

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Byanca Porto de Lima

**APLICAÇÃO DO MÉTODO QFD NO
DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS EM
UMA EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA**

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre pelo Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Área de Concentração: Produção

Orientador: Prof. Dr Jorge Muniz.

Taubaté – SP
2009

BYANCA PORTO DE LIMA

APLICAÇÃO DO MÉTODO QFD NO DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS EM UMA EMPRESA AUTOMOBILÍSTICA

Dissertação apresentada para obtenção do
Título de Mestre pelo Curso de Mestrado
Profissionalizante em Engenharia Mecânica
do Departamento de Engenharia Mecânica
da Universidade de Taubaté.
Área de Concentração: Produção

Data: 12 de Dezembro de 2009

Resultado: Aprovado

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr Jorge Muniz – Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dr. Giorgio Giacaglia – Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. José Glenio Medeiros de Barros – Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Assinatura _____

**Dedico este trabalho ao meu noivo Eduardo pelo amor e carinho e,
principalmente, pelo incentivo e apoio.**

AGRADECIMENTOS

Ao meu noivo Eduardo, por ter estado ao meu lado nos momentos difíceis, me incentivando e apoiando;

Ao professor Jorge Muniz pela impecável orientação, confiança e pelo incentivo atribuído ao desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus colegas do mestrado pela amizade e companheirismo.

A minha família, pelo carinho e compreensão diante das dificuldades.

A minha amiga Christina, por ter me apresentado o curso e me ajudado nas “idas e vindas” para Taubaté. Agradeço também, pelas conversas e pelo compartilhamento das vitórias ao longo do curso.

A minha amiga Paula e família, pela demonstração de amizade, me ajudando nos momentos de dificuldades que passei para freqüentar as aulas.

Aos meus amigos Daniele Pereira e Lucas Rosa, agradeço pela ajuda e amizade, que foram essenciais para a realização da pesquisa ação.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar a aplicação do método conhecido como Desdobramento da Função Qualidade no processo de desenvolvimento de embalagens. Este estudo é delimitado para embalagens de autopeças e foi realizado numa montadora de automóveis. A Casa da Qualidade, primeira etapa do método, foi utilizada pelo setor de desenvolvimento de embalagens da montadora para identificar e atender as necessidades dos seus clientes internos e orientar os fornecedores de autopeças no desenvolvimento de embalagens visando melhor qualidade e redução de custos. A pesquisa foi desenvolvida em 2008/ 2009. Essas necessidades foram obtidas por meio de pesquisa qualitativa com as áreas envolvidas no processo de desenvolvimento de embalagens. O trabalho pode ser classificado como exploratório, pois, a partir do levantamento bibliográfico do método QFD e da realização de entrevistas, buscou-se uma melhor compreensão do problema associado a constantes atrasos no cronograma devido à necessidade de alterações da embalagem protótipo. Como resultado preliminar, este estudo permitiu visualizar aspectos importantes relativos a embalagens que não eram considerados na fase inicial do desenvolvimento. Isso ocasionava constantes atrasos no cronograma de aplicação da peça nacional devido à necessidade de alterações na embalagem protótipo.

Palavras-chave: Desenvolvimento de Embalagens. Desdobramento da Função Qualidade. Desenvolvimento de Fornecedores. Indústria Automobilística.

ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the method known as Quality Function Deployment in the development of packaging. This study is limited to packing of parts packaging and it was carried out in a factory of assembly of cars. The house of quality, first step of the method was used by the industry to develop packages of the factory to identify and meet the needs of your internal customers and direct suppliers of parts in the development of packages aimed at providing better quality and reduced costs. The study was conducted in 2008 / 2009. These needs were obtained through qualitative research with the areas involved in the development of packaging. The work can be classified as exploratory, because from the literature of the QFD method and interviews, we sought a better understanding of the problem associated with constant delays in planning due to the need for changes to the packaging prototype. As preliminary result, this study allowed the visualization of important aspects relating to packaging that were not considered in the initial phase of development. This occasioned the frequent delays in the planning of implementation of the national part due to the need for changes in packaging prototype.

Keywords: Packaging Development. Quality Function Deployment. Supplier Development. Auto Industry.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01 - Cadeia de suprimentos e os processos associados
- Figura 02 - Modelo de Transformação
- Figura 03 - Expectativas da Qualidade
- Figura 04 - Processo de desenvolvimento seqüencial *versus* integrado
- Figura 05 - Número de alterações de projeto
- Figura 06 - Custos das alterações de projeto
- Figura 07 - Diminuição no número de reclamações na Toyota
- Figura 08 - Aumento de participação no mercado
- Figura 09 - Relação entre QFD, QD e QFDr
- Figura 10 - Estrutura básica da Casa da Qualidade
- Figura 11 - Os elementos da Casa da Qualidade
- Figura 12 - Fluxograma do Processo de Desenvolvimento do fornecedor e da embalagem da autopeça
- Figura 13 - Composição da Equipe QFD
- Figura 14 - Requisitos de Qualidade em ordem decrescente

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Requisitos dos Clientes

Quadro 02 - Características da Qualidade

Quadro 03 - Diagrama de árvore.

Quadro 04 - Escala de importância da qualidade demandada

Quadro 05 - Escala de relacionamento da qualidade demandada com as características de qualidade (DQij)

Quadro 06 - Escala de avaliação da dificuldade de atuação sobre as características de qualidade Dj

Quadro 07 - Requisitos de Qualidade e Definições

Quadro 08 - Características de Qualidade Desdobradas pela equipe

Quadro 09 - Definições das Características de Qualidade

Quadro 10 - Grau de relacionamento entre os requisitos de qualidade e as características de qualidade

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Pontuações atribuídas aos requisitos de qualidade

Tabela 02 – Matriz de Qualidade

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 NATUREZA DO PROBLEMA	13
1.2 OBJETIVO	13
1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	13
1.4 CONTRIBUIÇÃO	14
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	16
2.1 LOGÍSTICA	16
2.2. GERENCIAMENTO LOGÍSTICO	17
2.3. DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES	19
2.4 CONSUMIDORES E FORNECEDORES INTERNOS	22
2.5 EMBALAGENS	24
2.5.1 A Embalagem na Logística	25
2.5.2 Embalagens Retornáveis e Embalagens Descartáveis	26
2.6 QUALIDADE	28
2.6.3 Abordagem de Kano	28
2.6.4 Dimensões da Qualidade	30
2.7 ENGENHARIA SIMULTÂNEA	33
2.7.1 A Importância das Equipes Interfuncionais	35
2.7.2 Ferramentas da Engenharia Simultânea	37
2.8 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)	38
2.8.1 Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFDr)	45
2.8.2 Abordagens do QFD	47
2.8.3 Método de Ribeiro	48
2.8.4. A Casa da Qualidade	50
2.8.4.1 Elementos da Casa da Qualidade	51
3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	57
3.1 CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO	57
3.2 EMPRESA PÉSQUISADA	58
3.3 ETAPAS DO MÉTODO	59
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
5 CONCLUSÃO	81
REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a sobrevivência de uma empresa, seja do setor industrial ou de serviços, exige que seja criado, no ambiente de trabalho, a cultura de “procurar pela qualidade”. Esse é um requisito essencial para a competitividade (RIBEIRO, 2001).

O termo competitividade é definido por Agostinho (1995) como sendo a capacidade da organização em oferecer ao mercado produtos ou serviços capazes de motivar os consumidores a escolhê-la como fornecedora, em detrimento das alternativas de suprimento disponibilizadas por organizações concorrentes. Desta forma, a competitividade da empresa está diretamente relacionada ao grau de exigência dos consumidores, do desempenho dos produtos (qualidade, preço, confiabilidade) e do desempenho das empresas que fabricam e comercializam esses produtos (pontualidade e confiabilidade de entrega, rede de distribuição, imagem).

Esta era da competitividade alterou de forma significativa a lógica de produção, passando-se à estratégia de “*market in*”, onde o foco é voltado para o cliente. O objetivo é desenvolver produtos com maior valor agregado, uma vez que o mercado encontra-se com uma capacidade de fornecimento maior que a demanda. Isso fez com que o gerenciamento, nas organizações, passasse a ser orientado pelas necessidades do cliente (RIBEIRO, 2001).

Ao longo dessa evolução, desenvolveram-se ferramentas e métodos para sistematizar a obtenção de resultados satisfatórios. Um desses

métodos foi o QFD, idealizado com o objetivo de assegurar uma vantagem competitiva às organizações que pretendem conquistar o cliente por meio de um melhor planejamento de seus produtos e serviços (RIBEIRO, 2001).

A aplicação do método conhecido como Desdobramento da Função Qualidade, em inglês, *Quality Function Deployment* (QFD), para o desenvolvimento de novos produtos e na área de serviços, é uma das respostas às exigências do mercado, pois auxilia na tradução das necessidades do consumidor em linguagem e requisitos técnicos para a produção de bens e serviços.

Esse método pode ser útil de várias formas, como, por exemplo: auxiliar no processo de desenvolvimento de produtos, traduzir e transmitir as necessidades e expectativas dos clientes, garantir a qualidade do produto durante seu processo de fabricação ou, ainda, atuar na melhoria dos produtos já existentes e no planejamento da qualidade. O método QFD assumiu um papel estratégico, sendo considerado uma arma competitiva, para identificar necessidades dos clientes e pontos fortes e fracos da organização (GARVIN, 1992).

O método QFD é muito utilizado pelo setor automotivo no desenvolvimento de produtos; no entanto, não é comum se observar a utilização do QFD no desenvolvimento de dispositivos e equipamentos de apoio à produção, como, por exemplo, embalagens e equipamentos de movimentação.

1.1 NATUREZA DO PROBLEMA

Com dezenove montadoras instaladas no país e centenas de fornecedores, a indústria automotiva brasileira movimenta um grande número de componentes nacionais e importados. Entretanto, observa-se que o tratamento para desenvolvimento de suas embalagens não tem o mesmo rigor dispensado aos processos e produtos. A falta de rigor no desenvolvimento de embalagens pode atrasar o lançamento de um produto, pois a análise da embalagem é, muitas vezes, feita com o recebimento dos protótipos das peças em desenvolvimento e nesse momento, se a alteração da embalagem for grande, o atraso no lançamento de um novo veículo é inevitável.

1.2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é analisar os resultados da aplicação do método *Quality Function Deployment (QFD)*, no processo de desenvolvimento de embalagens no ramo automotivo.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esse estudo foi realizado numa montadora de automóveis e é delimitado ao processo de desenvolvimento de embalagens de componentes

usados na produção. Este processo envolve diversas áreas como produção, logística e qualidade.

1.4 CONTRIBUIÇÃO

Do ponto de vista empresarial, o presente trabalho busca contribuir na identificação das necessidades das áreas responsáveis pela aprovação da embalagem e utilizar estas informações na definição de novas embalagens, diminuindo o risco da necessidade de alterações na embalagem, após a elaboração da embalagem protótipo, o que diminui atrasos no lançamento do produto principal.

Na área acadêmica, o trabalho busca contribuir com a aplicação do método Desdobramento da Função Qualidade, em inglês, *Quality Function Deployment (QFD)*, em outras áreas onde não é comum sua utilização, como, por exemplo, no desenvolvimento de embalagens.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O capítulo introdutório é caracterizada a natureza do problema, permitindo a definição de objetivos, bem como a delimitação das condições do estudo e apresenta as suas contribuições para o meio empresarial e acadêmico.

No capítulo seguinte, discute-se a fundamentação teórica da dissertação. O procedimento metodológico é apresentado no Capítulo 3. No Capítulo 4 são apresentados os resultados e é realizada uma análise sobre estes resultados. Já no Capítulo 5, a partir dos resultados e análises do capítulo anterior, são descritas as conclusões obtidas com a aplicação do método QFD no desenvolvimento de embalagens.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo são apresentados os conceitos que foram utilizados como base para a elaboração da pesquisa, tendo sido abordados os seguintes temas: Logística, Desenvolvimento de Fornecedores, Embalagens, Engenharia Simultânea, Qualidade e em seguida é detalhado o método Desdobramento da Função Qualidade, em inglês, *Quality Function Deployment (QFD)*, o objetivo principal do estudo.

2.1. LOGISTICA

O Conselho de Gestão da Logística (*Council of Logistics Management – CLM*), diz que a logística faz parte do processo da cadeia de suprimentos que, de maneira eficiente e eficaz, realiza todo o planejamento, implementação e controle da expedição, do fluxo reverso e da armazenagem de bens e serviços, além do fluxo de informações que estão relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, com o objetivo de atender às demandas dos clientes (CAPELLO, 2007).

A logística deve atender às necessidades da cadeia de suprimento da operação, que pode ser dividida em quatro grupos: fornecedores, manufactureiras, centro de distribuição e consumidor final. A partir da identificação das necessidades de cada grupo, o objetivo da logística é atender a essas necessidades da melhor forma, reduzindo os custos envolvidos (FERRAES NETO; KUEHNE JUNIOR, 2002).

2.2. GERENCIAMENTO LOGÍSTICO

O gerenciamento logístico pode ser definido como o meio pelo qual se satisfaz a demanda dos clientes, coordenando-se os fluxos de materiais e de informações que vão do mercado até a empresa, as suas operações e, os seus fornecedores (CHRISTOPHER, 1997).

Segundo Souza (2002), o gerenciamento logístico é um conceito orientado para o fluxo e que possui o objetivo de integrar os recursos ao longo de todo o trajeto compreendido entre os fornecedores e clientes finais. Já a logística interna compreende o processo de receber, guardar, controlar e distribuir os materiais utilizados no interior de uma organização.

A análise dos processos e atividades possibilita à empresa assegurar que os planos sejam transmitidos nos níveis em que as ações possam ser tomadas de forma a facilitar os objetivos. O macro processo logístico, que envolve o fluxo de materiais, produtos e informações ao longo de toda a cadeia de suprimentos, é apresentado na Figura 01 (CAPELLO, 2007).

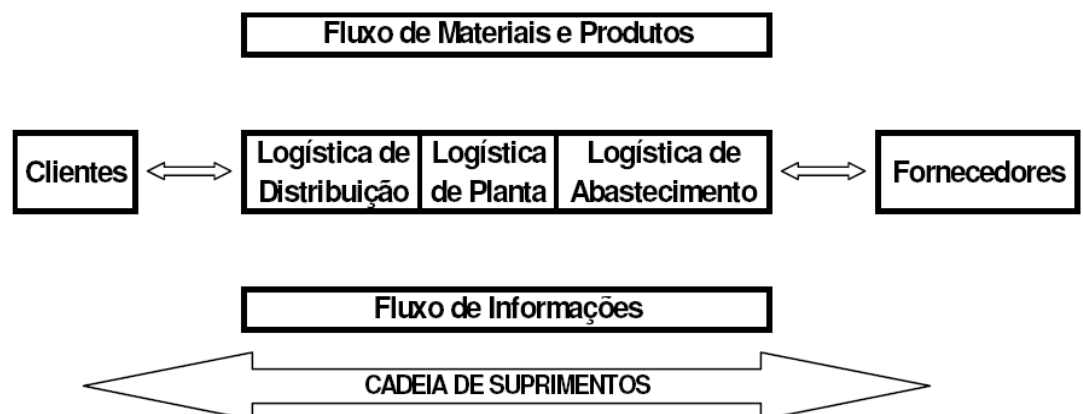


Figura 01 - Cadeia de suprimentos e os processos associados

Fonte: Capello (2007)

A logística de abastecimento é responsável pela realização das funções de colocar os materiais e componentes disponíveis para a produção ou distribuição, por meio de técnicas de armazenagem, movimentação, estocagem, transporte e fluxo de informações (CAPELLO, 2007).

