ER^2} \quad (9)$$

em que:

$z_{\alpha/2} = 1,96$ (para nível de confiança = 95%);

CV = coeficiente de variação (pesquisa piloto com doze respondentes, dois de cada agrupamento, apontou $cv = 10\%$);

$ER = 10\%$ (erro relativo admissível, diferença entre o estimado pela amostra e o valor real da população).

A aplicação da equação 9 resultou em 15,4 questionários por agrupamento, totalizando 92,4 questionários. Arredondou-se para 96 questionários (16 por agrupamento). Para formar os agrupamentos, foram usadas as variáveis idade do veículo e tipo de uso. As classes das demais variáveis foram distribuídas uniformemente dentro do agrupamento. A distribuição dos questionários nos agrupamentos pode ser fixa ou proporcional ao tamanho da população do agrupamento. Para o caso, adotou-se distribuição fixa, pois não existem dados sobre o tamanho da população de clientes nos agrupamentos. Os locais escolhidos para a abordagem dos respondentes foram postos de gasolina e lavagens de carros. Para garantir a confiabilidade das etapas de identificação, abordagem, aplicação dos questionários e tabulação das respostas, foi contratada empresa especializada de pesquisa de informação empresarial, que identificou clientes segundo os agrupamentos, abordou-os, aplicou os questionários, eliminou possíveis respostas inválidas, originadas de respondentes não-cooperativos e tabulou os resultados. A empresa recrutou e selecionou 16 respondentes para cada um dos 6 agrupamentos. As respostas foram agrupadas em um conjunto unificado. Não foi objetivo de pesquisa fazer a análise por agrupamento. Por ora, não é possível afirmar se os resultados seriam os mesmos da amostra. Esta questão é remetida à continuidade. Também não foi objetivo de pesquisa a análise descritiva das respostas, interessando apenas a análise agregada que segue.

O questionário fechado serviu para priorização da qualidade demandada (ID_i^*), que foi calculada levando em conta a importância dos itens, conforme a Equação 1. A tabulação das respostas permitiu a priorização das demandas de qualidade, apresentadas na Tabela 1. A última coluna permite visualizar a priorização das demandas de qualidade.

Tabela 1 - Priorização das demandas de qualidade

Nível Primário	Nível Secundário	Peso Abs.	Peso %	E_i	M_i	ID_i^*
Embalagem 22,93%	Não oferecer risco de sujar o veículo	0,04000	12,17	2	0,5	12,17
	Aparência discreta	0,01786	5,43	0,5	1	3,84
	Fácil fixação no veículo	0,01754	5,34	0,5	1	3,77
	Parcial 1	0,07540	22,93			
Aroma 39,05%	Ter aromas naturais	0,01754	8,4	1	1	8,4
	Não ter aroma enjoativo	0,02632	12,6	1,5	1	15,43
	Não ter aroma adocicado	0,01282	6,14	1	1	6,14
	Ter cheiro de limpeza	0,01282	7,48	0,5	1	5,29
	Fragrâncias diferentes	0,00926	4,43	0,5	1	3,13
	Parcial 2	0,08156	39,05			
Segurança Durabilidade 38,02%	Facilidade de abrir e fechar	0,01351	6,79	0,5	1	4,8
	Controle da intensidade do odor	0,01887	9,48	1,5	0,5	8,21
	Ser atóxico	0,02857	14,36	0,5	1	10,15
	Não ser prejudicial ao meio ambiente	0,01471	7,39	0,5	1	5,23
	Parcial 3	0,07566	38,02			

