

Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá
Mestrado em Engenharia Mecânica

Daniel Kunzler de Souza Carmo

Proposta de modelo conceitual de QFD integrado com AHP,
modelo de Kano e análise SWOT no desenvolvimento de
produto.

Guaratinguetá –SP

2012

DANIEL KUNZLER DE SOUZA CARMO

PROPOSTA DE MODELO CONCEITUAL DE QFD INTEGRADO
COM AHP, MODELO DE KANO E ANÁLISE SWOT NO
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO.

Dissertação apresentada ao Curso
de Mestrado em Engenharia
Mecânica da Universidade
Estadual Paulista, como requisito
parcial para obtenção do Grau de
Mestre. Área de Concentração:
Gestão e Otimização

Orientador: Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Co-orientador: Prof. Dr. CARLOS HENRIQUE PEREIRA MELLO

Guaratinguetá –SP

2012

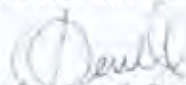
C287p	Carmo, Daniel Kunzler de Souza Proposta de modelo conceitual de QFD integrado com AHP, modelo de Kano e análise SWOT no desenvolvimento de produto / Daniel Kunzler de Souza Carmo – Guaratinguetá : [s.n], 2012. 92 f : il. Bibliografia: f. 88 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2012. Orientador: Prof. Dr. Fernando Augusto Silva Marins Coorientador: Carlos Henrique Pereira Mello 1. Desdobramento da função qualidade I. Título CDU 658(043)
-------	--

DANIEL KUNZLER DE SOUZA CARMO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: GESTÃO E OTIMIZAÇÃO

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. José Antonio Perrella Balestieri
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO SILVA MARINS
Orientador / Unesp-Feg


Prof. Dr. VALÉRIO ANTONIO PAMPLONA SALOMON
Unesp - Feg


Prof. Dr. HENRIQUE ROZENFELD
EESC/USP

Junho de 2012

***“If I had asked people what they wanted, they
would have said faster horses.”***

Henry Ford

CARMO, D. K. S. **Proposta de modelo conceitual de QFD integrado com AHP, modelo de Kano e análise SWOT no desenvolvimento de produto**. 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

Resumo

O desenvolvimento de produtos é um processo de grande importância nas organizações para recuperação ou obtenção de competitividade. Tendo-se a qualidade como é vista pelo cliente como fator predominante no sucesso do produto, esta pesquisa visa à sistematização do processo de tomada de decisões no desenvolvimento de produtos. O Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é bastante aceito como sendo eficaz para auxiliar o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) voltados para o cliente e é utilizado por esta pesquisa como base da metodologia. No entanto, o QFD utilizado isoladamente possui algumas deficiências identificadas na literatura, como a falta de eficácia na priorização das necessidades dos clientes, a dificuldade na maximização da satisfação e a dificuldade na análise da análise competitiva das necessidades. Para suprir essas deficiências, esta pesquisa utiliza-se de três métodos integrados ao QFD para aperfeiçoar de forma sistemática o processo de tomada de decisões. Aplica-se o método *Analytic Hierarchy Process* para melhor priorização das necessidades dos clientes e tratamento de inconsistências. Além disso, integra-se o Modelo de Kano para ponderação da voz do cliente pelo critério da qualidade sentida e não verbalizada e integra-se a Análise SWOT para ponderação da voz do cliente pela análise competitiva das necessidades dos clientes. Com essa integração de métodos, a discussão dos resultados obtidos na pesquisa-ação executada neste trabalho mostrou uma redução nas dificuldades encontradas atualmente na aplicação do QFD no PDP. A verificação dos resultados da pesquisa-ação mostrou e tratou o alto nível de inconsistência no levantamento da priorização das necessidades dos clientes e identificou a importância da ponderação pelo Modelo de Kano e pela Análise SWOT. Além disso, a metodologia desenvolvida foi integrada a um software para reduzir ainda mais as dificuldades na aplicação prática dos métodos e auxiliar na sistematização do procedimento.

PALAVRAS CHAVE: Desdobramento da Função Qualidade. *Analytic Hierarchy Process*. Modelo de Kano. Análise SWOT. Desenvolvimento de produto.

CARMO, D. K. S. **A conceptual model proposal for QFD integration with AHP, Kano model and SWOT analysis for product development.** 2012. 92 p. Thesis (Master in Mechanical Engineering) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2012.

Abstract

Product development is a very important process to help companies and organizations recover or achieve market competitiveness. As customer-oriented quality plays a major role in product success, this research's goal is to make the product development decision-making process more systematic. The QFD (Quality Function Deployment) method is largely accepted as being effective to help customer-driven product development process (PDP) and it is used as a base procedure in this research. However, QFD when used alone has some problems identified in the literature, such as lack of effectiveness in prioritizing customer requirements, difficulty in maximizing customer satisfaction and difficulty in strategic positioning analysis related to customer requirements. To solve these problems, this research uses three methods integrated to QFD, to improve product requirements definition decision-making process. AHP (Analytic Hierarchy Process) is applied to improve customer requirements prioritization and inconsistency handling. Also, Kano Model is used to weigh voice of the customer through satisfaction criteria. SWOT Analysis is also integrated to weigh voice of the customer by company strategic planning criteria. With such method integration, results achieved through this research showed improvements on reducing difficulties currently present in QFD when used on PDP. The action-research verification of results illustrated and treated high inconsistency levels present in customer requirements prioritization and identified Kano Model and SWOT Analysis weighting importance. Additionally, developed methodology was integrated into software to help reduce the difficulties present in practical application even more, and to help make the procedure more systematic.

KEYWORDS: Quality Function Deployment. Analytic Hierarchy Process. Kano Model. SWOT Analysis. Product development.

Lista de Figuras

Figura 1 - Casa da qualidade	17
Figura 2 - Diagrama da Análise SWOT	19
Figura 3 - Razões para implementação do QFD	20
Figura 4 - Maiores dificuldades para adoção do QFD	21
Figura 5 – Escopo da contribuição científica esperada	23
Figura 6 - Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação	24
Figura 7 - Modelo de quatro fases do QFD	28
Figura 8 - Escala de correlação dos <i>WHATs</i>	29
Figura 9 - Escala de importância relativa dos <i>WHATs</i>	30
Figura 10 - Escala de análise competitiva.....	30
Figura 11 - Procedimento de nove passos.....	33
Figura 12 - Exemplo de hierarquia de necessidades.....	36
Figura 13 - Modelo de Kano.....	38
Figura 14 - Valores de ponderação usando-se a Análise SWOT	42
Figura 15 - Raio X portátil	45
Figura 16 - SkyCam Dual.....	46
Figura 17 - Tela inicial da Skycam	46
Figura 18 - Tela do prontuário da Skycam	46
Figura 19 - Câmera intraoral atual de produção.....	47
Figura 20 - Um ciclo da pesquisa-ação	49
Figura 21 - Ciclos da pesquisa-ação.....	49
Figura 22 - Procedimento para Casa da qualidade	52
Figura 23 - Hierarquia para tomada de decisão	54
Figura 24 - Matriz de relacionamentos.....	58
Figura 25 - Hierarquia, categorias e alternativas.....	62
Figura 26 - Questionário impresso para coleta de dados	63
Figura 27 - Importância relativa entre categorias das necessidades do cliente	65
Figura 28 - Importância relativa das necessidades do cliente - <i>WHATs</i>	65
Figura 29 - Gráfico de Pareto da importância relativa das necessidades do cliente	65
Figura 30 - Diagrama SWOT das necessidades	68
Figura 31 - Matriz de correlações dos <i>HOWs</i>	70
Figura 32 - Matriz de relacionamentos do QFD.....	71
Figura 33 - Requisitos finais.....	72
Figura 34 – Modelo 3D de uma das propostas da nova câmera intraoral.....	73

Figura 35 - Histograma da máxima inconsistência verificada entre todas as matrizes do questionário	75
Figura 36 - Média da inconsistência das matrizes do questionário.....	75
Figura 37 - Importância relativa e final dos <i>WHATs</i>	76
Figura 38 - Importância relativa e final dos <i>WHATs</i> pelo QFD tradicional	76
Figura 39 - Tela inicial mostrando o procedimento passo-a-passo.....	83
Figura 40 - Definindo a voz do cliente e possíveis requisitos do produto	83
Figura 41 - Matriz de relações e de correlações dos <i>HOWs</i>	84
Figura 42 – Elaborando o questionário	85
Figura 43 - Importação e análise dos questionários	85
Figura 44 - Configurações específicas.....	86
Figura 45 - Telas dos resultados obtidos	86

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Valores para matriz aleatória	37
Tabela 2 - Índice de melhoria e análise competitiva.....	67
Tabela 3 - Fator de análise competitiva	67
Tabela 4 - Comparação da classificação das importâncias finais dos <i>WHATs</i>	77

Lista de Quadros

Quadro 1 - Simbologia para escala da matriz de relações	31
Quadro 2 – Destaques da revisão da literatura da integração QFD-AHP.....	35
Quadro 3 - Escala fundamental do AHP.	37
Quadro 4 - Questionário de Kano	40
Quadro 5 - Tabela de avaliação de Kano.....	40
Quadro 6 - Ponderadores SWOT	43
Quadro 7 - Método para atribuição das categorias de <i>CRP</i> e valores para <i>CRP_n</i>	56
Quadro 8 - Método para atribuição das categorias de <i>FIR</i> e valores para <i>FIR_n</i> usando-se o critério de três percentis.....	56
Quadro 9 - Códigos numéricos para o questionário de Kano	66
Quadro 10 – Resultados da avaliação das categorias de Kano para os <i>WHATs</i>	66
Quadro 11 - Importância final das necessidades	68
Quadro 12 - Possíveis requisitos de projeto - <i>HOWs</i>	69
Quadro 13 - Requisitos finais do projeto do produto	73
Quadro 14 - Complexidade computacional do procedimento executado na pesquisa-ação	78

Lista de Abreviaturas e Siglas

AHP	-	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
CRP	-	<i>Competitors' relative performance</i>
DP	-	Desenvolvimento de produto
FIR	-	<i>Final importance ratings</i>
HOQ	-	<i>House of Quality</i>
OECD	-	Organization for Economic Co-operation and Development
PDP	-	Processo de desenvolvimento de produtos
QFD	-	<i>Quality Function Deployment</i>
SWOT	-	<i>Strength-Weakness-Opportunity-Threat</i>

Sumário

1.	Introdução.....	15
1.1.	Contextualização do problema.....	15
1.1.1.	Desenvolvimento de produto	16
1.1.2.	Desdobramento da Função Qualidade	16
1.1.3.	<i>Analytic Hierarchy Process</i>	18
1.1.4.	Modelo de Kano.....	18
1.1.5.	Análise SWOT	18
1.2.	Objetivos	19
1.3.	Justificativa.....	20
1.3.1.	Pontos fortes	20
1.3.2.	Oportunidades	21
1.4.	Contribuição científica esperada	22
1.5.	Caracterização da pesquisa.....	24
1.6.	Estrutura do trabalho.....	26
2.	Referencial teórico.....	27
2.1.	Desdobramento da Função Qualidade.....	27
2.2.	AHP aplicado ao QFD	33
2.3.	Modelo de Kano e integração com QFD	38
2.4.	SWOT e integração com QFD	41
3.	Aplicação da pesquisa.....	45
3.1.	Contexto	45
3.2.	Apresentação do problema	47
3.3.	Planejamento da pesquisa	48
3.4.	Métodos utilizados.....	51

4.	Discussão dos resultados.....	60
5.	Considerações finais	74
5.1.	Verificação dos objetivos.....	74
5.2.	Sugestões para trabalhos futuros	79
	Apêndice 1 – Software QFD-AHP	82
	Referências bibliográficas	87

1. Introdução

1.1. Contextualização do problema

Desenvolver produtos é um conjunto de atividades presente nas empresas e constitui uma importante forma de recuperação ou obtenção de competitividade em um determinado mercado. O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) envolve a definição de requisitos do produto e é uma das etapas ou atividades mais importantes do projeto, pois uma grande parte do sucesso do produto final está condicionada a boa tomada de decisões iniciais. A utilização de métodos para definição dos requisitos do produto é uma exigência das empresas inseridas em mercados cada vez mais competitivos (ROSENAU, 1990; CHENG & MELO FILHO, 2007).

A definição dos requisitos do produto com objetivos claros e voltados para atingir as necessidades dos clientes é um diferencial muito importante para o sucesso, pois contrasta com a prática bastante comum de determinação de objetivos feitos apenas pela organização, usualmente pela sua equipe técnica. Como será abordado na Seção 1.3, existem diversas ferramentas e métodos para auxiliar neste processo, dentre os quais se destaca o Desdobramento da Função Qualidade (*Quality Function Deployment* – QFD) para a definição de requisitos voltados para a necessidade do cliente.

Em termos práticos, esta pesquisa visa responder aos seguintes aspectos básicos do PDP e do Desdobramento da Função Qualidade:

- Como transformar necessidades dos clientes em requisitos de projeto?
- Como capturar as reais necessidades dos clientes, considerando que a necessidade expressada não é obrigatoriamente a necessidade sentida?
- Como captar apenas respostas com alta legitimidade e consistência?
- Como reduzir a subjetividade das respostas e julgamentos para determinação das reais necessidades dos clientes?
- Como determinar a importância relativa dos requisitos de projeto, para que se priorize atingir os mais importantes?

- Como capturar as necessidades dos clientes com determinação da importância em termos relativos ou prioritários?
- Como aplicar uma metodologia científica ao processo sem que a complexidade e a dificuldade de aplicação superem as vantagens?
- Como apresentar a metodologia para que seja utilizada na prática pela organização, sem a necessidade de treinamento?

Este trabalho aborda e está delimitado aos conceitos específicos a serem descritos neste capítulo: projeto, desenvolvimento de produto, *Quality Function Deployment* (QFD), *Analytic Hierarchy Process* (AHP), Modelo de Kano e Análise SWOT.

1.1.1. Desenvolvimento de produto

Segundo Rozenfeld *et al.* (2006): “desenvolver produtos é um conjunto de atividades onde se busca, a partir das necessidades do mercado e de suas possibilidades e restrições tecnológicas, considerando as estratégias competitivas e as de produtos, chegarem às especificações de um projeto de um produto e de seu processo produtivo, a fim de que a manufatura seja capaz de produzi-lo”. É importante notar que, segundo a Organization for Economic Co-operation and Development - OECD (2005), o conceito de produto está ligado a um bem ou serviço, ou seja, o desenvolvimento pode visar a geração de um produto físico (como na concepção intuitiva) ou um serviço que pode ser um produto sem caráter físico ou serviço propriamente ditos.

Esta pesquisa então está delimitada ao estudo do processo de desenvolvimento de produtos, excluindo-se todos os demais projetos, como por exemplo, desenvolvimento de processos, mudanças organizacionais, implementações de mudanças, entre outros.

1.1.2. Desdobramento da Função Qualidade

O Desdobramento da Função Qualidade é definido como sendo “um método para desenvolvimento da qualidade no projeto focado na satisfação do cliente e tradução das demandas dos clientes em objetivos de projeto” (AKAO, 1990), adicionalmente, é “um sistema para assegurar que as necessidades do cliente conduzam o projeto do produto e o processo de produção” (SULLIVAN, 1986). Um QFD típico pode ser entendido como sendo quatro fases interligadas,

em que as necessidades do cliente são desdobradas a cada fase até o processo de produção (CHAN & WU, 2005). Para auxiliar os gestores e desenvolvedores nas escolhas iniciais, a primeira fase (casa da qualidade ou *House of Quality* – HOQ, ilustrada na Figura 1) é usualmente aplicada para assegurar a qualidade durante o desenvolvimento do produto traduzindo a voz do cliente para a voz da organização, para que seja transformada em planos de processo nas fases seguintes (AKAO, 1990; CHAN & WU, 2005; CARNEVALLI & MIGUEL, 2008). Esta pesquisa está delimitada ao estudo da casa da qualidade, pois trata do auxílio à tomada de decisões para determinação das prioridades técnicas. Para facilitar o entendimento e evitar a confusão com as expressões “requisito do cliente” e “requisito técnico”, a pesquisa adotará “necessidades do cliente” para os *WHATs* da casa da qualidade e “requisitos” para os *HOWs* da HOQ.

O QFD consiste em um método bastante aceito como sendo uma das mais importantes ferramentas no projeto de produtos focados na qualidade como ela é vista pelo cliente (XIE *et al.*, 2003; RAHARJO *et al.*, 2008; CARNEVALLI & MIGUEL, 2008). Em particular, o método pode ser integrado com bastante sucesso no PDP (GRIFFIN, 1992; AKAO & MAZUR, 2003; CHENG, 2003; MIGUEL, 2005). Com o método, a qualidade pode ser assegurada tanto no desenvolvimento de novos produtos como no projeto de novas versões de produtos existentes (SHEN, TAN & XIE, 2000).



Figura 1 - Casa da qualidade (adaptado de PARTOVI & EPPERLY, 1999)

1.1.3. Analytic Hierarchy Process

O AHP é um método de auxílio à decisão usando múltiplos critérios ou múltiplos objetivos (SAATY, 2006). Este método tem sido empregado para situações de definição de prioridades, avaliação de custos e benefícios, alocação de recursos, *benchmarking*, avaliação de mercado, determinação de requisitos, entre outros (SHIMIZU, 2010). O método faz uso da avaliação aos pares e se baseia na capacidade inata do ser humano de usar experiência e informação para estimar importâncias relativas por meio de comparações aos pares (SAATY, 2006). O AHP tem sido eficaz na integração com o QFD para priorização das necessidades do cliente, usando a decisão por grupo (ARMACOST *et al.*, 1994; SAATY, 2006). O Quadro 2 demonstra o estado-da-arte da aplicação do AHP ao QFD.

1.1.4. Modelo de Kano

O Modelo de Kano é bastante útil para classificar e priorizar as necessidades do cliente baseado em como as necessidades afetam sua satisfação (KANO *et al.*, 1984), ou seja, o Modelo de Kano adiciona o caráter da satisfação não expressada e não verbalizada às necessidades, conferindo mais aderência dos requisitos às sensações e pensamentos do cliente.

Adicionalmente, o modelo é uma ferramenta efetiva para categorizar e entender a natureza das necessidades dos clientes (MATZLER & HINTERHUBER, 1998). O modelo tenta explicar como a satisfação irá se alterar quando as necessidades forem atingidos (ou não) pela organização (BAYRAKTAROGLU & ÖZGEN, 2008). O modelo é empregado para atribuir pesos à voz do cliente na casa da qualidade do QFD, conforme a categoria Kano da respectiva necessidade.

1.1.5. Análise SWOT

A Análise SWOT (*Strength-Weakness-Opportunity-Threat*) é um método bastante empregado para análise de estratégias e situações frente a concorrentes e ao mercado. A análise visa deixar claro em um diagrama (ilustrado na Figura 2) para a organização a origem dos fatores e pontos fortes e fracos de uma determinada situação. Segundo Tarapanoff (2001), a Análise SWOT já era utilizada há mais de três mil anos pelo estrategista militar chinês Sun Tzu, na

epígrafe: “Concentre-se nos pontos fortes, reconheça as fraquezas, agarre as oportunidades e proteja-se contra as ameaças”. No caso da presente pesquisa, a Análise SWOT será adaptada a partir da publicação de Raharjo *et al.* (2010) que propõe a substituição do argumento de venda pelo fator de competitividade proveniente da análise. Dessa forma, a Análise SWOT será integrada à metodologia para, assim como o Modelo de Kano, ponderar a análise competitiva das necessidades do cliente do respectivo produto no mercado que se insere.



Figura 2 - Diagrama da Análise SWOT

1.2. Objetivos

- Geral:
 - Propor um procedimento de QFD integrado ao método AHP, Modelo de Kano e SWOT para desenvolvimento de produtos.
- Específicos:
 - Analisar inconsistência da “voz do cliente” na aplicação do QFD;
 - Reduzir as dificuldades na aplicação prática do procedimento do QFD;
 - Desenvolver um procedimento para ponderação da “voz do cliente” para melhoria da satisfação e para obtenção de bom posicionamento estratégico pela análise competitiva

1.3. Justificativa

Seguindo-se um pouco do método de análise SWOT aplicado à pesquisa propriamente dita, este estudo se justifica no que diz respeito a aspectos teóricos e práticos conforme segue:

1.3.1. Pontos fortes

Segundo Eversheim¹ (1989 apud ROZENFELD, 1997), as escolhas de alternativas ocorridas no início do ciclo de desenvolvimento são responsáveis por 85% do custo do produto final. O QFD é muito empregado com o intuito de melhoria no processo de desenvolvimento de produtos (CHAN & WU, 2002). Das 500 maiores empresas brasileiras, 16,7% usam QFD (MIGUEL, 2003). Dessas empresas, mais de 80% concordam que o método é válido para melhoria do processo de desenvolvimento de produto (MIGUEL, 2003), como mostra a Figura 3. Nos Estados Unidos, 46,7% das empresas indicaram que o uso do QFD aumentou o número de alternativas de projeto (40,5% no Japão) (CRISTIANO *et al.*, 2000).

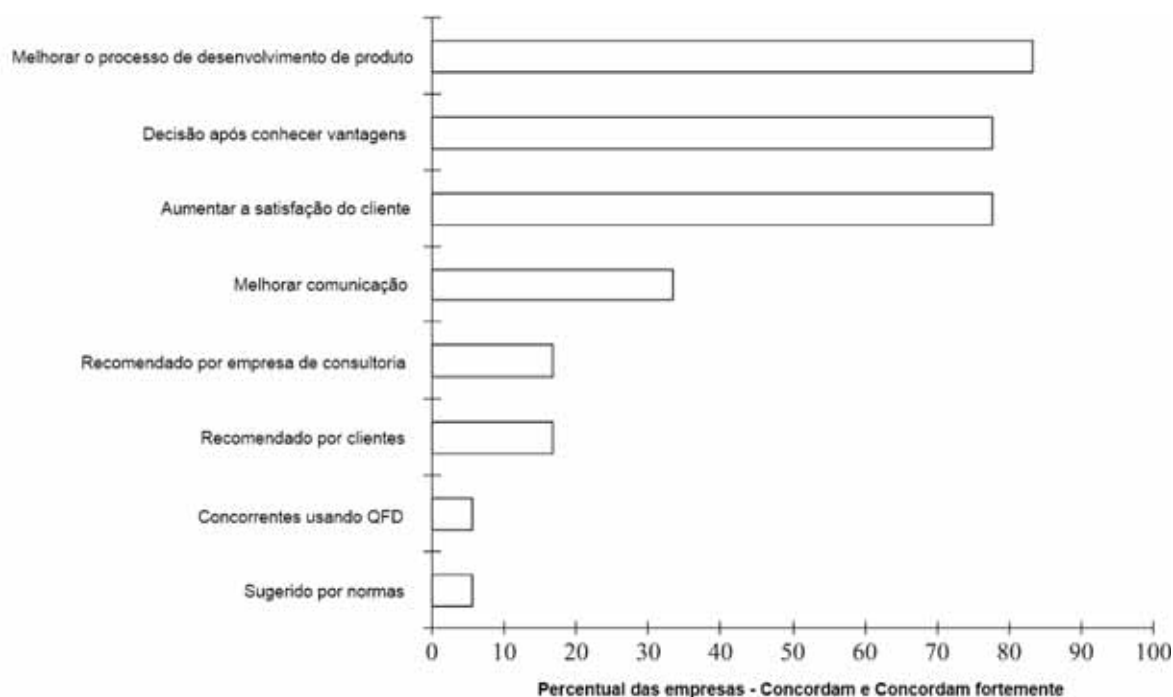


Figura 3 - Razões para implementação do QFD (MIGUEL, 2003)

¹ EVERSHEIM, W.; Organisation in der Produktionstechnik Band 2: Konstruktion, **VDI-Verlag GmbH**, Düsseldorf, Germany, 1989 apud ROZENFELD, H. Modelo de referência para o desenvolvimento integrado de produtos. **Encontro Nacional De Engenharia De Produção**, v. 17, 1997.