A logística de planta está relacionada com as atividades de suporte logístico à produção, envolvendo o fluxo de materiais e componentes na manufatura dos produtos e processos, até a entrega dos produtos acabados para a logística de distribuição (CAPELLO, 2007).

Após a área de Vendas e Marketing efetivar o pedido, a logística de distribuição é acionada e envolve o sub-processo de armazenagem, por meio da emissão de etiquetas de identificação do cliente, código de barras dos itens, separação, conferência, embalagem, faturamento, consolidação de carga e expedição (COSTA, 2003).

Inicia-se o transporte após a consolidação da carga. Envolve o carregamento dos produtos, trânsito até o centro de distribuição regional, desconsolidação da carga, transferência para transporte e entrega do pedido ao cliente (CAPELLO, 2007).

A logística integrada é um conjunto de processos e atividades interligadas que possuem o objetivo de otimizar o sistema logístico como um todo, minimizando custos e gerando valor para o cliente (BIO, 2001).

Assegurando uma organização logística global, através de sistemas de gerenciamento que promovam a operação de todas as atividades logísticas, as empresas conseguem maximizar o sucesso de toda a cadeia de suprimentos (BENDER, 1997).

2.3 DESENVOLVIMENTO DE FORNECEDORES

Desenvolver fornecedores proporciona vantagens não apenas na redução de custos, mas, também, na área de marketing. O fornecedor é uma fonte crescente de inovação do produto ou do processo (NORTON, 1988). Envolver o fornecedor no processo de desenvolvimento do produto no estágio inicial possibilita a introdução de soluções inovadoras. (SCHONBERGER, 1992).

No ramo automobilístico, os requisitos de fornecimento são complementados pela ABNT ISO/TS16949: 2004; itens 7.4 e 7.5. As organizações capazes de aceitar o conceito de co-produção devem buscar os critérios para seleção e redução das bases de fornecedores, estabelecendo a garantia de que o fornecedor seja capaz de satisfazer de forma consistente os padrões da qualidade predeterminados, incentivando o fornecedor na obtenção do certificado de um órgão como a *International Standards Organization (ISO)* ou o *British Standards Institute (BSI)* (CHRISTOPHER, 1997).

A medição do desempenho do fornecedor é realizada de forma contínua, pois mostra para clientes e fornecedores um *feedback* constante. Isso garante que as oportunidades de melhoria sejam reconhecidas e executadas. Grande parte das empresas tem estabelecido um programa de treinamento aos seus fornecedores, com o objetivo de auxiliá-los a atingir um nível de desempenho superior (HARRINGTON, 1991).

Sendo assim, busca-se, ao invés de ameaçar os fornecedores com a perda do negócio, encontrar meios para alcançar os resultados almejados buscando obter parceria com o fornecedor. Dessa forma, o resultado final pode ser medido pela redução de custos dos materiais, melhor qualidade, menores prazos de fornecimento e níveis de estoque reduzidos (CHRISTOPHER, 1997).

As fontes de fornecimento podem ser única, múltipla e simples, conforme descrito a seguir (ARNOLD, 1999):

- **Fonte única:** quando um único fornecedor está disponível por razões de patentes, especificações técnicas, matéria-prima, localização e outros;
- **Fonte múltipla:** quando mais de um fornecedor é responsável pelo fornecimento de um item, proporcionando vantagens como a competição que gera preços menores, melhores serviços prestados e a continuidade do fornecimento;
- **Fonte simples:** quando a organização seleciona um fornecedor para um item determinado, mesmo que existam várias fontes disponíveis, com o objetivo de estabelecer uma parceria em longo prazo.

Os seguintes fatores são levados em consideração na seleção de fornecedores (ARNOLD, 1999):

- **Habilidade Técnica:** o fornecedor precisa ter habilidade técnica para produzir ou fornecer o produto, manter um programa de

melhoria dos produtos e também sugerir mudanças na especificação do produto que resultem na redução de custos.

- **Capacidade de produção:** deve ser capaz de fornecer qualidade em quantidades exigidas, tendo um sistema de planejamento e controle da produção que garanta a pontualidade das entregas.
- **Confiabilidade:** deve ser confiável, com reputação e financeiramente sólido, havendo uma confiança mútua e uma solidez financeira do fornecedor para se manter no negócio.
- **Serviço pós-venda:** deve ter um bom serviço de atendimento pós-venda, ou seja, ter um atendimento organizado e um estoque adequado de peças sobressalentes.
- **Localização do fornecedor:** ter uma localização próxima reduz os tempos de entrega e significa que os produtos em falta possam ser entregues de forma rápida.
- **Outras considerações:** outros fatores, tais como, disponibilidade em reservar um estoque estratégico, precisam levados em consideração.
- **Preço:** o fornecedor deve ter preços competitivos, não significando que o preço precise ser o menor, mas sim, considerar a capacidade do fornecedor em entregar as mercadorias necessárias na quantidade, qualidade e tempo desejados.

2.4 CONSUMIDORES E FORNECEDORES INTERNOS

Toda operação produz bens e serviços, ou um misto dos dois, e faz isto por um meio de um processo de transformação, que se refere ao uso de recursos com o objetivo de alterar o estado ou a condição de algo para produzir *outputs*. O modelo de transformação é usado para descrever a natureza da produção, que envolve um conjunto de recursos de *inputs* usado para transformar algo ou para ser transformado em *outputs* de bens e serviços (SLACK, 2002).

Qualquer atividade de produção pode ser vista conforme modelo *input-transformação-output*. Esse modelo também pode ser utilizado dentro da produção. A maioria das áreas de produção é constituída de várias unidades ou departamentos que, por sua vez, funcionam como versões reduzidas da operação global de que fazem parte. Esses departamentos podem ser chamados de microoperações, conforme Figura 02 (SLACK, 2002).

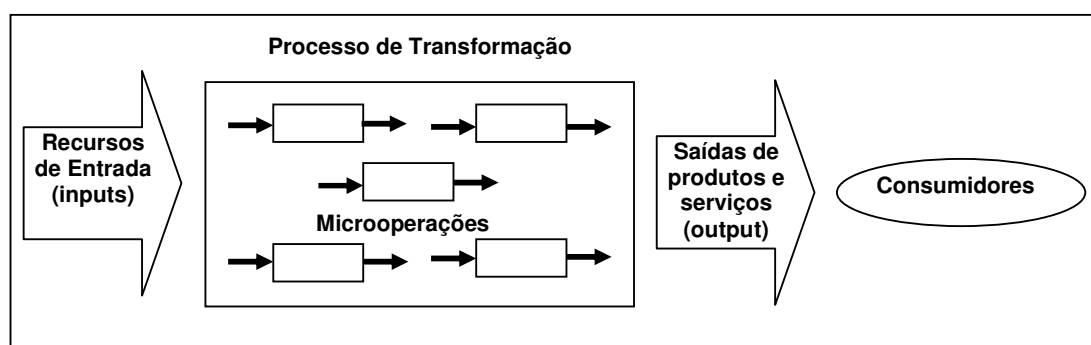


Figura 02 - Modelo de Transformação. Adaptado de Slack (2002)

O termo consumidor interno e fornecedor interno podem ser utilizados com o intuito de descrever os que recebem *outputs* e fornecem

inputs a qualquer microoperação de um sistema de transformação de uma empresa. Pode-se modelar qualquer função produção como uma rede de microoperações engajadas em transformar materiais, informações ou consumidores (os próprios funcionários), com cada microoperação, sendo, ao mesmo tempo, fornecedora e consumidora interna de bens e serviços de outras microoperações (SLACK, 2002).

Os consumidores e fornecedores internos não devem ser tratados da mesma forma que os consumidores e fornecedores externos, pois esses últimos operam em um mercado livre. Se uma organização acredita que pode realizar um melhor negócio comprando bens e serviços de outro fornecedor, realizará isto. Da mesma maneira, a organização não espera que seus consumidores comprem seus próprios bens e serviços sem oferecer melhor negócio do que seus concorrentes. Porém, os consumidores e fornecedores internos operaram de forma diferente, pois não estão em um “mercado livre” e não podem procurar fontes externas, para comprar recursos de *input* ou para vender seus bens e serviços (SLACK, 2002).

O conceito acima é muito útil, pois nos fornece um modelo que permite realizar uma análise das atividades internas de uma operação numa empresa. Caso, por exemplo, uma microoperação não esteja funcionando bem, o problema pode ser rastreado ao longo de toda a rede interna de consumidores e fornecedores. Também introduz a idéia de que todas as partes de uma operação devem tratar seus clientes internos com o mesmo grau de cuidado dedicado aos consumidores externos, melhorando assim, a eficácia da operação global (SLACK, 2002).

2.5 EMBALAGENS

A embalagem pode ser definida como o conjunto de atividades de design e fabricação de um recipiente ou envoltório para um produto, cujas principais finalidades são: em consumo (venda ou apresentação), distribuição física, transporte, exportação e armazenagem (KOTLER, 1998).

Pode se considerar a embalagem como sendo o sistema integrado de materiais e equipamentos, utilizado para levar os bens e produtos ao cliente, por meio de canais de distribuição, incluindo métodos de uso e aplicação do produto. Também pode ser considerado um elemento ou conjunto de elementos destinados a envolver, conter e proteger produtos durante a sua movimentação, transporte, armazenagem, comercialização e consumo (MOURA; BANZATO, 1997).

A embalagem é um item de fundamental importância para logística, pois se relaciona com todas as áreas e é essencial para disponibilizar as mercadorias no tempo certo, nas condições adequadas e com o menor custo possível.

Algumas razões para as despesas com embalagens são (BALLOU, 2001):

- Facilitar a estocagem e o manuseio;
- Melhorar a utilização dos equipamentos de transporte;
- Fornecer proteção a produto;
- Promover a venda de produtos;

- Alterar a densidade de produtos;
- Facilitar o uso de produtos;
- Fornecer valor de reutilização de produtos.

No ramo automobilístico, as embalagens possuem um papel fundamental na minimização de custos de transporte, pois o valor final da mercadoria para a empresa é o preço da peça com a embalagem, além de facilitar o manuseio e a armazenagem das peças. Outro fator importante é a garantia da qualidade das peças que chegam à fábrica, uma vez que peças defeituosas além de causarem prejuízo, também podem provocar uma parada na linha de produção.

Conforme a NBR ISO 9001:2008; itens 7.5.5, a organização deve preservar o produto durante o processamento interno e a entrega no destino pretendido. Quando aplicável, a preservação deve incluir identificação, manuseio, embalagem, armazenamento e proteção. A preservação também deve ser aplicada às partes constituintes de um produto.

2.5.1 A Embalagem na Logística

A embalagem é a parte do sistema logístico que possui a responsabilidade de minimizar o custo de entrega e maximizar as vendas. O objetivo do sistema logístico é de minimizar o custo dos materiais de embalagens, e reduzir o custo de danos, desperdício e custo de execução das operações logísticas. É possível agregar valor com a embalagem, oferecendo proteção, utilidade e comunicação. É responsabilidade da

embalagem manter a condição de um produto por todo o sistema logístico (FREIRES *et. al.*, 2006).

A principal função da embalagem na logística é proteção, pois os danos em trânsito podem destruir todo o valor que foi agregado ao produto. Para garantir a proteção do produto, é preciso medir de forma precisa os riscos de distribuição e as condições ambientais, analisar os danos e a responsabilidade da transportadora, caracterizar bem os produtos e suas fragilidades. O tipo de proteção oferecido pela embalagem depende do valor do produto, bem como suas características físicas e os riscos esperados no sistema logístico. Dessa forma, a embalagem precisa fornecer a proteção adequada utilizando materiais de custo efetivo. Diante disso, tem-se: Características do Produto + Riscos logísticos = Proteção da Embalagem (FREIRES, 2006).

Características relevantes do produto são aquelas que podem ser danificadas durante a distribuição. A tendência dos produtos de se deteriorarem com o tempo devido à temperatura, oxigênio, umidade ou contaminação de insetos, a tendência de alguns produtos atritarem durante vibração do veículo em trânsito são exemplos dessas características (FREIRES *et. al.*, 2006).

2.5.2 Embalagens Retornáveis e Embalagens Descartáveis

Embalagens retornáveis são aquelas que podem ser reutilizadas por várias vezes estabelecendo um fluxo de ida, na entrega dos produtos, e um

fluxo de retorno, normalmente vazias para serem reutilizadas. Já as embalagens descartáveis possuem apenas o fluxo de ida, pois após isto, são descartadas de alguma forma, não havendo, portanto o fluxo de retorno.

A decisão de se investir num sistema de embalagens retornáveis requer um estudo da quantidade de ciclos de embarques e de custos de transportes versus custos de compra e descarte de embalagens sem retorno. Devem ser consideradas, também, as vantagens relativas ao melhor ambiente de trabalho e à redução de avarias, bem como aos custos futuros de separar, rastrear e limpar as embalagens para reutilização (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

A análise financeira de um sistema de embalagens retornáveis deve ser realizada por meio do Método de Valor Presente, e não pelo método de retorno do investimento, com o objetivo de se avaliar melhor o potencial operacional e estratégico de embalagens retornáveis (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Muitas empresas utilizam embalagens retornáveis por acreditarem serem ecologicamente corretas; porém, nem sempre esse é o motivo principal. A maior razão está na redução de determinados custos em relação ao uso de embalagens descartáveis. Num primeiro instante, as embalagens retornáveis são geralmente mais caras que embalagens descartáveis; no entanto, à medida que o número de uso aumenta, esta situação se inverte. Além de um custo menor por viagem, as embalagens retornáveis podem proteger de forma mais adequada os produtos, possuindo maior flexibilidade de utilização, além de poderem ser recicladas após a vida útil (ROGERS; TIBBEN-LEMBKE, 1999).

Além dos custos citados acima, existem ao menos três novos aspectos que incentivariam o uso de embalagens retornáveis: o crescimento de sistemas de produção de alta velocidade de resposta (*just-in-time*); a crescente conscientização ecológica das empresas com o impacto de seus produtos, embalagens e acessórios no meio ambiente; e o aumento do número de empresas especializadas na prestação de serviços de locação de embalagens retornáveis e de seus acessórios (LEITE, 2003).

2.6 QUALIDADE

“Qualidade significa satisfação dos usuários: produtos ou serviços que satisfazem as necessidades e expectativas dos usuários” (ARNOLD, 1999).

Um produto ou serviço de qualidade é aquele que atende de forma perfeita, confiável, acessível, segura e no tempo certo às necessidades dos consumidores (CAPELLO, 2007).

2.6.1 O Modelo de Kano

Para Kano (1984), a qualidade é essencial desde a fase de concepção e desenvolvimento de novos produtos. São três os fatores que constituem os elementos funcionais e fundamentais da qualidade (KANO, 1984).