3.2 Construção das Matrizes

Três demandas foram eliminadas por serem inerentes ao projeto: (i) não oferecer risco de sujar o veículo: esta característica é sempre atendida em função da tecnologia de papel impregnado utilizada no produto; (ii) ter aromas naturais: característica atendida pelo projeto do produto; e (iii) ser atóxico: apesar de utilizar elementos não tóxicos, a legislação impede a divulgação desta característica, não sendo um diferencial competitivo. Para a construção da matriz da qualidade, foram estabelecidas características da qualidade que traduzem as demandas em requisitos técnicos. Foi verificada a intensidade de relacionamento (DQ_{ij}) entre características e demandas de qualidade. As importâncias das características foram calculadas considerando a relação existente entre o índice de importância corrigido da qualidade demandada (ID_i^*) e as DQ_{ij} . Também foram verificadas as possíveis correlações entre as características de qualidade. Foram determinadas as especificações atuais para cada característica de qualidade, avaliada a dificuldade de atuação (D_j) e feita análise competitiva (B_j) em relação aos concorrentes.

Quadro 2 – Elementos para construção da matriz da qualidade

Demanda de qualidade	Característica da qualidade, requisitos técnicos e análise da situação
Aparência discreta	Opções de instalação e escala de julgamento de aparência (ISC = índice de satisfação de cliente). Melhoria difícil, pois interfere com questões funcionais também priorizadas.
Fácil fixação no veículo	Opções de instalação, área útil para instalação e escala de manuseio (ISC). Melhoria difícil, pois requer importante alteração de projeto. Produto é superior à concorrência
Não ter aroma enjoativo	Fragrâncias exclusivas, não ser adoçado, análise sensorial de odor enjoativo. Melhoria difícil, por envolver percepção pessoal, embora barata e rápida.
Não ter aroma adoçado	Fragrâncias exclusivas, aroma não adoçado, cheiro de limpeza. Melhoria difícil pela pouca oferta de fornecedores. Similar à concorrência
Cheiro de limpeza	Fragrâncias exclusivas, cheiro de limpeza. Melhoria difícil, pois este aroma não garante uma boa performance de liberação e faz cair a durabilidade. Similar à concorrência
Fragrâncias diferentes	Fragrâncias exclusivas, aroma não adoçado, cheiro de limpeza. Melhoria rápida e fácil, pois basta desenvolver produtos diferenciados junto aos fornecedores de fragrâncias.
Facilidade de abrir e fechar	Opções de instalação, área útil para instalação e escala de manuseio (ISC). Melhoria difícil, pois requer importante alteração de projeto. Produto acima da concorrência
Controle da intensidade do odor	Área útil para instalação, escala de manuseio (ISC) e durabilidade nas posições máxima e mínima. Melhoria difícil, de alto custo e longo tempo, pois requer investimentos em matriz e sistemas de injeção. Produto acima da concorrência por ter aberturas reguláveis
Não ser prejudicial ao meio ambiente	Existência de rejeitos de produção e do produto não recicláveis. Demanda um trabalho de ajuste nos equipamentos, sendo de dificuldade moderada. Similar à concorrência

O Quadro 2 e a Figura 2 apresentam respectivamente as características da qualidade associadas às demandas e a Matriz da Qualidade. Nesta última, as demandas da qualidade foram ordenadas segundo seus ID_j . Na última linha surgem as características de qualidade (IQ_j^*) priorizadas segundo o impacto nas demandas de qualidade.