Com relação à aplicação do AHP ao QFD, a presente pesquisa visa reduzir a margem de erro obtida presente na voz do cliente. Com o emprego dos julgamentos por pares do método AHP, espera-se reduzir a margem de erro normalmente presente nos questionários de julgamentos individuais usando-se a escala Likert. A vantagem da aplicação do AHP foi relativamente bem explorada por alguns poucos pesquisadores como demonstrado por Ho (2008) e Vaidya & Kumar (2006). No entanto, as publicações da integração possuem conclusões enfáticas dos benefícios obtidos, como demonstrado no Quadro 2, que ilustra os destaques presentes na literatura pertinente a aplicação do AHP.

1.3.2. Oportunidades

Como todo método, há diversas críticas e dificuldades apresentadas contra o QFD para o processo de desenvolvimento de produtos. Alguns desses aspectos serão considerados justamente como oportunidades de melhoria do processo a serem abordados nesta pesquisa. Segundo Wilcox (2003), o método tem limitações para produtos de mercados muito dinâmicos. O método usa muito recurso para identificação das necessidades do cliente, não deixando muito tempo para novas ideias (MIGUEL, 2007). O QFD pode direcionar para uma forma linear de pensamento o que leva pouca margem para pensamento livre pelo qual a inovação flui. (MIGUEL, 2007). Em uma frase atribuída a Steve Jobs, “muitas vezes as pessoas só sabem o que querem depois que você mostra a elas.” (KAHNEY, 2008). Segundo Miguel (2003), as maiores razões para a não adoção do método QFD estão ilustradas na Figura 4.

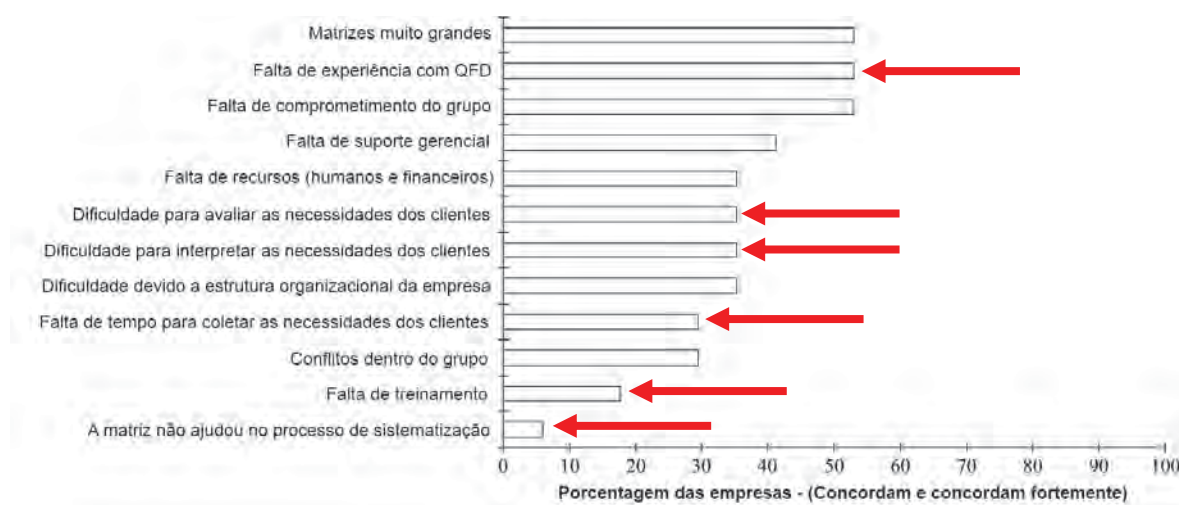


Figura 4 - Maiores dificuldades para adoção do QFD (MIGUEL, 2003)

Na Figura 4, as dificuldades destacadas com setas são parte dos objetivos da pesquisa. De forma resumida, essas dificuldades serão abordadas da seguinte forma:

- Falta de experiência com QFD: desenvolver um software amigável para reduzir a necessidade da experiência prévia;
- Dificuldade para estabelecer as necessidades dos clientes: integrar AHP e Kano ao método. Identificar e tratar inconsistências nas respostas;
- Dificuldade para interpretar as necessidades dos clientes: integrar AHP, Kano e SWOT ao método;
- Falta de tempo para coletar necessidades dos clientes: desenvolver um software amigável com automação de geração de questionários, envio dos formulários, recebimento das respostas e geração de relatórios;
- A matriz não auxiliou no processo de sistematização: desenvolver um software para conduzir o processo de forma lógica e gerar relatórios.

1.4. Contribuição científica esperada

Esta pesquisa proporá um procedimento que visa a seguinte contribuição científica (ilustrada na Figura 5) para a compreensão e melhoria do PDP:

- Reduzir a subjetividade e aumentar a assertividade da voz do cliente, reduzindo o julgamento de priorização para comparações diretas ao invés de priorização livre. No QFD usualmente empregado, a atribuição simples de importância usando a escala Likert pode levar a julgamentos relativos subjetivos e com pouca precisão dada a falta de capacidade humana natural de memória de todos os julgamentos anteriores.
- Identificar e tratar a inconsistência da resposta dos clientes para a priorização da importância dos *WHATs*, por meio da integração do AHP ao QFD na determinação da inconsistência. A inconsistência não é identificada no QFD tradicional e, portanto, passa necessariamente a compor os resultados obtidos com o método.
- Ponderar e tratar a competitividade do produto a ser desenvolvido integrando-se a largamente usada análise SWOT para ponderação da voz do cliente conforme atributos de pontos fortes, fracos, oportunidades e fraquezas do mercado no qual o produto será inserido. O QFD tradicional faz uso de outras

ferramentas (como *benchmark* e análise do ponto-de-venda) para análise competitiva. O benefício do uso da análise SWOT está na simplicidade e popularidade da aplicação dessa ferramenta de análise competitiva nas organizações.

Em relação às pesquisas já publicadas, destacam-se os trabalhos aplicados de Armacost (1994), Kwong & Bai (2002) e Aykroyd (2008) que tratam da integração com AHP para a priorização das necessidades dos clientes em uma hierarquia de vários níveis e Raharjo *et al.* (2010) que trata da aplicação do AHP com hierarquia de um nível e da análise SWOT na análise competitiva das necessidades. O Capítulo 2 detalha a revisão da literatura das aplicações relevantes à integração dos métodos. No entanto, não foram encontrados trabalhos aplicados ao processo de desenvolvimento de produtos que abordem conjuntamente a aplicação QFD-AHP com hierarquia de vários níveis para a priorização das necessidades, categorização pelo Modelo de Kano e com a análise SWOT para análise competitiva, que será a contribuição desta pesquisa.

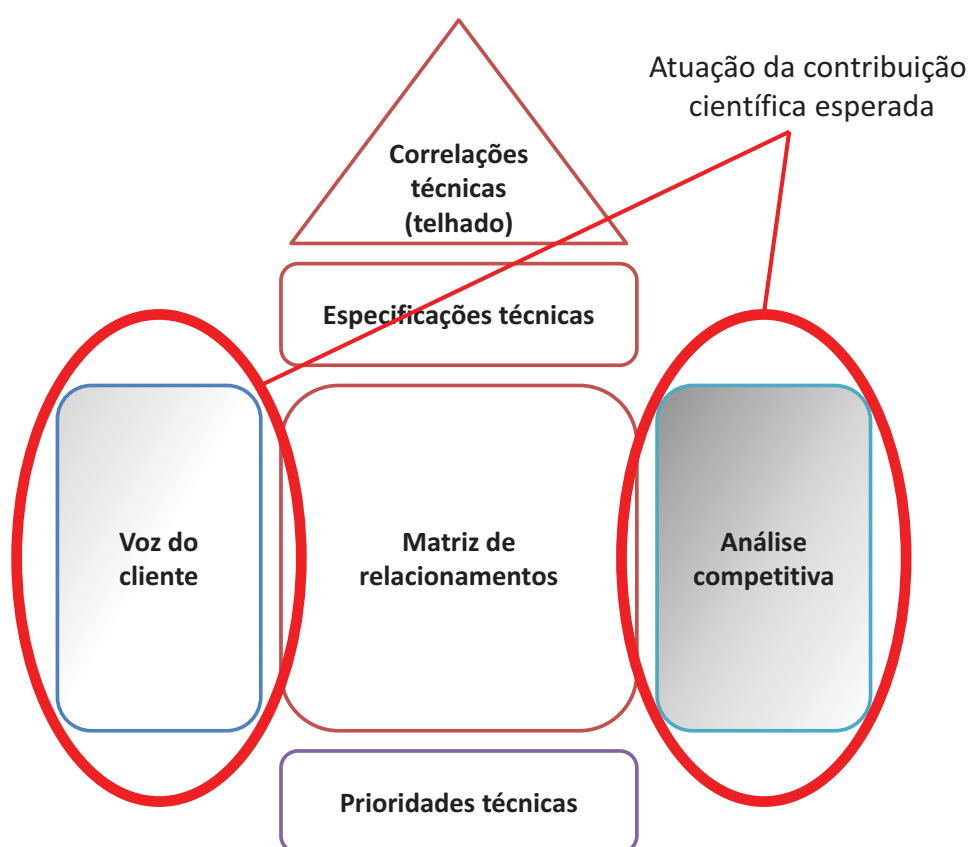


Figura 5 – Escopo da contribuição científica esperada

1.5. Caracterização da pesquisa

Quanto à natureza (vide Figura 6), esta pesquisa caracteriza-se por ser uma **pesquisa aplicada**, pois seus resultados foram aplicados na solução de problemas que ocorrem na realidade (neste caso, a melhoria do processo de desenvolvimento de produto focado no cliente). Segundo Appolinário (2006), a pesquisa básica estaria mais ligada ao incremento do conhecimento científico, sem objetivos comerciais, ao passo que a pesquisa aplicada seria suscitada por objetivos comerciais através do desenvolvimento de novos processos ou produtos orientados para as necessidades do mercado.

Quanto à abordagem, trata-se de pesquisa **qualitativa**, pois considera que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, isto é, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números (o processo de desenvolvimento de produtos voltados a qualidade vista pelo cliente é um processo relativamente subjetivo). Apesar do uso de técnicas estatísticas na interpretação da decisão do grupo, na análise da inconsistência, na interpretação das respostas conforme escala proposta por Saaty (2006) e nos tratamentos matemáticos do QFD, ainda não é suficiente para se considerar a análise como quantitativa.



Figura 6 - Metodologia da Pesquisa e Elaboração da Dissertação (adaptado de MIGUEL *et al.*, 2010)

Quanto aos objetivos, a pesquisa pode ser classificada em exploratória, descritiva, explicativa e normativa.

A pesquisa é **descritiva**, pois “delineia o que é” e visa descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta dados como os questionários aplicados na aplicação prática.

Não se trata de pesquisa normativa, pois a delimitação não prevê a comparação de abordagens ou levantamento de soluções ótimas, conforme descrito por Bertrand & Fransoo (2002). A pesquisa não visa generalização.

Quanto aos procedimentos, esta pesquisa utiliza como principal estratégia de pesquisa a **pesquisa-ação** com o desenvolvimento e resultados a serem abordados no item “Desenvolvimento”. A estratégia de pesquisa foi escolhida por se tratar de aplicações do estudo tirando vantagem do fato do papel do pesquisador como empresário atuando com consultor e desenvolvedor de hardware/software para terceiros, mediante contratos de desenvolvimento de produtos. Segundo Coughlan e Coughlan (2002), diversas características definem a pesquisa-ação e todos estão presentes neste estudo:

- É uma pesquisa em ação, ao invés de pesquisa sobre a ação: a aplicação usa uma abordagem científica (QFD, AHP, Modelo de Kano e Análise SWOT) para resolver uma questão organizacional (neste caso o desenvolvimento de um novo produto da empresa contratante) sendo que o pesquisador atua com aqueles que vivem as questões diretamente (o pesquisador e a equipe de desenvolvimento fazem parte da organização). A pesquisa-ação funciona por meio de um processo cíclico de planejamento, tomada de ação, avaliação da ação levando para outro planejamento e assim por diante.
- É um processo participativo: os membros do sistema (neste caso composto pelo pesquisador e equipe de desenvolvimento) que está sendo estudado participam ativamente do próprio processo cíclico citado anteriormente, não sendo, entretanto, os únicos objetos de estudo.
- É um processo simultâneo com a ação: o objetivo da pesquisa é tornar ações mais efetivas (neste caso, melhorar o processo de desenvolvimento de produto focado no cliente) enquanto se constrói um conjunto de

conhecimentos científicos ao usar uma metodologia inovadora integrando QFD, AHP, Modelo de Kano e Análise SWOT.

- É um processo caracterizado por uma sequência de eventos e uma abordagem para solução de problemas: esta pesquisa segue uma sequência de eventos da pesquisa-ação em três ciclos iterativos: coleta de dados, realimentação desses dados para aqueles interessados, análise dos dados, planejamento das ações, tomada de ações e avaliação, levando para nova coleta de dados e assim por diante. No Capítulo 3 serão abordados os aspectos do processo cíclico utilizado e o respectivo planejamento. Como uma abordagem para a solução de problemas, ela é uma aplicação do método científico na descoberta do fato e experimentação para os problemas práticos que requerem ações de solução e envolvendo a colaboração e cooperação do pesquisador e dos membros do sistema organizacional (neste caso, da empresa contratante). As saídas desejadas da abordagem da pesquisa-ação não são apenas soluções para os problemas imediatos, mas importantes aprendizados destas saídas, intencionais ou não, além de uma contribuição para a teoria e para o conhecimento científico (neste caso, o processo de desenvolvimento de produtos).

1.6. Estrutura do trabalho

Este trabalho está organizado da seguinte forma: no Capítulo 2 apresenta-se o referencial teórico e a revisão de literatura dos métodos e as respectivas integrações ao QFD; o Capítulo 3 contém a descrição da aplicação da pesquisa e da metodologia utilizada; no Capítulo 4 apresenta-se uma discussão dos resultados obtidos com a pesquisa-ação; no Capítulo 5 apresentam-se as considerações finais, verificação dos objetivos e sugestões para trabalhos futuros; no Apêndice 1 apresenta-se o software QFD-AHP desenvolvido para facilitar a aplicação do procedimento.

2. Referencial teórico

2.1. Desdobramento da Função Qualidade

QFD é definido como sendo “um sistema para traduzir as necessidades do cliente em requisitos adequados para a empresa em cada estágio: da pesquisa para o desenvolvimento de produto, para a engenharia e manufatura, para o marketing/vendas até a distribuição”. Ao usar o QFD, o método auxilia alinhar e concentrar os recursos da empresa para maximizar a satisfação do cliente (VONDEREMBSE & RAGHUNATHAN, 1997). Em particular, o método auxilia a garantia de que os requisitos técnicos estejam sempre visando o cliente. O método QFD provê um procedimento estruturado para a engenharia simultânea que propaga a voz do cliente através de todas as fases do desenvolvimento de produto (GOVERS, 1996), conforme Figura 7.

Em sua grande parte, a utilização do QFD nos Estados Unidos está restrita a primeira matriz (primeira casa da qualidade), que conecta as necessidades do cliente aos requisitos técnicos. Raramente os trabalhos progridem para as matrizes seguintes (CRISTIANO *et al.*, 2000, MARTINS & ASPINWALL, 2001; MIGUEL, 2003). Segundo a revisão de literatura de Carnevalli & Miguel (2008), os autores definem o QFD com descrições limitadas a casa da qualidade em mais de 33% dos casos estudados.

Com a delimitação dessa pesquisa, focando-se apenas na primeira casa da qualidade, a literatura descreve várias propostas de procedimento adequadas ao desenvolvimento de produtos.

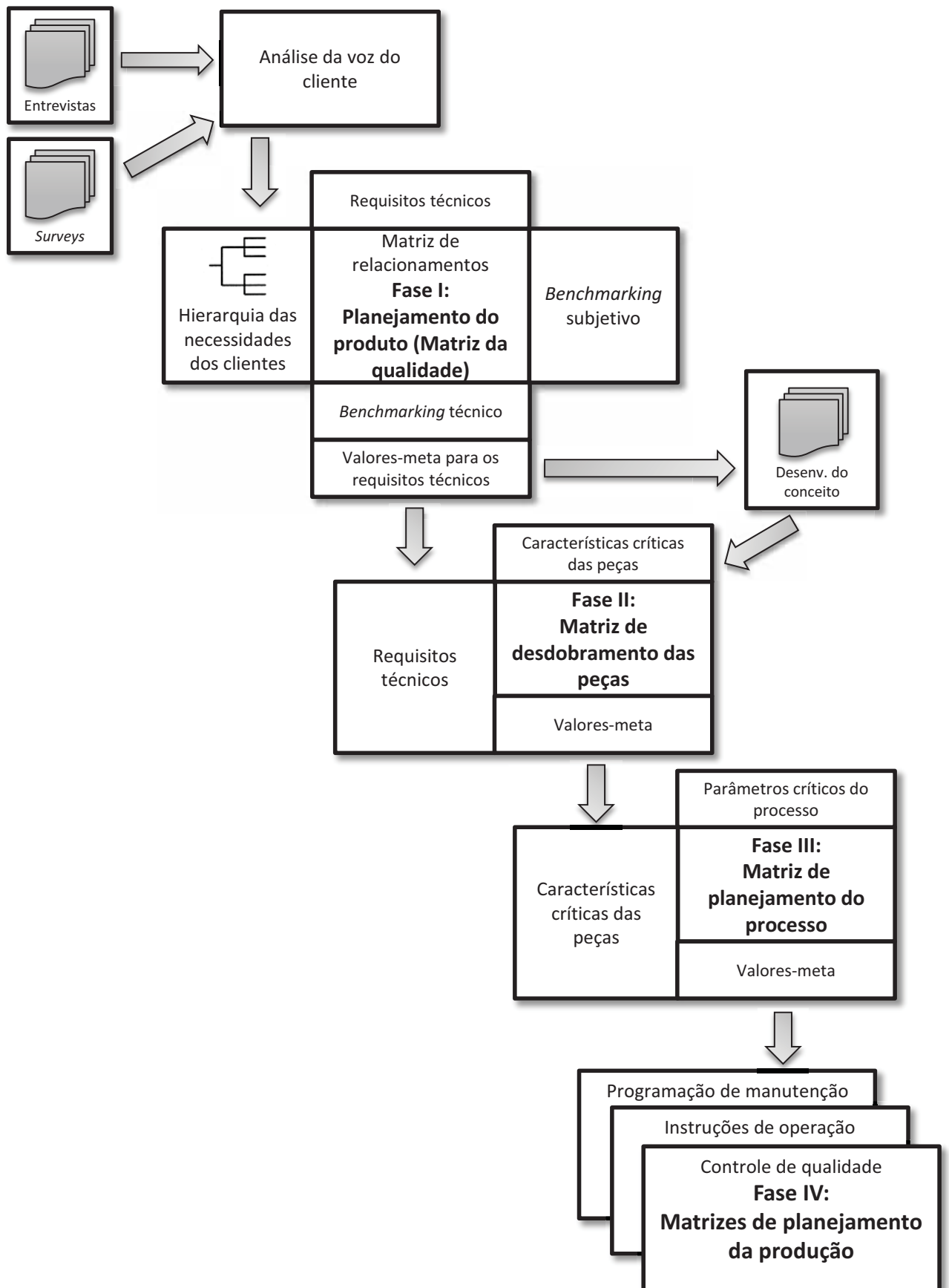


Figura 7 - Modelo de quatro fases do QFD (CRISTIANO *et al.*, 2000)

Segundo vários estudos (SULLIVAN, 1986, DAY, 1993, EUREKA & RYAN, 1994, HOUSER & CLAUSING, 1988, BOSSERT, 1991, COHEN, 1995, GRIFFIN & HOUSER, 1993, GUINTA & PRAIZLER, 1993, CHAN & WU, 2002), a primeira casa da qualidade mais comum tem diversos elementos básicos que podem ser entendidos como elementos necessários do modelo (ou procedimento) largamente proposto. Embora a literatura seja bastante variada e livre (há pouca normalização acerca do modelo), podem-se identificar os elementos a seguir como sendo os mais usuais:

- I. **Clientes:** identificação do público-alvo.
- II. **Necessidades dos clientes (WHATs):** identificação das possíveis necessidades dos clientes, na linguagem do público-alvo.
- III. **Estrutura das necessidades dos clientes:** Agrupamento e categorização das necessidades.
- IV. **Matriz de correlação dos WHATs:** Matriz de correlação entre cada par de WHATs obtido por análise empírica. A matriz tem função referencial (não faz parte da computação dos dados para obtenção do valor-meta) para auxiliar a identificação de trade-offs entre os WHATs. Usualmente expresso na escala de cinco pontos para correlação (com duas possibilidades, vide Figura 8).

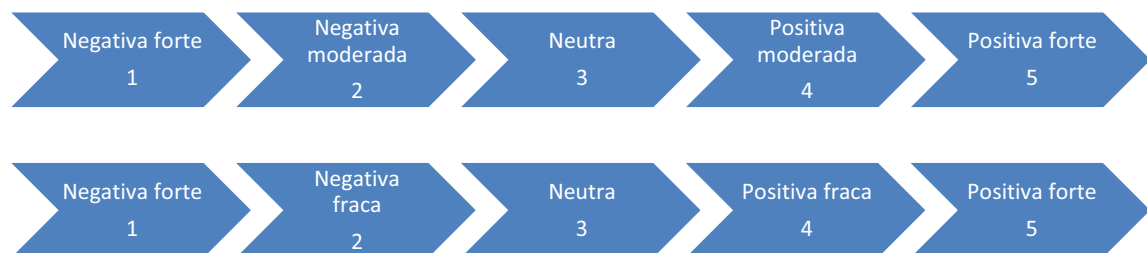


Figura 8 - Escala de correlação dos WHATs

- V. **Importância relativa dos WHATs:** Vetor de importância relativa entre as necessidades do cliente, usualmente resultado de média aritmética dos resultados de questionários encaminhados a clientes. Os julgamentos individuais são expressos na escala de cinco pontos para importância (ilustrado na Figura 9).

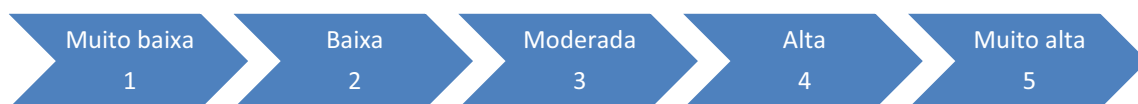


Figura 9 - Escala de importância relativa dos WHATs

- VI. **Concorrentes:** identificação dos produtos concorrentes do mesmo mercado-alvo.
- VII. **Análise competitiva:** questionário de avaliação encaminhado aos clientes para análise do posicionamento competitivo do produto em estudo frente aos produtos dos concorrentes, expresso em escala de cinco pontos para a competitividade (ilustrado na Figura 10).



Figura 10 - Escala de análise competitiva

- VIII. **Objetivos de desempenhos para os WHATs:** a organização define fatores de desempenho para cada WHAT para atingir a melhor satisfação do cliente, em escala de cinco pontos como no elemento de análise competitiva.
- IX. **Argumento de venda:** vetor de ponderação dos WHATs para valorizar uma situação ou oportunidade de posição comercial superior aos concorrentes. Usualmente expresso com os fatores 1, 1,25 e 1,5 definidos para nenhuma vantagem, vantagem moderada e vantagem forte, respectivamente. Pode ser obtido subjetivamente pela análise competitiva ou pelo método de entropia (CHAN & WU, 2005).
- X. **Importância final dos WHATs:** vetor de importância final da voz do cliente a ser considerada para a matriz de relações. Os valores para cada WHAT são calculados pela Equação 1.

$$Imp. \text{ final do WHAT} = Imp. \text{ relativa} \cdot Fator \text{ de melhoria} \cdot Argumento \text{ de venda} \quad (1)$$

sendo o Fator de melhoria o objetivo de desempenho dividido pelo desempenho atual

- XI. **Requisitos de técnicos de projeto (HOWs):** São os requisitos e especificações do produto, características de qualidade que podem se relacionar com as necessidades dos clientes.
- XII. **Matriz de correlação dos HOWs:** A matriz, assim como a matriz de correlação dos WHATs, é uma referência para a organização para determinação e extensão das possíveis escolhas de projeto, *trade-offs* e soluções excludentes. A correlação é expressa da mesma forma que em IV.
- XIII. **Matriz de relacionamentos (entre WHATs e HOWs):** A matriz é parte fundamental do método e faz parte central de toda a computação do valor-meta. É uma medida estabelecida pela organização por meio de análise de engenharia da relação de cada WHAT e HOW. É expresso apenas na forma positiva, o que acarreta em limitações da análise, com a escala de zero a nove, valorizando as relações mais fortes. Quando mostrado em forma gráfica para facilitar a leitura, utilizam-se símbolos para indicar a relação (Quadro 1).