- **Requisito atrativo:** É a característica que, quando incorporada ao produto ou serviço, conduz a uma satisfação plena e, se parcialmente incorporada, constitui um fator de resignação. Esses requisitos são os critérios do produto/serviço que têm maior influência na satisfação do cliente e quase nunca são explicitamente expressos ou esperados pelos clientes. São esses requisitos atrativos que representam o diferencial para cativar o cliente;
- **Requisito linear:** É a característica que, quando incorporada, traz a satisfação, porém, sua ausência conduz à insatisfação. A satisfação do cliente é proporcional ao nível de preenchimento desses requisitos, ou seja, quanto maior o nível de preenchimento, maior será a satisfação do cliente e vice-versa;
- **Requisito esperado:** É a característica que, quando incorporada, constitui uma presença óbvia, porém, a sua ausência provoca insatisfação. Se não forem preenchidos, o cliente se sentirá extremamente insatisfeito. Por outro lado, para o cliente, esses requisitos já estão embutidos no produto/serviço oferecido, sendo, portanto, um pré-requisito. O fato de acrescentar tais requisitos não tornará o cliente mais satisfeito.

A Figura 03 apresenta a relação entre o atendimento destes requisitos e a satisfação dos clientes.

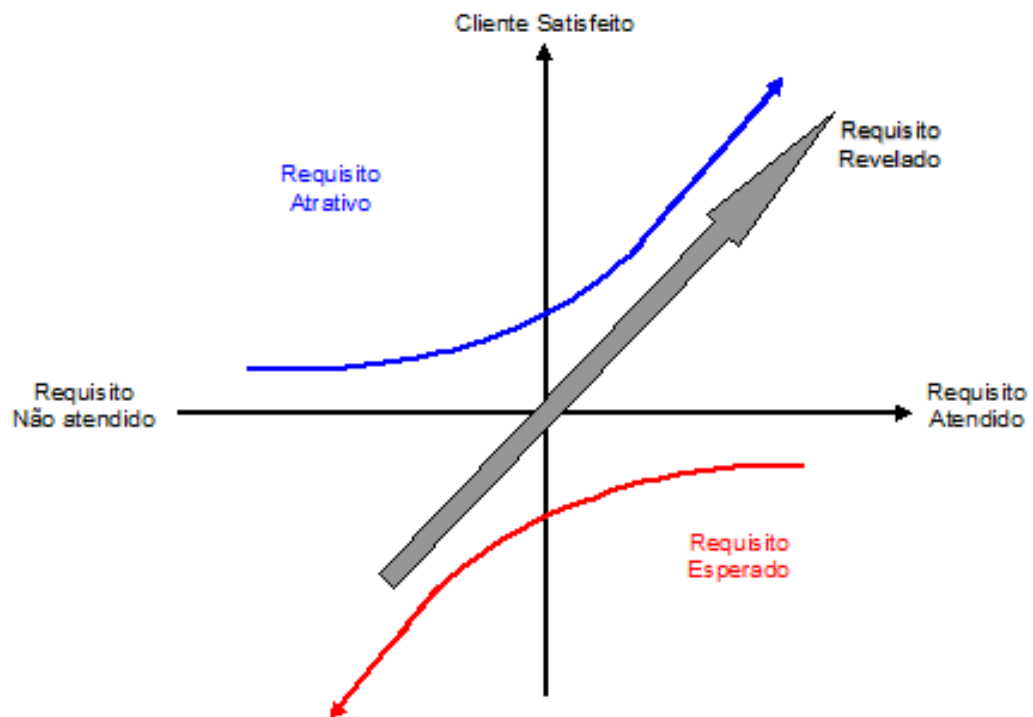


Figura 03 – Expectativas da Qualidade (adaptado de KANO, 1984)

Fonte: Capello (2007)

2.6.2 Dimensões da Qualidade

A qualidade é composta por oito dimensões principais: desempenho, características, confiabilidade, conformidade, durabilidade, atendimento, estética e qualidade percebida. Cada dimensão é distinta. Um determinado produto ou serviço pode ter uma dimensão que se sobressaia sobre outra (GARVIN, 2002).

- **Desempenho:** Está relacionado às características operacionais básicas de um produto. Significa o quão bem o produto realiza sua função. O desempenho pode ter uma

classificação na medida em que um produto ou serviço desempenhe sua função.

- **Confiabilidade:** É a probabilidade de mau funcionamento de um produto ou na ocorrência de uma falha. Esta característica foi muito utilizada pela indústria japonesa no desenvolvimento de produtos com baixa incidência de falha, ou seja, produtos com elevada confiabilidade (de equipamentos eletrônicos a automóveis).
- **Conformidade:** Possui duas correntes para esta dimensão. A primeira refere-se ao atendimento às especificações (valor projetado mais tolerâncias). Porém, devido ao somatório das tolerâncias, componentes com características dentro da especificação, quando montados, podem resultar num produto dentro ou fora da especificação. Tanto a confiabilidade quanto a conformidade estão associadas à qualidade na produção. Melhorias em ambas, geralmente refletem em uma melhor qualidade do produto final (redução de falhas internas e externas), percebida pelo consumidor.
- **Durabilidade:** Está relacionado à vida útil do produto. É subdividido em técnica e econômica. A primeira é se o produto está atingindo sua vida útil conforme o projeto e a segunda é se o custo de reparo ou substituição previamente definido é economicamente viável.

- **Atendimento:** Fazem parte dessa dimensão os termos rapidez, pontualidade, rede de assistência técnica, custo, cortesia, entre outros. Conforme se necessita de um atendimento, seja para um reparo ou manutenção preventiva de um produto, esta dimensão, de forma subjetiva, influenciará a visão do cliente em outras dimensões no futuro.
- **Características:** Está geralmente associada a algo mais acrescentado no produto ou serviço, além de seus requisitos básicos.
- **Estética:** Em conjunto com a qualidade percebida, a estética é uma das duas dimensões de maior apelo subjetivo. A aparência de um produto, o que se sente com ele, é um julgamento pessoal e reflete as preferências individuais.
- **Qualidade Percebida:** Esta relacionada à reputação que um produto ou serviço adquiriu no passado e serve de base para comparação com outros produtos ou serviços no presente. Esta reputação, de forma subjetiva, busca nas outras dimensões da qualidade uma idéia de valor global para o produto ou serviço e aos poucos cria no cliente a concepção da qualidade.

2.7 ENGENHARIA SIMULTÂNEA

O processo de desenvolvimento de produtos de muitas empresas segue o enfoque serial onde se generalizam as fases de desenvolvimento de produto, obtendo-se um relacionamento seqüencial entre os departamentos funcionais, passando informações de departamento para departamento, como, por exemplo: marketing, detecção das necessidades dos clientes; projeto, especificações técnicas e otimização de desempenho; manufatura, processo produtivo; vendas (MUNIZ, 1996).

O surgimento da internet e outras ferramentas têm mudado esse cenário. As fases seqüenciais estão sendo substituídas por processos mais rápidos e eficientes, onde as etapas são desenvolvidas simultaneamente pelas equipes multifuncionais, abordando os diversos aspectos de desenvolvimento de novos produtos. As responsabilidades e o controle são compartilhados pelas funções, e o desenvolvimento das atividades é sobreposto (SWINK, 1998).

Essa nova abordagem de desenvolvimento integrado de produto também é conhecida como Engenharia Simultânea (E.S.), muito utilizada pelas empresas desde os anos 90 (TUMMALA *et al.*, 1997), que responde melhor às necessidades e expectativas dos clientes, além de diminuir o tempo de lançamento dos produtos e as mudanças do projeto e melhorar a qualidade. A Figura 04 mostra as diferenças entre o processo de desenvolvimento seqüencial e o integrado.

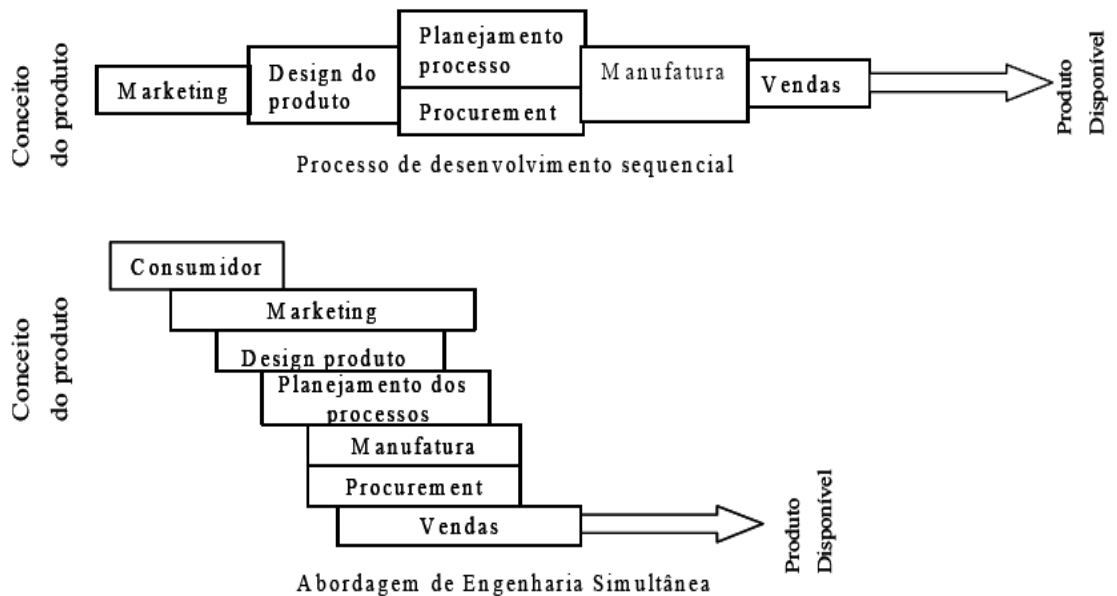


Figura 04 - Processo de desenvolvimento seqüencial *versus* integrado

Fonte: Tummala *et al.* (1997)

Muniz (1996) conceitua a Engenharia Simultânea como sendo o processo em que grupos interfuncionais trabalham de forma interativa e formal no projeto de ciclo de vida completo do produto/ serviço para encontrar e realizar a melhor combinação entre as metas de qualidade, custo e prazo.

São diversos os benefícios que podem ser alcançados desenvolvendo-se produtos/ serviços por meio da Engenharia Simultânea, tais como: a conquista de vantagem competitiva, a otimização do produto (qualidade, custo e prazo), a redução mais rápida de problemas e conflitos no ciclo de desenvolvimento, reduzindo com isso os vários reprojatos; e a redução do tempo de desenvolvimento para entrada em produção (MUNIZ, 1996).

2.7.1 A Importância das Equipes Interfuncionais

Um ponto marcante na E.S é o trabalho de grupos interfuncionais, que promove uma sinergia extremamente criativa e benéfica para o desenvolvimento de produtos, pois por meio disso é criada uma co-responsabilidade entre seus membros sobre as decisões tomadas. Dentre essas, muitas decisões são potencializadas pelo uso de técnicas adequadas, consenso e constante troca de informações atualizadas e precisas durante todas as etapas do desenvolvimento de um produto (MUNIZ, 1996).

Estas equipes são compostas de membros das várias funções, incluindo também membros dos fornecedores. Sua integração possibilita a troca de conhecimento entre as equipes, permitindo a obtenção de benefícios para fornecedores e fabricantes. As competências devem ser utilizadas de forma apropriada para beneficiar a empresa como um todo (BADIN, 2005).

As equipes interfuncionais têm um papel importante na E.S. e no projeto de produto e serviço, pois permitem alinhar informações com os fornecedores, reduzindo os conflitos de demanda e mudanças de prioridades que caracterizam o processo de desenvolvimento do produto, pois cada função tem objetivos diferentes (no sistema seqüencial). As equipes criam uma unidade organizacional mais estável com os fornecedores, reduzindo erros de comunicação e criando um conjunto mais forte de normas e prioridades (BADIN, 2005).

Pesquisa realizada com uma das principais equipes envolvidas no desenvolvimento do avião EMB 145, indicaram vários benefícios com o uso dos grupos interfuncionais e da E.S. (MUNIZ, 1996). Segue algum dos ganhos obtidos informado por eles:

- 85% perceberam que foi possível antever um número maior de problemas;
- 88% informaram que o nível de qualidade do produto melhorou;
- 73% acreditaram que a agilização das informações para a tomada de decisões aumentou;
- 78% acreditaram que houve maior compatibilidade entre o que foi projetado, o processo e a produção;
- 63% perceberam um trabalho mais sincronizado entre as áreas;
- 88% tiveram maior poder de decisão para desempenhar as atividades;
- 93 % acreditaram que houve uma redução do ciclo projeto-produção;
- 76% notaram uma redução de custos nas modificações do produto;
- 78% acreditaram que aumentaram a credibilidade junto a aos clientes;

- 71% informaram que o atendimento aos clientes internos melhorou.

2.7.2 Ferramentas da Engenharia Simultânea

Foram desenvolvidas várias ferramentas para se atender às exigências do processo de desenvolvimento de produto. Para se lançar um produto com o preço e no tempo certos, promovendo a melhor satisfação ao consumidor, é necessária a aplicação de muitas ferramentas na gestão do projeto, para uma tomada de decisão efetiva. A eficiência e a interação são ampliadas mediante o compartilhamento da informação, permitindo inúmeras perspectivas para o trabalho em conjunto. Permite-se, também, uma abordagem multidisciplinar no desenvolvimento do produto, facilitando a interação em nível de projeto, e ferramentas para compartilhar dados do produto (BADIN, 2005).

Novos métodos são requeridos em cada estágio do ciclo de desenvolvimento de produtos para se obter formas eficientes de identificar as necessidades dos consumidores e convertê-las em atributos do produto, processo e especificações da produção, integrando o produto com o processo de desenvolvimento (BADIN, 2005).

Algumas ferramentas podem ser utilizadas para capturar essas exigências do processo de desenvolvimento de produto, tais como: DFA (*Design for Assembly*), DFMA (*Design for Manufacture and Assembly*), 3D CAD (*Computer Aided Design*), protótipo virtual e PDM (sistema que

atualiza e disponibiliza a informação para todas as equipes envolvidas no desenvolvimento do produto), tecnologias que suportam diretamente o projeto do produto (BADIN, 2005).

No entanto, relativamente, poucas tecnologias novas dão suporte aos processos de projeto colaborativo, garantindo uma melhor qualidade aos produtos. Dentre os principais métodos, podem ser citados: o Desdobramento da Função Qualidade, em inglês, *Quality Function Deployment (QFD)*, o FMEA (Análise dos Modos e Efeitos de Falha de Produto, em inglês, *Failure Mode and Effect Analysis*), que são utilizados para transferir e satisfazer os desejos e requisitos do consumidor em todas as fases do desenvolvimento (BADIN, 2005).

O QFD é um dos métodos mais utilizados na Engenharia Simultânea, pois de forma sistêmica, traduz as necessidades e expectativas dos consumidores. São utilizadas matrizes para integrar e desdobrar as informações técnicas traduzidas das necessidades dos clientes até a entrega do produto; são estabelecidos valores a estas necessidades, que são transformadas em características de qualidade no projeto, produção e no processo de manufatura (WHEELWRIGHT; CLARK, 1992).