Figura 2 - Matriz da Qualidade

QUALIDADE DEMANDADA	CORRELAÇÕES										ID_i	E_i	M_i	ID_i^*
	Quantidade de fragrâncias exclusivas	Número de opções de instalação	Área útil de fixação	ISC Referente aparência (1 a 10)	ISC Referente manuseio (1 a 10)	% de rejeitos não recicláveis	% de vendas com aroma de limpeza	% de vendascom aroma não adocicado	Durabilidade nas posições max. e min.	Análise sensorial de odor enjoativo (1 a 10)				
Fragrâncias diferentes	9						6	6			4,43	0,5	1,0	3,13
Fácil fixação no veículo		9	3		6						5,34	0,5	1,0	3,77
Aparência discreta		3		9							5,43	0,5	1,0	3,84
Facilidade de abrir e fechar		1	6		9						6,79	0,5	1,0	4,8
Não prejudicial ao meio ambiente						9					7,39	0,5	1,0	5,23
Cheiro de limpeza	2						9				7,48	0,5	1,0	5,29
Aroma não adocicado	2						6	9			6,14	1,0	1,0	6,14
Controle da intensidade do odor			3		6				9		9,48	1,5	0,5	8,21
Não enjoativo	2								2	9	12,60	1,5	1,0	15,43
ESPECIFICAÇÕES ATUAIS	min. 2	3	min. 9cm ²	min. 8	min. 8	max. 1%	min. 25%	min. 10%	min. 4:1	min. 8				
IQ_j	82	50	65	35	115	47	103	105	74	139				
D_j	2	1	1	1	1	1,5	0,5	0,5	1	1,5				
B_j	0,5	0,5	0,5	1	0,5	1	1	1	0,5	0,5				
IQ_j^*	82	36	46	35	81	58	73	74	52	120				

O índice de satisfação dos clientes referente ao manuseio, a quantidade de fragrâncias exclusivas e a análise sensorial de odor enjoativo são as principais características a controlar. As partes do odorizador associadas a estas características de qualidade são: *sachet* - composto de celulose impregnado com fragrância; *carcaça* - caixa plástica que contém o *sachet*; *regulador* - peça plástica móvel ligada à *carcaça* que permite a regulagem da área de abertura, através da qual a fragrância é liberada para o ambiente; e *fixação* - três acessórios montados à *carcaça* para adaptar o modo de fixação – adesivo, velcro e gancho. A matriz do

produto apresentada na Figura 3 relaciona as partes do produto com as características de qualidade, definindo as partes com maior índice de priorização.

Figura 3 - Matriz do produto

	Características de Qualidade										IP_i	F_i	T_i	IP_i^*
	Quantidade de fragrâncias exclusivas	Número de opções de instalação	Área útil de fixação	ISC Referente aparência (1 a 10)	ISC Referente manuseio (1 a 10)	Percentual de rejeitos não recicláveis	% de vendas dos produtos com aroma de limpeza	% de vendas dos produtos com aroma não adocicado	Durabilidade nas posições máxima e mínima	Análise sensorial de odor enjoativo (1 a 10)				
IQ_i^*	82	36	46	35	81	58	73	74	52	120				
<i>Sachet</i>	9						9	9	3	9	33	2,0	2,0	66
Carcaça		9	9	9	9				9		22	1,0	1,0	22
Regulador				3	9				9		13	1,0	1,0	13
Fixação		9	9	6	6				1		15	1,5	1,5	22

Destaca-se a prioridade do *sachet*, pelo relacionamento forte com as características de qualidade mais priorizadas e facilidade de melhorias. Também se destacam a carcaça e o conjunto de fixação. Melhorias no *sachet* são fáceis e rápidas, pois requerem apenas a confecção de uma nova faca de corte, de baixo custo. Alterações de espessura da celulose e troca de fragrâncias requerem apenas novas especificações para os fornecedores. Melhorias na carcaça e no regulador são difíceis, onerosas e demoradas, pois requerem confecção de nova matriz para injeção em plástico. Melhorias na fixação são fáceis e rápidas, dependendo apenas de desenvolvimento do fornecedor. Melhorias no gancho de fixação são difíceis e demoradas, pois requerem nova matriz para injeção de plástico. Melhorias no conjunto do sistema de fixação são moderadas em tempo e dificuldade. Foram definidas as características mais importantes para as partes do odorizador. Estas

características e seu relacionamento com as partes são apresentados na Figura 4. A priorização pode ser vista na última linha.