Quadro 1 - Simbologia para escala da matriz de relações (GOVERS, 1996)

Símbolo	Valor numérico	Descrição
	0	Sem relação
△	1	Relação fraca
○	3	Relação moderada
◎	9	Relação forte

- XIV. **Indicadores de melhoria dos HOWs:** Trata-se de um vetor de referência para auxiliar na identificação de qual direção o projeto deve seguir para cada HOW para aumentar a satisfação do cliente. É expresso na forma de maximizar (ou melhorar), minimizar (diminuir) ou atingir objetivo (ou diretrizes e normas)
- XV. **Análise de competitividade técnica:** É uma análise da organização de como o produto se posiciona frente aos produtos dos principais competidores, para cada HOW.

- XVI. **Objetivos de desempenho para os requisitos técnicos:** Trata-se de um vetor de referência do desempenho de cada *HOW* definido pela organização para tornar o produto tecnicamente mais competitivo.
- XVII. **Fatores de probabilidade:** Para cada objetivo de desempenho dos *HOWs*, a organização define um fator de probabilidade de se atingir tal objetivo, baseado em estudos de engenharia e custos.
- XVIII. **Importância final dos *HOWs*:** Este é o principal resultado do procedimento da casa da qualidade. A importância do *HOW* é computada usando-se a Equação 2 de ponderação aditiva simples (SAW):

$$\text{Imp. do HOW} = \sum (\text{Imp. final do WHAT} \bullet \text{relação entre WHAT e HOW}) \quad (2)$$

Originalmente estabelecido por Akao, o modelo seria de 12 passos, sendo os quatro primeiros provenientes do cliente (AKAO, 1990):

- I. Estabelecer possíveis necessidades do cliente – Voz do cliente (*WHATs*).
- II. Adicionar requisitos regulatórios (caso necessário).
- III. Coletar informação de importância (para o cliente) das necessidades
- IV. Coletar do cliente a informação de posicionamento em relação a concorrência.
- V. Determinar características técnicas - Voz da organização (*HOWs*).
- VI. Determinar direcionador da melhoria.
- VII. Determinar a matriz de relações.
- VIII. Determinar o vetor de dificuldade na organização.
- IX. Determinar a posição dos *HOWs* em relação à concorrência.
- X. Verificar o vetor “*HOW much*”. Valor do objetivo técnico.
- XI. Determinar a matriz de correlação entre os *HOWs*.
- XII. Calcular a importância absoluta dos requisitos.

Tendo-se em vista a praticidade como sendo uma das grandes dificuldades para a utilização do uso do QFD nas empresas, a pesquisa procurou a adoção e adaptação de um procedimento básico que oferecesse vantagens neste sentido, mantendo-se a qualidade nos resultados obtidos. A procura adotou o

procedimento básico de nove passos para o QFD proposto por Chan & Wu (2005). Segundo estes autores, o procedimento inclui os elementos mais usados na prática à exceção da exclusão das duas matrizes de correlação que foram retiradas por sua complexidade na obtenção, o que não significa que não são importantes (CHAN & WU, 2005). O procedimento está resumido na Figura 11.

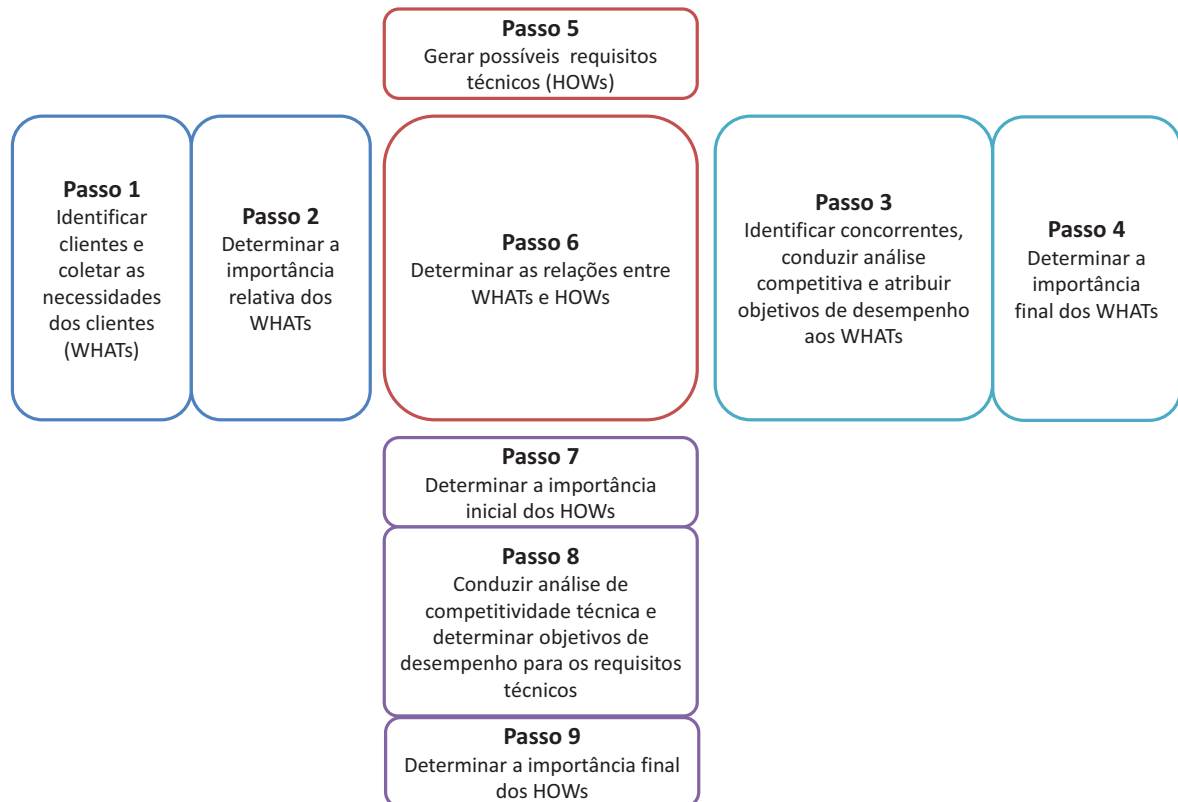


Figura 11 - Procedimento de nove passos (CHAN & WU, 2005)

2.2. AHP aplicado ao QFD

O AHP é um método de auxílio à tomada de decisões que foi desenvolvido por Saaty (1977) usando múltiplos critérios ou múltiplos objetivos. A estruturação de um problema começa com a definição de um objetivo final desejado (SHIMIZU, 2010). No caso da integração com o QFD, esta pesquisa utiliza e explora o AHP com objetivo de priorização das necessidades dos clientes (voz do cliente) usando julgamentos aos pares para tentar evitar ou reduzir a subjetividade comumente presente no método QFD tradicional. Na literatura, o procedimento para priorização dos *WHATs* (com hierarquia de um nível) do QFD foi proposto e implementado por Zultner (1993), Lu, Madu, Kuei & Winokur (1994), Koksai & Egitman (1998), Myint (2003), Bhattacharya *et al.* (2005) e Bayraktaroglu & Özgen

(2008). Destacam-se algumas aplicações com hierarquia de vários níveis da integração QFD-AHP que foram propostas por Armacost (1994), Kwong & Bai (2002) e Aykroyd (2008). Um sumário e análise da literatura foram relatados por Chan & Wu (2002), Vaidya & Kumar (2006) e Ho (2008). Os destaques da literatura acerca da aplicação do AHP a voz do cliente do QFD é apresentado no Quadro 2.

A análise da literatura mostra que a aplicação do AHP no QFD para determinação das necessidades é um tema que tem sido abordado regularmente desde 1993. Os objetivos das publicações têm se concentrado na priorização das necessidades dos clientes para desenvolvimento de produtos, que consiste no mesmo foco da aplicação desta pesquisa. Entretanto, nota-se uma pequena tendência recente para aplicação do AHP com Lógica *Fuzzy* para tratamento dos julgamentos do método AHP.

Quadro 2 – Destaques da revisão da literatura da integração QFD-AHP

Autor(es)	Segmento de aplicação	Objetivo
Zultner (1993)	Teórico	Obtenção de requisitos
Armacost (1994)	Manufatura/Produção/Projeto	Otimização da fabricação
Lu <i>et al.</i> (1994)	Marketing	Priorização de parâmetros da venda
Koksal & Egitman (1998)	Educação	Seleção de requisitos
Wang (1999)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Ho <i>et al.</i> (1999)	Teórico	Obtenção de requisitos
Partovi (1999)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Partovi & Epperly (1999)	Militar	Composição de força militar
Zakarian & Kusiak (1999)	Manufatura/Produção/Projeto	Seleção de equipe multifuncional
Chuang (2001)	Logística	Seleção de local de fábrica
Hsiao (2002)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Kwong & Bai (2002)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Madu <i>et al.</i> (2002)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Partovi & Corredoira (2002)	Esporte	Seleção de regras para o jogo
Kwong & Bai (2003)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Myint (2003)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Bhattacharya <i>et al.</i> (2005)	Manufatura/Produção/Projeto	Seleção de robôs industriais
Partovi (2006)	Logística	Seleção de local de fábrica
Hanumaiah <i>et al.</i> (2006)	Manufatura/Produção/Projeto	Seleção de processo de ferramental rápido (protótipo)
Li <i>et al.</i> (2009)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Iranmanesh & Tabrizi (2009)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Ho <i>et al.</i> (2009)	Logística	Seleção de fornecedores
Tu <i>et al.</i> (2010)	Logística	Seleção de local de centro de distribuição
Sadiq <i>et al.</i> (2010)	Manufatura/Produção/Projeto	Obtenção de requisitos
Bhattacharya <i>et al.</i> (2010)	Manufatura/Produção/Projeto	Seleção de fornecedores

No caso da integração do AHP com o QFD, as necessidades dos clientes devem ser agrupadas em categorias (vide Figura 12), para auxiliar no entendimento (CHAN & WU, 2005), reduzir o número de julgamentos do método AHP (vide Equação 3) e promover comparações diretas compreensíveis, pois, segundo Saaty (1990), “as comparações entre elementos aos pares requerem que eles sejam homogêneos ou próximos em relação a um atributo comum; caso contrário, erros significativos podem ser introduzidos no processo de medição”:

$$j = n(n - 1)/2 \quad (3)$$

sendo j o número de julgamentos e n o número de alternativas dentro da mesma categoria.

Além disso, segundo Saaty (1990), para obtenção de boa consistência e precisão na medição, o número de alternativas em cada categoria deve ser reduzido (menor que nove).

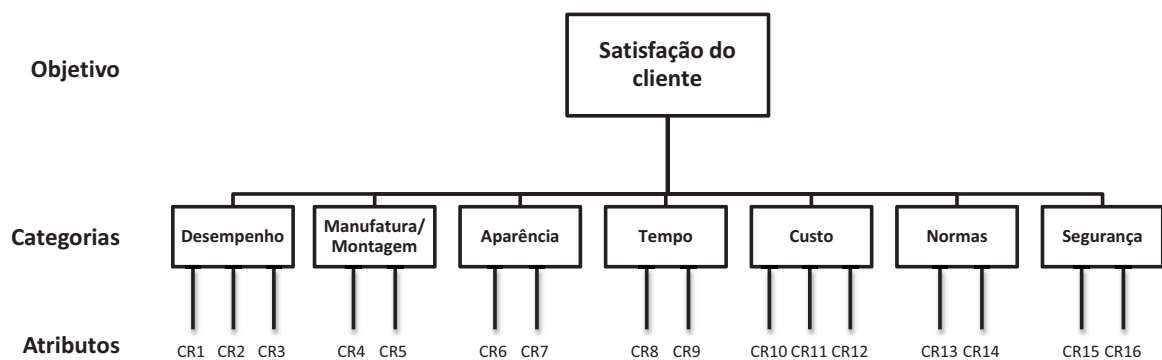


Figura 12 - Exemplo de hierarquia de necessidades (KWONG & BAI, 2002)

Organizando-se as necessidades dos clientes numa hierarquia (com categorias de necessidades colocadas em níveis intermediários), a aplicação do método AHP a primeira casa da qualidade do QFD procede-se da seguinte forma:

Cada cliente efetua julgamentos de comparação aos pares de todos os atributos dentro de cada categoria, bem como entre todas as categorias. A escala para todos os julgamentos é a escala fundamental de Saaty de nove pontos (Quadro 3);

Quadro 3 - Escala fundamental do AHP. (SAATY, 2006)

Escala de valores para comparações paritárias	Definição	Descrição
1	Igualmente preferíveis	Duas características contribuem igualmente para o objetivo
3	Moderadamente preferível	Experiência e julgamento favorece moderadamente uma característica sobre a outra
5	Fortemente preferível	Experiência e julgamento favorece fortemente uma característica sobre a outra
7	Muito fortemente preferível	Uma característica é muito fortemente e sua dominância pode ser verificada na prática
9	Extremamente preferível	A dominância de uma característica sobre a outra é tal que se pode atribuir o grau máxima de afirmação
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando um certo compromisso é necessário
Recíprocos	Se uma característica <i>i</i> tem um dos valores acima comparado com a característica <i>j</i> , então <i>j</i> tem o valor recíproco quando comparado a <i>i</i>	
Frações	Frações da escala	

Para cálculo da consistência de cada respondente, a taxa de consistência do AHP é calculada para cada matriz de julgamentos de cada cliente (Equações 4 e 5):

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1) \quad (4)$$

$$CR = CI / RI \quad (5)$$

sendo *CI* o índice de consistência, λ_{max} o autovalor máximo da matriz de julgamentos e *n* o total de alternativas. O *CI* é comparado com uma matriz aleatória, *RI* (vide Tabela 1), para resultar na taxa de consistência *CR*.

Tabela 1 – Valores para matriz aleatória (SHIMIZU, 2010)

<i>n</i>	3	4	5	6	7	8
<i>RI</i>	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41

2.3. Modelo de Kano e integração com QFD

O Modelo de Kano é um método eficaz e prático para categorizar necessidades e entender a natureza das necessidades (MATZLER & HINTERHUBER, 1998). O modelo tenta explicar como a satisfação se altera quando um requisito é atingido (ou não). A relação está mostrada na Figura 13.

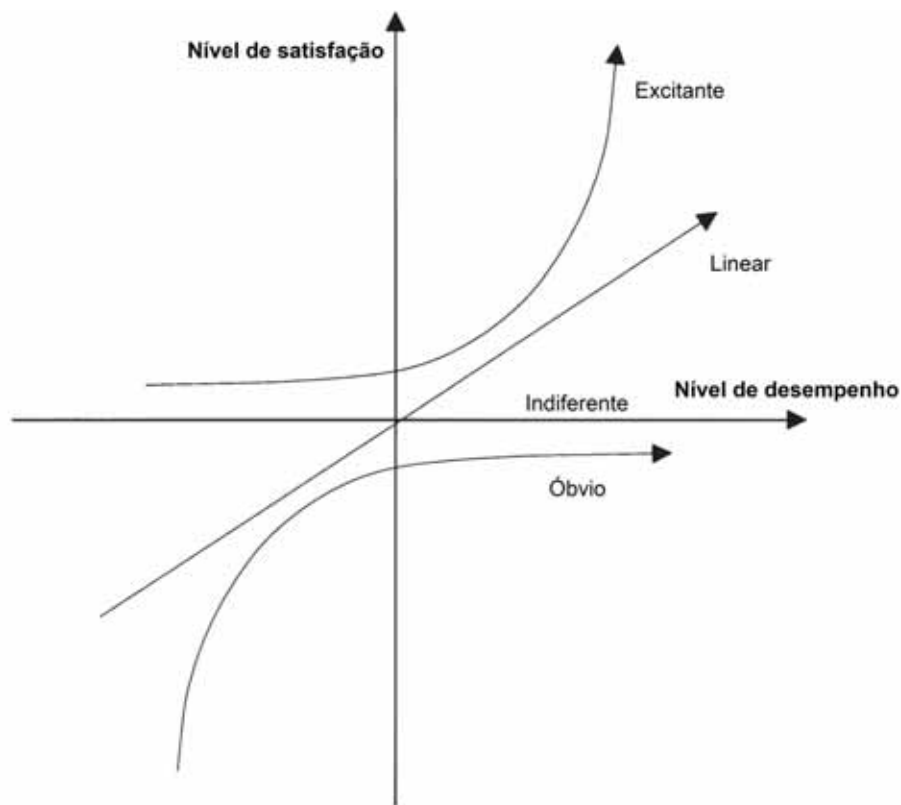


Figura 13 - Modelo de Kano (BERGER *et al.*, 1993)

Por meio de um questionário e um procedimento de avaliação (veja Quadros 4 e 5), as categorias de Kano podem ser verificadas em principalmente três categorias (BAYRAKTAROGLU & ÖZGEN, 2008). Para uma decisão em grupo, a determinação da categoria de Kano para cada *WHAT* é o valor da estatística moda (MATZLER & HINTERHUBER, 1998).

(1) Necessidades óbvias. Essas necessidades são tão fundamentais que não são verbalizadas pelo cliente. Entretanto, essas necessidades devem ser identificadas, pois são extremamente importantes para o cliente. São características consideradas óbvias e se não considera que o produto ou serviço não vá as ter. A presença dessas características no produto/serviço não aumenta a satisfação, porém a ausência delas geraria grande insatisfação no cliente.

(2) Necessidades lineares: São necessidades que quanto melhor for o desempenho, maior será a satisfação. O cliente geralmente verbaliza este tipo de necessidade, pois normalmente faz parte dos fatores de decisão no momento de uma compra ou contratação. A identificação de características lineares é geralmente feita por meio de levantamentos (KING, 1995).

(3) Necessidades atrativas: Elas representam os sonhos dos clientes e geralmente não são expressas naturalmente. A ausência da característica não causa insatisfação porque os clientes não estão atentos para isso, porém a presença desses atributos causaria enorme satisfação ao consumidor. Atingir essas necessidades pode trazer enorme vantagem competitiva e diferenciação do restante do mercado para a empresa.

Além dessas três categorias básicas, os grupos “indiferente”, “reverso” e “questionável” também podem ocorrer (BERGER *et al.*, 1993; KANO *et al.*, 1984), sendo:

(4) Indiferente: Não há evidência de que o cliente está preocupado ou interessado na presença de uma determinada característica

(5) Questionável: A situação ocorre quando existe uma clara contradição nas respostas dos clientes ao questionário de Kano (vide Quadro 4) às respostas de satisfação na presença e ausência de uma determinada necessidade. A categoria questionável levanta uma preocupação, pois pode significar que o questionamento é indevido ou equivocado ou está mal elaborado. Pode significar também que o cliente não foi capaz de entender ou responder adequadamente o questionário. Em todos os casos, o líder da pesquisa deve re-estudar o que está sendo questionado.

(6) Reverso: Significa que a satisfação do cliente diminui com a existência da característica, portanto a satisfação é atingida com o inverso da característica, o que se torna bastante confuso para análise posterior.

Quadro 4 - Questionário de Kano (XU, JIAO, YANG, HELANDER, KHALID, OPFERUD, 2009)

Questão Kano	Resposta
Forma positiva (funcional) da questão (ex., se o carro tiver air bags, como você se sentiria?)	☐ Ficaria satisfeito ☐ Deveria ser assim ☐ Seria indiferente ☐ Poderia conviver com isso ☐ Ficaria insatisfeito
Forma negativa (disfuncional) da questão (ex., se o carro não tiver air bags, como você se sentiria?)	☐ Ficaria satisfeito ☐ Deveria ser assim ☐ Seria indiferente ☐ Poderia conviver com isso ☐ Ficaria insatisfeito

Quadro 5 - Tabela de avaliação de Kano (XU, JIAO, YANG, HELANDER, KHALID, OPFERUD, 2009)

		Questão negativa				
		Satisfeito	Tem que ser	Indiferente	Poderia conviver	Insatisfeito
Questão positiva	Satisfeito	Q	A	A	A	L
	Tem que ser	R	I	I	I	O
	Indiferente	R	I	I	I	O
	Conviver com	R	I	I	I	O
	Insatisfeito	R	R	R	R	Q

Observação: A - Atrativa; L - Linear; O - Óbvio; I - Indiferente, R - Reverso; Q - Questionável.

A integração do Modelo de Kano com o QFD já compõe o estado-da-arte na literatura, da qual se destacam dois métodos simples para ponderar a voz do cliente a partir da categoria de Kano que pertence cada *WHAT*. Segundo Tan & Shen (2000), a voz do cliente deve ser ponderada no seu respectivo índice de melhoria, conforme a Equação 6:

$$uadj_i = (u0_i)^{1/k} \quad (6)$$

sendo $uadj_i$ o índice de melhoria ajustado, $u0_i$ refere-se ao índice de melhoria inicial e k correspondente ao fator de Kano da categoria a que pertence o *WHAT*.

Outro método comumente usado para aplicar o Modelo de Kano à voz do cliente é a utilização de um simples fator multiplicador k diretamente a importância relativa do *WHAT*, demonstrado por Li *et al.* (2009). No entanto, a praticidade dessa abordagem acarreta na limitação de sua precisão na reprodução da satisfação do cliente, pois não leva em consideração o nível de desempenho do produto (eixo x) e a não linearidade da Figura 13.

A abordagem escolhida para aplicação do Modelo de Kano foi a integração de Tan & Shen (2000) pois possui grande aceitação na literatura e representa uma forma de equacionar o gráfico de satisfação apresentado na Figura 13 sem acréscimo de grande complexidade. Isto foi utilizado em diversos trabalhos, como Lee (2008), Iranmanesh & Tabrizi (2009), Garibay *et al.* (2010), entre outros.

Nesta integração, uma vez classificadas as necessidades dos clientes nas categorias Kano, o respectivo índice k deve ser selecionado. Por exemplo, os valores de $k = 1$, $k = 2$ e $k = 0,5$ podem ser atribuídos às necessidades lineares, atrativas e óbvias, respectivamente (TAN & SHEN, 2000, IRANMANESH & TABRIZI, 2009). Em caso de identificação de necessidades fora das categorias básicas, é necessária a readequação dos *WHATs* para obtenção de necessidades relevantes apenas. Em caso de necessidades indiferentes, caso se confirme o bom entendimento do questionário pelo cliente e não se tratar de uma característica óbvia, o pesquisador deve eliminar a respectiva característica do estudo, pois o desenvolvimento voltado para a voz do cliente já está comprometido neste ponto.

2.4. SWOT e integração com QFD

A integração da Análise SWOT à matriz de análise competitiva do QFD é muito pouco explorada na literatura, sendo que o único trabalho identificado para com tal abordagem foi o de Raharjo *et al.* (2010). Na proposta inovadora dos autores, o tradicional vetor de argumento de venda (ou vantagem de ponto de venda) foi substituído por uma forma mais sistemática de atribuição de valores de ponderação na escala de um a nove usando-se o SWOT (vide Figura 14).