2.8 DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE

O método Desdobramento da Função Qualidade, em inglês, *Quality Function Deployment (QFD)*, foi criado no Japão no final dos anos 60 e atualmente é utilizado por cerca de metade das grandes empresas

japonesas (GHIYA *et al.*,1999). O precursor deste conceito foi Akao, que em 1966, sugeriu a utilização de cartas e matrizes para expressar que os pontos críticos da garantia da qualidade, do ponto de vista do cliente, deveriam ser transferidos através das etapas de projeto e manufatura.

O QFD é um método muito utilizado no desenvolvimento de produtos, porém, também é aplicado no desenvolvimento de serviços, que pretende garantir a qualidade desde as fases iniciais do projeto. O QFD ouve as exigências dos clientes e as traduz em características mensuráveis, obtendo produtos e serviços que atendam e/ ou superem as expectativas desses clientes (OHFUJI *et al.*, 1997).

Para o Ribeiro *et al* (2001), além de poder ser utilizado como uma técnica de gestão, auxiliando no gerenciamento de projetos no planejamento para as fases de engenharia de produto, o QFD também é um método de solução de problemas, pois lista o quê precisa ser feito e como pode ser feito.

O QFD tem sido amplamente utilizado para desenvolver novos produtos, porém, nota-se que sua utilização tem evoluído de forma eficaz para outras aplicações como: desenvolvimento de serviços, processos e outras aplicações não convencionais (MIGUEL, 2006).

O QFD tem proporcionado vários benefícios, desde o seu surgimento, tais como (MIGUEL, 2008):

- **Redução do número de alterações de projeto**

Comparando uma montadora japonesa que utiliza o QFD e uma montadora americana em número de alterações de projeto, pode-se notar, conforme Figura 05, que além do número de alterações serem menores no Japão, elas ocorrem nas fases iniciais do desenvolvimento.

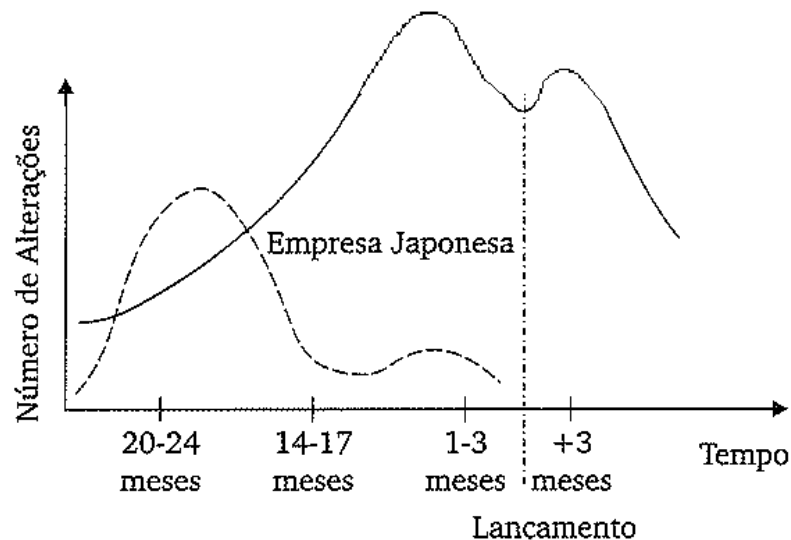


Figura 05 - Número de alterações de projeto

Fonte: Hauser e Clausing (1988)

Um número menor de alterações de projeto se reflete em redução de custos das alterações de engenharia. A Figura 05 apresenta a comparação destes custos entre os EUA e o Japão.

Os dois estudos apresentados nas Figuras 05 e 06, apesar de não terem sido realizados em conjunto, possuem uma certa relação. É importante ressaltar que a redução da quantidade de alterações e dos custos destas não é somente devido à utilização do QFD, mas, a aplicação do método pode contribuir de forma significativa para estas reduções.

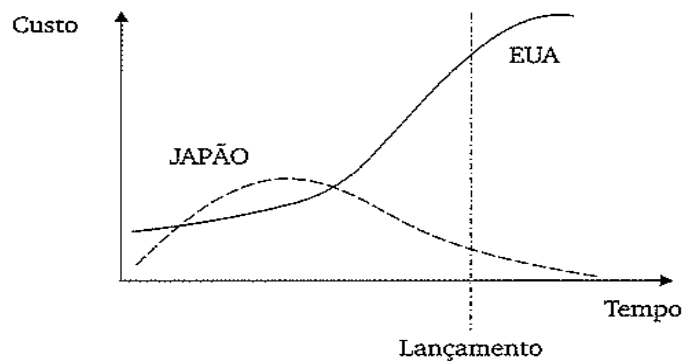


Figura 06 – Custos das alterações de projeto

Fonte: Fox (1993)

- **Redução das reclamações de clientes**

A Figura 07 mostra a redução do número de reclamações antes e após a introdução do método QFD na Toyota.

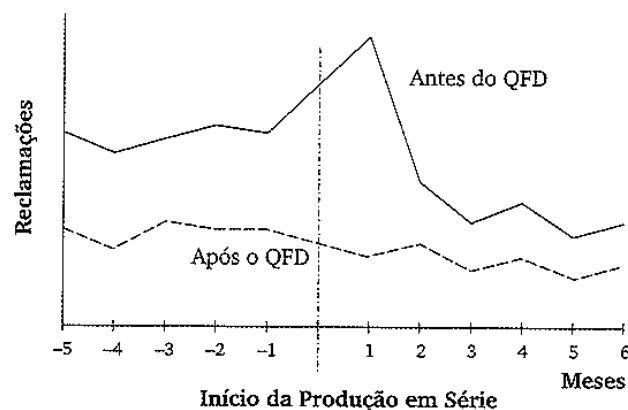


Figura 07 - Diminuição no número de reclamações na Toyota

Fonte: Miguel (2008)

- **Maior participação no mercado**

Pode ser observado, na Figura 08, o resultado do aumento na participação no mercado com a introdução do método QFD na empresa do setor siderúrgico, Belgo Mineira. O ano de referência foi 1993. Com a aplicação do método, houve um aumento de 120% para o produto estudado.

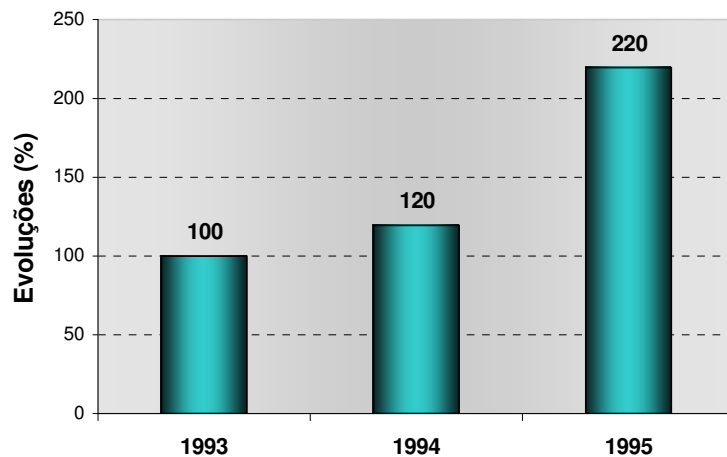


Figura 08 - Aumento de participação no mercado

Fonte: Cheng *et al.* (1995)

Segundo Miguel (2008), além dos citados acima, existem outros benefícios cuja quantificação é mais difícil, que são praticamente intangíveis. Sendo assim, podem ser acrescentados:

- **Redução no tempo de desenvolvimento**

De acordo com a pesquisa realizada por Miguel (2008), vários autores apresentam benefícios significativos na redução do tempo de desenvolvimento de produtos. Na Toyota, por exemplo, foi informada uma redução de 1/3 no ciclo de desenvolvimento, que foi relacionado à diminuição das alterações de projeto. Na *Nokia Home Eletronics* da Alemanha, houve uma redução ainda maior, pois a aplicação do método QFD encurtou o tempo de desenvolvimento do produto em até 50%, no desenvolvimento de uma nova geração de televisores coloridos. Em 1991, a *Wiremold Company* iniciou o uso do QFD em seu processo de

desenvolvimento de novos produtos. Até 1994, reduziu o tempo de desenvolvimento em 75% (de 24-30 meses para 6-9 meses).

É importante observar, entretanto, que este benefício pode ser alcançado nos primeiros projetos com o uso do QFD, pois a empresa tem que, primeiramente, aprender como utilizar o método e adaptá-lo às suas necessidades. Após este período de aprendizado, estes benefícios são ampliados quando aplicado em larga escala, ou seja, em projetos similares da mesma família de produtos, tornando-se possível o aproveitamento das matrizes, sendo necessário somente a alteração das partes que são diferentes em relação ao produto de referência (MIGUEL, 2008).

- **Redução de custos no início de produção de novos produtos**

A Toyota relata que houve uma redução da ordem de 20% nos custos iniciais de lançamento de um novo modelo de utilitário, chegando a uma redução cumulativa de 61% depois de cinco anos (MIGUEL, 2008).

- **Aumento da comunicação entre os departamentos e áreas funcionais da organização**

Devido a aplicação do método QFD partir do princípio do trabalho em grupo e envolver uma equipe multifuncional, ou seja, uma equipe com participantes de diversos departamentos ou setores da empresa, possibilita uma maior interatividade entre as áreas funcionais, tornando fácil a comunicação no processo de desenvolvimento. A participação destas

peças, também contribui de forma significativa para que haja o comprometimento de todos com o desenvolvimento do novo produto (MIGUEL, 2008).

- **Construção de uma base de conhecimento devido ao processo de registro de documentação**

O registro dos dados e informações nas matrizes garante o histórico do desenvolvimento, que pode ser acessado a qualquer momento ou resgatado posteriormente em novos desenvolvimentos, construindo assim a base de conhecimento. O *Know how* e *Know why* da empresa, bem como, a memória das decisões tomadas pela equipe de trabalho também é registrada nessa documentação (MIGUEL, 2008).

- **Maior satisfação dos clientes**

Apesar de poder ser quantificada por meio de pesquisas de satisfação, nem sempre a vantagem obtida na introdução do QFD podem ser facilmente quantificáveis, devido ao fato de que as necessidades, requisitos e expectativas dos clientes são atendidos através da introdução de características da qualidade no produto e serviço (MIGUEL, 2008).

A empresa Toyota AutoBody, por exemplo, melhorou a prevenção de oxidação em seus veículos por meio da coordenação de decisões de projeto e manufatura concentrado nessa preocupação dos clientes. Por meio do QDF, os projetistas desdobraram a qualidade exigida de “durabilidade da carroceria” em 53 itens cobrindo desde condições climáticas até modos de

operação. Obtiveram a avaliação dos clientes e realizaram experimentos em cada detalhe da produção. Esses esforços coordenados tornaram a Toyota AutoBody uma das empresas com melhores carrocerias de veículos (MIGUEL, 2008).

2.8.1 Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFDr)

O desdobramento das necessidades dos clientes até o estágio de produção é realizado por meio da utilização de matrizes de relacionamento e de priorização. Este modelo conceitual representa o caminho que deve ser percorrido para alcançar o objetivo desejado, ou seja, é um plano de trabalho que direciona todo o processo de desdobramento (FIATES, 1995).

O enfoque do QFD é garantir a qualidade durante o desenvolvimento do produto, sendo sub-dividido em Desdobramento da Qualidade (QD) e Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito (QFDr) (CHENG, 1995).

Akao (1996) define o Desdobramento da Função Qualidade (QFD) no Sentido Restrito como sendo o desdobramento, em detalhes, dos trabalhos seguindo a lógica de objetivos e meios.

Segundo Cheng (1995) o Desdobramento da Função Qualidade no Sentido Restrito é o desdobramento da função trabalho, ou desdobramento de um conjunto de procedimentos gerenciais e técnicos que formam o

Padrão Gerencial do Desenvolvimento de Produto e o Plano de Atividades do Desenvolvimento do Produto.

A Figura 09 mostra a relação entre QFD, QD e QFDr

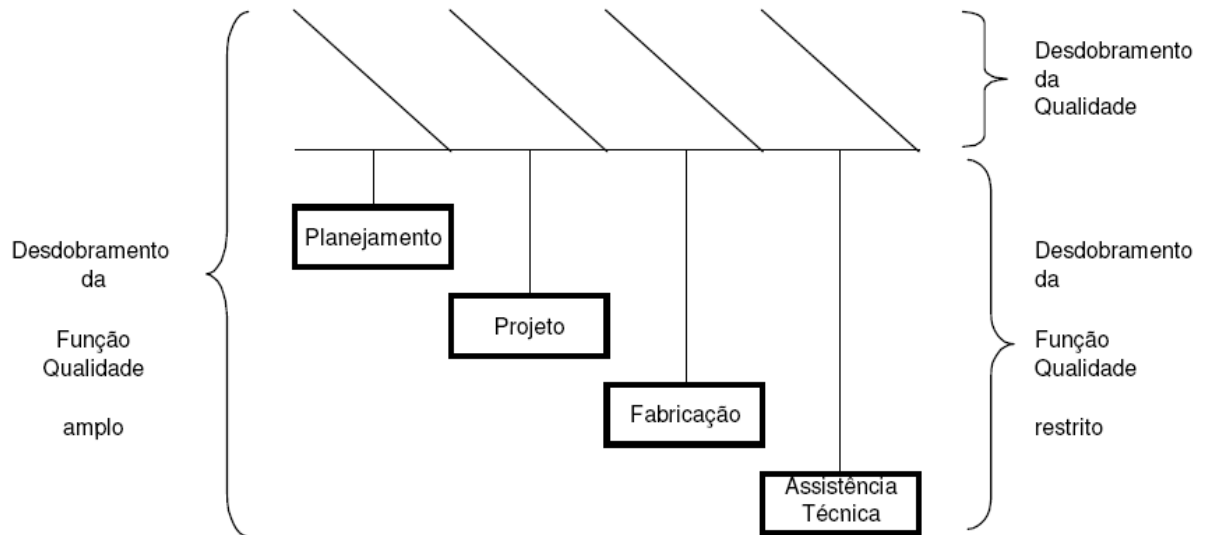


Figura 09 – Relação entre QFD, QD e QFDr
Fonte: AKAO (1990) *apud* Cheng (1995)

O QFD possui duas partes constituintes, ou seja, o QFD amplo é igual ao QD somado ao QFD restrito (CHENG, 1995).

O QD desdobra a qualidade através da lógica da causa e efeito, partindo da voz do cliente e passando pelas características da qualidade do produto e obtendo um parâmetro de controle do Padrão Técnico de Processo (CHENG, 1995)

O QFD restrito tem o objetivo de realizar o desdobramento da função trabalho, ou seja, um conjunto de procedimentos gerenciais e técnicos, formando o Padrão Gerencial do Desenvolvimento do Produto (CHENG, 1995).