Figura 4 - Matriz das características das partes

Partes do Produto	IP_i^*	Características das partes								
		Índice de absorção da Celulose (g/mm^2)	Espessura da Celulose (mm)	Formulação da essência	Teste de fechamento da carcaça (passa/não passa)	Teste funcional do regulador (passa/não passa)	Dimensão adesivo (mm)	Adesividade (kg)	Dimensão do Velcro (mm)	Resistência à separação do velcro (kg)
Sachet	66	6	6	9						
Carcaça	22				9					
Regulador	13					9				
Fixação	22						6	9	6	6
	ICP_j	40	40	59	20	12	13	20	13	13

Observa-se a importância das especificações relativas ao *sachet* (formulação da essência e características da celulose), resultantes de sua alta prioridade. A conformidade depende da qualidade de matéria-prima e partes semi-acabadas recebidas de fornecedores, o que requer controle de qualidade no recebimento. Das características listadas, apenas a formulação da essência tem forte dependência de serviço interno à empresa, que requer padronização rígida, equipamentos adequados e pessoal qualificado para assegurar qualidade.

Na priorização dos processos, foram considerados a importância corrigida das características de qualidade (IQ_j^*), seu grau de relacionamento com cada um dos processos necessários à fabricação do produto e a avaliação técnica da

dificuldade de implantação de melhorias (F_i) e de tempo necessário para esta implantação (T_i). As intensidades das relações foram estabelecidas como na Matriz do Produto. A matriz dos processos é apresentada na Figura 5, onde são relacionados os processos e as características de qualidade, resultando na priorização dos processos (IP_i^*). Os processos e as conclusões são apresentados no Quadro 3.

Figura 5 – Matriz dos Processos

PROCESSOS	IQ_j^*	Características de Qualidade										IP_i	F_i	T_i	IP_i^*	
		Quantidade de fragrâncias exclusivas	Número de opções de instalação	Área útil de fixação	ISC Referente aparência (1 a 10)	ISC Referente manuseio (1 a 10)	% de rejeitos não recicláveis	% de vendas dos produtos com aroma de limpeza	% de vendas dos produtos com aroma não adocicado	Relação entre a durabilidade nas posições máx. e mín.	Análise sensorial de odor enjoativo (1 a 10)					
		82	36	46	35	81	58	73	74	52	120					
Corte Sachet					3					3	1	4	1,5	1,5	6	
Impregnação						3	6	6	1	9	22	22	1,5	1,5	33	
Preparo da formulação	6					3	6	6		6	23	23	2,0	2,0	45	
Pesagem do sachet	1						3	3	1	6	13	13	2,0	1,5	22	
Recebimento	6		6	9	9	3	1	1	9	6	33	33	2,0	1,0	47	
Montagem		3		9	9		1	1	6	1	17	17	1,5	1,5	26	
Embalagem		6	6	6	3		1	1	1	1	13	13	1,5	1,0	15	
Expedição	3			3	3		1	1			7	7	1,5	1,5	11	

Quadro 3 – Processo de fabricação do odorizador

Processo	Descrição	Análise da situação
Corte do <i>sachet</i>	é realizado o corte do <i>sachet</i> na forma de um quadrado	Melhorias de tempo e dificuldade moderadas, pois exigem projeto e confecção de novas facas para corte
Impregnação	processo de dosagem mecânica da formulação no <i>sachet</i>	Melhorias de tempo e dificuldade moderadas, pois exigem aquisição de equipamentos e entrada em operação de uma nova linha
Preparo	mistura das matérias primas e obtenção da solução impregnadora	Melhorias de tempo, dificuldade e custo baixos, pois exigem apenas investimento em equipamentos e treinamento de pessoal
Pesagem	inspeção da quantidade de fragrância impregnada	Melhorias de tempo moderado, dificuldade e custo baixos, pois exigem apenas uma nova balança e treinamento de pessoal
Recebimento	descarga e controle de outras partes	Melhorias de tempo longo, dificuldade e custo baixos, pois exigem obra civil, equipamento e treinamento
Montagem	montagem da carcaça do odorizador	Melhorias de tempo, dificuldade e custo baixo, pois exigem apenas treinamento e alguns dispositivos de montagem da carcaça
Embalagem	o <i>sachet</i> e os itens de fixação são colocados nas embalagens	Melhorias de tempo longo, dificuldade e custo moderado, pois exigem novas máquinas e treinamento
Expedição	o odorizador é expedido	Melhorias de tempo longo, dificuldade e custo baixos, pois exigem obra civil, equipamento e treinamento