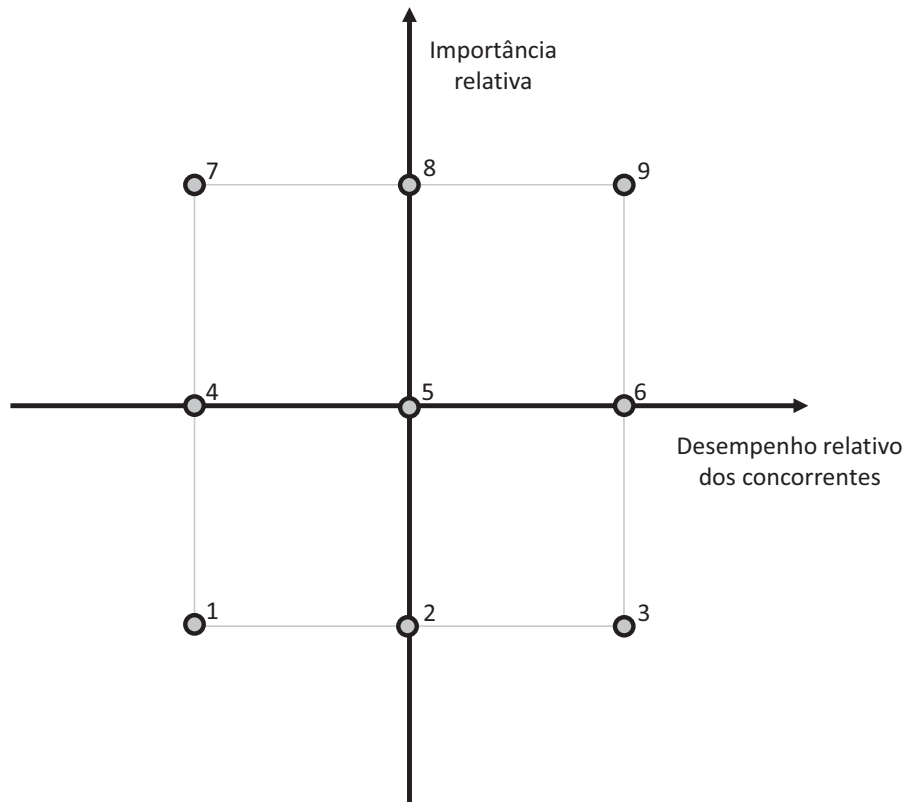


Figura 14 - Valores de ponderação usando-se a Análise SWOT (adaptado de RAHARJO *et al.*, 2010)

No artigo, a Análise SWOT é aplicada conjuntamente com um modelo de previsão que determina o valor do desempenho relativo dos concorrentes (*CRP*) e a importância relativa dos *WHATs* (*FIR*). No QFD tradicional, esses fatores são correlacionados a elementos da análise competitiva, conforme Equações 7 e 8, usando-se a simbologia proposta por Chan & Wu (2005):

$$CRP_i \Leftrightarrow \frac{\max\{x_{iL}\}}{x_{i1}} \quad (7)$$

$$FIR_i \Leftrightarrow g_i \quad (8)$$

sendo i o índice referente ao i -ésimo *WHAT*, x_{i1} correspondente ao desempenho da empresa, $\max\{x_{iL}\}$ o desempenho do melhor concorrente e g_i correspondente à importância relativa do *WHAT*.

Aqueles autores propuseram a atribuição dos valores de ponderadores da Análise SWOT conforme os seguintes critérios (adaptados para a análise e consideração dos fatores *CRP* e *FIR*):

- **Forças:** Caracteriza-se por um caso onde tanto o CRP quanto a importância relativa são baixos, em outras palavras, os concorrentes têm desempenho inferior ao da empresa em uma necessidade de importância relativa baixa. O multiplicador 1 é atribuído neste caso.
- **Fraquezas:** É um caso onde os produtos dos concorrentes têm desempenho superior ao da empresa em um atributo de importância relativa baixa. Assim, um multiplicador 3 é atribuído ao respectivo *WHAT*.
- **Oportunidades:** Caracteriza-se por um caso em que o CRP está inferior ao da empresa em uma necessidade muito importante. Portanto, há uma oportunidade para a empresa se diferenciar no mercado no atendimento da respectiva necessidade. O multiplicador 7 é atribuído neste caso.
- **Ameaças:** Constitui em um caso em que o desempenho dos concorrentes é muito melhor que o da empresa em um atributo de importância muito alta. Recomenda-se que o usuário da metodologia tenha grande atenção para esses casos. O multiplicador 9 é atribuído neste caso enfatizando sua importância competitiva.

Os valores intermediários de multiplicadores estão explicados no Quadro 6, com a coluna Nota indicando o significado da classificação SWOT do respectivo *WHAT*.

Quadro 6 - Ponderadores SWOT

FIR	CRP	Ponderador	Nota
Baixo	Baixo	1	Força
Baixo	Médio	2	Força-Fraqueza
Baixo	Alto	3	Fraqueza
Médio	Baixo	4	Força-Oportunidade
Médio	Médio	5	Força-Fraqueza-Oport.-Ameaça
Médio	Alto	6	Fraqueza-Ameaça
Alto	Baixo	7	Oportunidade
Alto	Médio	8	Oportunidade-Ameaça
Alto	Alto	9	Ameaça

Com os ponderadores SWOT determinados para cada *WHAT*, o artigo de Raharjo *et al.* (2010) propõe que o vetor de importância final das necessidades dos clientes seja determinado pela Equação 9 , usando-se a simbologia proposta por Chan & Wu (2005).

$$f_i = \frac{g_i \cdot e_i}{ErrStDev_i^{norm}} \quad (9)$$

sendo *i* o índice referente ao *i*-ésimo *WHAT*, *e_i* o ponderador SWOT (que substitui o argumento de venda) e *ErrStDev* o desvio-padrão residual do modelo de previsão.

Nesta pesquisa será utilizado este método de integração proposto por Raharjo *et al.* (2010) com alterações que visam à praticidade e com a normalização do ponderador para total compatibilização com o tradicional argumento de venda. Tais adaptações serão descritas, explicadas e justificadas no Capítulo 3.

3. Aplicação prática da pesquisa

3.1. Contexto

Para a aplicação desta pesquisa, foi escolhido um processo de desenvolvimento de uma nova câmera intraoral, de uso odontológico, a ser comercializada pela empresa Sky Technology Indústria e Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda. A empresa atua no mercado de câmeras extra/intraoral desde sua fundação, em 1996. Trata-se de uma empresa de pequeno porte que se destaca no mercado por oferecer produtos de qualidade conhecidamente superior aos concorrentes nacionais, porém com preço mais elevado e baixa competitividade em termos internacionais.

O produto atual de produção é um modelo, cujo projeto foi feito há mais de cinco anos, que está perdendo competitividade nacional devido a sua tecnologia já ultrapassada de captura de imagens e transmissão em formato analógico (padrão NTSC).

Dado este contexto, a empresa TNX9 Tecnologia Ltda., na qual o pesquisador atua como desenvolvedor, foi contratada para diversos projetos de desenvolvimento de produto dentre os quais se destacam:

- SkyRay (vide Figura 15): Sistema portátil (baseado em *tablet*) para captura, tratamento e organização de imagens digitais de raio X intraoral;



Figura 15 - Raio X portátil

- Skycam Dual (vide Figura 16): Sistema com tela de 18,5" para captura, tratamento e organização de imagens e vídeos digitais da câmera

intraoral, com módulos de entretenimento (Internet, TV, DVD player, tocador de mídias digitais – MP3, AVI, DivX e etc.);



Figura 16 - SkyCam Dual

- Skycam (vide Figuras 17 e 18): Sistema com tela de 15” para captura, tratamento e organização de imagens digitais da câmera intraoral;



Figura 17 - Tela inicial da Skycam



Figura 18 - Tela do prontuário da Skycam

- Nova câmera intraoral: nova câmera digital para compor todos os produtos da linha de imagens intraorais e substituir a atual de produção (vide Figura 19). A câmera intraoral pode ser tanto um componente dos produtos SkyCam e SkyCam Dual como pode ser vendida separadamente para uso em computadores convencionais. Esta pesquisa foi aplicada neste projeto de desenvolvimento.



Figura 19 - Câmera intraoral atual de produção

3.2. Apresentação do problema

O problema proposto a ser abordado nesta pesquisa e na sua aplicação consiste no entendimento, determinação dos requisitos do produto. A aplicação da pesquisa será feita no desenvolvimento da nova câmera intraoral para a empresa Sky, com foco nas necessidades e sentimentos do cliente final (dentista). No planejamento do desenvolvimento do produto, a equipe de projeto

levantou as mesmas dificuldades técnicas identificadas na contextualização do problema (Seção 1.1) para a definição dos requisitos de produto para este solução desse problema prático e científico:

- Como transformar necessidades dos dentistas em requisitos do novo produto?
- Como capturar as reais necessidades dos dentistas, considerando que a necessidade expressada não é obrigatoriamente a necessidade sentida?
- Como captar apenas respostas dos questionários com alta legitimidade e consistência?
- Como reduzir a subjetividade das respostas e julgamentos para determinação das reais necessidades dos dentistas?
- Como determinar a importância relativa dos requisitos, para que se priorize atingir os mais importantes?
- Como capturar as necessidades dos dentistas com determinação da importância em termos relativos ou prioritários?
- Como aplicar uma metodologia científica ao processo sem que a complexidade e a dificuldade de aplicação superem as vantagens na empresa?
- Como apresentar a metodologia para que seja utilizada na prática pela empresa, sem a necessidade de treinamento?

3.3. Planejamento da pesquisa

A pesquisa foi planejada conforme os passos dos fundamentos da pesquisa-ação e os respectivos ciclos, como ilustrados nas Figuras 20 e 21:

- Pré-passo: entender o contexto e a proposta;
- Seis passos principais: coleta, realimentação e análise de dados, planejamento, implementação e avaliação das ações;
- Meta-passo para monitoração.

Pré-passo de contexto e proposta: Para obter um processo de desenvolvimento de produto focado na qualidade mais eficiente do ponto de vista do cliente, duas características do projeto do DP foram identificadas como primordiais para serem abordadas na pesquisa: tempo e qualidade. O tempo de desenvolvimento do projeto foi abordado pela pesquisa com de redução de ciclos de projeto tentando

atingir os requisitos finais (por meio da eficácia na identificação e priorização desses requisitos). A qualidade dos resultados do projeto, em particular, na fase de concepção do produto, foi abordada pela pesquisa com as ferramentas QFD, AHP, Modelo de Kano e Análise SWOT integradas para auxílio na tomada de decisões na definição de requisitos, que é determinante para o resultado final.



Figura 20 - Um ciclo da pesquisa-ação (COUGHLAN & COUGHLAN, 2002)

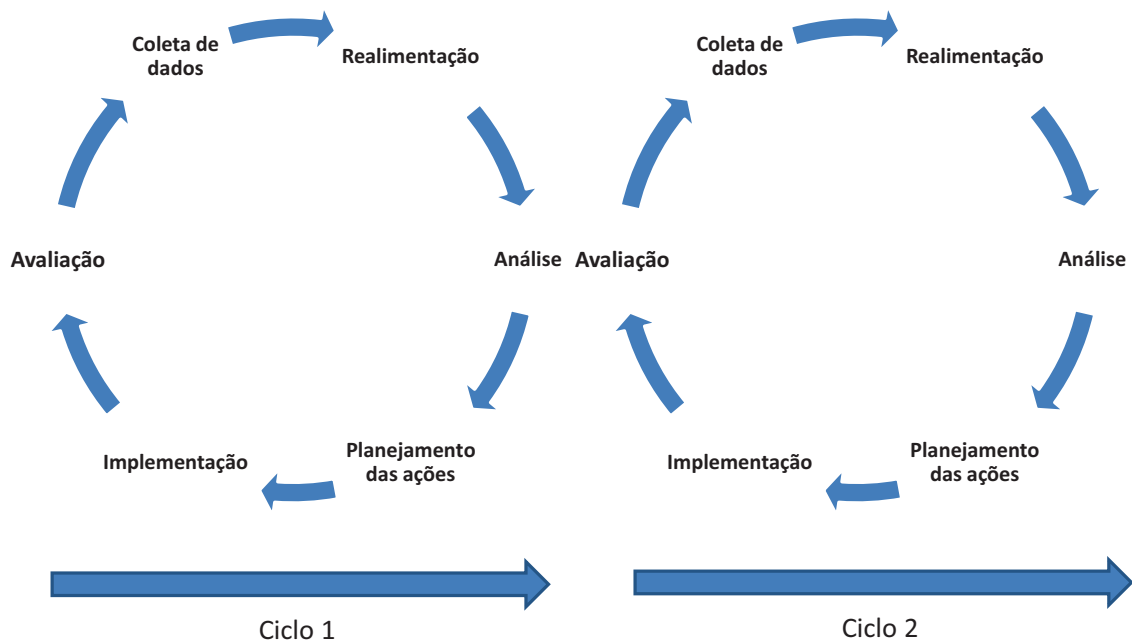


Figura 21 - Ciclos da pesquisa-ação (COUGHLAN & COUGHLAN, 2002)

Passos principais:

Coleta de dados: A pesquisa-ação, seguindo o procedimento já explicado na Seção 1.5, foi planejada como parte de um desenvolvimento de produto, incluindo um levantamento para obter a voz do cliente na forma de prioridades e diversas reuniões com a equipe de desenvolvimento e demais *stakeholders* internos (representantes de vendas, consultores e vendedores). Todo o levantamento foi organizado numa grande pasta de trabalho de planilhas automatizadas (com formulários de entrada, fórmulas e macros), o que facilitou o próximo passo. No terceiro ciclo da pesquisa, o volume de dados coletados e a complexidade das planilhas mostrou a necessidade da criação de uma interface mais amigável para o usuário da metodologia, o que incentivou o planejamento da concepção de um software. O programa QFD-AHP gerado para este objetivo será demonstrado no Apêndice 1.

Realimentação de dados: Na mesma pasta de trabalho, algumas planilhas automatizadas foram computadas para geração de relatórios intermediários (para análise prévia e conferência) e relatórios finais. Por exemplo, as matrizes de decisão do grupo e os relatórios das categorias de Kano foram gerados por essas planilhas.

Análise de dados: Na pesquisa, os resultados e relatórios intermediários foram analisados pelos membros da equipe e pelo pesquisador para identificar problemas mais graves e fornecer subsídio para decisão acerca da interferência no processo. Por exemplo, durante a atividade do levantamento, a equipe analisou dados de inconsistência das respostas e decidiu aumentar a quantidade dos clientes a serem questionados para o levantamento do ciclo seguinte. Assim como na coleta de dados, a necessidade da criação de uma interface mais amigável para o usuário incentivou o planejamento da concepção de um software.

Planejamento da ação: Como ilustrado anteriormente, algumas ações foram necessárias durante os ciclos para aumentar o nível da pesquisa, em particular para obter pelo menos doze respondentes válidos e consistentes no levantamento. No total, três ações de destaque foram tomadas durante a pesquisa-ação: otimização da quantidade dos *WHATs* após pesquisas-piloto efetuadas, agrupamento por afinidade de *WHATs* para reduzir a quantidade de julgamentos de forma a obter um questionário de apenas uma página e iniciação

de uma segunda rodada de levantamento para atingir o objetivo de respondentes válidos. Como resultado, a pesquisa-ação teve três ciclos claramente identificáveis.

Implementação: As ações descritas anteriormente no passo de planejamento da ação foram implementadas usando-se os recursos da equipe durante o estudo.

Avaliação: As ações implementadas foram analisadas pelo pesquisador para verificar a necessidade de ciclos adicionais após a implementação. Após três ciclos, a avaliação dos resultados e expectativas foram consideradas suficientes pela equipe.

Meta-passo de monitoramento: O pesquisador conduziu a maior parte das atividades desse passo, verificando e supervisionando todos os passos principais para obtenção de bons resultados práticos (o processo do desenvolvimento de produto propriamente dito) bem como bons resultados do conhecimento (objetivos científicos).

3.4. Métodos utilizados

Neste tópico serão apresentados os métodos utilizados na pesquisa com a sua integração ao procedimento da primeira casa da qualidade adaptado a partir do modelo de Chan & Wu (2005) ilustrado na Figura 22 e com a contribuição científica proposta.

No que diz respeito aos elementos presentes, o procedimento adaptado difere apenas pela inclusão da matriz de correlação dos *HOWs* e pela exclusão da análise de competitividade técnica. A exclusão da competitividade técnica justifica-se pela dificuldade de obtenção, pouca contribuição quantitativa aos resultados, utilização da análise competitiva (com SWOT inclusive) e pouca utilização na literatura (CHAN & WU, 2005). A inclusão da matriz de correlação dos *HOWs* justifica-se pela importância da verificação de *trade-offs* de requisitos técnicos pela equipe que aplica o QFD, mesmo que a análise não venha a contribuir quantitativamente para os resultados. Além disso, os autores do modelo básico afirmam no próprio trabalho: “Uma notável exclusão refere-se à ausência das duas matrizes de correlação uma vez que não são fáceis de se obter (...) Isso, no entanto não implica na falta de importância delas para o processo da

HOQ e esforços futuros devem ser feitos para tratá-las adequadamente.” (CHAN & WU, 2005).

No que diz respeito aos métodos de obtenção dos elementos da HOQ, destacam-se as adaptações que são os métodos que fazem parte da contribuição científica da pesquisa: Determinação da importância relativa dos *WHATs* usando-se o AHP, Modelo de Kano para ponderar a voz do cliente para maximizar a satisfação e análise competitiva usando-se SWOT.

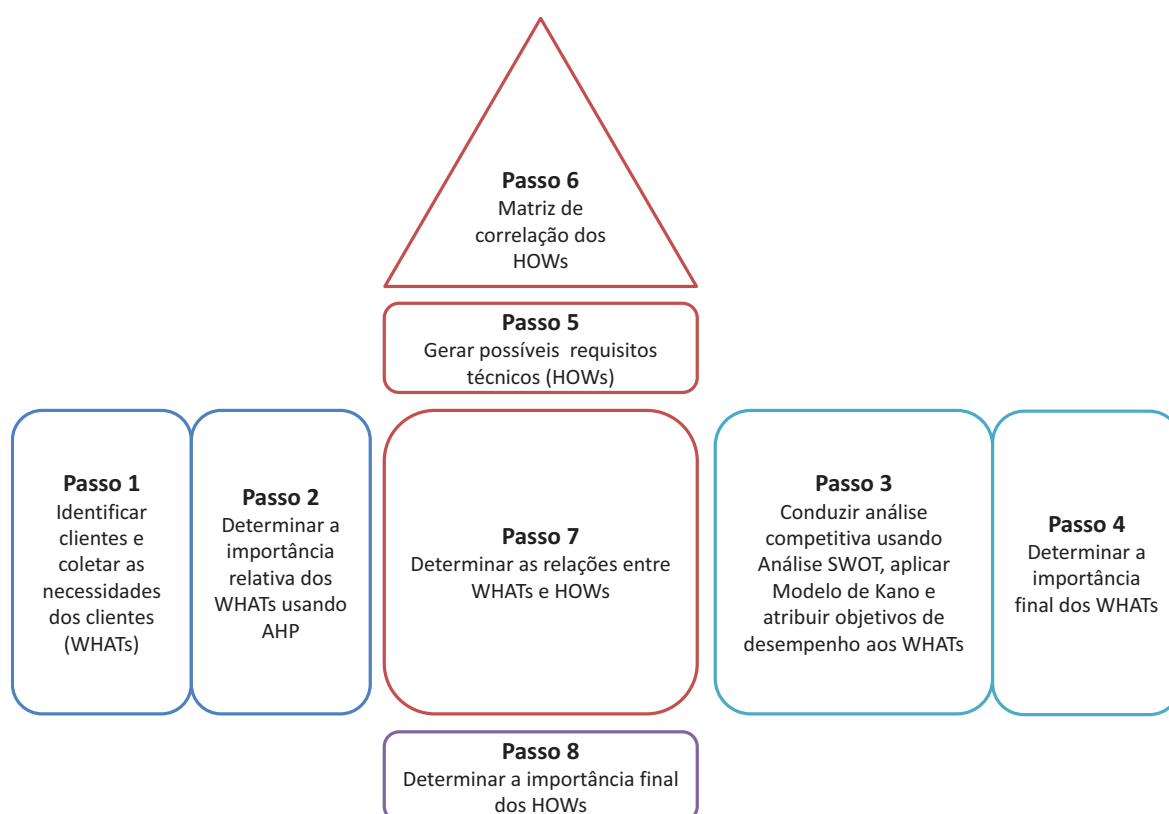


Figura 22 - Procedimento para Casa da qualidade

Passo 1: Identificação dos clientes; identificação e categorização das necessidades dos clientes (*WHATs*)

Neste passo identifica-se o público-alvo do produto em estudo. Existem geralmente três tipos de clientes: “clientes internos” como acionistas, donos, gerentes e funcionários; clientes intermediários como atacadistas, lojistas, representantes e distribuidores; e clientes finais, como usuários, contratantes de serviços e compradores. Usualmente o foco maior está nos clientes finais que

devem ser identificados por experiência própria da empresa, pesquisa de mercado e banco de dados prévios (CHAN & WU, 2002).

A identificação das necessidades do cliente (*WHATs*) é necessária para se listar todas as possíveis alternativas que os usuários podem desejar que estivessem presentes no produto. Há vários métodos para coletar tais informações, como *focus group*, entrevistas, pesquisa de histórico de opiniões e *feedbacks*, observação direta entre outros (CHAN & WU, 2005). Segundo Griffin & Hauser (1993), de vinte a trinta entrevistas com clientes devem gerar de 90% a 95% de todas as possíveis necessidades. Análise usando-se o Modelo de Kano a ser feita no terceiro passo irá posteriormente atribuir pesos de importância a todos os *WHATs*, bem como eliminar atributos irrelevantes.

Como dito anteriormente, o agrupamento de necessidades correlacionadas em categorias auxilia o entendimento das mesmas e permite a aplicação da metodologia QFD-AHP. Diagrama de Afinidade (CHAN & WU, 2005), um método para organização de informação aleatória em grupos lógicos e intuitivos, pode ser usado para tal agrupamento de necessidades dos clientes. *Clustering*, outro método para agrupamento de atributos pode ser usado para o mesmo fim (GRIFFIN & HAUSER, 1993). Nesta pesquisa, a palavra “categoria” será utilizada para descrever o segundo nível (nível intermediário da hierarquia, entre o objetivo e as alternativas), conforme proposto por Kwong & Bai (2002).

Ao contrário da grande parte das aplicações do AHP, na integração do QFD-AHP desta pesquisa utilizou-se uma hierarquia dos *WHATs* e categorias com abordagem absoluta ao invés da abordagem relativa/distributiva (vide Figura 23). Tal abordagem é mais comum na integração QFD-AHP, pois com as alternativas agrupadas em categorias não faz sentido comparar alternativas que pertençam a diferentes grupos de afinidade. Na aplicação da pesquisa-ação, no item de Resultados, tal justificativa torna-se mais clara.

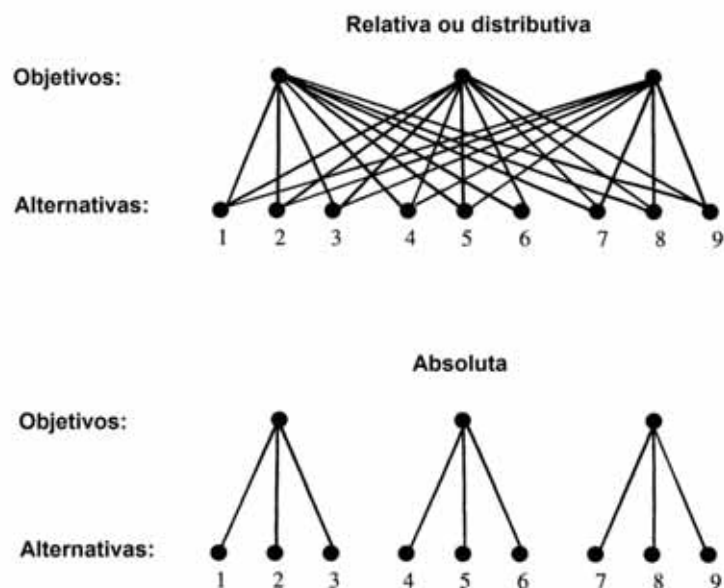


Figura 23 - Hierarquia para tomada de decisão (DAVIES, 2001)

Passo 2 – Determinação da importância relativa das necessidades dos clientes

Neste passo cada cliente deve fazer julgamentos de comparação direta entre todas as necessidades dentro de uma mesma categoria, para todas as categorias. Em seguida, no mesmo levantamento, todas as categorias também devem ser comparadas entre si. Em todos os julgamentos, a escala fundamental de Saaty deve ser usada (Quadro 3).