Pode se definir o Desdobramento da Qualidade (QD) como sendo a conversão das exigências dos usuários em características substitutivas (características de qualidade). Defini-se a qualidade do projeto do produto acabado, desdobra-se esta qualidade em qualidades de outros itens como: qualidade de cada uma das peças funcionais, qualidade de cada parte e até os elementos do processo, apresentando sistematicamente a relação entre os mesmos (AKAO, 1996).

2.8.2 Abordagens do QFD

A partir do trabalho de Akao (1990), surgiram variações do modelo original desenvolvido pelo autor. Essas variações mantêm as características principais, mas apresentam modificações, principalmente com relação aos desdobramentos. Dentre as variações existente, pode-se destacar: O QFD das quatro fases e o QFD estendido (MIGUEL, 2008).

- **QFD das Quatro Fases:** Esse modelo é descrito na literatura por Sullivan (1986) e Hauser e Clausing (1988). Consiste em desdobramentos sucessivos a partir do planejamento do produto, dos componentes, planejamento do processo, além da produção.
- **QFD-Estendido:** Desenvolvido por Clausing (1994), tendo como base o QFD das quatro fases. Esse modelo é considerado “estendido” pois inclui tomada de decisão no processo de desenvolvimento de produto, por meio da

aplicação do processo de seleção de conceitos de Pugh (1991). O desdobramento do produto também é incluído em diversos níveis de agregação: sistema total, sistema, subsistema e componentes.

2.8.3 Método de Ribeiro

A partir da abordagem de Akao, Ribeiro *et al.* (2001) elaborou uma abordagem do QFD para aplicação no setor de serviços, partindo de uma pesquisa com os clientes.

O Método recomendado para serviços utiliza três matrizes principais:

I. Matriz da Qualidade

II. Matriz dos Serviços

II. Matriz dos Recursos

No presente trabalho, foram utilizadas algumas das etapas da Matriz de Qualidade. As etapas do método de Ribeiro (2001) são descritas a seguir:

- 1.1. Identificação dos clientes;
- 1.2. Ouvir a voz do cliente (Pesquisa de mercado);
- 1.3. Desdobramento da qualidade demandada;
- 1.4. Importância dos itens da qualidade demandada (IDi);

- 1.5. Avaliação estratégica dos itens da qualidade demandada (E_i);
- 1.6. Avaliação competitiva dos itens da qualidade demandada (M_i);
- 1.7. Priorização da qualidade demandada (ID_i^*);
- 1.8. Desdobramento das características de qualidade (indicadores de qualidade);
- 1.9. Relacionamento da qualidade demandada com as características de qualidade (DQ_{ij});
- 1.10. Especificações atuais para as características de qualidade;
- 1.11. Importância das características de qualidade (IQ_j);
- 1.12. Avaliação da dificuldade de atuação sobre as características de qualidade (D_j);
- 1.13. Avaliação competitiva das características de qualidade (B_j);
- 1.14. Priorização das características de qualidade (IQ_j^*);
- 1.15. Identificação das correlações entre as características de qualidade.

As etapas detalhadas e as fórmulas utilizadas na aplicação do método na área de desenvolvimento de embalagens estão descritas no Capítulo 03.

2.8.4. A Casa da Qualidade

Nas versões do QFD, previamente apresentadas, a Casa da Qualidade está sempre presente e inicia os desdobramentos. Isso ocorre porque essa matriz é a ferramenta básica de projeto do QFD. Inclusive, alguns autores utilizam apenas a Casa da Qualidade em seus trabalhos, freqüentemente aplicada e adaptada a situações específicas (OTELINO, 1999).

Obtém-se a casa da qualidade por meio do cruzamento dos requisitos do cliente, ou da qualidade exigida, ou qualidade demandada com as características da qualidade, sendo o resultado de saída às especificações do produto, ou seja, o conjunto de características técnicas do produto com suas qualidades projetadas (especificados), sendo então, os requisitos dos clientes a entrada da casa da qualidade e as características da qualidade a saída (AKAO, 1996). As Figuras 10 e 11 ilustram a matriz da qualidade.

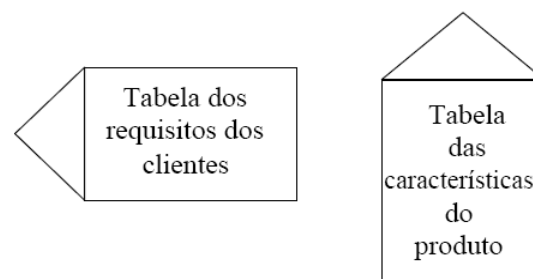


Figura 10 – Estrutura básica da Casa da Qualidade

Fonte: Cheng *et al.*(1995)

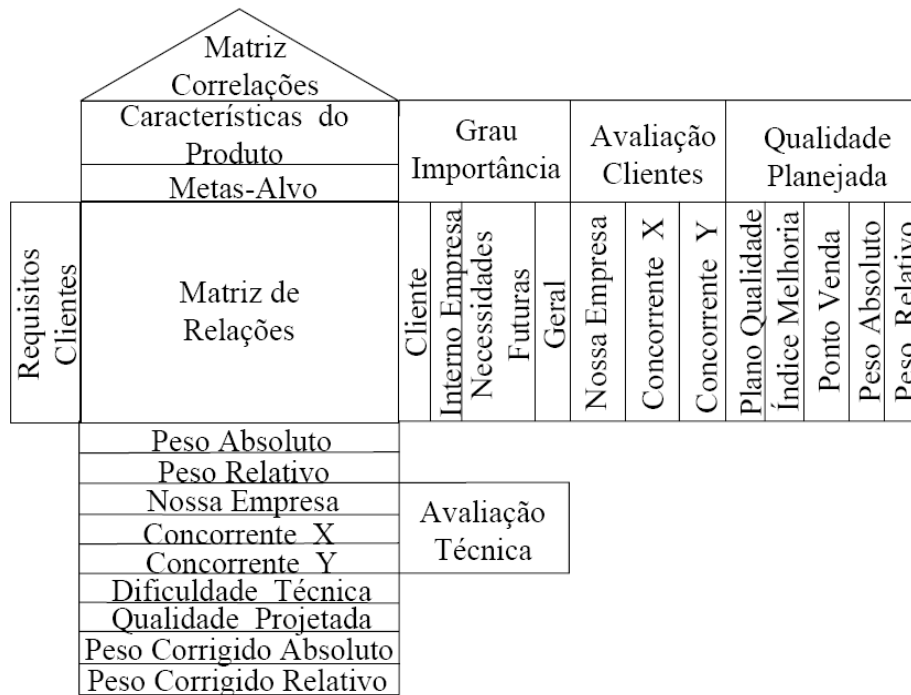


Figura 11 - Os elementos da Casa da Qualidade

Fonte: Otelino (1999)

Segundo Cohen (1991) para construção da casa da qualidade devem-se seguir os seguintes passos: descrever as necessidades dos clientes; montar e analisar a matriz de planejamento; obter as características de qualidade; obter e analisar os relacionamentos; obter e analisar as correlações; descrever e analisar a concorrência; definir os objetivos e; planejar o desenvolvimento.

2.8.4.1 Elementos da Casa da Qualidade

As etapas para a elaboração da Matriz da Qualidade são apresentadas a seguir:

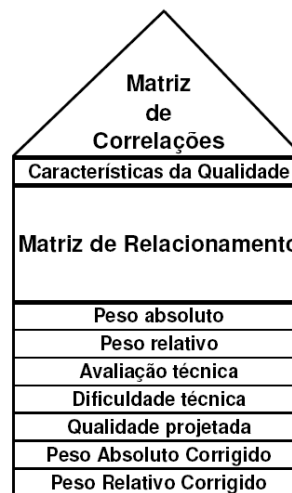
- **Qualidade demandada (requisitos dos Clientes):** São as expressões lingüísticas dos clientes convertidas, qualitativamente, em necessidades reais (MOURA, 1994).
- **Grau de importância (Cliente):** É a identificação do grau de importância que os clientes atribuem a cada requisito, sendo obtido diretamente com os clientes, que mencionam uma pontuação a cada requisito (AKAO, 1996).
- **Grau de Importância (Interno da Empresa):** É o enquadramento dos requisitos dos clientes, através da pontuação de uma escala numérica, baseando-se em um dos cinco tipos de qualidade classificados por KANO.
- **Grau de importância (Necessidades Futuras):** É a previsão da importância dos requisitos quando o produto for lançado no mercado (AKAO, 1996).
- **Grau de importância (Geral):** É o valor final de cada requisito como resultado da análise dos três itens anteriores.
- **Avaliação competitiva do cliente (Empresa x Concorrentes):** É uma pesquisa quantitativa que identifica como os clientes percebem o desempenho do produto atual da empresa quando comparado aos principais concorrentes.
- **Plano de Qualidade (Requisitos):** É o plano de qualidade que faz a inserção da estratégia da empresa no planejamento do produto (AKAO, 1996).

- **Melhoria:** É a maneira de pontuar a importância final dos requisitos (peso absoluto e relativo) ao plano estratégico da empresa. Esse índice reflete quantas vezes o produto precisa melhorar seu desempenho, em relação ao produto atual, para alcançar a situação planejada (AKAO, 1996).
- **Ponto de Venda:** Significa o grau de consonância dos requisitos dos clientes com a política da empresa para o mercado alvo (AKAO, 1996).
- **Peso Absoluto (Requisitos):** Representa a prioridade de atendimento de cada requisito sob os esforços de melhoria que devem ser concentrados em três pontos: requisitos mais importantes, requisitos que estão em consonância com a estratégia da empresa e os requisitos que a empresa precisa melhorar.
- **Peso Relativo (Requisitos):** É a conversão do peso absoluto em porcentagem, através da divisão do peso absoluto de cada requisito pelo resultado da soma de todos os pesos absolutos. O Quadro 01 representa os requisitos dos clientes (CHENG, 1995).

	Grau de Importância				Avaliação dos Clientes		Qualidade Planejada				
Requisitos dos Clientes	Cliente	Interno	Futuro	Geral	Empresa Hoje	Concorrentes	Plano Qualidade	Melhoria	Ponto de Venda	Peso Absoluto	Peso Relativo

Quadro 01– Requisitos dos Clientes (CHENG, 1995)

- **Características de Qualidade:** As características técnicas do produto podem ser divididas em “elementos da qualidade” e “características de qualidade”. Os elementos da qualidade são itens não mensuráveis ou qualitativos, capazes de indicar a qualidade do produto. Já as características de qualidade são definidas como os itens que devem ser medidos no produto para verificar se a qualidade exigida está sendo cumprida. O Quadro 02 ilustra as características da qualidade (CHENG, 1995).



Quadro 02 – Características da Qualidade (CHENG, 1995)

- **Matriz de Correlações:** É o teto da casa da qualidade e por ela é feito o cruzamento das características da qualidade sempre duas a duas para identificar como elas se relacionam (CHENG, 1995).
- **Matriz de Relações:** É a interseção dos itens da qualidade demandada pelos clientes com as características de qualidade. A intensidade das relações é indicada nos

seguintes níveis: forte, média, fraca e inexistente (CHENG, 1995).

- **Peso Absoluto:** É a soma dos valores obtidos em cada coluna e colocando o resultado final dessa soma na célula correspondente (CHENG, 1995).
- **Peso Relativo:** É obtido através da conversão dos valores do peso absoluto em pesos relativos percentuais (CHENG, 1995).
- **Avaliação Competitiva:** O estabelecimento das especificações de projeto é feito sem fatos e dados, com base exclusivamente na experiência pessoal da equipe de projetos sem levar em consideração as necessidades de mercado. Esta pesquisa se dá através de notas atribuídas pelos clientes para os produtos concorrentes (CHENG, 1995).
- **Dificuldade Técnica:** Este fator é uma nota em função da dificuldade tecnológica que a empresa terá para obter o valor determinado para a qualidade projetada das características de qualidade, com a confiabilidade projetada e com o objetivo de custo (AKAO, 1996).
- **Qualidade Projetada:** São valores-meta para as características da qualidade do produto considerando seu peso relativo e a comparação com as características da qualidade dos produtos da concorrência e os objetivos do projeto (CHENG, 1995).

- **Peso absoluto corrigido:** É o resultado da multiplicação do peso absoluto de cada característica de qualidade pelo fator de dificuldade técnica (AKAO, 1996).
- **Peso relativo corrigido:** É a conversão do peso corrigido absoluto em percentual (AKAO, 1996).

3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Neste capítulo, inicialmente, são apresentadas as classificações do tipo de pesquisa aplicado neste trabalho e sua forma de abordagem. Posteriormente, é descrita a empresa pesquisada, onde o método foi aplicado. Por último, é detalhado o “passo a passo” da aplicação da matriz da qualidade do método de Ribeiro (2001) no desenvolvimento de embalagens.

3.1 CLASSIFICAÇÃO DO MÉTODO

Conforme Cervo e Bervian (2002), as pesquisas podem ser classificadas pela sua natureza, sua forma de abordagem, pelo caráter do objetivo e dos procedimentos técnicos. Quanto à sua natureza, este é um trabalho aplicado, ou seja, tem os conhecimentos gerados aplicáveis em um problema prático. Quanto à forma de abordagem, este trabalho pode ser classificado como qualitativo, pois as avaliações e discussões são subjetivas e baseadas na interpretação dos fatos. Quanto ao objetivo, este pode ser classificado como exploratório, pois, a partir do levantamento bibliográfico do método QFD e da realização de entrevistas, busca-se uma melhor compreensão de um problema específico ligado à área de desenvolvimento de embalagens de uma montadora de automóveis. Área que geralmente, no ramo automotivo, não se despende a mesma atenção e rigor dado aos processos e produtos das empresas.

Em relação aos procedimentos técnicos, esta é uma pesquisa ação. O problema investigado é conduzido pela autora, que atua no planejamento e controle do desenvolvimento e melhoria de produtos, tendo contato direto com o setor de desenvolvimento de embalagens e demais setores envolvidos (custos, engenharia de produto, qualidade, engenharia de processo, etc).

3.2 EMPRESA PESQUISADA

A pesquisa foi realizada em uma montadora de automóveis que ainda possui autopeças importadas, sendo o desenvolvimento de fornecedores nacionais ainda uma realidade para a empresa. Possui aproximadamente três mil funcionários, produzindo cerca de quatrocentos e oitenta carros por dia, cujas autopeças são movimentadas por quase quinze mil referências de embalagens.

Na montadora estudada, o desenvolvimento de embalagens é feito em conjunto com os fornecedores de autopeças. A embalagem, depois de desenvolvida, passa por um circuito de aprovação de algumas áreas que é representado por um fluxograma do processo de desenvolvimento de embalagens em conjunto com o desenvolvimento de fornecedores (Figura 12).

Devido aos constantes atrasos no lançamento da autopeça do novo fornecedor, em virtude da necessidade de melhorias na embalagem, após submetê-la a aprovação, surgiu a oportunidade de aplicação do método

QFD com o objetivo de levantar as necessidades dos clientes internos e evitar retrabalhos, atrasos de entrega do produto desenvolvido, ruído de comunicação cliente-fornecedor e possibilitar a aprovação da embalagem logo no primeiro circuito de aprovação.