Para monitoração dos processos de fabricação do odorizador, foram estabelecidos os parâmetros de controle da Figura 6. Na priorização dos parâmetros dos processos (IPP_j), foram consideradas a prioridade corrigida dos processos (IP_i^*) e o grau de relacionamento de cada parâmetro com os processos. Os cinco parâmetros de processo mais importantes estão diretamente relacionados com os três processos priorizados, e devem ser monitorados para contribuir na melhoria dos processos. O resultado surge na última linha.

A matriz dos recursos é composta pelos os itens referentes a recursos humanos e de infra-estrutura possibilitando o relacionamento destes, aos diferentes processos que compõem a fabricação do odorizador. Os recursos humanos necessários são: três operadores de máquina responsáveis pelo corte, pesagem, impregnação e embalagem; almoxarife; supervisor; operador de mistura e montador, responsável pelo conjunto final. Os recursos de infra-estrutura são: áreas de produção e mistura, bancadas de montagem, almoxarifado e expedição, computador, balanças e misturador, e máquinas de corte, impregnação e embaladora. A avaliação de custo (C_j) e dificuldade de implantação (L_j) considerou que operadores têm custos baixos e fácil implantação; almoxarife tem custo moderado e fácil implantação; supervisor tem custos altos e implantação difícil; balança tem custo moderado e implantação fácil; e computador tem custo baixo e implantação fácil.

Figura 6 – Matriz dos parâmetros dos processos

PROCESSOS		Parâmetros dos Processos									
		IP_i^*	% de corte de sachet não conforme	Diferencial de massa do sachet	Massa dos componentes da formulação	Frequência de aferição das balanças	Índice de rejeição no recebimento	Tempo de liberação no recebimento	Produtividade na montagem	Índice de retrabalho na montagem	Índice de embalagens rejeitadas
Corte Sachet	6	9									
Impregnação	33		9								
Preparo da formulação	45			9							
Pesagem do sachet	22				9						
Recebimento	47					9	9				
Montagem	26							9	9		
Embalagem	15									9	
Expedição	11										9
IPP_j		5	30	41	20	42	42	23	23	14	10

A priorização corrigida de recursos humanos e infra-estrutura (IR_j^*) são apresentadas na matriz da Figura 7.