Usualmente o levantamento é aplicado a um grupo de clientes para determinação da importância relativa das necessidades dos clientes, então os julgamentos devem ser agregados a uma única matriz de julgamentos representativa de todo o grupo. A propriedade reciprocidade nos julgamentos tem um papel importante nesta combinação de julgamentos de diversas pessoas para obtenção da matriz única.

Os julgamentos individuais devem ser combinados de tal forma que o valor recíproco dos julgamentos sintetizados (usando-se uma operação matemática) seja igual à síntese (da mesma operação matemática) dos valores recíprocos dos julgamentos individuais.

Está provado que a média geométrica, e não a frequentemente usada média aritmética, é a única forma de se obter a matriz única da decisão do grupo com a propriedade da reciprocidade mantida (SAATY, 2008).

Uma vez que a matriz única da decisão do grupo é formada, o vetor normalizado pode ser obtido para a importância relativa de todas as necessidades do cliente (HSU, WANG & LIN, 2007, KWONG & BAI, 2002 e AYKROYD, 2008).

Passo 3 – Modelo de Kano e Análise competitiva

Neste passo, a voz do cliente é categorizada e ponderada para que a satisfação seja maximizada, considerando-se que as necessidades expressas não correspondem obrigatoriamente às necessidades sentidas e não verbalizadas. Tal procedimento não traz novidades em relação ao referencial teórico e integração proposta por Tan & Shen (2000), que foram introduzidos anteriormente no Capítulo 2 e dessa forma é usada a Equação 6 para cálculo do índice de melhoria ajustado com o Modelo de Kano.

Ainda neste campo da análise competitiva da primeira casa da qualidade, a proposta de Raharjo *et al.* (2010) apresentada no Capítulo 2 para integração da Análise SWOT é usada e adaptada para substituir o elemento “Argumento de Venda” do QFD tradicional.

O “Argumento de venda” tradicional é usualmente expresso com os fatores 1; 1,25 e 1,5 definidos para nenhuma vantagem, vantagem moderada e vantagem forte, respectivamente (COHEN, 1995; CHENG & MELO FILHO, 2007). O fator é atribuído subjetivamente pela equipe que aplica o QFD e é um multiplicador simples da análise competitiva, ou seja, pode representar um peso na escala de 0% a 50% no cálculo da importância final dos *WHATs*.

Na proposta dessa pesquisa, utiliza-se a mesma escala de ponderação do referencial teórico e normaliza-se o ponderador proposto por Raharjo *et al.* (2010), para que represente o “Fator de análise competitiva” (*eadj*) equivalente ao “Argumento de venda”. A Equação 10 mostra essa normalização simples em que o ponderador SWOT mínimo equivale *eadj*=1 e quando o ponderador SWOT é máximo, *eadj*=1,5:

$$eadj_i = 0.0625 \cdot e_i + 0.9375 \quad (10)$$

sendo *i* o índice referente ao *i*-ésimo *WHAT*.

De forma geral, a Equação 10 pode ser reescrita para permitir que a equipe que aplica o QFD escolha a seu critério a “Importância do fator de análise competitiva” (β) e a “Constante do fator de análise competitiva” (α) usando-se a Equação 11. No caso dessa pesquisa, esses valores serão estabelecidos como na Equação 10, para manutenção da importância estabelecida na literatura para o “Argumento de venda”:

$$eadj_i = \beta \cdot e_i + \alpha \quad (11)$$

É importante ressaltar que o referencial teórico não mostra explicitamente o que determina o nível (baixo, médio e alto) do desempenho relativo dos concorrentes (*CRP*) e a importância relativa dos *WHATs* (*FIR*) deixando para a equipe que aplica o QFD a atribuição desses atributos. Para auxiliar a decisão dessa atribuição, esta pesquisa propõe a utilização de um método quantitativo, que estabelece os critérios conforme demonstrado nos Quadros 7 e 8. Para auxiliar no processo computacional, valores numéricos *CRPn* e *FIRn* são atribuídos para utilização na Equação 12. Nesta pesquisa, os valores de *FIR_i* serão iguais aos valores da importância relativa obtida com o AHP (g_i), sem a aplicação do Modelo de Kano na importância relativa, porque o trabalho de Raharjo *et al.* (2010) não prevê essa ponderação prévia ao cálculo.

Quadro 7 - Método para atribuição das categorias de *CRP* e valores para *CRPn*

Critério	<i>CRP</i>	<i>CRPn</i>
$CRP \leq 0,5$	Baixo	1
$0,5 < CRP < 1,5$	Médio	2
$CRP \geq 1,5$	Alto	3

Quadro 8 - Método para atribuição das categorias de *FIR* e valores para *FIRn* usando-se o critério de três percentis

Critério	<i>FIR</i>	<i>FIRn</i>
$FIR \leq x_{100/3}$	Baixo	0
$x_{100/3} < FIR < x_{200/3}$	Médio	3
$FIR \geq x_{200/3}$	Alto	6

Observação: (x_k representa o valor do k -ésimo percentil)

Com a atribuição numérica, a Equação 12 pode ser obtida para cálculo do ponderador SWOT (e_i):

$$e_i = CRPn + FIRn \quad (12)$$

Passo 4 – Importância final das necessidades

Este passo segue o procedimento estabelecido no referencial teórico em que a Equação 1 é usada. Com as contribuições do Modelo de Kano e Análise SWOT aplicada aos elementos, a Equação 13 representa a importância final das necessidades dos clientes:

$$f_i = g_i \cdot uadj_i \cdot eadj_i \quad (13)$$

sendo i o índice referente ao i -ésimo *WHAT* e f_i a importância final do respectivo *WHAT*.

Passo 5 – Requisitos de técnicos de projeto (HOWs)

Este passo também segue o método QFD tradicional e é parte da voz da organização, também conhecido como voz da engenharia. Como no método tradicional, é composto pelas possíveis especificações técnicas de projeto, que podem se relacionar de forma qualitativa ou quantitativa com as necessidades dos clientes. Assim como nos *WHATS*, esses requisitos podem ser agrupados para melhoria do entendimento em categorias usando-se Diagrama de Afinidade ou agrupamentos por subsistemas ou agrupamentos por requisitos excludentes.

Passo 6 – Matriz de correlação

Este passo final segue o referencial teórico e não apresenta novidade. É uma matriz de correlação entre todos os *HOWs*, mas ao contrário da matriz de relacionamentos, os elementos dessa matriz podem ser positivos ou negativos. A escala de cinco pontos apresentada na Figura 8 é utilizada. Essa análise ajuda a organização a identificar e mensurar as correlações entre as soluções técnicas para auxiliar na decisão e identificação de *trade-offs*.

Passo 7 – Matriz de relacionamentos

Este passo não traz novidades em relação ao referencial teórico apresentado no Capítulo 2 e a matriz deve ser cuidadosamente preenchida por técnicos, geralmente seguindo a escala 0-1-3-9 apresentada (vide Quadro 1). Para cada relação entre um requisito técnico H_n e uma necessidade W_m , determina-se um valor r_{mn} . Assim forma-se a matriz de relacionamentos $M \times N$ entre os *HOWs* e *WHATs* (CHAN & WU, 2005), como ilustrado na Figura 24:

$$R = \begin{matrix} & H_1 & H_2 & \dots & H_N \\ \begin{matrix} W_1 \\ W_2 \\ \dots \\ W_M \end{matrix} & \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1N} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2N} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{M1} & r_{M2} & \dots & r_{MN} \end{bmatrix} \end{matrix}_{M \times N}$$

Figura 24 - Matriz de relacionamentos (CHAN & WU, 2005)

Passo 8 – Importância final dos requisitos do produto e valores-meta

Este passo é usualmente o objetivo principal da primeira casa da qualidade e consiste em dois vetores: um com a importância relativa final dos requisitos de projeto do produto e outro com os valores-meta. Como no método QFD tradicional, o vetor de importância final é computado usando-se a Equação 2. Reescrevendo a Equação 2 com os símbolos utilizados neste trabalho a importância final dos requisitos do produto é calculada usando-se a Equação 14.

$$t_j = \sum_{i=1}^M f_i \cdot r_{ij} \quad (14)$$

sendo i o índice referente ao i -ésimo *WHAT*, j o índice referente ao j -ésimo *HOW*, r_{ij} a relação entre o i -ésimo *WHAT* e o j -ésimo *HOW* e t_j a importância final do requisito do produto.

Finalmente, o vetor de valores-meta pode ser um vetor de valores Booleanos (1 para uma meta de projeto, 0 para um *HOW* descartado pela importância) ou um vetor de valores quantitativos a serem atingidos.

4. Discussão dos resultados

Com a pesquisa-ação desenvolvida e executada para o desenvolvimento do produto proposto (nova câmera intraoral para uso odontológico), os resultados obtidos com a aplicação da metodologia serão apresentados neste capítulo. Além disso, as dificuldades encontradas e decisões tomadas durante o processo são demonstradas e justificadas nos respectivos passos do procedimento proposto no Capítulo 3.

Passo 1: Identificação dos clientes; identificação e categorização das necessidades dos clientes (*WHATs*)

Nesta aplicação, o público-alvo foi claramente identificado pela empresa usando-se sua experiência de mercado e histórico de clientes. Este público foi identificado como sendo dentistas e donos de clínicas odontológicas de médio a alto padrão. Neste estudo, foram selecionados 44 profissionais desse público-alvo correspondendo tanto atuais como clientes em potencial. Destaca-se uma característica peculiar do cliente da aplicação dessa pesquisa: o público-alvo da empresa consiste de profissionais com conhecimento básico das características técnicas de uma câmera intraoral. Dessa forma, a necessidade dos clientes se aproxima dos requisitos técnicos visualizados pela engenharia de produto.

Usando-se o método de Diagrama de Afinidades (CHAN & WU, 2005), as necessidades dos clientes foram organizadas em quatro categorias (Baixo preço, Usabilidade/Estética, Características técnicas, Qualidade de imagem) para formar uma hierarquia de alternativas (vide Figura 25).

Algumas considerações são necessárias para entendimento dos elementos da hierarquia, como se segue. Todas as possíveis necessidades dos clientes serão ponderadas em passos posteriores com relação ao Modelo de Kano e análise competitiva:

- Ter baixo preço: Preço igual ou inferior aos produtos da concorrência.
- Usabilidade/Estética
 - Ser leve: considerando-se que a câmera intraoral é uma peça de mão (como outros instrumentos do dentista), peso pode ser um fator para o profissional;
 - Ser pequena: mesma consideração acima;

- Ter design atraente: com a experiência prévia da empresa no mercado e identificação de competidores internacionais que oferecem design de qualidade, este pode ser um fator de decisão ou uma oportunidade competitiva;
- Ser sem fio: esta característica (*wireless*) não é comum nos produtos concorrentes, mas pode ser desejável. Foi reportada como sendo necessidade por alguns atuais clientes;
- Ser de alumínio: esta característica não é comum nos produtos concorrentes, mas é uma vantagem competitiva identificada no produto atual da empresa;
- Ter foco totalmente automático: a empresa identificou esta demanda por alguns clientes que reclamam da dificuldade do ajuste manual. Um concorrente nacional possui tal característica.
- Características técnicas
 - Ser autoclavável: ser de material e projeto compatível com a esterilização por autoclave sem que haja danos. Esta demanda foi identificada por poucos clientes que desejam manter os padrões de higiene sem usar camisa de proteção descartável;
 - Ter cabo removível: alguns clientes requerem que esta característica esteja presente para possibilitar o uso de cabos mais longos ou personalizados ao invés do padrão do produto;
 - Ter conector padrão USB: refere-se à interface computador-cabo do produto. Muitas empresas oferecem produtos com conector proprietário para a interface devido a questões técnicas ou de marketing. Essa demanda foi identificada com poucos clientes que requerem usar a câmera intraoral com sistemas convencionais de computadores ou com outros softwares do mercado.
- Qualidade da imagem
 - Ser capaz de grande ampliação: ser capaz de mostrar imagem em tempo real com mais do que 50 vezes o tamanho real sem que haja distorção perceptível. Esta demanda foi identificada pelos clientes atuais;

- Ser de alta resolução: ser capaz de capturar imagens com mais do que um *Megapixel* (não interpolados) de resolução. Algumas empresas internacionais estão oferecendo produtos com esta característica e alguns clientes estão demandando ela, especialmente para casos de apresentações e de clientes acadêmicos.

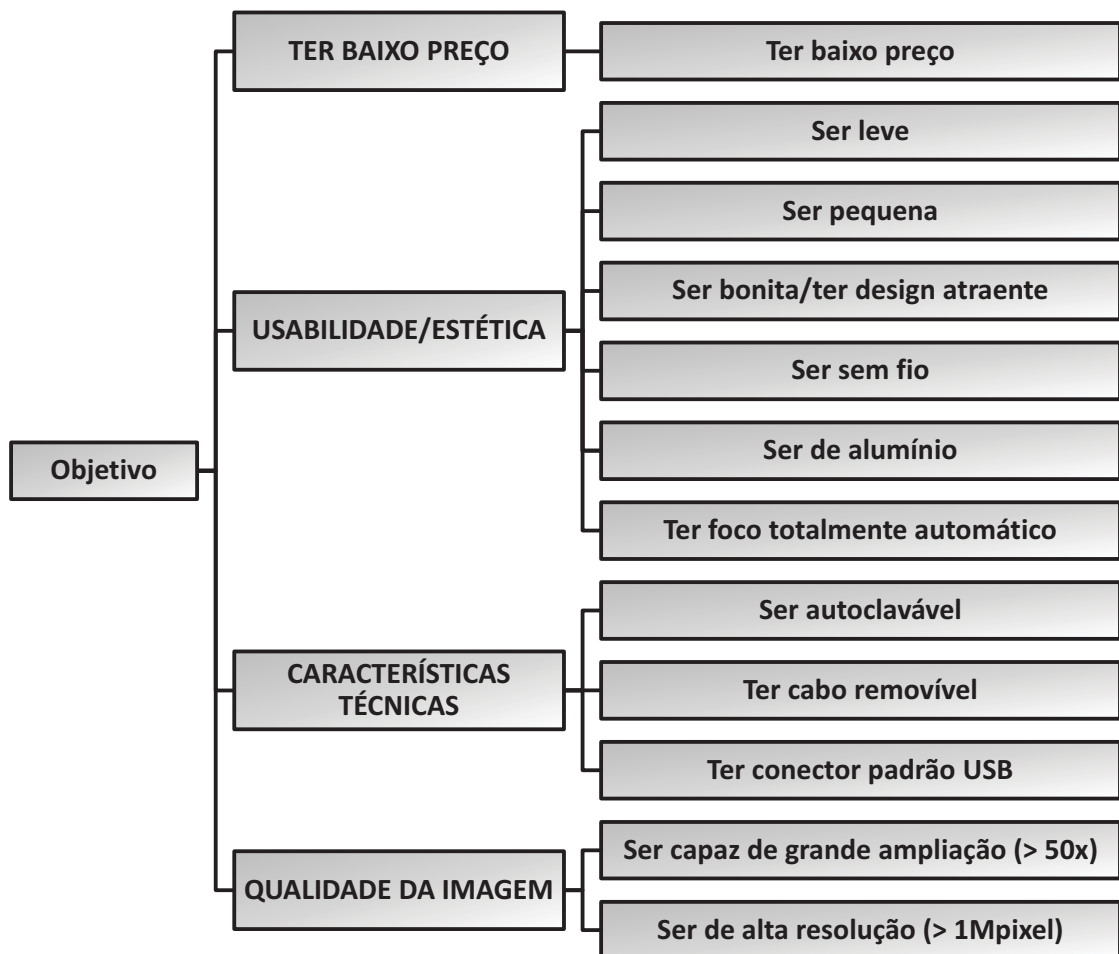


Figura 25 - Hierarquia, categorias e alternativas.

Passo 2 – Determinação da importância relativa das necessidades dos clientes

Um questionário de apenas uma página com 25 julgamentos da hierarquia dos *WHATs* do AHP para priorizar as necessidades dos clientes foi encaminhado para todos os 44 clientes (vide Figura 26). Para simplicidade, no questionário as outras duas únicas informações solicitadas foram o nome do profissional e uma

marca para a pergunta “Possui câmera intraoral?”. Portanto o questionário foi mantido bem simples para que pudesse ser respondido rapidamente, impresso ou por e-mail.

NOME: _____

☐ POSSUI CÂMERA INTRA-ORAL

Pesquisa sobre nova câmera digital intra/extra-oral
Preencha o questionário abaixo sobre os itens que você acha mais importantes nas comparações de características para esta nova câmera. Dê notas de 1 a 9 na direção do item mais importante, seguindo o exemplo a seguir:
“Eu acho que ‘Ser leve’ tem importância grande em relação a ‘Ser de alumínio’”:

Ser leve	Ser de alumínio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9	

Escala:
1 - igual importância
3 - pequena importância da primeira sobre a segunda
5 - importância grande
7 - importância muito grande
9 - importância absoluta
2,4,6 e 8 - valores intermediários

Categoria 2:USABILIDADE / ESTÉTICA

Ser leve Ser pequena
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser leve Ser bonita/ter design atraente
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser leve Ser sem fio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser leve Ser de alumínio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser leve Ter foco totalmente automático
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser pequena Ser bonita/ter design atraente
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser pequena Ser sem fio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser pequena Ser de alumínio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser pequena Ter foco totalmente automático
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser bonita/ter design atraente Ser sem fio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser bonita/ter design atraente Ser de alumínio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser bonita/ter design atraente Ter foco totalmente automático
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser sem fio Ser de alumínio
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser sem fio Ter foco totalmente automático
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser de alumínio Ter foco totalmente automático
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Categoria 3:CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Ser autoclavável Ter cabo removível
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ser autoclavável Ter conector padrão USB
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ter cabo removível Ter conector padrão USB
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Categoria 4:QUALIDADE DA IMAGEM

Ser capaz de grande ampliação (mais de 50x) Ser de alta resolução (acima de 1Mpixel)
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Categorias

TER BAIXO PREÇO USABILIDADE / ESTÉTICA
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

TER BAIXO PREÇO CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

TER BAIXO PREÇO QUALIDADE DA IMAGEM
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

USABILIDADE / ESTÉTICA CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

USABILIDADE / ESTÉTICA QUALIDADE DA IMAGEM
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS QUALIDADE DA IMAGEM
9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Figura 26 - Questionário impresso para coleta de dados

Cada um dos 44 respondentes fez todos os julgamentos necessários dentro de cada categoria e entre as categorias da hierarquia conforme descrito no

Capítulo 2. Todos os julgamentos foram feitos conforme a escala fundamental de Saaty, com uma breve explicação, legenda e exemplo colocados para o respondente no cabeçalho do questionário. Os resultados individuais foram armazenados na internet e podem ser visualizados em <http://msc.danielkscarmo.com/Questionarios.zip> ou <http://msc.dkcarumo.com/Questionarios.zip> (Servidor *Mirror*).

O levantamento foi aplicado para o grupo de clientes e os resultados foram agregados para a determinação da matriz representante da decisão do grupo conforme descrito anteriormente. Neste estudo, qualquer inconsistência acima de 20% (dentro de uma categoria ou entre categorias) desqualificou o respondente para o cálculo da matriz da decisão do grupo.

Devido à falta de treinamento e interesse na participação, apenas 15 respondentes se qualificaram para compor a matriz de decisão do grupo. Esse resultado quantitativo já demonstra uma vantagem da integração QFD-AHP. Usando-se o método QFD tradicional, a inconsistência na resposta não seria retirada do processo e iria compor uma voz do cliente certamente inconsistente.

A decisão do grupo foi calculada agregando-se as prioridades individuais dos respondentes válidos, pois o grupo é caracterizado por dentistas isolados, que não se conhecem e que não apresentam necessariamente valores comuns entre si. Segundo Forman & Peniwati (1998), a agregação das prioridades individuais deve ser utilizada neste caso, em oposição à agregação dos julgamentos individuais que seria mais apropriado para um grupo com valores compartilhados para o bem da organização. O vetor da importância relativa das necessidades foi obtido calculando-se a média aritmética das prioridades individuais (FORMAN & PENIWATI, 1998). Com decisão do grupo calculada sem atribuição de pesos diferenciados para os respondentes (todos foram tratados com igual importância), o vetor da importância relativa das necessidades dos clientes foi obtido, como mostrado nas Figuras 27, 28 e 29.

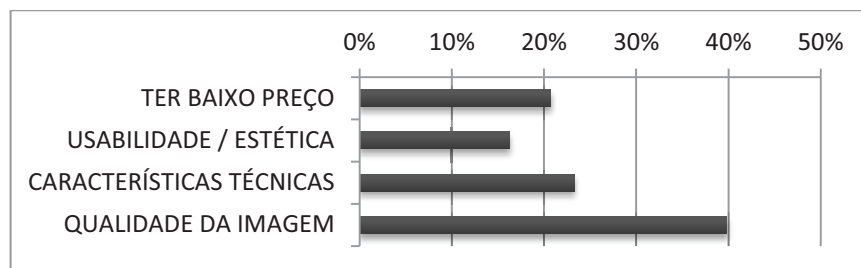


Figura 27 - Importância relativa entre categorias das necessidades do cliente

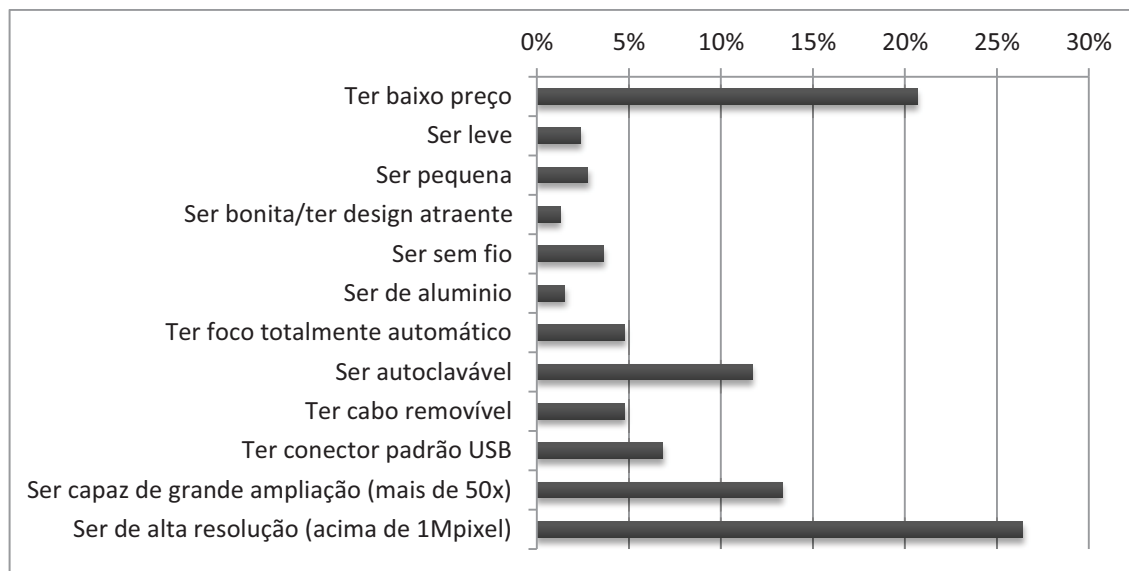


Figura 28 - Importância relativa das necessidades do cliente - WHATs

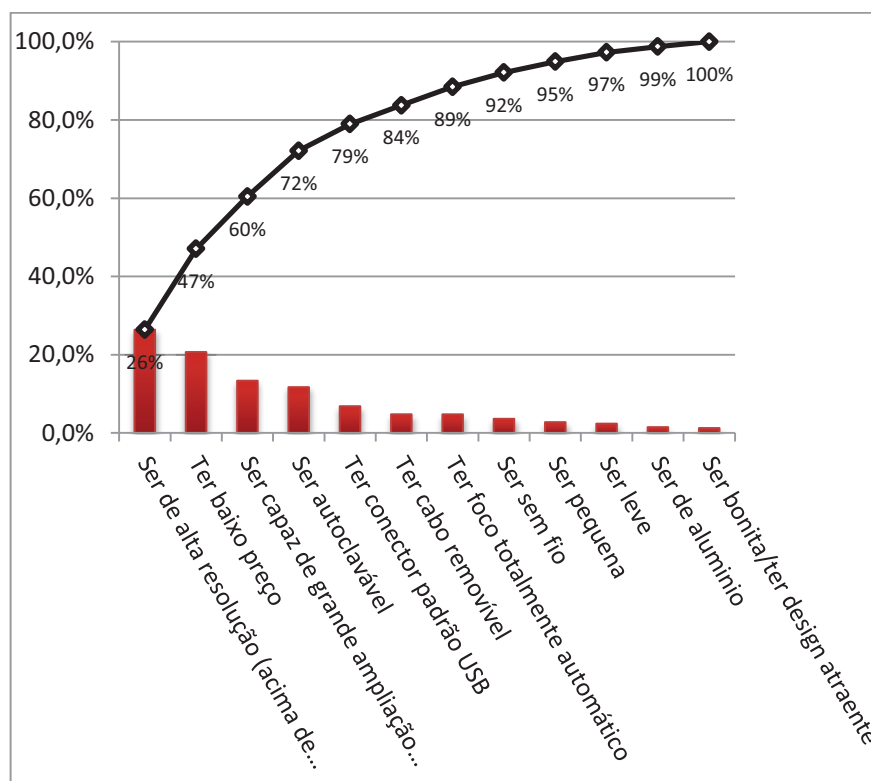


Figura 29 - Gráfico de Pareto da importância relativa das necessidades do cliente

Passo 3 – Modelo de Kano e Análise competitiva

Para identificar a categoria de Kano relacionada a cada *WHAT*, foi feita uma entrevista com um cliente representativo que também é consultor da empresa. Nesta entrevista preencheu-se o questionário de Kano para cada *WHAT*.