3.3 ETAPAS DO MÉTODO

As fases para o desenvolvimento da matriz de qualidade utilizadas foram organizadas por meio das etapas a seguir:

1ª Etapa: Confeccionar o fluxograma do processo de desenvolvimento de embalagens e de desenvolvimento do fornecedor nacional

A primeira atividade, realizada pela autora e por um profissional da área que desenvolve embalagens, foi a elaboração de um fluxograma de todo o processo de desenvolvimento do fornecedor, cujo processo de desenvolvimento de embalagem está inserido. Com este fluxograma (Figura 12), foi possível visualizar as responsabilidades das áreas e identificar os consumidores e fornecedores internos do processo de aprovação de embalagem.

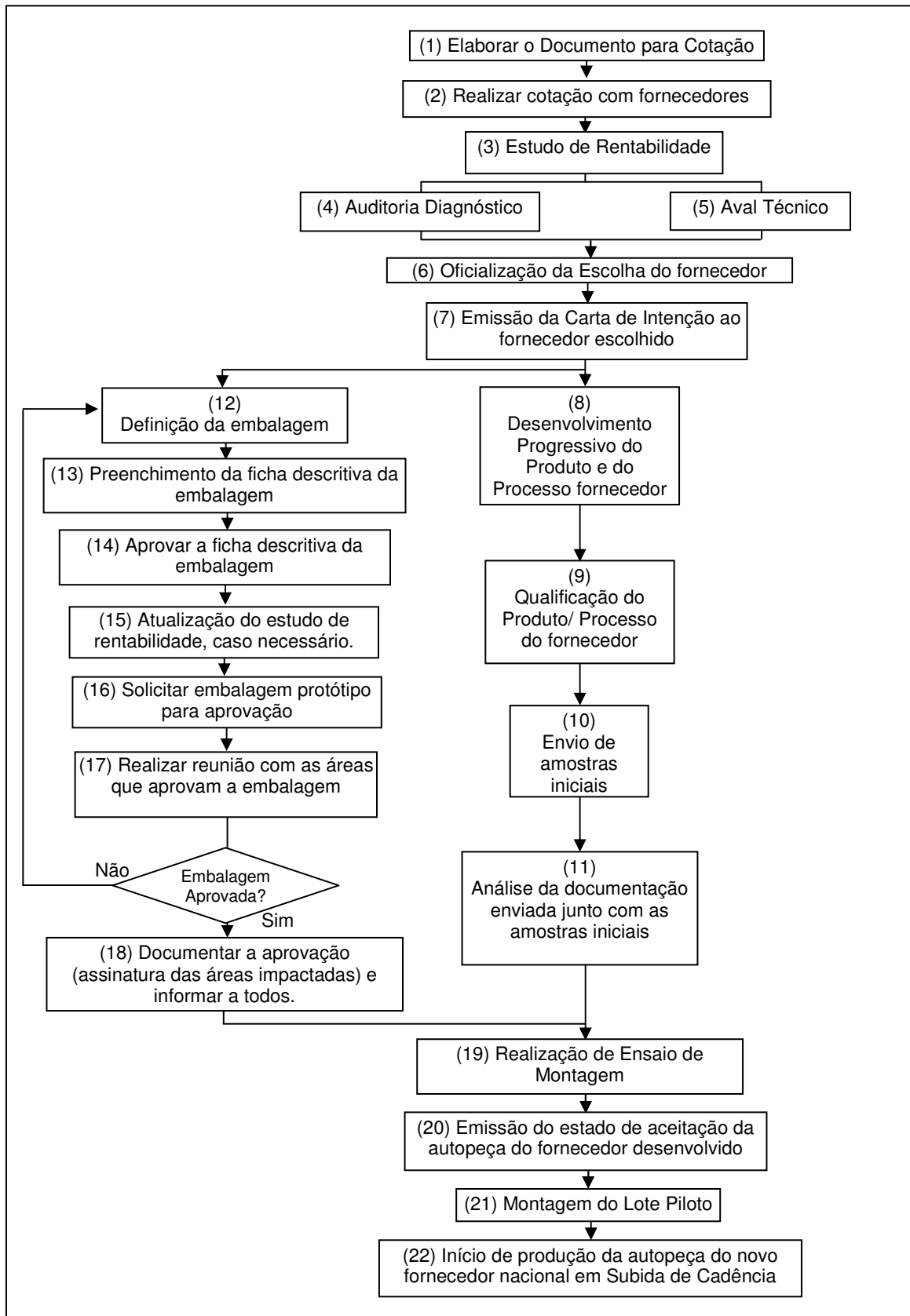


Figura 12 – Fluxograma do Processo de Desenvolvimento do fornecedor e da embalagem da autopeça

A explanação de cada uma das etapas é apresentada a seguir:

- (1) **Elaborar Documento para Cotação com os fornecedores:** Realizado em conjunto pelo comprador da peça, engenheiro de produto e um representante da área de qualidade. Neste documento estão contidas todas as informações necessárias para que os fornecedores possam responder as cotações da peça.
- (2) **Realizar cotação com fornecedores:** Realizado pelo comprador da peça. Nas propostas enviadas pelos fornecedores está contido o custo estimado da embalagem (inserido no preço da peça);
- (3) **Estudo de Rentabilidade:** Realizado pelo setor de custos. Neste documento é apresentado o estudo de viabilidade econômica do desenvolvimento do novo fornecedor nacional da peça. Caso o custo da embalagem não esteja contido no preço da peça, é estimado um custo de embalagem que é inserido no estudo de rentabilidade.
- (4) **Auditoria Diagnóstico:** Realizado pelo auditor de qualidade da montadora. Nesta auditoria é avaliado o sistema de qualidade do fornecedor. O auditor emite um resultado que pode ser risco fraco, risco médio ou risco forte em se desenvolver o determinado fornecedor.

- (5) **Aval Técnico:** Realizado pela engenharia de produto. Neste documento, a engenharia de produto informa se a proposta técnica do fornecedor atende a especificações técnicas estabelecidas no documento para cotação e emite um parecer informando se o fornecedor tem capacidade técnica de desenvolver a autopeça.
- (6) **Oficialização da Escolha do fornecedor:** Realizado pelo comprador. Baseado no resultado do estudo de rentabilidade, da auditoria diagnóstico e do aval técnico, o comprador oficializa internamente na empresa o nome do fornecedor escolhido.
- (7) **Emissão da Carta de Intenção ao fornecedor escolhido:** Realizado pelo comprador, é a oficialização, para o fornecedor, que o mesmo foi escolhido para desenvolver a autopeça.
- (8) **Desenvolvimento Progressivo do Produto e do Processo fornecedor nacional:** Realizado pela engenharia de produto em conjunto com a área de qualidade, utilizando num documento específico da empresa baseado na norma ISO/ TS16949.
- (9) **Qualificação do Produto/ Processo do fornecedor:** A engenharia de produto em conjunto com a área de qualidade qualifica o produto e processo do fornecedor por meio de uma auditoria. Neste momento são produzidas as amostras iniciais, que são as peças

produzidas num processo qualificado, que possui um estudo de capacidade do processo.

- (10) **Envio das amostras iniciais:** O fornecedor envia, ao analista de qualidade da montadora, amostras do lote, produzidas na auditoria de qualificação do produto e do processo.
- (11) **Análise da documentação enviada junto com as amostras iniciais:** Realizado pelo analista de qualidade. Este verifica toda a documentação de qualificação do produto e processo, verifica se a embalagem já está aprovada e solicita o ensaio de montagem da peça.
- (12) **Definição da embalagem:** É realizado pelo fornecedor da autopeça em conjunto com o setor que desenvolve embalagens.
- (13) **Preenchimento da ficha descritiva da embalagem:** Preenchido pelo fornecedor da autopeça, este documento contém todas as informações sobre a embalagem (dimensões, custos, quantidade de peças por embalagem, etc.).
- (14) **Aprovar a ficha descritiva da embalagem:** Realizado pelo setor de desenvolvimento de embalagens.
- (15) **Atualização do estudo de rentabilidade, caso necessário:** Realizado pelo setor de custos, é avaliado o

impacto do custo da embalagem na viabilidade da autopeça do fornecedor nacional.

- (16) **Solicitar embalagem protótipo para aprovação:** Realizado pelo setor de desenvolvimento de embalagens, é avaliado o impacto do transporte na embalagem desenvolvida.
- (17) **Realizar reunião com as áreas que aprovam a embalagem:** É realizado pelo setor de desenvolvimento de embalagens. Nesta reunião, as áreas que aprovam a embalagem (PCP, Manufatura, Engenharia de Processo, Qualidade, Segurança do Trabalho e Ergonomia) fazem a avaliação da embalagem protótipo.
- (18) **Documentar a aprovação (assinatura das áreas impactadas) e informar a todos:** Realizado pelo setor de desenvolvimento da embalagem. O analista de qualidade depende desta aprovação para solicitar o ensaio de montagem e emitir a aprovação da autopeça, ou seja, sem a aprovação da embalagem, o fornecedor não pode iniciar a produção da autopeça.
- (19) **Realização de Ensaio de Montagem:** É solicitado pelo analista de qualidade e realizado pela engenharia de processo. Neste ensaio é verificada a montagem da peça no veículo.

- (20) **Emissão do estado de aceitação da autopeça do fornecedor desenvolvido:** O analista de qualidade emite um documento que aprova o fornecimento da autopeça do novo fornecedor nacional, baseado na avaliação da documentação de qualificação do produto e do processo, na aprovação da embalagem e na aprovação do ensaio de montagem.
- (21) **Montagem do Lote Piloto:** Após a aprovação para a produção da autopeça emitida pelo analista de qualidade, o fornecedor envia um lote de peças para ser consumido pela montadora durante uma semana. A equipe de desenvolvimento avalia o fornecedor (se cumpriu o prazo de entrega, se enviou a quantidade de peças solicitada, se enviou as peças na embalagem aprovada, se enviou peças não conformes, etc.).
- (22) **Início de produção da autopeça do novo fornecedor nacional em Subida de Cadência:** O fornecedor inicia o envio de lotes de forma gradativa. A medida que o volume de peças do fornecedor nacional aumenta, o da autopeça importada diminui até chegar ao volume de 100% de entrega de autopeças nacionais.

2ª Etapa: Escolher os integrantes da equipe QFD

A autora em conjunto com um representante da área de desenvolvimento de embalagem definiu os integrantes da equipe.

Buscou-se um representante de cada uma das áreas que aprovam a embalagem já desenvolvida e de algumas áreas que desenvolvem o produto. A Figura 13 mostra como foi composta a equipe QFD, apresentando a relação entre o fornecedor interno e cliente interno no processo de desenvolvimento de embalagens e as demais áreas que desenvolvem as autopeças.

A equipe foi formada por profissionais das seguintes áreas: PCP, Manufatura, Processo, Produto, Qualidade, Segurança de Trabalho e Ergonomia, Desenvolvimento de Embalagens e por um Fornecedor de autopeças.

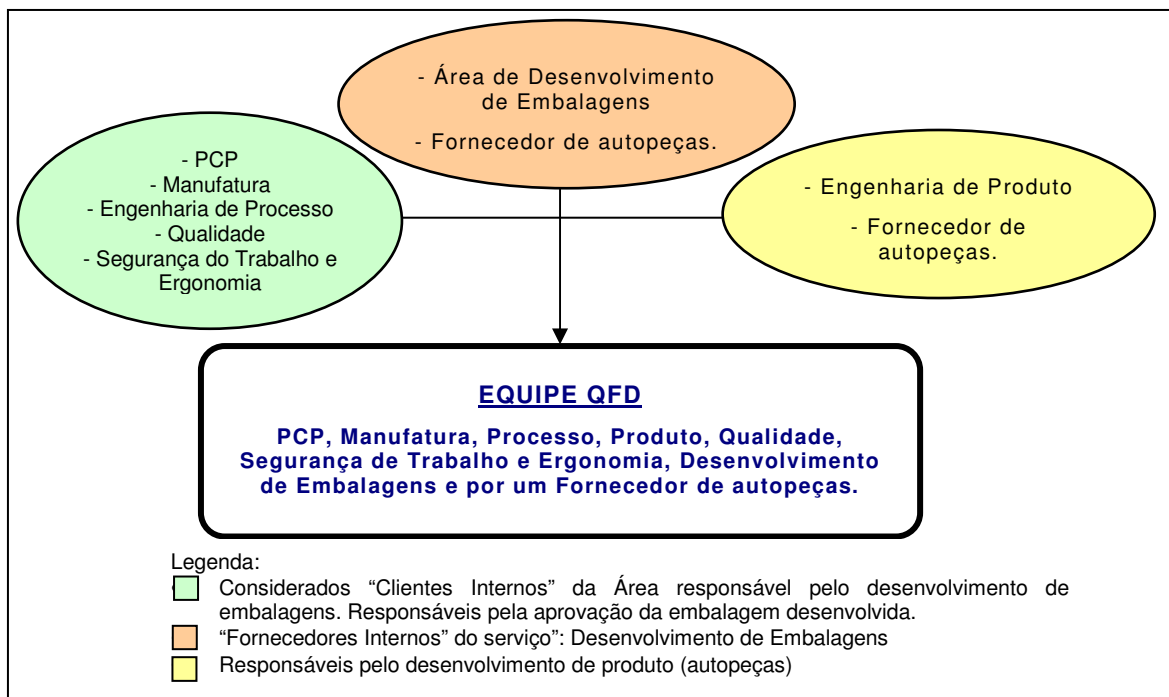


Figura 13 – Composição da Equipe QFD

É importante ressaltar que não se buscou um representante do setor de custos para participar da equipe QFD porque o trabalho visou identificar, primeiramente, as características de qualidade que precisam ser priorizadas ao se definir uma embalagem. Os aspectos de custos são analisados após a definição da embalagem e serve de parâmetro para a análise das alternativas, conforme fluxograma de processo apresentado anteriormente (Figura 12).

3ª Etapa: Treinar a equipe QFD

A autora da dissertação reuniu os integrantes da equipe QFD formada e; durante duas horas, realizou o treinamento, apresentando o conceito, os benefícios e detalhando as etapas do método QFD. Em seguida, foi apresentada a proposta de aplicação do método no desenvolvimento de embalagens.

4ª Etapa: Identificar requisitos de qualidade ou qualidades demandadas

A equipe QFD se reuniu e a autora conduziu uma sessão de *brainstorming* para identificar os requisitos de qualidade relacionados às seguintes áreas: PCP, Manufatura, Processo, Qualidade, Segurança de Trabalho e Ergonomia.

Foram respondidas as seguintes perguntas: “Quais as características que você julga importante numa embalagem?” e “O que você avalia na embalagem no processo de aprovação?”.

5ª Etapa: Elaborar questionário fechado

Os requisitos de qualidade demandados foram organizados num diagrama de árvore, desdobrados em requisitos primários e secundários (Quadro 03). Com esse diagrama foi possível elaborar o questionário fechado para a obtenção do grau de importância de cada item.

Requisitos Primário	Requisitos Secundário
1	1.1
	1.2

Quadro 03 – Diagrama de árvore.

Fonte: Cheng (1995)

6ª Etapa: Definir a Importância da Qualidade Demandada (IDi)

A Importância dos itens de Qualidade Demandada (IDi) foi definida pelas mesmas áreas que definiram os requisitos de qualidade. Foram obtidas por meio do questionário fechado, atribuindo uma pontuação

referente a cada requisito. Foi utilizada a escala apresentada no Quadro 04, conforme proposto Ribeiro (2001).