Figura 7 – Priorização dos itens de Infra-estrutura e Recursos Humanos

PROCESSOS	IP _i *	Recursos Humanos					Recursos de Infra-estrutura											
		Almoxarife	Operador de máquina	Supervisor Industrial	Operador de mistura	Montador	Área de estoque	Área de produção	Sala de mistura	Computador	Balança	Misturador	Máquina de corte	Máquina de impregnação	Bancada de montagem	Máquina embaladora		
Corte Sachet	6		9	3			1					9						
Impregnação	33		9	3			1						9					
Preparo da formulação	45			9	9		3	9		9	9							
Pesagem do sachet	22		9	3						9								
Recebimento	47	9		6			9		9	1								
Montagem	26		3	6		9	3								9			
Embalagem	15		9	3		9	1								9	9		
Expedição	11	9		6			9		9									
IR _j		52	77	114	41	37	52	27	41	52	66	41	5	30	37	14		
C _j		1,5	2,0	0,5	1,5	2,0	0,5	0,5	1,5	2,0	1,5	1,5	0,5	0,5	1,5	0,5		
L _j		2,0	2,0	1,0	2,0	2,0	0,5	0,5	1,5	2,0	2,0	1,5	0,5	1,0	2,0	2,0		
IR _j *		91	153	81	71	75	26	13	61	105	114	61	3	21	65	14		
Quantidade atual		1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1		
Quantidade ideal		1	3	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1		
Custo		600	900	5000	1000	600	0	0	0	3000	6000	1500	15000	15000	1000	5000		
Tempo Amortização							1	1	1	24	48	48	48	48	24	48		
Custo Operação							600	250	50	100	50	10	500	200		150		
Dedicação		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Custo mensal		600	2700	5000	1000	600	600	250	50	225	350	41	813	513	42	254		
Soma Relacionamentos		18	39	39	9	18	18	9	9	18	19	9	9	9	18	9		
PROCESSOS	IP _i											Custo	Custo*					
Corte Sachet	4	0	623	385	0	0	0	28	0	0	0	0	813	0	0	0	1848	19
Impregnação	22	0	623	385	0	0	0	28	0	0	0	0	0	513	0	0	1548	16
Preparo da formulação	23	0	0	1154	1000	0	0	83	50	0	166	41	0	0	0	0	2494	25
Pesagem do sachet	13	0	623	385	0	0	0	0	0	0	166	0	0	0	0	0	1173	12
Recebimento	33	300	0	769	0	0	300	0	0	0	113	18	0	0	0	0	1500	15
Montagem	17	0	208	769	0	300	0	83	0	0	0	0	0	0	21	0	1381	14
Embalagem	13	0	623	385	0	300	0	28	0	0	0	0	0	0	21	254	1610	16
Expedição	7	300	0	769	0	0	300	0	0	0	113	0	0	0	0	0	1482	15

132

13037

3.3 Planejamento da qualidade

Foi objetivo de pesquisa identificar melhorias prioritárias no produto e no processo de fabricação, visando atender as demandas de qualidade de clientes. Foram identificadas melhorias em especificações, nas partes, nos processos e nos recursos humanos e infra-estrutura. As ações enfocaram os itens prioritários. Os itens apresentam relacionamentos que devem ser considerados no planejamento das melhorias, permitindo a tomada de ações integradas, aumentando as chances de sucesso. Na Figura 8 é apresentado um esquema que relaciona os itens priorizados.

Figura 8 - Relacionamento entre os itens priorizados



As especificações priorizadas para melhoria foram: índice de satisfação dos clientes referente ao manuseio; quantidade de fragrâncias exclusivas; e análise sensorial de odor enjoativo. A primeira e a terceira foram feitas por grupos qualitativos com clientes, conduzidos por empresa especializada em pesquisa de informação empresarial. A segunda foi feita em conjunto com fornecedores. Para cada tipo de produto, foram adotadas três fragrâncias exclusivas.

As partes priorizadas para melhoria foram: *sachet*, carcaça e fixação. A qualidade das partes priorizadas depende tanto dos processos como dos materiais. As melhorias no *sachet* estão mais relacionadas com as fragrâncias e com os processos de preparo e impregnação. Como depende pouco da celulose, os controles atuais foram mantidos. As melhorias no projeto da carcaça e nos dispositivos de fixação concentraram-se em mais rigor na inspeção de recebimento, pois estas são partes recebidas de fornecedores.

Os processos priorizados para melhoria foram: recebimento, preparo da formulação e impregnação. O recebimento tem forte influência sobre a qualidade do produto, pois as principais partes são recebidas de fornecedores. Os procedimentos de inspeção foram padronizados e documentados e o almoxarife foi treinado nos novos equipamentos. As melhorias no preparo da formulação garantem a

padronização das fragrâncias. As melhorias na impregnação devem garantir a uniformidade da quantidade acrescida ao *sachet*.