Seguindo-se o questionário de referência (Quadro 4), códigos numéricos foram atribuídos (vide Quadro 9) às respostas positivas e negativas para facilitar o algoritmo computacional da análise dos dados coletados.

Quadro 9 - Códigos numéricos para o questionário de Kano

1	Ficaria satisfeito
2	Deveria ser assim
3	Seria indiferente
4	Poderia conviver com isso
5	Ficaria insatisfeito

Com isso, o resultado da avaliação de Kano para todas as necessidades dos clientes está mostrado no Quadro 10, juntamente com o respectivo conjunto de valores de *k*.

Quadro 10 – Resultados da avaliação das categorias de Kano para os *WHATs*

	Positiva	Negativa	Kano	<i>k</i>
TER BAIXO PREÇO	1	4	A	2
USABILIDADE / ESTÉTICA				
Ser leve	1	5	L	1
Ser pequena	1	5	L	1
Ser bonita/ter design atraente	1	4	A	2
Ser sem fio	1	4	A	2
Ser de aluminio	1	5	L	1
Ter foco totalmente automático	1	4	A	2
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS				
Ser autoclavável	1	3	A	2
Ter cabo removível	1	3	A	2
Ter conector padrão USB	1	5	L	1
QUALIDADE DA IMAGEM				
Ser capaz de grande ampliação (mais de 50x)	1	5	L	1
Ser de alta resolução (acima de 1Mpixel)	1	5	L	1

Observação: A - Atrativa; L - Linear; O - Óbvio; I - Indiferente, R - Reverso; Q - Questionável.

Em seguida, o índice de melhoria (*u0*) e a análise competitiva foram estabelecidos na entrevista com o mesmo cliente. As percepções desse cliente

foram colhidas para todos os *WHATs*, sendo que, para simplificação da coleta de dados, apenas o melhor concorrente foi considerado na análise competitiva. Os dados coletados estão demonstrados na Tabela 2, juntamente com o índice de melhoria.

Tabela 2 - Índice de melhoria e análise competitiva

	Atual	Melhor concorrente	Índice de satisfação	<i>u0</i>	<i>CRP</i>
Ter baixo preço	1,7	3,0	2,2	1,3	1,8
Ser leve	2,0	3,0	2,0	1,0	1,5
Ser pequena	2,0	2,3	2,0	1,0	1,2
Ser bonita/ter design atraente	2,3	1,7	3,0	1,3	0,7
Ser sem fio	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Ser de aluminio	3,0	1,3	3,0	1,0	0,4
Ter foco totalmente automático	1,0	2,0	3,5	3,5	2,0
Ser autoclavável	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Ter cabo removível	3,0	2,7	2,0	0,7	0,9
Ter conector padrão USB	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Ser capaz de grande ampliação (> 50x)	4,0	3,0	4,5	1,1	0,8
Ser de alta resolução (> 1Mpixel)	1,2	2,3	2,2	1,9	2,0

Utilizando-se o método de atribuição numérica apresentado no Capítulo 3, os respectivos valores para o Fator de análise competitiva (*eadj*) foram calculados, como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Fator de análise competitiva

	<i>CRPn</i>	<i>FIRn</i>	<i>e</i>	<i>eadj</i>
Ter baixo preço	3	6	9	1,50
Ser leve	2	0	2	1,06
Ser pequena	2	0	2	1,06
Ser bonita/ter design atraente	2	0	2	1,06
Ser sem fio	2	3	5	1,25
Ser de aluminio	1	0	1	1,00
Ter foco totalmente automático	3	3	6	1,31
Ser autoclavável	2	6	8	1,44
Ter cabo removível	2	3	5	1,25
Ter conector padrão USB	3	3	6	1,31
Ser capaz de grande ampliação (> 50x)	2	6	8	1,44
Ser de alta resolução (> 1Mpixel)	3	6	9	1,50

Como resultado do cálculo utilizando-se o método proposto, pode-se estabelecer o Diagrama de SWOT para as necessidades (vide Figura 30), para

melhor entendimento do posicionamento estratégico das necessidades dos clientes.

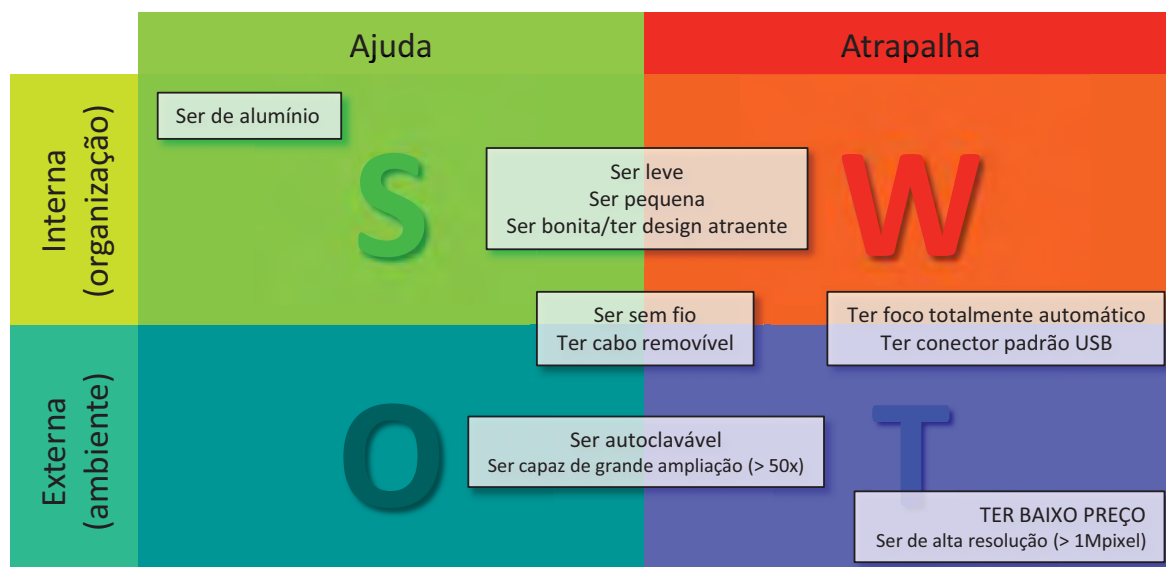


Figura 30 - Diagrama SWOT das necessidades

Passo 4 – Importância final das necessidades

Usando-se o referencial teórico e método descrito no Capítulo 3, a importância final das necessidades finais dos clientes foi calculada e está mostrada no Quadro 11.

Quadro 11 - Importância final das necessidades

TER BAIXO PREÇO	Ter preço baixo	17,37%
USABILIDADE / ESTÉTICA	Ser leve	1,23%
	Ser pequena	1,43%
	Ser bonita/ter design atraente	0,74%
	Ser sem fio	2,20%
	Ser de alumínio	0,72%
	Ter foco totalmente automático	5,70%
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Ser autoclavável	8,20%
	Ter cabo removível	2,37%
	Ter conector padrão USB	13,12%
QUALIDADE DA IMAGEM	Ser capaz de grande ampliação (mais de 50x)	10,53%
	Ser de alta resolução (acima de 1Mpixel)	36,38%

Passo 5 – Requisitos de técnicos de projeto (*HOWs*)

Neste estudo, a empresa organizou uma reunião com a engenharia e a gerência para discutir e estabelecer todos os possíveis requisitos de produto para este projeto. Foi utilizado o método de *brainstorming* para levantamento de todos os possíveis requisitos técnicos. Em uma segunda reunião com os mesmos envolvidos, os requisitos foram reduzidos para retirada dos que foram considerados extremamente improváveis. Devido à limitação da escala 0-1-3-9 da matriz de relacionamentos do QFD (próximo passo), após a reunião foi necessário o acréscimo de *HOWs* “negativos”, que significam a ausência de uma determinada característica técnica. Isto foi particularmente necessário para permitir o uso da escala não-negativa para relacionar “Ter baixo preço” com a presença de características técnicas, o que geralmente é uma relação inversa (acrescentar uma característica geralmente acrescenta custo ao produto). A lista com todos os possíveis *HOWs* identificados está mostrada no Quadro 12.

Quadro 12 - Possíveis requisitos de projeto - *HOWs*

<i>HOWs</i>
1 Resolução VGA
2 Alta resolução (mais que 1Mpx)
3 Sem fio
4 Com cabo não removível
5 Com cabo removível
6 Conector USB
7 Conector especial
8 De alumínio
9 De plástico
10 Foco manual
11 Foco automático
12 Sem estabilizador de imagem
13 Com estabilizador de imagem
14 Digital
15 Analógica
16 Captura direta no CCD com lente
17 Captura via espelho e lente
18 Com botão de captura na câmera
19 Sem botão de captura na câmera

Passo 6 – Matriz de correlação

Neste estudo, a empresa estabeleceu as correlações mostradas a seguir usando-se a experiência técnica prévia por meio da mesma reunião final da definição dos possíveis *HOWs*. O “telhado” da primeira casa da qualidade do QFD está mostrado na Figura 31.

[illegible]

Figura 31 - Matriz de correlações dos *HOWs*

A determinação da matriz de correlações dos *HOWs* foi importante para que a organização (em particular a equipe de desenvolvimento) ficasse ciente das soluções técnicas correlacionadas e dos *trade-offs*. A matriz de correlação auxiliou o restante do planejamento do projeto, identificando os possíveis subsistemas do produto. Com isso, a decisão para separação dos recursos humanos do projeto de DP em equipes com elementos correlatos fica mais evidente.

Passo 7 – Matriz de relacionamentos

Como foi explicado no passo anterior, a limitação da escala não-negativa do QFD exigiu a adição de *HOWs* “negativos”. Neste estudo, escolheu-se preservar a escala 0-1-3-9 ao custo do acréscimo de *HOWs* e julgamentos das relações entre *WHATs* e *HOWs*. Entretanto, como a matriz faz parte da voz da organização e não foi necessário nenhum levantamento, foi bastante prático executar esse procedimento.

Uma alternativa possível para evitar as relações inversas na matriz de relacionamentos seria a escolha de *WHATs* que tivessem apenas relações diretas com os *HOWs*. Neste caso, “Ter baixo preço” poderia ser substituído pelo seu significado oposto. Como pode ser visualizado, tal atitude iria gerar enorme confusão na voz do cliente, pois iria se tratar de um *WHAT* claramente não desejável, o que geraria uma avaliação de Kano reversa para o respectivo *WHAT*.

Portanto, com a escolha do procedimento inicial, os resultados dos julgamentos para a matriz de relacionamentos estão mostrados na Figura 32, utilizando-se da simbologia da matriz ilustrada no Quadro 1.

		Resolução VGA	Alta resolução (mais que 1Mpx)	Sem fio	Com cabo não removível	Com cabo removível	Conector USB	Conector especial	De alumínio	De plástico	Foco manual	Foco automático	Sem estabilizador de imagem	Com estabilizador de imagem	Digital	Analógica	Captura direta no CCD com lente	Captura via espelho e lente	Com botão de captura na câmera	Sem botão de captura na câmera
TER BAIXO PREÇO	TER BAIXO PREÇO	●			●	○	▲			●	▲	○	●		○		○			▲
USABILIDADE / ESTÉTICA	Ser leve					▲				●			○				▲			▲
	Ser pequena				○							▲	○				▲			▲
	Ser bonita/ter design atraente		●	○	▲				●	▲										▲
	Ser sem fio		●												○	▲				
	Ser de alumínio								●											▲
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	Ter foco totalmente automático											●	○		●		○	▲		
	Ser autoclavável			○		○			○	▲		○								○
	Ter cabo removível				●															
QUALIDADE DA IMAGEM	Ter conector padrão USB			○	○	○	●								●					
	Ser capaz de grande ampliação (mais de 50x)	●									○						▲	○		
	Ser de alta resolução (acima de 1Mpixel)	●		○	○										●		▲	▲		

Figura 32 - Matriz de relacionamentos do QFD

Passo 8 – Importância final dos requisitos do produto e valores-meta

Neste estudo, todos os possíveis requisitos do produto são do tipo Booleano. Após o cálculo de todas as importâncias finais dos requisitos do

produto, os vetores das importâncias (relativas e absolutas) e os respectivos valores-meta estão mostrados na Figura 33.

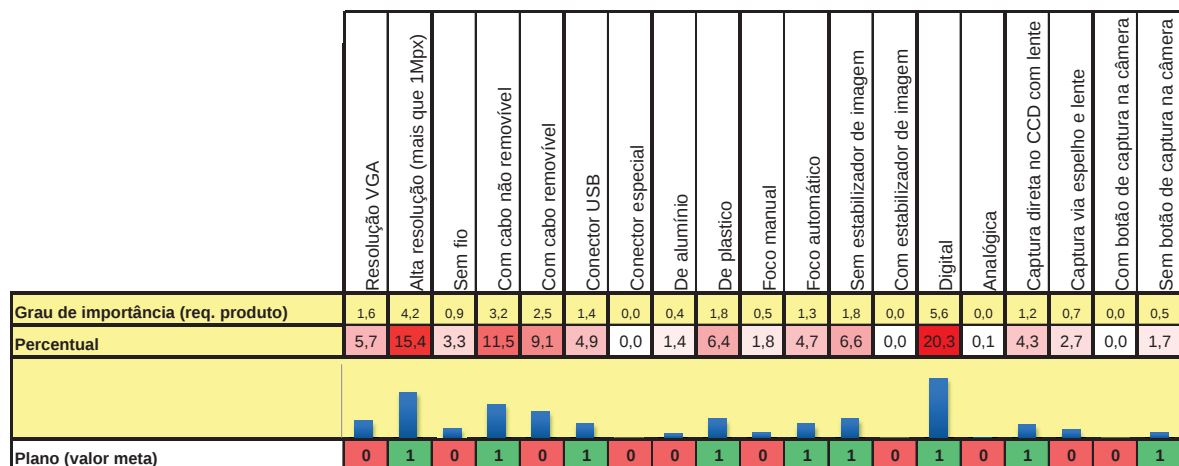


Figura 33 - Requisitos finais

Nota-se a presença de *HOWs* com importância nula no cálculo da importância final dos requisitos. Isso demonstra uma vantagem da utilização do método QFD sobre as práticas de DP que não possuem foco nas necessidades do cliente, pois caracteriza o levantamento de possíveis requisitos técnicos pela organização que não têm nenhuma relação com as necessidades dos clientes.

Por fim, os requisitos finais do projeto do produto estão mostrados no vetor de valores-meta e devem ser seguidos para obtenção de um produto final focado nas necessidades do cliente. Os valores-meta foram escolhidos atendendo-se ao critério de maior importância dentro de cada conjunto de *HOWs* com correlação forte negativa, que são trade-offs nesta pesquisa. Os requisitos técnicos finais determinados para o projeto estão mostrados em destaque no Quadro 13.

Quadro 13 - Requisitos finais do projeto do produto

HOWs

- 1 Resolução VGA
- 2 Alta resolução (mais que 1Mpx)
- 3 Sem fio
- 4 Com cabo não removível
- 5 Com cabo removível
- 6 Conector USB
- 7 Conector especial
- 8 De alumínio
- 9 De plástico
- 10 Foco manual
- 11 Foco automático
- 12 Sem estabilizador de imagem
- 13 Com estabilizador de imagem
- 14 Digital
- 15 Analógica
- 16 Captura direta no CCD com lente
- 17 Captura via espelho e lente
- 18 Com botão de captura na câmera
- 19 Sem botão de captura na câmera

O projeto de desenvolvimento da nova câmera intraoral (vide Figura 34) para a empresa foi iniciado com os requisitos estabelecidos na pesquisa-ação e o lançamento está previsto para Abril/2013.



Figura 34 – Modelo 3D de uma das propostas da nova câmera intraoral

A equipe de desenvolvimento está trabalhando no novo produto com soluções técnicas disponíveis no mercado, dentre as quais se destacam: Utilização de CCD de alta sensibilidade de 3Mpixels, cabo personalizado de alta flexibilidade para oferecer durabilidade e resistência (já que ele não é removível), com conector USB 2.0 padrão, de ABS-PC injetado e com mecanismo de foco automático integrado ao circuito do CCD (com apenas duas posições pré-estabelecidas – intra e extra-oral).

5. Considerações finais

5.1. Verificação dos objetivos

Com a revisão da literatura desenvolvida nesta pesquisa, foi possível a identificação, entendimento e desenvolvimento de um referencial teórico sólido que possibilitou o estabelecimento de um procedimento de QFD integrado aos métodos AHP, Modelo de Kano e SWOT para desenvolvimento de produtos.

O desenvolvimento da pesquisa-ação mostrou, com a análise dos resultados obtidos para o desenvolvimento de um produto, diversas conclusões provenientes e resultantes da aplicação da metodologia.

No que diz respeito à análise da inconsistência da “voz do cliente” na aplicação do QFD, o estudo mostrou, por meio do método AHP, que a maior parte das respostas dos questionários da pesquisa é inconsistente segundo o critério aceitação máxima de 20%, que é consideravelmente alto. Caso este estudo tivesse sido aplicado conforme o QFD tradicional, a inconsistência na resposta não seria tratada no processo e iria compor uma voz do cliente certamente inconsistente. Uma análise mais detalhada da inconsistência pode ser verificada nas Figuras 35 e 36. Selecionando-se apenas os respondentes com menos que 50% de máxima inconsistência em todas as matrizes (27 respondentes), nota-se que mesmo que a tolerância fosse aumentada para 30% apenas 19 respondentes seriam válidos em um total de 44 questionários preenchidos. Além disso, nota-se um comportamento típico na inconsistência média (vide Figura 36) dentro das categorias desses 27 respondentes selecionados: a matriz com maior número de alternativas mostrou maior inconsistências nas respostas. Entretanto há uma surpresa no comportamento da matriz de comparação entre categorias, que mostra inconsistência média relativamente baixa. Isso pode ser explicado pela identificação de que os clientes compreendem melhor os parâmetros menos detalhados que são representados e agrupados pelas categorias.

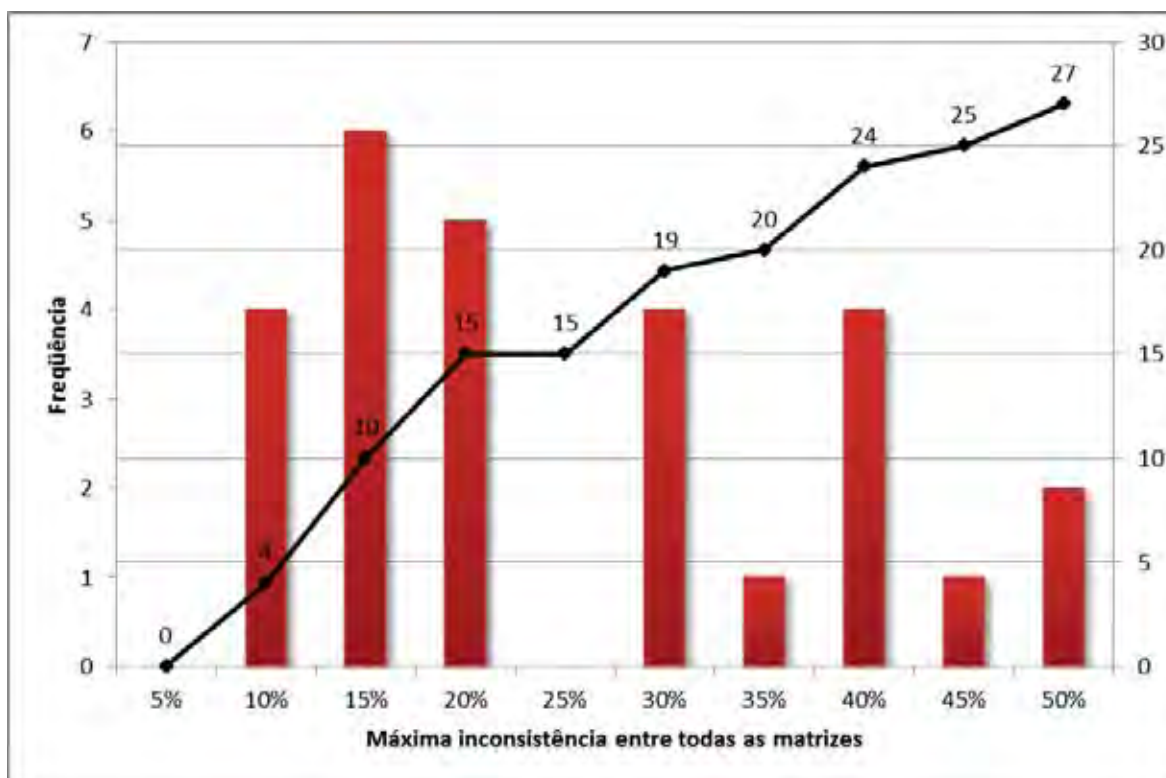


Figura 35 - Histograma da máxima inconsistência verificada entre todas as matrizes do questionário

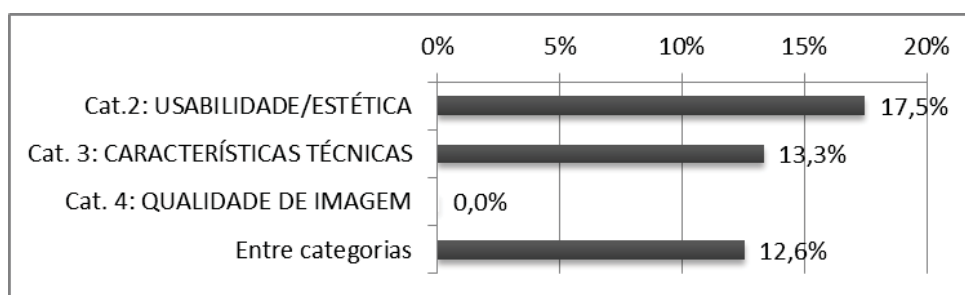


Figura 36 - Média da inconsistência das matrizes do questionário

Com relação ao desenvolvimento de um procedimento para melhoria da satisfação do cliente e para obtenção de bom posicionamento estratégico, esta pesquisa fez uso do Modelo de Kano e Análise SWOT para ponderar a voz do cliente em oposição ao QFD tradicional seguindo a Equação 1. A utilização desses métodos integrados ao procedimento do QFD se mostrou importante para sistematizar o processo para a obtenção da importância final. Como pode ser visto na comparação dos resultados ilustrados nas Figuras 37 e 38 e Tabela 4, a

utilização da metodologia apresentou resultados bem diferentes do QFD tradicional, com ponderações inversas em metade dos *WHATs*.