O grau de importância da qualidade demandada, inserido na matriz de qualidade, foi calculado por meio da média aritmética de todas as pontuações obtidas no questionário fechado.

Escala de Importância	
Grau de Importância	Escala
Muito Importante	2,0
Importante	1,0
Pouco Importante	0,5

Quadro 04 -Escala de importância da qualidade demandada

Fonte: Ribeiro (2001)

7ª Etapa: Desdobrar as características de qualidade

A equipe QFD se reuniu novamente e as características de qualidade foram desdobradas para cada uma das qualidades demandadas. Essas características de qualidade foram dispostas na parte superior da matriz da qualidade.

8ª Etapa: Estabelecer o grau de relacionamento entre os requisitos de qualidade e as características de qualidade

Esta etapa contempla o preenchimento da matriz da qualidade. Os itens da qualidade demandada são cruzados com os itens das

características de qualidade e são estabelecidas as intensidades dos relacionamentos. A intensidade do relacionamento entre os itens da qualidade demandada e das características de qualidade (DQij) podem ser relações fortes, médias e fracas. Ribeiro (2001) sugere a escala apresentada no Quadro 05.

Escala de Importância	
Relacionamento	Peso
Forte	9
Médio	3
Fraco	1

Quadro 05 - Escala de relacionamento da qualidade demandada com as características de qualidade (DQij). Fonte: Ribeiro (2001)

Segundo Ribeiro (2001), para quantificar estes relacionamentos, podem ser utilizadas outras ponderações. Os pesos que foram sugeridos são aqueles propostos nos trabalhos de Mizuno & Akao (1994).

O estabelecimento das relações é feito respondendo a seguinte questão: se a uma determinada 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 a resposta for parcialmente, então a relação é média (3) e assim por diante (RIBEIRO, 2001).

9ª Etapa: Definir a Importância das Características de Qualidade (IQj)

Nesta etapa é feita a determinação da importância de cada característica de qualidade. Isso é feito considerando os relacionamentos

que as características de qualidade mantém com os itens da qualidade demandada e também a importância relativa destes últimos. A fórmula (Equação 01) proposta por Ribeiro (2001) não possui unidade de medida.

$$IQ_j = \sum_{i=1}^n ID_i * DQ_{ij} \quad (01)$$

Onde:

IQ_j = Importância das características de qualidade (importância técnica)

ID_i^* = Importância da qualidade demandada

DQ_{ij} = Intensidade do relacionamento entre os itens da qualidade demandada e das características de qualidade.

10ª Etapa: Definir o Grau de Dificuldade (D_j)

A dificuldade de se modificar as especificações das características de qualidade é avaliada nesta etapa. Para esta avaliação foi utilizada a escala proposta por Ribeiro (2001) conforme Quadro 06. Nota-se que quanto mais fácil é agir sobre a característica de qualidade, maior é a pontuação. Isto ocorre porque são priorizadas as características que são mais fáceis de serem modificadas/ alcançadas.

Escala de Importância	
Dificuldade	Escala
Muito difícil	0,5
Difícil	1,0
Moderado	1,5
Fácil	2,0

Quadro 06 – Escala de avaliação da dificuldade de atuação sobre as características de qualidade Dj. Fonte: Ribeiro (2001)

11ª Etapa: Priorizar as Características de Qualidade (IQj*)

A priorização das características de qualidade é realizada através do índice de importância corrigido. Esse índice é calculado considerando a importância das características de qualidade e a dificuldade de atuação sobre as características. Com este índice podem ser identificadas as características de qualidade que, caso desenvolvidas, terão um maior impacto sobre a satisfação dos clientes.

Assim, a priorização é feita com base no índice de importância corrigido (IQj*), o qual é calculado por meio da Equação (02) proposta por Ribeiro (2001).

$$IQj^* = IQj \cdot \sqrt{Dj} \quad (02)$$

Onde:

IQj* = Importância corrigida das características de qualidade;

IQj = Importância das características de qualidade (importância técnica);

Dj = Avaliação da dificuldade de atuação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos da aplicação do método descrito no Capítulo 3, no processo de desenvolvimento de embalagens da empresa pesquisada e, em seguida, é realizada uma análise dos resultados obtidos.

Conforme informado no Capítulo 3, foi iniciada a construção da matriz de qualidade a partir do questionário aberto para a obtenção dos requisitos de qualidade ou qualidade demandada dos clientes internos do setor de desenvolvimento de embalagens.

Com as respostas obtidas, foi possível realizar o questionário fechado para que os clientes internos, áreas que aprovam a embalagem, pudessem atribuir a pontuação a estes requisitos de qualidade de acordo com o grau de importância julgado por eles. Os requisitos de qualidade do questionário fechado e as definições para estes requisitos estão apresentados no Quadro 07.

Requisitos de Qualidade ou Qualidade Demandada	Definição
Conservar a integridade do produto	Manter as características dimensionais e funcionais do produto acondicionado.
"Evitar lesões nas mãos no manuseio da embalagem"	Evitar lesão nas mãos do operador durante o manuseio da embalagem, que pode ser provocado por arestas cortantes, por exemplo.
"Evitar lesões físicas no final do turno (braço, costas, etc.)"	Atender as condições de Ergonomia (embalagem no peso adequado, com alça para facilitar o operador pegar a embalagem, etc).
Não interferir na rentabilidade da autopeça do novo fornecedor	Minimizar o custo da embalagem para não tornar o desenvolvimento do novo fornecedor não rentável, pois o preço da embalagem é considerado no estudo de rentabilidade inicial.
Custo de Manutenção baixo	Evitar itens de manutenção, tais como: rolamento, mola, etc. É um requisito específico para embalagem retornável.
Ser desmontáveis ou dobráveis	Procurar desenvolver embalagens que possam ser dobráveis ou desmontáveis para minimizar o custo com o transporte, pois é necessário minimizar o espaço no caminhão.
Acondicionar o maior número de peças possível.	A embalagem precisa reportar a maior quantidade de peças possível para reduzir a quantidade de vezes por turno que o operador necessitará fazer novos abastecimentos na borda de linha.
Poder ser empilhada	A embalagem precisa dar sustentabilidade no transporte e dar configuração de empilhamento e arqueada (estável) para movimentação com a empilhadeira e estocagem.
Facilidade e rapidez no descarregamento	A embalagem precisa facilitar a retirada das peças (por exemplo: a embalagem descartável precisa vir com tampa, caso contrário, será necessário o uso de um estilete para retirar as peças).
Identificação correta	É importante verificar o local da identificação e se a identificação está legível.
"Não acumular água ou resíduos"	Toda embalagem, antes de seu carregamento, precisa estar vazia e livre de qualquer impureza.

Quadro 07 – Requisitos de Qualidade e Definições

A média aritmética de todas as pontuações que determinaram a importância de cada requisito foi disposta na Tabela 01.

Tabela 01 – Pontuações atribuídas aos requisitos de qualidade

Qualidade Demandada ou Requisitos de Qualidade	Média do Grau de Importância (IDI)	PCP	Manuf.	Processo	Qualid.	Segurança de Trabalho	Ergonomia
Conservar a integridade do produto	2,0	2	2	2	2	2	2
"Evitar lesões nas mãos no manuseio da embalagem"	1,7	1	2	2	1	2	2
"Evitar lesões físicas no final do turno (braço, costas, etc.)"	1,6	0,5	2	2	1	2	2
"não interferir na rentabilidade da autopeça do novo fornecedor"	1,0	1	1	1	1	1	1
Custo de Manutenção baixo	1,0	1	1	1	1	1	1
Ser desmontáveis ou dobráveis	0,8	1	1	1	0,5	0,5	0,5
Acondicionar o maior número de peças possível.	0,8	1	1	1	1	0,5	0,5
Poder ser empilhada	1,3	2	2	1	1	1	1
Facilidade e rapidez no descarregamento	1,0	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5
Identificação correta	1,0	2	2	0,5	0,5	0,5	0,5
"Não acumular água ou resíduos"	0,6	0,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5

A Figura 14 apresenta a organização da média aritmética do grau de importância de cada requisito em ordem decrescente.

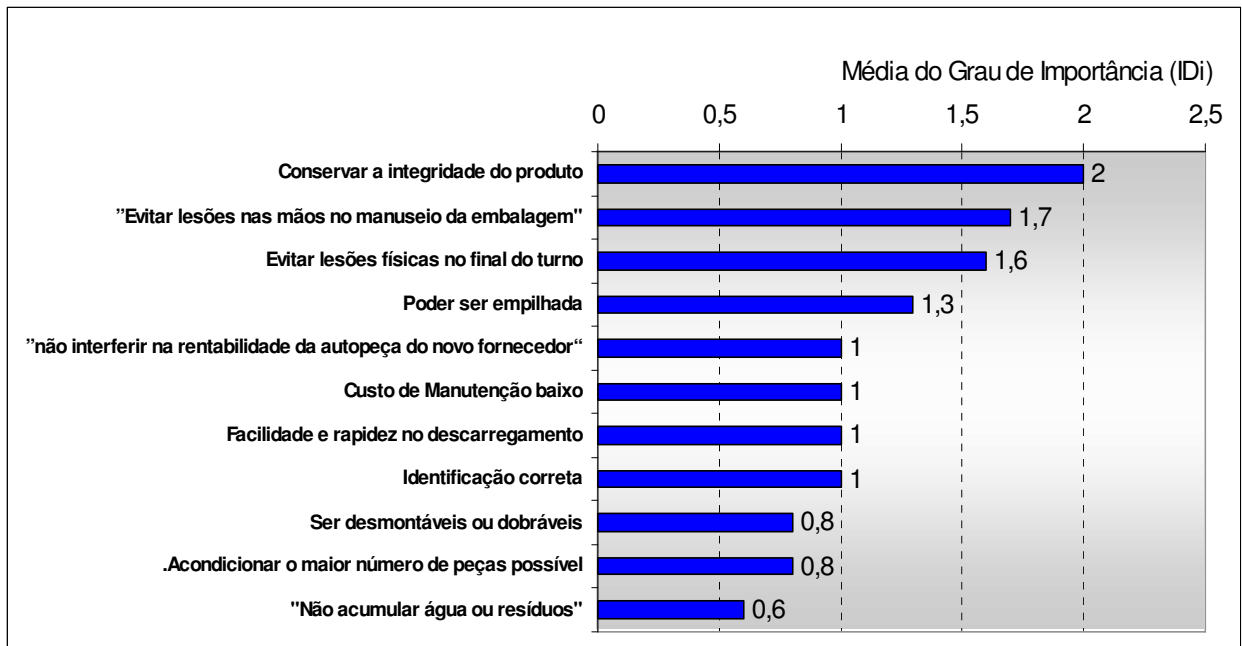


Figura 14 – Requisitos de Qualidade em ordem decrescente

É importante ressaltar que não foi colocado como requisito de qualidade o item “embalagem retornável”, pois este requisito já é priorizado ao se desenvolver uma nova embalagem. E embalagem retornável somente não é escolhida se a mesma for economicamente menos viável que a embalagem descartável.

A matriz de qualidade evidenciou que os requisitos dos clientes de maior importância no desenvolvimento de embalagens foram: “conservar a integridade do produto”, “evitar lesões nas mãos no manuseio da embalagem” e “evitar lesões nas costas do operador no final do turno”.

O requisito de qualidade “conservar a integridade do produto” é classificado por Kano (1984) como um “requisito esperado” pois quando incorporado na embalagem, constitui uma presença óbvia, porém, a sua ausência provoca insatisfação. Como garantir a integridade de produto é

uma função básica da embalagem, foi o requisito mais importante informado pelas áreas. Se não for considerado este requisito no desenvolvimento de embalagens, os clientes internos se sentirão extremamente insatisfeito.

Pôde ser observada também uma grande preocupação dos clientes internos com a ergonomia. Além de este resultado ser devido ao fato da maioria destes clientes internos serem ligados à produção e à ergonomia, estes resultados refletem uma das principais causas de correções em embalagens recém-desenvolvidas, conforme informado pelo setor que desenvolve embalagens, pois essas embalagens precisavam ser modificadas por terem sido identificados riscos de causarem lesões nas mãos e nas costas do operador.

“Não interferir na rentabilidade da autopeça” foi um item que obteve uma importância intermediária, porque nenhuma destas áreas possui ligação com o setor de custos, porém, deve-se registrar que este resultado condiz com o objetivo desta etapa do método, pois se buscaram os requisitos de qualidade mais importantes para estas áreas. Em relação aos aspectos de custo, depois de definidas as características de qualidade que atendem a estes requisitos de qualidade, é verificado se todos eles poderão ser atendidos. Isto dependerá dos impactos destes requisitos na viabilidade econômica da embalagem.

As características de qualidade foram desdobradas pela equipe QFD em conjunto com os representantes das áreas que aprovam a embalagem, obtendo-se o Quadro 08.

Qualidade Demandada	Característica de Qualidade
<ul style="list-style-type: none"> - “não interferir na rentabilidade da autopeça do novo fornecedor” - Custo de Manutenção baixo; - "evitar lesões nas mãos no manuseio da embalagem”; - “evitar lesões nas costas do operador no final do turno”; - "Não acumular água”; - Ser desmontáveis (Baixar custo no transporte); - Acondicionar o maior número de peças possível; - Conservar a integridade do produto; - Poder ser empilhada; -Facilidade e rapidez no carregamento/ descarregamento; - Identificação correta 	<ul style="list-style-type: none"> - Diminuir a quant. de acessórios - Rentabilidade do desenvolvimento do fornecedor de autopeça - Dimensões conforme desenho - Livres de rebarbas, arestas cortantes ou qualquer elemento que possa provocar acidente durante o manuseio; - Design Ergonômico; - Resistência da embalagem; - Material de Qualidade certificada; - Maximizar a quantidade de peças por embalagem; - Impedir o contato entre as peças; - As partes usinadas e sensíveis das peças não poderão estar apoiadas na embalagem; - Identificação Clara e legível (Código de Identificação e nº de série)

Quadro 08 – Características de Qualidade Desdobradas pela equipe

As características de qualidade desdobradas e as respectivas definições estão apresentados no Quadro 09.

