

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA

METODOLOGIA DE PROJETO CENTRADA NA CASA DA QUALIDADE

por

Fábio Daniel de Castro

Dissertação para obtenção do Título de  
Mestre em Engenharia

Porto Alegre, Outubro de 2008.

# METODOLOGIA DE PROJETO CENTRADA NA CASA DA QUALIDADE

por

Fábio Daniel de Castro

Engenheiro Mecânico

Dissertação submetida ao Corpo Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, PROMEC, da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de

Mestre em Engenharia

Área de Concentração: Processos de Fabricação

Orientador: Prof. Dr. Joyson Luiz Pacheco

Avaliado por:

Prof. Dr. Arnaldo Rubén Gonzalez

Prof. Dr. Vilson João Batista

Prof. Dr. Wilson Kindlein Jr.

Prof. Dr. Flávio José Lorini  
Coordenador do PROMEC

Porto Alegre, Outubro de 2008.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Fábio Gilberto de Castro e Tânea Oliveira de Castro por aturarem todos meus dias difíceis durante a minha vida de estudante. Aviso que não para por aqui, para que vocês mantenham a calma e paciência.

## AGRADECIMENTOS

Ao encerrar este trabalho, gostaria de agradecer a todos que de alguma forma, direta ou indiretamente participaram da minha vida durante a elaboração deste trabalho.

Ao meu amigo, Leandro Andrade que me auxiliou arduamente com seus conhecimentos para elaboração dos textos e do projeto do produto.

A Victum Design Técnico, em especial ao Adir Schoier que me auxiliou durante todo este trabalho com toda sua gama de conhecimentos e pela oportunidade de elaborar um trabalho que possa ser utilizado no desenvolvimento de novos projetos.

Ao meu orientador e amigo Joyson Luiz Pacheco que desde os tempos de graduação na PUC, acredita no meu potencial como aluno e deu-me a oportunidade de ser por ele orientado durante a elaboração deste trabalho.

Ao pessoal da Escola de Idiomas Quatrum Lindóia. Meu obrigado por flexibilizarem meus horários e ajudarem com seus conhecimentos.

E para encerrar, agradeço a quem escreveu a seguinte frase “Vencer sem luta é triunfar sem glória”. Adoro ouvir e ler esta frase.

## RESUMO

Nas últimas décadas, inúmeras mudanças vêm ocorrendo aos níveis sociais, econômicos, industriais e comerciais. Tais modificações têm provocado um acirramento da concorrência entre as empresas. Uma imensa diversidade de produtos é lançada no mercado a cada ano. Assim, o processo de planejamento de um novo produto inicia com a geração de novos conceitos.

Este trabalho, apresenta a aplicação do QFD (Desdobramento da Função Qualidade), como ferramenta para a implantação de um novo procedimento para o controle e geração de novos conceitos, baseado principalmente na fase informacional de projeto. O procedimento proposto foi denominado Controle Integrado na Geração de Novos Conceitos. O uso das matrizes QFD é fundamental na implantação desta proposta, pois permite identificar as variáveis e atributos que são críticos segundo as opiniões do fabricante e dos consumidores e os processos nos quais essas características da qualidade são construídas. Buscando requisitos dos consumidores, pode-se identificar novas oportunidades de mercado. Além do QFD, assuntos como, técnicas de estímulo à criatividade (*Brainstorming*, *Brainwriting*, Inversão, Analogia, Fantasia, Empatia, entre outras), fatores humanos envolvidos em projetos (Biomecânica, Antropometria e Ergonomia) e fatores ambientais, são discutidos neste trabalho. Essa dissertação foi realizada em parceria com a empresa Victum Design Técnico de Porto Alegre. A metodologia proposta visou auxiliar no desenvolvimento dos projetos subseqüentes realizados pela empresa. O produto escolhido para a validação da metodologia proposta foi um eletrodoméstico. Neste caso, o espremedor de frutas.

Após a aplicação da metodologia proposta, algumas conclusões foram obtidas. Todas as pessoas envolvidas no projeto do produto aprovaram a rapidez e simplicidade da técnica do QFD. A metodologia proposta trouxe uma interligação entre o fabricante e a empresa de design técnico, facilitando o andamento do trabalho. Além disto, ocorreu uma redução do tempo de projeto entre 10 e 15 %. Em última análise, estes foram alguns benefícios obtidos com a realização deste trabalho.