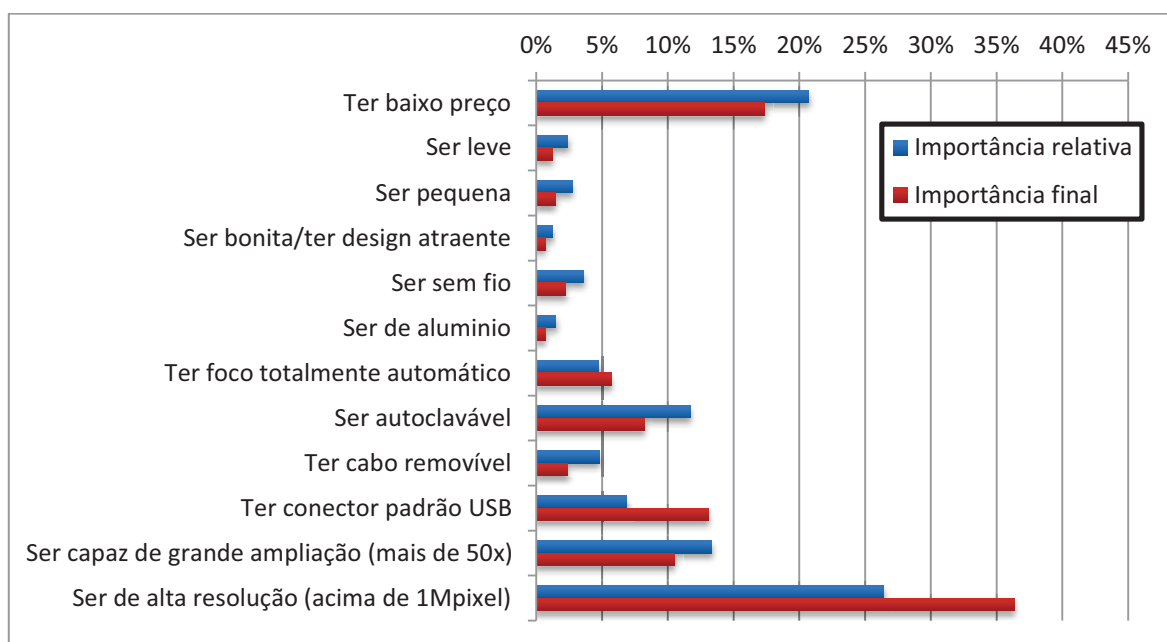


Figura 37 - Importância relativa e final dos *WHATs*

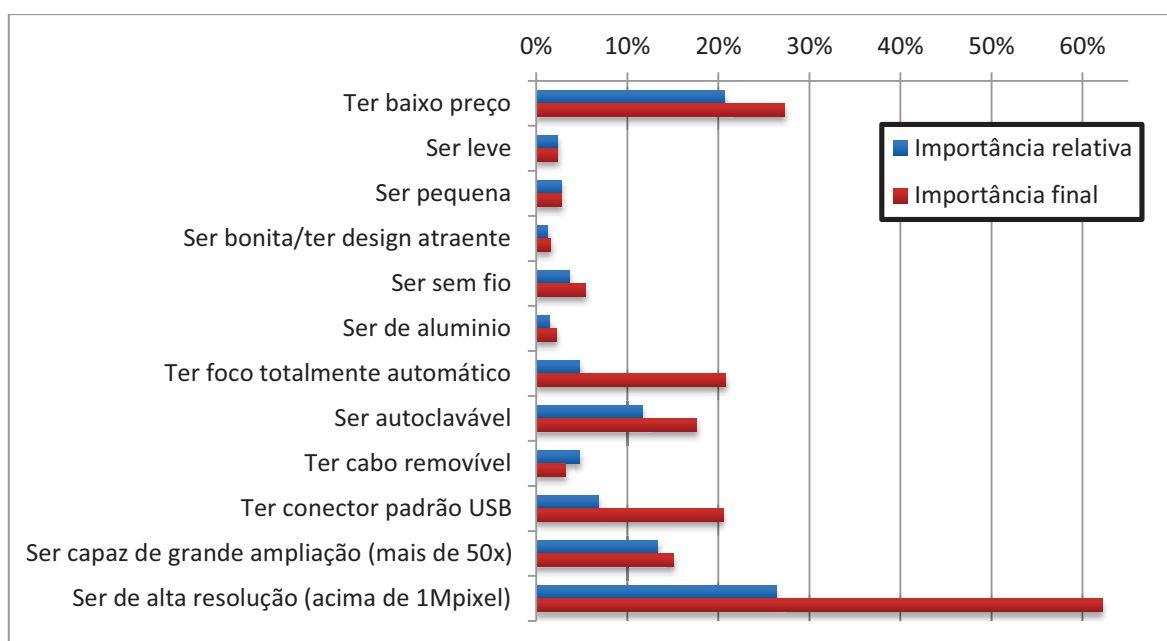


Figura 38 - Importância relativa e final dos *WHATs* pelo QFD tradicional

Os resultados também mostraram que a metodologia fez ponderações em dois casos em que não haveria mudanças devido ao índice de melhoria e argumento de venda ambos iguais a um. Além disso, a comparação da classificação (*ranking*) das importâncias dos *WHATs* (vide Tabela 4) usando-se a

metodologia da pesquisa e o QFD tradicional mostra diferenças na posição de sete necessidades dos clientes, com destaque para a discrepância de três posições do *WHAT* “Ter foco totalmente automático”. Em declaração do gerente da empresa, os resultados da metodologia se mostraram mais próximos das expectativas dos clientes e da análise competitiva da empresa, segundo sua experiência própria.

Tabela 4 - Comparação da classificação das importâncias finais dos *WHATs*

Class.	Metodologia da pesquisa		QFD Tradicional	
	WHAT	Imp. Final	WHAT	Imp. Final
1	Ser de alta resolução (acima de 1Mpixel)	36,38%	Ser de alta resolução (acima de 1Mpixel)	62,20%
2	Ter preço baixo	17,37%	Ter preço baixo	27,30%
3	Ter conector padrão USB	13,12%	Ter foco totalmente automático	20,83%
4	Ser capaz de grande ampliação (mais de 50x)	10,53%	Ter conector padrão USB	20,51%
5	Ser autoclavável	8,20%	Ser autoclavável	17,56%
6	Ter foco totalmente automático	5,70%	Ser capaz de grande ampliação (mais de 50x)	15,02%
7	Ter cabo removível	2,37%	Ser sem fio	5,43%
8	Ser sem fio	2,20%	Ter cabo removível	3,18%
9	Ser pequena	1,43%	Ser pequena	2,77%
10	Ser leve	1,23%	Ser leve	2,38%
11	Ser bonita/ter design atraente	0,74%	Ser de aluminio	2,23%
12	Ser de aluminio	0,72%	Ser bonita/ter design atraente	1,61%

Ainda acerca da contribuição da análise competitiva utilizada na pesquisa, o desenvolvimento da pesquisa identificou uma crítica a ser feita para a integração da Análise SWOT ao QFD. A utilização de um procedimento com dois elementos importantes correlacionados (“importância relativa” e “desempenho relativo dos concorrentes”) para compor a análise competitiva foi uma proposta bastante inovadora e eficaz para sistematizar a matriz de análise competitiva da HOQ. O acréscimo de uma dimensão adicional na análise reproduz melhor o ambiente das organizações do que o tradicional “argumento de venda” que é uma simplificação linear para a análise das necessidades do cliente neste aspecto. No entanto, a literatura atribui as categorias da Análise SWOT aos ponderadores ilustrados na Figura 14. Tal atribuição deveria ser objeto de estudos mais aprofundados em pesquisas futuras, pois, por exemplo, faz pouco sentido

categorizar como sendo uma “Força” uma necessidade de baixa importância cujo desempenho dos concorrentes é inferior ao da empresa.

Para facilitar e tornar mais prática a aplicação do procedimento da metodologia, um software foi criado para a plataforma Windows (que corresponde a maioria dos sistemas operacionais do ambiente empresarial). O software foi concebido para conter na sua tela inicial um passo-a-passo do procedimento dessa pesquisa, de forma intuitiva e visual. O programa eliminou a necessidade de amplo conhecimento dos métodos por parte do usuário, já que todas as equações e referências foram inseridas no programa para não precisar de interação com o usuário. O Quadro 14 mostra o número de fórmulas e referências que foram efetivamente utilizadas no Microsoft Excel para cálculo dos resultados da pesquisa-ação executada. Mesmo que o procedimento fosse programado para ser utilizado pelo usuário em um conjunto de *templates* do Excel, a complexidade e parametrização ainda seriam muito altas, principalmente para inserção de parâmetros específicos do AHP, como categorias e atributos. Além disso, o software supera o uso de *templates* devido à sua interface amigável, o *template* ainda expõe o usuário a um conjunto de planilhas não intuitivas. Em entrevista com o gerente da empresa que foi aplicada a pesquisa-ação, o software foi considerado “fundamental para a viabilidade aplicações do procedimento no futuro”. Uma descrição com mais detalhes do software “QFD-AHP” está mostrada no Apêndice 1.

Quadro 14 - Complexidade computacional do procedimento executado na pesquisa-ação

	Qtd. de fórmulas e referências no Excel
Confecção do questionário	112
Cálculos de cada questionário AHP	216
Decisão do grupo	100
Modelo de Kano e questionário	48
Análise SWOT	113
Primeira casa da qualidade	124
TOTAL	713

Com os objetivos específicos atingidos demonstrados nesta seção, o objetivo geral da pesquisa foi alcançado, oferecendo aos gerentes de projeto e

desenvolvedores de produto um procedimento do QFD para determinação de forma sistemática dos requisitos de produto para um determinado projeto de desenvolvimento. O procedimento utiliza-se dos métodos apresentados para oferecer a esses profissionais uma ferramenta para determinação dos requisitos com foco na qualidade sentida pelo cliente e posicionamento estratégico em relação a essas necessidades do mercado.

5.2. Sugestões para trabalhos futuros

Analizando o referencial teórico disponível, a verificação dos objetivos da pesquisa, os resultados obtidos e as dificuldades encontradas no processo da pesquisa-ação, pode-se identificar alguns tópicos que podem ser objetivos para outras pesquisas. Esta pesquisa identificou quatro assuntos que se enquadram como sugestões para trabalhos futuros com possibilidade de boa contribuição científica:

- **Comparar e identificar fatores que mais contribuem para o sucesso da priorização da voz do cliente usando-se o AHP:** A discussão dos resultados e as dificuldades identificadas na pesquisa-ação mostraram considerações positivas e negativas da aplicação do AHP na captura do vetor de importância relativa dos *WHATs*, dentre os quais se destacam: a dificuldade do cliente de comparar atributos no segundo nível da hierarquia de *WHATs*, a importância da simplificação do questionário para uma página ou menos e a importância da apresentação e explicação da escala do AHP aos clientes. Portanto, cabe a pesquisas futuras analisar e comparar esses e outros fatores que aumentam as possibilidades de sucesso na captura das prioridades dos *WHATs*, que foi um dos grandes obstáculos para esta pesquisa.
- **Aprofundar e melhorar a integração do Modelo de Kano ao QFD utilizando-se dos trabalhos de Tan & Shen (2000) e Berger et al. (1993) para ponderar a voz do cliente diretamente:** Nota-se que a integração do Modelo de Kano ao QFD está sendo abordada por diversas teorias, sem que haja uma aceitação clara para uma determinada abordagem. Duas formas matemáticas principais de aplicação são demonstradas, como a ponderação da voz do cliente diretamente com multiplicador simples (LI et

al., 2009) e a aplicação de ponderação ao índice de melhoria (TAN & SHEN, 2000; TONTINI, 2007; CHAUDHA *et al.*, 2011). A primeira aplicação é mais utilizada quando se aplica o QFD tradicional pela sua praticidade e facilidade de entendimento (a voz do cliente é ponderada diretamente). A segunda aplicação é mais completa, pois considera o caráter não linear da satisfação do cliente nas categorias “atrativa” e “óbvio”. Entretanto esta aplicação matemática é deficiente na praticidade e pondera a voz do cliente indiretamente (aplica-se ao índice de melhoria), podendo acrescentar confusão e erros na aplicação prática, pois depende que a potência seja avaliada corretamente para que erros não se acumulem. Portanto ainda existe um desafio de se aplicar o Modelo de Kano no QFD que capture o melhor das duas vertentes, mantendo a ponderação direta da voz do cliente que se mostra mais prática, lógica e intuitiva.

- **Analisar e verificar os valores para a ponderação dos campos do Diagrama SWOT na integração deste método com o QFD:** O trabalho de *Raharjo et al.* (2010) mostrou um desenvolvimento interessante para utilizar uma ferramenta bastante prática na matriz de análise competitiva do QFD, porém não houve evidência de uma pesquisa extensa na determinação da escala e dos valores de ponderação dos nove pontos no Diagrama de SWOT ilustrado na Figura 14. Assim sendo, existe uma oportunidade para pesquisas futuras para determinação desses valores no caso específico da integração com o QFD, podendo inclusive eliminar a necessidade de normalização, apresentado na Equação 10.
- **Analisar a “Importância do fator de análise competitiva” (β) e a “Constante do fator de análise competitiva” (α) (vide Equação 11) para a aplicação da Análise SWOT no QFD:** Com a necessidade da normalização dos ponderadores SWOT propostos por *Raharjo et al.* (2010), a equação geral (Equação 11) foi desenvolvida para oferecer a equipe que aplica o QFD uma forma de atribuição arbitrária de escala da importância do Fator de análise competitiva. Nesta pesquisa os fatores foram especificados para corresponder exatamente à escala tradicional do Argumento de venda (valores entre um e 1,5). Porém não há necessidade de pesquisas futuras utilizarem a mesma escala proveniente do QFD

tradicional. Com isso, este trabalho sugere que outras pesquisas explorem este tema, avaliando o impacto e os resultados para diversos valores de β e α , em conjunto com a sugestão anterior “Analisar e verificar os valores para a ponderação dos campos do Diagrama SWOT na integração deste método com o QFD”.

Apêndice 1 – Software QFD-AHP

O software QFD-AHP foi desenvolvido pelo pesquisador para auxiliar a aplicação da metodologia apresentada no Capítulo 3. O programa foi desenvolvido na linguagem Visual Basic na versão 2010 para a plataforma Windows e é compatível com as versões XP, Vista, 7 ou superior.

O programa foi concebido para suprir uma necessidade identificada durante a pesquisa-ação: a metodologia exige o tratamento de grande quantidade de dados e com isso as planilhas se tornaram complexas e de difícil utilização. Mesmo com a utilização de *templates* e planilhas dinâmicas, o procedimento é de difícil compreensão para um usuário sem treinamento prévio na metodologia. Dessa forma, o programa foi desenvolvido para ser amigável e poder ser utilizado por gerentes de projeto de DP sem a necessidade de conhecimento completo da metodologia. A interface amigável e sequencial guia o usuário no procedimento, sem que haja nenhuma interação direta com as equações e todo aparato computacional da metodologia.

O software é plenamente capaz de servir para a maioria dos gerentes de projeto de DP e possui poucas restrições, especialmente para limitar a complexidade da casa da qualidade e o AHP:

- oito *WHATs*;
- vinte *HOWs*;
- quatro categorias de *WHATs*;
- geração de questionários em formato Excel;
- capacidade de importação dos questionários apenas se forem criados pelo programa.

Inicialmente, o programa apresenta ao usuário o procedimento passo-a-passo (vide Figura 39), indicando com um ícone as etapas completadas e as etapas indisponíveis.

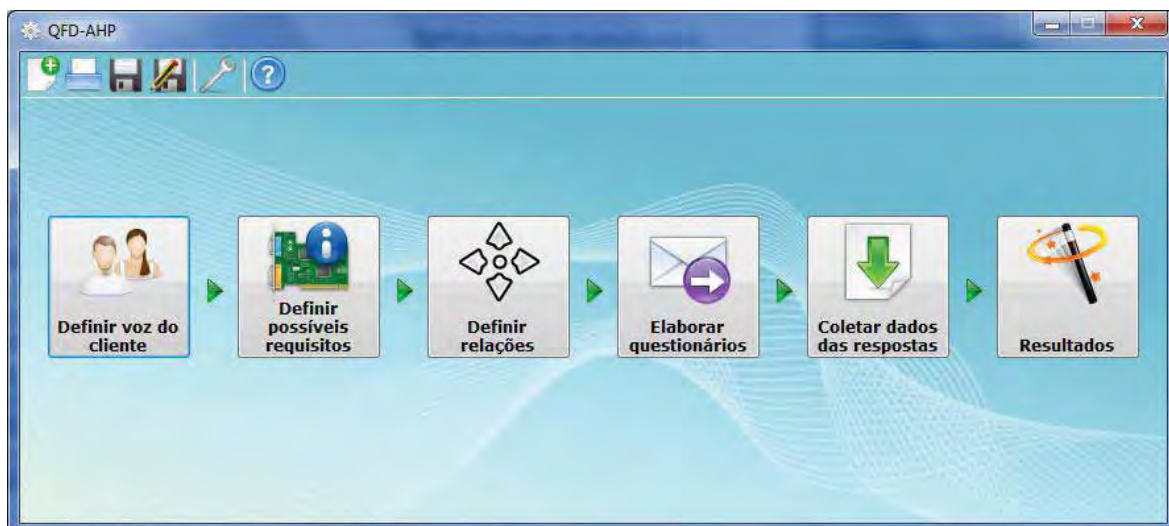


Figura 39 - Tela inicial mostrando o procedimento passo-a-passo

No primeiro e segundo passos, ilustrados na Figura 40, o usuário insere os *WHATs* e *HOWs* do projeto. Na terceira tela, ilustrada na Figura 41, o usuário insere os relacionamentos entre *WHATs* e *HOWs* do produto seguindo a simbologia do QFD indicada na legenda. Na mesma tela o usuário insere as correlações dos *HOWs* seguindo a legenda. O preenchimento da matriz de correlação dos *HOWs* é opcional.

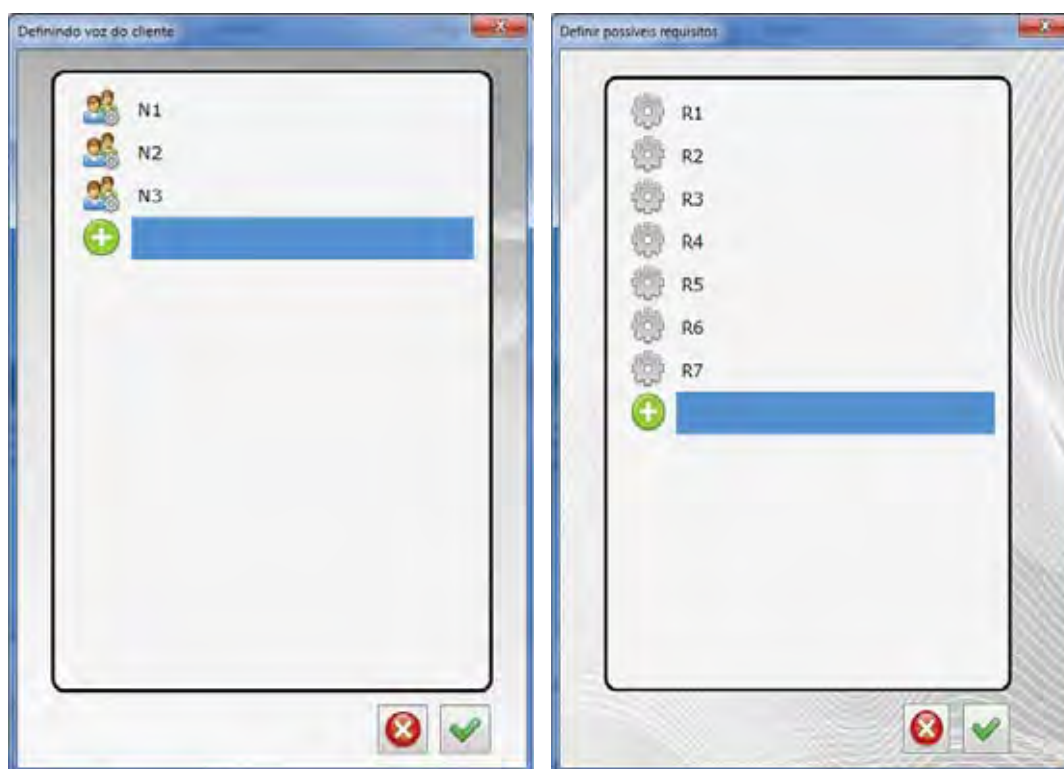


Figura 40 - Definindo a voz do cliente e possíveis requisitos do produto

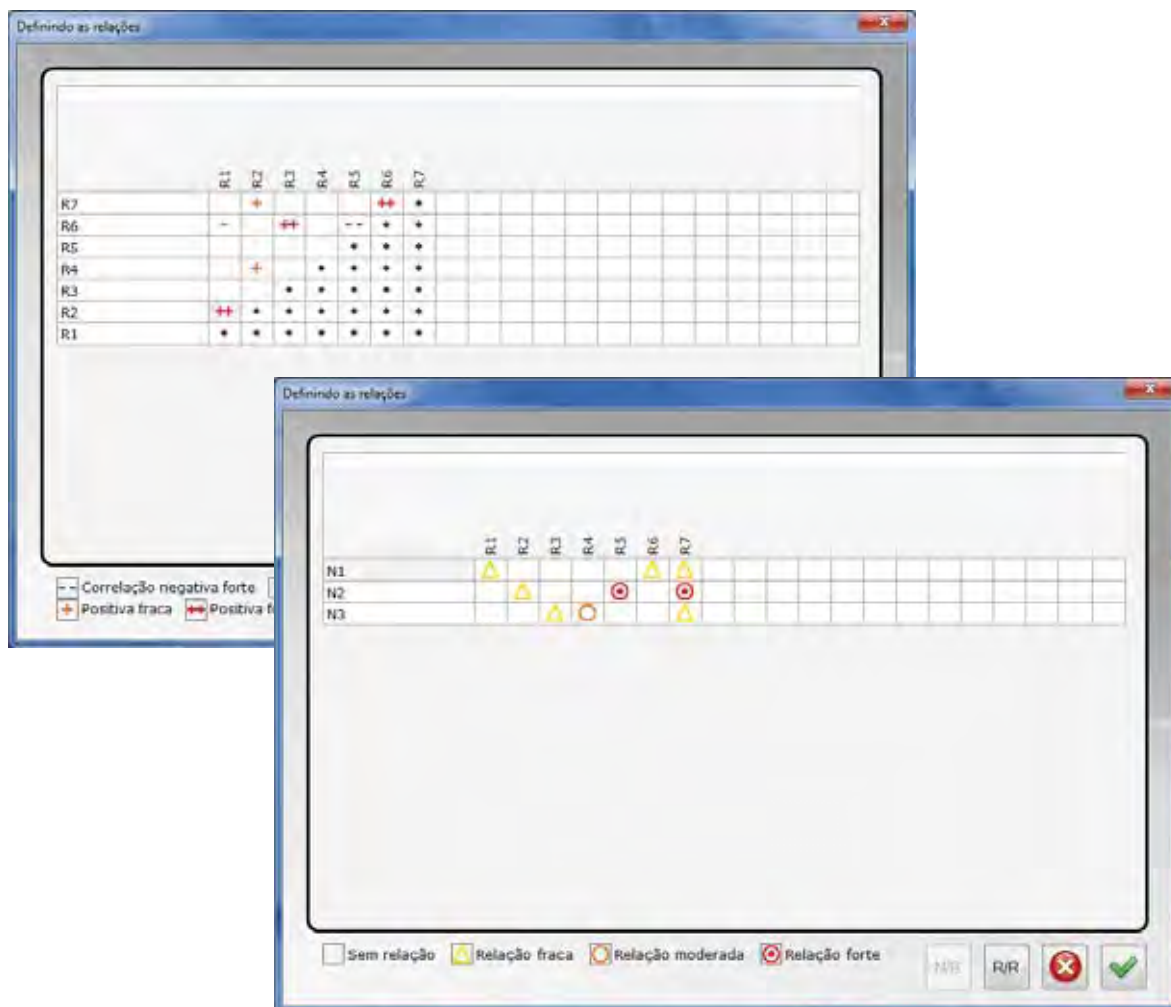


Figura 41 - Matriz de relações e de correlações dos *HOWs*

Na quarta tela (vide Figura 42), o usuário escolhe algumas opções de legenda e mensagens iniciais que irão constar no questionário. Em seguida, o programa oferece as opções de impressão e/ou geração de arquivo (planilha) para o questionário. A planilha é uma opção interessante pois pode ser enviada eletronicamente, inserida em um *website* e além disso, ela é gerada em um formato poderá ser importado automaticamente para coleta dos resultados individuais posteriormente. No caso do preenchimento do questionário impresso, o usuário deverá transferir os resultados individuais para a planilha manualmente.