Os recursos humanos e de infra-estrutura priorizados foram: operadores de máquinas, almoxarife, supervisor industrial, balança e computador. Os operadores devem ter habilidade de operar todas as máquinas e ter conhecimentos básicos de manutenção. O almoxarife deve dominar técnicas de recebimento, armazenamento e expedição. O supervisor deve dominar o processo e ter liderança. A balança deve ter exatidão e repetibilidade. O computador deve ter confiabilidade ao operar os *softwares* utilizados na produção.

O Quadro 4 sintetiza o planejamento da qualidade resultante da aplicação.

Quadro 4 – Síntese do planejamento da qualidade

Plano de melhorias		
especificações	partes	recursos humanos e infra-estrutura
índice de satisfação dos clientes referente ao manuseio; quantidade de fragrâncias exclusivas; análise sensorial de odor enjoativo.	<i>sachet</i> ; carcaça; fixação.	operadores de máquinas; almoxarife; supervisor industrial; balança; computador.

4 CONCLUSÕES

A aplicação do método QFD, descrita neste artigo, conseguiu atingir seu objetivo específico, que era identificar e traduzir as demandas de qualidade dos usuários de um odorizador de automóveis. Também conseguiu atingir outro objetivo, que foi a priorização de melhorias. O desdobramento foi apresentado e comentado desde a pesquisa de mercado até o planejamento das melhorias de qualidade, procurando mostrar detalhadamente os diversos passos envolvidos na aplicação do método. Inicialmente foi apresentada a pesquisa de mercado seguido da construção da matriz da qualidade, do produto, dos processos e dos recursos, finalizando com o planejamento das ações de qualidade a serem realizadas para garantir o atendimento aos desejos de qualidade identificados pelos consumidores.

Foi possível identificar as demandas de qualidade dos clientes e definir quais ações devem ser implementadas para que estas demandas possam ser alcançadas. A análise considerou fatores importantes no planejamento da qualidade, tais como

recursos financeiros, humanos e de infra-estrutura. A aplicação do método no odorizador para automóveis evidenciou que a qualidade do produto depende dos processos de recebimento, preparo da formulação e impregnação, e que melhorias nestes processos e nos recursos a eles associados podem contribuir para a melhoria da qualidade no produto. Esta priorização dos processos e recursos se deve ao fato de o produto ser superior a concorrência em sua concepção e projeto, o que transfere a maior responsabilidade pelo diferencial de qualidade para os processos executados sobre as peças, em sua maioria, recebidas de fornecedores externos.

REFERÊNCIAS

ABREU, F. S. QFD – Desdobramento da função qualidade: estruturando a satisfação do cliente. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, v.37, n.2, p.47-55, 1997.

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

BERGET, I.; NAES, T. Sorting of raw materials with focus on multiple end-product properties. **Journal of Chemometrics**, v.16, n.2, p.263-273, 2002.

BOUCHEREAU, V.; ROWLANDS, H. Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). **Benchmarking: An International Journal**, v.7, n.1, p.8-19, 2000.

BOULAKSIL, Y.; FRANSOO, J. Implications of outsourcing on operations planning: findings from the pharmaceutical industry. **International Journal of Operations & Production Management**, v.30, n.10, p.1059-1079, 2010.

BURKE, E.; KLOEBER JR, J. M.; DECKRO; R. F. Using and abusing QFD scores. **Quality Engineering**, v.15, n.1, p.9–21, 2002.

CANONGIA, C.; SANTOS, D. M.; SANTOS, M. M.; ZACKIEWICZ, M. Foresight, inteligência competitiva e gestão do conhecimento: instrumentos para a gestão da inovação. **Gestão & Produção**, v.11, n.2, p.231-238, 2004.

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

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. **QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Edgar Blücher, 2007.

CORTÉS, D. M. M.; DA SILVA, C. A. B. Revisão: desdobramento da função qualidade-QFD: conceitos e aplicações na indústria de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.3, p.200-209, 2005.

FREITAS, A. L. P. A Qualidade em serviços no contexto da competitividade. **Produção Online**, v.5, n.1, p.1-24, 2005.