*Palavras-chave: QFD (Desdobramento da Função Qualidade), Design Técnico, Desenvolvimento de Produto.*

## ABSTRACT

### “Methodology of Project Center on the House of Quality”

In the last decades, countless changes have been occurring social, economic, industrial and commercial levels. These modifications have been causing competition to increase between the companies. A huge diversity of products is released in the market each year. Therefore, the planning process of a new product starts with the new concepts generation.

This paper presents the use of the QFD (Quality Function Deployment) as a tool for the introduction of a new procedure for the control and generation of new concepts, based mainly on the informative stage of project. The procedure, named Integrated Control in new Concepts Generation. The use of the QFD is essential for implementing this purpose. First, it allows identification of the critical variables following the opinion of the company and the consumers. Second, it allows identification of the process where critical variables are built. Searching consumer's requirements to identify new markets or opportunities. Besides the QFD, subjects such as technicals of creativity stimulus (*Brainstorming, Brainwriting, Analogy, Fantasy, Empathy* and others), human factors involved in projects (Biomechanics, Anthropometry and Ergonomics) and environmental factors are discussed in this paper. This dissertation is realized in partnership with the company Victum Technical Design from Porto Alegre. The methodology provides auxiliary support on subsequent projects developed by the company. The product selected to validate the proposed methodology was a household appliance. In this case, the domestic fruit juicer.

After applying the methodology proposed, some conclusions have been obtained. All people involved in the product project approved the speed and simplicity of the QFD method. The methodology proposed brought an interconnection between the manufacturer and the company of technical design, facilitating the work progress. In addition to this fact, there was a decrease in the time project between 10 and 15%. Thus, these are some benefits achieved with this work realization.

*Keywords: QFD (Quality Function Deployment), Technical Design, Development of Product.*

## ÍNDICE DE TÍTULOS

	Pág.
Índice de Títulos.....	v
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Tabelas.....	ix
Lista de Símbolos.....	x
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1. QFD Desdobramento da Função Qualidade.....	15
1.2. Objetivos do Trabalho.....	17
1.3. Metodologia Proposta.....	18
1.4. Resultados Esperados.....	21
<b>2. O PROJETISTA NA ATUALIDADE .....</b>	<b>24</b>
2.1. Habilidades Necessárias ao Projetista.....	24
2.2. Barreiras Comuns aos Projetistas.....	25
2.3. Criatividade nos Processos de Criação.....	26
2.4. Técnicas de Estímulo a Criatividade.....	27
2.5. O Projetista de Hoje e dos Próximos Anos.....	32
2.6. Fatores Humanos em Projetos.....	33
2.6.1. Antropometria, Biomecânica e Ergonomia.....	34
2.7. Fatores Ambientais.....	40
<b>3. QFD: CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO.....</b>	<b>41</b>
3.1. Tipos de Clientes.....	42
3.1.1. Níveis de Requisitos dos Consumidores Externos.....	43
3.2. As Fases do QFD no Desenvolvimento de um Produto.....	44
3.3. A Declaração do Objetivo.....	45
3.4. Definição da Gama de Clientes Necessários para Aplicação do QFD.....	46
3.5. Lista dos <i>Quês</i> .....	48
3.6. Avaliação Competitiva Realizada pelo Consumidor.....	49
3.7. Índices de Importância ou Ordem de Importância.....	50
3.8. Como Atender aos Requisitos dos Consumidores.....	51
3.9. Avaliação Técnica da Concorrência.....	53
3.9.1. Valores Visados (Quantos).....	54