Características de Qualidade	Definições
Diminuir a quantidade de acessórios	Minimizar a quantidade de acessórios (fita de arquear, saco plástico, divisórias, cantoneiras, etc.).
Rentabilidade do desenvolvimento do fornecedor de autopeça	Minimizar o custo da embalagem para que a mesma seja viável economicamente.
Dimensões conforme desenho	O fornecedor da autopeça precisa garantir que seu fornecedor de embalagem envie embalagem nas dimensões definidas no desenho da embalagem.
Livres de rebarbas, arestas cortantes ou qualquer elemento que possa provocar acidente durante o manuseio;	Eliminar rebarbas e arestas cortantes da embalagem para garantir a segurança do operador no manuseio da embalagem.
Design Ergonômico	As dimensões da embalagem devem estar de acordo com as normas de ergonomia da empresa.
Resistência da Embalagem	Não pode eliminar pedaços devido a fricção com a peça, deve proteger a embalagem no transporte.
Material de Qualidade certificada;	O material de qualidade certificado garante o cumprimento da especificação da embalagem (resistência, fumaça, caso seja de madeira, etc.).
Maximizar a quantidade de peças por embalagem	Maximizar a quantidade de peças por embalagem para minimizar o custo de mão-de-obra (a linha precisará ser abastecida menos vezes) e custo de transporte, sempre considerando o limite de estoque para a determinada peça e o espaço reservado na borda de linha.
Impedir o contato entre as peças	Não permitir o contato entre peças cujo impacto uma com a outra durante o transporte possa danificá-las.
As partes usinadas e sensíveis das peças não poderão estar apoiadas na embalagem;	Não apoiar as partes usinadas e sensíveis das peças na embalagem para evitar que sejam danificadas por algum impacto durante o transporte;
Identificação Clara e legível (Código de Identificação e nº de série)	O código de identificação da peça e o número de série deverão ficar num local de fácil visualização para o operador.

Quadro 09 – Definições das Características de Qualidade

A Qualidade Demandada ou Requisitos de Qualidade foram inseridos nas linhas no lado esquerdo da Matriz de Qualidade e as Características de Qualidade foram organizadas na parte superior da Matriz de Qualidade para a obtenção do grau de relacionamento entre eles, conforme Quadro 10.

Característica de Qualidade	Requisitos de Qualidade										
	Diminuir a quant. de acessórios	Impedir o contato entre as peças	Rentabilidade do desenvolvimento do fornecedor de autopeça	Dimensões conforme desenho	Resistência da Embalagem	Livres de rebarbas, arestas cortantes ou qualquer elemento que possa provocar acidente durante o manuseio.	Design Ergonômico	Material de Qualidade certificada	As partes usinadas e sensíveis das peças não poderão estar apoiadas na embalagem	Maximizar a quantidade de peças por embalagem	Identificação Clara e legível (Código de Identificação e nº de série)
"não interferir na rentabilidade da autopeça do novo fornecedor"	9	1	9	1	1	1	1	1	1	9	1
Custo de Manutenção baixo	9	1	9	1	9	1	1	1	1	1	1
"Evitar lesões nas mãos no manuseio da embalagem"	3	1	1	3	3	9	9	3	1	1	1
"Evitar lesões físicas no final do turno (costas, braços, etc.)"	3	1	1	3	1	9	9	1	1	1	1
"Não acumular água ou resíduos"	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	1
Ser desmontáveis ou dobráveis	3	1	9	3	3	1	1	3	1	1	1
Acondicionar o maior número de peças possível.	1	1	9	1	1	1	1	1	1	9	1
Conservar a integridade do produto	3	9	1	9	3	3	1	9	9	1	1
Poder ser empilhada	3	9	9	3	9	1	1	3	1	1	1
Facilidade e rapidez no descarregamento	9	1	3	1	1	3	3	1	1	1	1
Identificação correta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9

Quadro 10 – Grau de relacionamento entre os requisitos de qualidade e as características de qualidade

Após a definição do grau de importância de cada característica de qualidade, determinação do grau de dificuldade de atuação sobre cada característica, foi realizada a priorização das características de qualidade que precisam ser consideradas na definição de novas embalagens. O resultado pode ser visto na Matriz da Qualidade (Tabela 02).

Tabela 02 – Matriz da Qualidade

Característica de Qualidade	Diminuir a quant. de acessórios	Impedir o contato entre as peças	Rentabilidade do desenvolvimento do fornecedor de autopeça	Dimensões conforme desenho	Resistência da Embalagem	Livres de rebarbas, arestas cortantes ou qualquer elemento que possa provocar acidente durante o manuseio.	Design Ergonômico	Material de Qualidade certificada	As partes usinadas e sensíveis das peças não poderão estar apoiadas na embalagem	Maximizar a quantidade de peças por embalagem	Identificação Clara e legível (Código de Identificação e nº de série)	Grau de Importância (IDi)
Requisitos de Qualidade												
"não interferir na rentabilidade da autopeça do novo fornecedor "	9	1	9	1	1	1	1	1	1	9	1	1,0
Custo de Manutenção baixo	9	1	9	1	9	1	1	1	1	1	1	1,0
"Não machucar as mãos no manuseio da embalagem"	3	1	1	3	3	9	9	3	1	1	1	1,7
"Evitar lesões físicas no final do turno (costas, braços, etc.)"	3	1	1	3	1	9	9	1	1	1	1	1,6
"Não acumular água ou resíduos"	1	1	1	3	1	3	3	1	1	1	1	0,6
Ser desmontáveis ou dobráveis	3	1	9	3	3	1	1	3	1	1	1	0,8
Acondicionar o maior número de peças possível.	1	1	9	1	1	1	1	1	1	9	1	0,8
Conservar a integridade do produto	3	9	1	9	3	3	1	9	9	1	1	2,0
Poder ser empilhada	3	9	9	3	9	1	1	3	1	1	1	1,3
Facilidade e rapidez no descarregamento	9	1	3	1	1	3	3	1	1	1	1	1,0
Identificação correta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1,0
Importância das características de qualidade	51,4	39,4	54,1	40,6	40,3	45,9	41,9	36,3	28,8	27,4	20,8	
Grau de Dificuldade	1,5	2	1	1,5	1,5	1	1	1	1,5	1,5	2	
Priorização das características de qualidade	63,0	55,7	54,1	49,7	49,3	45,9	41,9	36,3	35,2	33,6	29,3	

As características de qualidade de maior prioridade foram: “diminuir a quantidade de acessórios”, “impedir o contato entre as peças”, “não interferir na rentabilidade da autopeça do novo fornecedor”, “ter dimensões conforme desenho”, “resistência”, “ser livres de rebarbas, arestas cortantes ou qualquer elemento que possa provocar acidente durante o manuseio” e “ter design ergonômico”.

Estas características de qualidade foram as mais priorizadas por possuírem um grau de relacionamento muito forte com os requisitos de qualidade mais importantes e por possuírem um grau de dificuldade menor de serem atendidas, em relação das demais características de qualidade.

Convém ressaltar que, após classificar estas características de qualidade em ordem decrescente de importância, é verificada a viabilidade econômica da embalagem. Conforme esclarecido no fluxograma do processo de desenvolvimento de fornecedores nacionais (Figura 12), no Capítulo 3. No processo de cotação da autopeça, o fornecedor nacional envia sua proposta comercial com o preço estimado de embalagem incluso no preço-peça. Desta forma, o preço da embalagem não pode ultrapassar a estimativa feita no início do desenvolvimento.

Em relação aos benefícios encontrados com a aplicação do método no desenvolvimento de embalagens os principais são: redução da necessidade de realização de modificações na embalagem após a submissão da aprovação da embalagem protótipo, o aumento da satisfação dos clientes internos, a melhoria da comunicação entre os setores envolvidos na aprovação da embalagem e o fornecedor.

A principal dificuldade encontrada pela equipe foi a falta de experiência com o uso do método QFD, gerando a necessidade de um período maior que o esperado para a confecção da matriz de qualidade.

5 CONCLUSÃO

A Matriz da Qualidade, aplicada no desenvolvimento de embalagens, propiciou a interpretação das demandas dos clientes internos, ligados ao setor de desenvolvimento de embalagens da empresa, e transformá-las em informações sobre as características de qualidade desejadas.

Com a aplicação do método QFD em embalagens de autopeças foi possível identificar aspectos importantes relativo à embalagem que normalmente não eram considerados na fase de definição da embalagem, o que ocasionava constantes atrasos no cronograma de nacionalização das autopeças devido à necessidade de alterações na embalagem protótipo.

Com a construção da Matriz da Qualidade foi possível identificar as características gerais que precisam ser consideradas ao se desenvolver uma embalagem para uma autopeça.

A aplicação do método QFD permitiu melhorar a comunicação entre as áreas envolvidas, o setor de desenvolvimento de embalagens e os fornecedores de autopeças.

Com a aplicação do QFD antes da definição das embalagens, as áreas clientes puderam expressar suas necessidades e passaram de uma posição reativa diante dos problemas com embalagens, detectados no momento da aprovação, para uma posição pró-ativa, buscando soluções para solucionar os problemas apontados por eles e se comprometendo com a redução de modificações na embalagem no momento da aprovação.

Convém ressaltar que o método foi aplicado em embalagens cujas autopeças não sofreram alteração ao serem desenvolvidas por fornecedores nacionais; porém, pode ser observado pela análise feita no Capítulo 4, que os resultados podem ser aproveitados como “guia” na definição de embalagens de novas autopeças ou mesmo na melhoria de embalagens já existentes.

Pode ser observado também que na montadora, o desenvolvimento de produtos tem mais rigor que de embalagens, visto que há um procedimento específico da empresa para novos produtos e que o mesmo não ocorre com embalagens. Com isto, a utilização do método QFD pode contribuir para desenvolvimentos de embalagens, área que geralmente recebe menos atenção nas organizações.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR ISO 9001:2008 – **Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos**

AGOSTINHO, O.L. (1995). **Integração estrutural dos sistemas de manufatura como pré-requisito de competitividade**. Campinas. 152p. Tese (Livre Docência) - Universidade Estadual de Campinas.

AKAO, Y., ***Quality function deployment: integrating customer requirements into product design***. Trad. por Glenn H. Mazur. Cambridge, Productivity Press, 1990.

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

ARNOLD, J.R.T. **Administração de materiais: uma introdução**. São Paulo: Atlas, 1999.

BADIN, N.T., **Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Produto Integrando Fornecedores e Baseado nos conceitos de Engenharia Simultânea, Custeio-Alvo e Empresa Virtual**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas) – UFSC, Florianópolis: 2005.

BALLOU, R.H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: planejamento, organização e logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2001. 532p

BENDER, Paul. ***How to design an optimum worldwide supply chain***. *Supply Chain Management Review, Massachusetts*, 1997.

BIO, S. R. **Logística e vantagem competitiva**. IN: Centro de Pesquisa em Logística Integrada a Controladoria e Negócios – Núcleo Logicon – Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras – FIPECAFI, FEA/USP, São Paulo, 2001.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração na cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

CAPELLO, A. M. **Desenvolvimento de Fornecedores Utilizando a Metodologia QFD**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica. Área: Produção). UNITAU. Taubaté: 2007.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.

CHENG, L.C. *et al.* **QFD: Planejamento da Qualidade**, Belo Horizonte: UFMG; Fundação Christiano Ottoni, 1995.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: Estratégias para a Redução de Custos e Melhoria dos Serviços**. São Paulo/SP: Pioneira. 1997.

COHEN, L. **Quality Function Deployment: how to make QFD work for you**. Massachusetts: Harvard Business School Press, 1991.

COSTA, M.F.G. **Gestão dos Custos Logísticos de Distribuição**. Dissertação (Mestrado em Controladoria e Contabilidade) – FEA/USP, São Paulo: 2003.

FERRAES NETO, Francisco ; KUHENE JUNIOR, Mauricio. **Logística empresarial. 2002**. Disponível em <http://www.fae.edu/publicacoes/pdf>. Acesso em: 15 jun. 2009.

FIATES, G. G. S. **A Utilização do QFD como suporte à implementação do TQC em empresas do setor de serviços**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC. Florianópolis: 1995.

Fox, J.. **Quality through design: the key to successful product delivery**. London: McGraw-Hill, 1993.

FREIRES, F. G. M.; NUNES, R. V.. **Impacto da logística de embalagem nos índices econômico-financeiros: estudo de caso em uma indústria de alimentos**. In: XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2006, Fortaleza. Anais do XXVI ENEGEP.

GARVIN, D.A. **Gerenciando a Qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1992.

GHIYA, K.K. et al. **QFD: Validating robustness**. *Quality Engineering*. 1999. V 11(4), p593-611.

HARRINGTON, C., Lambert, D. M. and Christopher, M. G, “**A methodology for Measuring Vendor Performance**”. *International Journal of Business Logistics* Vol.12, No1, 1991.

HAUSER, J.R., CLAUSING, D. **The House of Quality**. *Harvard Business Review*, v. 66, n.3, p. 63-73, may-june 1988.

KANO, N, SERAKU, K; TAKAHASHI, F; e TISUJI, S. **Attractive quality and mustbe quality**. *Hinshitsu (Quality, The journal of the Japanese Society Quality Control)*, 1984.

KOTLER, P. **Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1998. cap.15, p.382-411.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

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

MIGUEL, P. A. C. **Implementação do QFD para o Desenvolvimento de Novos Produtos**. São Paulo. Editora Atlas. 2008.

MIZUNO, S. & AKAO, Y. **QFD: the Customer-driven Approach to Quality Planning and Deployment**. Asian Productivity Association. Tokyo. 1994. 365 p.

MOURA, Reinaldo A.; BANZATO, José Maurício. **Embalagem, Unitização e Containerização**. 2 ed.. Vol 3. São Paulo: IMAM, 1997 – Série Manual de Logística.

MUNIZ, J. **A Utilização da Engenharia Simultânea no Aprimoramento Contínuo e Competitivo das Organizações - Estudo de Caso do modelo usado no Avião Emb 145 da Embraer**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Escola Politécnica da USP. São Paulo: 1996.

NORTON, D. **“Breaking Functional Gridlock: The Case for a Mission-Oriented Organization”** Stage by Stage Nolan, Norton & Co, Lexington, Mass. USA. Vol 8, No 2, 1988.

OHFUJI, T.; ONO, M.; AKAO, Y. **Métodos de desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1997. 256 p.

OTELINO, Manoel. **A Casa da Qualidade**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Estadual de São Carlos (USP-SC). 1999.

PUGH, S. **Total design: integrated methods for successful product engineering**. Workingham: Addison-Wesley, 1991.

RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E. e DANILEVICZ, A. M. F. **A Utilização do QFD na Otimização de Produtos, Processos e Serviços**. Porto Alegre/RS: FEENG/PPGEP/EE/UFRGS, 2001.

ROGERS, Dale S.; TIBBEN-LEMBKE, Ronald S. **Going Backwards: reverse logistics trends and practices**. IL: Reverse Logistics Executive Council, 1999.

SCHONBERGER, RJ. **Construindo uma Corrente de Clientes**, Editora Pioneira, 1992.

SLACK, N. STUART, C., ROBERT, J. **Administração da Produção**, 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, P T. **Logística Interna: modelo de reposição semi-automático de materiais e suprimentos. Um estudo de caso no SESC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção). UFSC. Santa Catarina, 2002.

SULLIVAN, L. P. **Quality Function Deployment**. *Quality Progress*, v. 19, nº 6, p. 39-50, 1986.

SWINK, M.L. **A Tutorial on implementing Concurrent Engineering in new product development programs**. *Journal of Operations Management*, 1998 v.16 p. 103-116.

TUMMALA; V. M. R.; CHIN, K. S.; HO, S. H. **Assessing success factors for implementing CE a case study in Hong Kong electronics industry by AHP.** Int. J. Production Economics, 1997, v. 49, p. 265-283.

WHEELWRIGHT, S.C.; CLARK, K.B. **Revolutionizing product development: quantum leaps in speed, efficiency, and quality.** New York: Free Press. 1992.