GUAZZI, D. M. **Utilização do QFD como uma ferramenta de melhoria contínua do grau de satisfação de clientes Internos**: uma aplicação em cooperativas agropecuárias. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1999.

GUELBERT, M.; MERINO, E.; MARIA, J.; SILVA, E.; CARREIRA, M.; GUELBERT. A aplicação do qfd no estudo de penetração de mercado e comercialização de equipamentos pneumáticos industriais. **ENEGEP**, 26, 2006. **Anais ... Fortaleza**, 2006.

GUIMARÃES, L. M. QFD: quality function deployment: uma análise de aspectos culturais organizacionais como base para definição de fatores críticos de sucesso (FCS) na implementação da metodologia. **Revista Qualidade**, n.128, p.56-66, 2003.

LEMOS, F. O.; ANZANELLO, M. J. Aplicação do desdobramento da função qualidade (QFD) para o desenvolvimento de um produto sazonal do setor alimentício. **ENEGEP**, 25, 2005. **Anais... . Porto Alegre**, 2005.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MATTAR, F. **Pesquisa de marketing**: metodologia e planejamento. São Paulo: Atlas, 1996.

MEADE, L. M.; SARKIS, J. Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach. **International Journal of Production Research**, v.37, n.2, p.241-261, 1999.

MELO FILHO, L.; CHENG, L. QFD na garantia da qualidade do produto durante seu desenvolvimento: caso em uma empresa de materiais. **Produção**, v.17, n.3, p.604-624, 2007.

MIGUEL, P. A. C. **Qualidade**: enfoques e ferramentas. São Paulo: Artliber, 2001.

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

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. **Polímeros: ciência e tecnologia**, v.13, n.2, p.87-94, 2003.

OMAR, A.R.; HARDING, J.A.; POPPLEWELL, K. Design for customer satisfaction: an information modelling approach. **Journal of Integrated Manufacturing Systems**, V.10, n.4, p.199-209, 1999.

RIBEIRO, J. L. D.; CUNHA, M. G. C.; ECHEVESTE, M. E. Desdobramento da qualidade: um plano de melhorias para retenção de clientes em clubes sociais e esportivo. ENEGEP. 21, 2001. **Anais...** . Salvador, 2001a.

RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E. Dimensionamento da amostra em pesquisa de satisfação de clientes. ENEGEP. 18, 1998. **Anais...** . Niterói, 1998.

RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E.; DANILEVICZ, A. M. F. **A Utilização do QFD na otimização de produtos, processos e serviços**. Porto Alegre: UFRGS, 2001b.

RODRIGUES, L. L.; CASTANHO, F. R.; SILVA FILHO, E. P. QFD no desenvolvimento de processos. SIMPEP. 14, 2007. **Anais...** . Bauru, SP, 2007.

SELLITTO, M; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. Medição de tempo de atravessamento e inventário em processo em manufatura controlada por ordens de fabricação. **Produção**, v.18, n.3, p.493-507, 2008.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**, Ames: The Iowa State University Press, 1980.

TAMMELA, I.; CANEN, A. G. A Competição baseada no tempo: um estudo de caso na indústria moveleira do Rio de Janeiro. **Produção Online**, v.5, n.1, p.1-25, 2005.

VONDEREMBSE, M. A.; RAGHUNATHAN T. S. Quality function deployment's impact on product development. **International Journal of Quality Science**, v.2, n.4, p.253-271, 1997.

VOSS, C. TSIKRIKTSIS, N.; FROHLICH, M. Case Research in operations management. **International Journal of Operations and Production Management**, v.22, n.2, p.195-219, 2002.

YIN, R. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUSUF, Y. Y.; SARHADI, M.; GUNASEKARAN, A. Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes. **International Journal of Production Economics**, v.62, n.1, p.33-43, 1999.



Artigo recebido em 30/11/2010 e aceito para publicação em 30/01/2012.