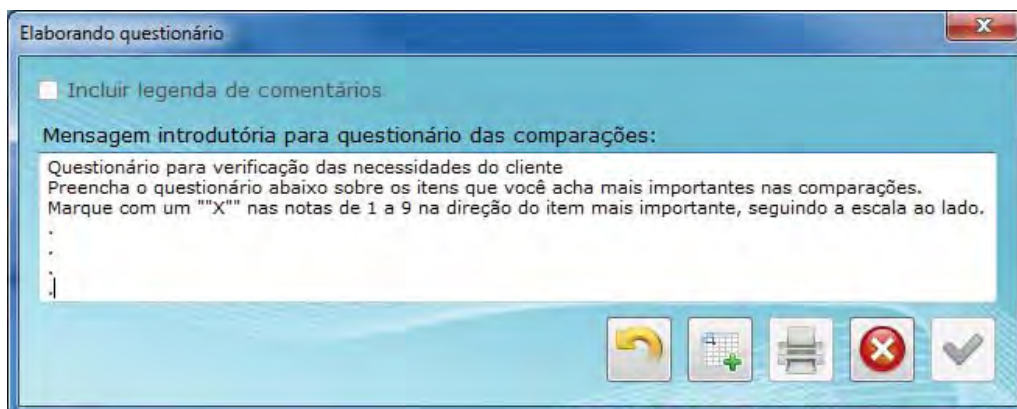


Figura 42 – Elaborando o questionário

Na tela seguinte, os resultados dos questionários são importados para o programa. No ato da importação, os cálculos de inconsistência são feitos e os clientes com máxima inconsistência acima do estabelecido aparecem indicados com ícone de erro. A tolerância de inconsistência é configurada por meio das configurações do software (vide Figura 44).

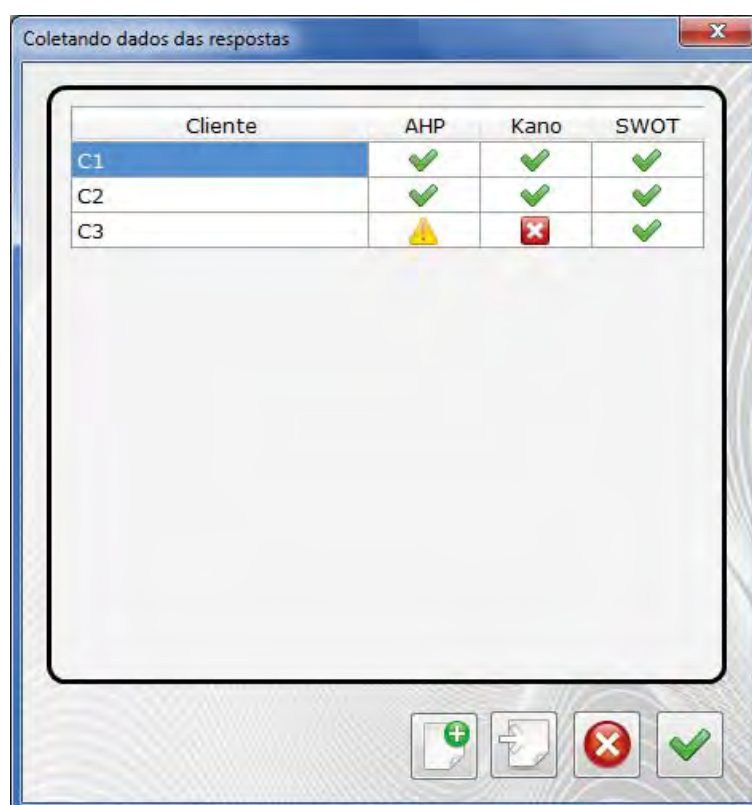


Figura 43 - Importação e análise dos questionários

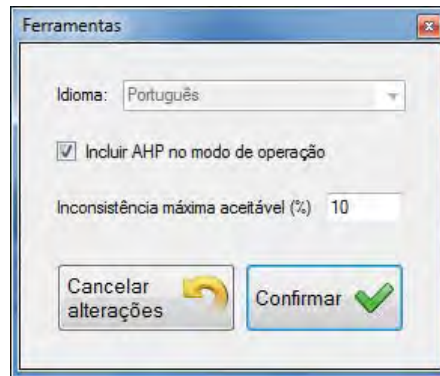


Figura 44 - Configurações específicas

Por fim, na última tela, o usuário tem acesso aos resultados obtidos com a análise dos questionários e das correlações. O programa mostra o vetor de importância dos *HOWs* e os índices máximos de inconsistência das respostas dos clientes (vide Figura 45).

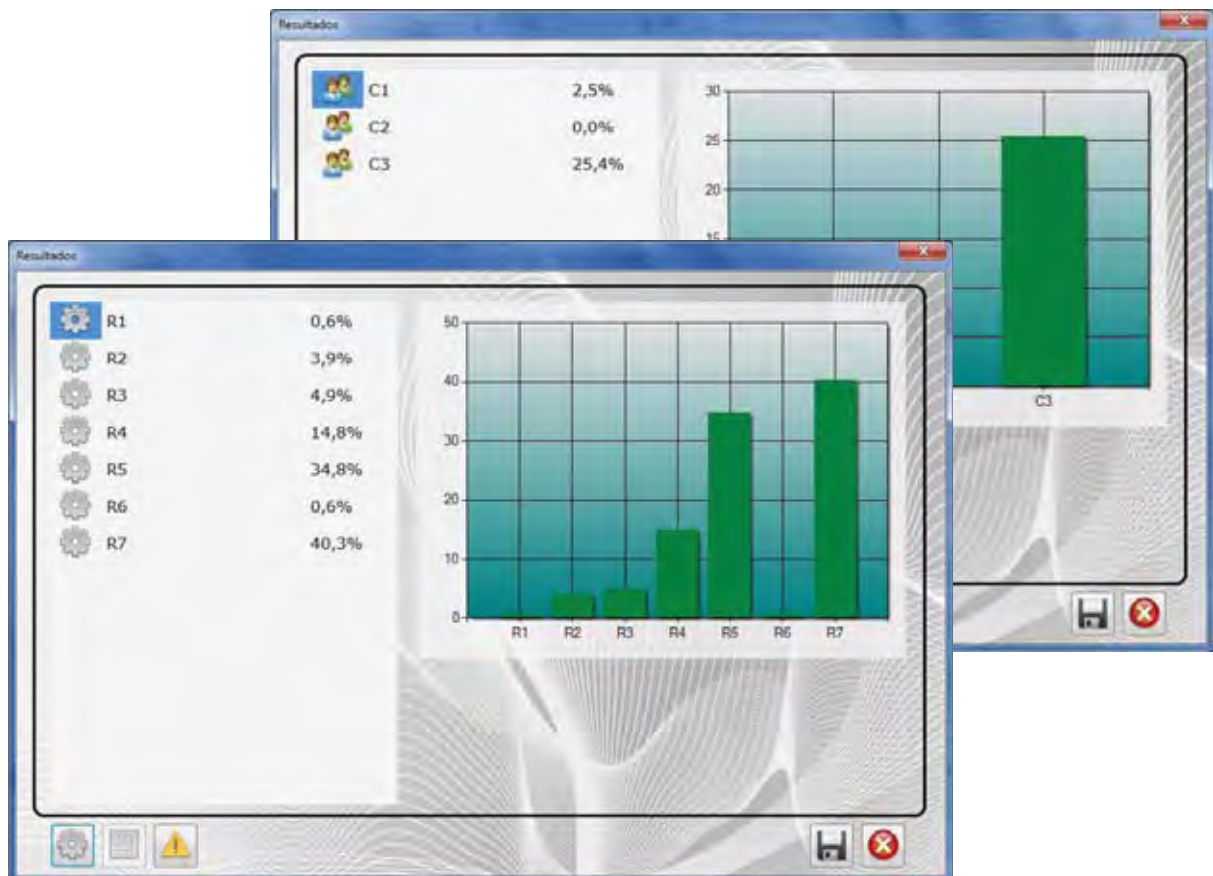


Figura 45 - Telas dos resultados obtidos

Referências bibliográficas

AKAO, Y. **Quality function deployment: Integrating customer requirements into product design**. Cambridge: Productivity Press, 1990. 367 p.

AKAO, Y.; MAZUR, G. H. The leading edge in QFD: past, present and future. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 20, n. 1, p. 20-35, 2003.

APPOLINARIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Editora Pioneira Thomson Learning, 2006. 209 p.

ARMACOST, R. L.; COMPONATION, P. J.; MULLENS, M. A.; SWART, W. W. An AHP framework for prioritizing customer requirements in QFD: an industrialized housing application. **IIE Transactions**, v. 26, n. 4, p. 72-79, 1994.

AYKROYD, T. N. **Value assessment of new product innovations**. 2008. Massachusetts Institute of Technology

BAYRAKTAROGLU, G.; ÖZGEN, Ö. Integrating the Kano model, AHP and planning matrix: QFD application in library services. **Library Management**, v. 29, n. 4/5, p. 327-351, 2008.

BERGER, C.; BLAUTH, R.; BOGER, D.; BOLSTER, C.; BURCHILL, G.; DUMOUCHEL, W.; POULIOT, F.; RICHTER, R.; RUBINOFF, A.; SHEN, D.; TINKO, M.; WALDEN, D. Kano's methods for understanding customer-defined quality. **Center for Quality of Management Journal**, p. 3-35, 1993.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. Operations management research methodologies using quantitative modeling. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 241-264, 2002.

BHATTACHARYA, A.; GERAGHTY, J.; YOUNG, P. Supplier selection paradigm: An integrated hierarchical QFD methodology under multiple-criteria environment. **Applied Soft Computing**, v. 10, n. 4, p. 1013-1027, 2010.

BHATTACHARYA, A.; SARKAR, B.; MUKHERJEE, S. K. Integrating AHP with QFD for robot selection under requirement perspective. **International Journal of Production Research**, v. 43, n. 17, p. 3671-3685, 2005.

BOSSERT, J. L. **Quality function deployment: a practitioner's approach**. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1991.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL, P. C. Review, analysis and classification of the literature on QFD—Types of research, difficulties and benefits. **International Journal of Production Economics**, v. 114, n. 2, p. 737-754, 2008.

CHAN, L. K.; WU, M. L. Quality function deployment: a comprehensive review of its concepts and methods. **Quality Engineering**, v. 15, n. 1, p. 23-35, 2002.

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

CHAN, L.-K.; WU, M.-L. A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example. **Omega**, v. 33, n. 2, p. 119-139, 2005.

CHAUDHA, A.; JAIN, R.; SINGH, A.; MISHRA, P. Integration of Kano's Model into quality function deployment (QFD). **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 53, n. 5, p. 689-698, 2011.

CHENG, L. C. QFD in product development: methodological characteristics and a guide for intervention. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 20, n. 1, p. 107-122, 2003.

CHENG, L. C.; MELO FILHO, L. D. R. **QFD: Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2007. 539 p.

CHUANG, P. T. Combining the analytic hierarchy process and quality function deployment for a location decision from a requirement perspective. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 18, n. 11, p. 842-849, 2001.

COHEN, L. **Quality function deployment: HOW to make QFD work for you**. Reading: Addison-Wesley, 1995.

COUGHLAN, P.; COUGHLAN, D. Action research for operations management. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 220-240, 2002.

CRISTIANO, J. J.; LIKER, J. K.; WHITE III, C. C. Customer-Driven Product Development Through Quality Function Deployment in the U.S. and Japan. **Journal of Product Innovation Management**, v. 17, n. 4, p. 286-308, 2000.

DAVIES, M. Adaptive AHP: a review of marketing applications with extensions. **European Journal of Marketing**, v. 35, n. 7/8, p. 872-894, 2001.

DAY, R. G. **Quality function deployment: Linking a company with its customers**. Milwaukee: ASQC Quality Press, 1993.

EUREKA, W. E.; RYAN, N. E.; INSTITUTE, A. S. **The customer-driven company: Managerial perspectives on quality function deployment**. Dearborn: ASI Press, 1994.

FORMAN, E.; PENIWATI, K. Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 108, n. 1, p. 165-169, 1998.

GARIBAY, C.; GUTIÉRREZ, H.; FIGUEROA, A. Evaluation of a digital library by means of quality function deployment (QFD) and the Kano model. **The Journal of Academic Librarianship**, v. 36, n. 2, p. 125-132, 2010.

GOVERS, C. P. M. *WHAT* and *HOW* about quality function deployment (QFD). **International Journal of Production Economics**, v. 46-47, n. 0, p. 575-585, 1996.

GRIFFIN, A. Evaluating QFD's use in US firms as a process for developing products. **Journal of Product Innovation Management**, v. 9, n. 3, p. 171-187, 1992.

GRIFFIN, A.; HAUSER, J. R. The voice of the customer. **Marketing science**, p. 1-27, 1993.

GUINTA, L. R.; PRAIZLER, N. C. **The QFD book: The team approach to solving problems and satisfying customers through quality function deployment**. New York: Amacom, 1993.

HANUMAIAH, N.; RAVI, B.; MUKHERJEE, N. Rapid hard tooling process selection using QFD-AHP methodology. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 17, n. 3, p. 332-350, 2006.

HAUSER, J. R.; CLAUSING, D. The house of quality. **Harvard Business Review**, v. 66, n. 3, p. 63-73, 1988.

HO, E. S. S. A., LAI, Y. J., CHANG, S. I. An integrated group decision-making approach to quality function deployment. **IIE Transactions**, v. 31, n. 6, p. 553-567, 1999.

HO, W. Integrated analytic hierarchy process and its applications-A literature review. **European Journal of Operational Research**, v. 186, n. 1, p. 211-228, 2008.

HO, W.; BENNETT, D. J.; MAK, K. L.; CHUAH, K. B.; LEE, C. K. M.; HALL, M. J. Strategic logistics outsourcing: An integrated QFD and AHP approach. In: IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2009. Hong Kong. **Proceedings of the IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management**. IEEE Conference Publications. p.1434-1438.

HSIAO, S. W. Concurrent design method for developing a new product. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 29, n. 1, p. 41-55, 2002.

HSU, C. H.; WANG, S. Y.; LIN, L. T. Using innovative technology in QFD to improve marketing quality. In: WSEAS International Conference on APPLIED MATHEMATICS, 2007. Dallas. **Proceedings of the 11th WSEAS International Conference on APPLIED MATHEMATICS**. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS). p.123-128.

IRANMANESH, H.; TABRIZI, B. An integrated framework for customer-oriented web design using QFD, Kano model and ANP. In: International Conference on Computers & Industrial Engineering, 2009. Troyes. **Proceedings of the International Conference on Computers & Industrial Engineering**. IEEE Conference Publications. p.1674-1679.

KAHNEY, L. **A cabeça de Steve Jobs**. Rio de Janeiro: Agir Editora, 2008. 304 p.

KANO, N.; SERAKU, N.; TAKAHASHI, F.; TSUJI, S. Attractive quality and must-be quality. **The Journal of the Japanese Society for Quality Control**, v. 14, n. 2, p. 39-48, 1984.

KING, B. **Designing products and services that customers want**. Portland: Productivity Press, 1995.

KÖKSAL, G.; EGITMAN, A. Planning and design of industrial engineering education quality. **Computers & Industrial Engineering**, v. 35, n. 3-4, p. 639-642, 1998.

KWONG, C. K.; BAI, H. A fuzzy AHP approach to the determination of importance weights of customer requirements in quality function deployment. **Journal of Intelligent Manufacturing**, v. 13, n. 5, p. 367-377, 2002.

KWONG, C. K.; BAI, H. Determining the importance weights for the customer requirements in QFD using a fuzzy AHP with an extent analysis approach. **IIE Transactions**, v. 35, n. 7, p. 619-626, 2003.

LEE, Y.-C.; SHEU, L.-C.; TSOU, Y.-G. Quality function deployment implementation based on Fuzzy Kano model: An application in PLM system. **Computers & Industrial Engineering**, v. 55, n. 1, p. 48-63, 2008.

LI, Y.; TANG, J.; LUO, X.; XU, J. An integrated method of rough set, Kano's model and AHP for rating customer requirements' final importance. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3, p. 7045-7053, 2009.

LU, M. H.; MADU, C. N.; KUEI, C.; WINOKUR, D. Integrating QFD, AHP and benchmarking in strategic marketing. **Journal of Business & Industrial Marketing**, v. 9, n. 1, p. 41-50, 1994.

MADU, C. N.; KUEI, C.; MADU, I. E. A hierarchic metric approach for integration of green issues in manufacturing: a paper recycling application. **Journal of environmental management**, v. 64, n. 3, p. 261-272, 2002.

MARTINS, A.; ASPINWALL, E. M. Quality function deployment: an empirical study in the UK. **Total Quality Management**, v. 12, n. 5, p. 575-588, 2001.

MATZLER, K.; HINTERHUBER, H. H. *HOW* to make product development projects more successful by integrating Kano's model of customer satisfaction into quality function deployment. **Technovation**, v. 18, n. 1, p. 25-38, 1998.

MIGUEL, P. A. C. The state-of-the-art of the Brazilian QFD applications at the top 500 companies. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 20, n. 1, p. 74-89, 2003.

MIGUEL, P. A. C. Evidence of QFD best practices for product development: a multiple case study. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 22, n. 1, p. 72-82, 2005.

MIGUEL, P. A. C. Innovative new product development: a study of selected QFD case studies. **The TQM Magazine**, v. 19, n. 6, p. 617-625, 2007.

MIGUEL, P. A. C.; FLEURY, A.; MELLO, C.; NAKANO, D.; TURRIONI, J.; HO, L.; MARTINS, R.; PUREZA, V.; MORABITO NETO, R. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 3a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MYINT, S. A framework of an intelligent quality function deployment (IQFD) for discrete assembly environment. **Computers & Industrial Engineering**, v. 45, n. 2, p. 269-283, 2003.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION DEVELOPMENT, **Guidelines for collecting and interpreting technological innovation data : Oslo manual**. 3rd. ed. Paris: OECD, 2005

PARTOVI, F. Y. A quality function deployment approach to strategic capital budgeting. **Engineering Economist**, v. 44, n. 3, 1999.

PARTOVI, F. Y. An analytic model for locating facilities strategically. **Omega**, v. 34, n. 1, p. 41-55, 2006.

PARTOVI, F. Y.; CORREDOIRA, R. A. Quality function deployment for the good of soccer. **European Journal of Operational Research**, v. 137, n. 3, p. 642-656, 2002.

PARTOVI, F. Y.; EPPERLY, J. M. A quality function deployment approach to task organization in peacekeeping force design. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 33, n. 2, p. 131-149, 1999.

RAHARJO, H.; BROMBACHER, A. C.; XIE, M. Dealing with subjectivity in early product design phase: A systematic approach to exploit Quality Function Deployment potentials. **Computers & Industrial Engineering**, v. 55, n. 1, p. 253-278, 2008.

RAHARJO, H.; CHAI, K. H.; XIE, M.; BROMBACHER, A. C. Dynamic benchmarking methodology for quality function deployment. **Benchmarking: An International Journal**, v. 17, n. 1, p. 27-43, 2010.

ROSENAU, M. D. **Faster new product development: Getting the right product to market quickly**. New York: Amacom, 1990.

ROZENFELD, H. Modelo de referência para o desenvolvimento integrado de produtos. **Encontro Nacional De Engenharia De Produção**, v. 17, 1997.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRADINI, D. H.; SCALICE, R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo Saraiva, 2006. 542 p.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SAATY, T. L. *HOW* to make a decision: The analytic hierarchy process. **European Journal of Operational Research**, v. 48, n. 1, p. 9-26, 1990.

SAATY, T. L. **Fundamentals of decision making and priority theory : with the analytic hierarchy process**. Pittsburgh: RWS Publications, 2006. 478 p.

SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. **International Journal of Services Sciences**, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SADIQ, M.; AHMED, J.; ASIM, M.; QURESHI, A.; SUMAN, R. More on Elicitation of Software Requirements and Prioritization Using AHP. In: International Conference on Data Storage and Data Engineering (DSDE), 2010. Bangalore. **Proceedings of the International Conference on DSDE**. IEEE Conference Publications. p.230-234.

SHEN, X.; TAN, K.; XIE, M. Benchmarking in QFD for quality improvement. **Benchmarking: An International Journal**, v. 7, n. 4, p. 282-291, 2000.

SHEN, X.; TAN, K.; XIE, M. An integrated approach to innovative product development using Kano's model and QFD. **European Journal of Innovation Management**, v. 3, n. 2, p. 91-99, 2000.

SHIMIZU, T. **Decisão nas organizações**. São Paulo: Atlas, 2006. 443 p.

- SULLIVAN, L. Quality Function Deployment. **Quality Progress**, v. 19, n. 6, 1986.
- TAN, K. C.; SHEN, X. X. Integrating Kano's model in the planning matrix of quality function deployment. **Total Quality Management**, v. 11, n. 8, p. 1141-1151, 2000.
- TARAPANOFF, K. **Inteligência organizacional e competitiva**. Brasília: Universidade de Brasília, 2001. 344 p.
- TONTINI, G. Integrating the Kano Model and QFD for Designing New Products. **Total Quality Management & Business Excellence**, v. 18, n. 6, p. 599-612, 2007.
- TU, C. S.; CHANG, C. T.; CHEN, K. K.; LU, H. A. Applying an AHP-QFD Conceptual Model and Zero-One Goal Programming to Requirement-Based Site Selection for an Airport Cargo Logistics Center. **International journal of information and management sciences**, v. 21, n. 4, p. 407-430, 2010.
- VAIDYA, O. S.; KUMAR, S. Analytic hierarchy process: An overview of applications. **European Journal of Operational Research**, v. 169, n. 1, p. 1-29, 2006.
- VONDEREMBSE, M. A.; RAGHUNATHAN, T. S. Quality function deployment's impact on product development. **International Journal of Quality Science**, v. 2, n. 4, p. 253-271, 1997.
- WANG, J. Fuzzy outranking approach to prioritize design requirements in quality function deployment. **International Journal of Production Research**, v. 37, n. 4, p. 899-916, 1999.
- WILCOX, S. B. Eight Ways to Kill Innovation. **Product Development Insight**, 2003.
- XIE, M.; GOH, T. N.; TAN, K. C. **Advanced QFD applications**. Milwaukee: ASQ Quality Press, 2003. 204 p.
- XU, Q.; JIAO, R. J.; YANG, X.; HELANDER, M.; KHALID, H. M.; OPPERUD, A. An analytical Kano model for customer need analysis. **Design Studies**, v. 30, n. 1, p. 87-110, 2009.
- ZAKARIAN, A.; KUSIAK, A. Forming teams: an analytical approach. **IIE Transactions**, v. 31, n. 1, p. 85-97, 1999.
- ZULTNER, R. E. Priorities: the analytic hierarchy process in QFD. In: 5th Symposium on QFD, 1993. Novi, MI. **Proceedings of the 5th Symposium on QFD**. p.459-466.