	Pág.
3.10. Metas Alvo.....	55
3.11. Matriz de Correlações ou o Telhado da Casa.....	56
3.12. A Matriz de Relações.....	59
3.13. Número Absoluto de Pontos e Posição Relativa.....	61
<b>4. METODOLOGIA DE PROJETO CENTRADA NA CASA DA QUALIDADE.....</b>	<b>63</b>
4.1 Controle Integrado no Desenvolvimento de Produtos.....	64
4.1.1. Levantamento dos Requisitos.....	68
4.1.2. Geração do Conceito.....	70
4.1.3. Conversão do Conceito em Projeto.....	70
4.1.4. Prototipagem e Execução de Testes.....	71
<b>5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA.....</b>	<b>73</b>
5.1. Etapa de Levantamento dos Requisitos.....	74
5.2. Etapa de Geração do Conceito.....	81
5.3. Etapa de Conversão do Conceito em Projeto.....	83
5.4. Etapa de Prototipagem e Execução de Testes.....	95
5.5. Discussões dos Resultados.....	95
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>97</b>
<b>7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>100</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>105</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>106</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Gráfico Esforço <i>versus</i> Tempo entre as Fases de Projeto.....	16
Figura 1.2. Esboço da Matriz “Casa da Qualidade”.....	16
Figura 1.3. Caminho dos Requisitos.....	17
Figura 1.4. Ciclo de Vida de um Produto.....	19
Figura 1.5. Redesign de um Produto.....	20
Figura 1.6. Aspectos de Projeto.....	22
Figura 2.1. Exemplo de Utilização da Técnica Análise Morfológica.....	31
Figura 2.2. Bandeja de Restaurante.....	39
Figura 3.1. As etapas do QFD.....	42
Figura 3.2. As Fases do QFD para o Desenvolvimento Completo de um Produto.....	44
Figura 3.3. Preenchimento da Matriz de Correlações.....	57
Figura 3.4. Preenchimento da Matriz de Correlações, item 2.....	57
Figura 3.5. Exemplo de Preenchimento de um Requisito na Matriz de Correlações.....	58
Figura 3.6. Preenchimento Completo de uma Matriz de Correlações.....	58
Figura 4.1. Etapas Propostas.....	65
Figura 4.2. Significados das Etapas Propostas.....	65
Figura 4.3. Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos.....	67
Figura 4.4. Etapas do Desenvolvimento de Produtos.....	68
Figura 5.1. Cone do Espremedor.....	84
Figura 5.2. Cone, Dimensões.....	84
Figura 5.3. Base Superior do Espremedor.....	85
Figura 5.4. Separador de Polpa.....	85
Figura 5.5. Conjunto: Base Superior e Separador de Polpa.....	86
Figura 5.6. Tampa do Espremedor.....	86
Figura 5.7. Jarra do Espremedor.....	87
Figura 5.8. Corpo do Espremedor.....	87
Figura 5.9. Base Inferior do Espremedor.....	88
Figura 5.10. Dimensões Externas do Espremedor.....	88
Figura 5.11. Engrenagem do Torque.....	89
Figura 5.12. Engrenagem do Motor.....	89

	Pág.
Figura 5.13. Engrenagem Conectora.....	90
Figura 5.14. Componentes do Conjunto de Movimento.....	90
Figura 5.15. Gabinete do Motor.....	91
Figura 5.16. Forma Externa, Branco e Azul.....	91
Figura 5.17. Forma Externa, Verde e Branco.....	92

## ÍNDICE DE QUADROS

	Pág.
Quadro 3.1. Avaliação Competitiva Realizada pelo Consumidor.....	50
Quadro 3.2. Índices de Importância.....	51
Quadro 3.3. Avaliação Técnica da Concorrência.....	53
Quadro 3.4: Valores Observados pela Equipe de Projeto.....	54
Quadro 3.5. Valores Visados a serem Atingidos.....	54
Quadro 3.6. Símbolos Utilizados nas Metas.....	55
Quadro 3.7. Metas a serem Atingidas Durante o Projeto.....	55
Quadro 3.8. Símbolos para Correlações entre Requisitos <i>Comos</i> .....	56
Quadro 3.9. Simbologia e Valores Utilizados na Matriz de Relações.....	59
Quadro 3.10. Matriz de Relações.....	60
Quadro 3.11. Matriz de Relações com Símbolos e Valores.....	60
Quadro 3.12. Ilustração Final de uma Matriz QFD.....	62
Quadro 5.1. Desejos do Fabricante.....	75
Quadro 5.2. Desejos dos Consumidores.....	76
Quadro 5.3. Notas Dadas Pelos Consumidores aos Seus Espremedores.....	76
Quadro 5.4. Lista de <i>quês</i> Levados à Montagem do QFD.....	77
Quadro 5.5. Primeira Matriz Casa da Qualidade para o Espremedor de Frutas.....	77
Quadro 5.6. Segunda Matriz Casa da Qualidade para o Espremedor de Frutas.....	79
Quadro 5.7. Primeiras Especificações Técnicas do Produto.....	81
Quadro 5.8. Materiais e Processos de Fabricação.....	93
Quadro 5.9. Custo Unitário para a Fabricação do Espremedor.....	94

## LISTA DE SÍMBOLOS

DVD.....	Digital Versatile Disk
CD.....	Compact Disk
MP3.....	Music Player Three
USB.....	Universal Serial Bus
HDMI.....	High Definition Multimedia Interface
PP.....	Polipropileno
ABS.....	Acrilonitrila Butadieno Estireno
SAN.....	Estireno Acrilonitrila
POM.....	Polióxido de Metileno
PC.....	Policarbonato
++.....	Forte Relação Positiva
--.....	Forte Relação Negativa
+.....	Relação Positiva
-.....	Relação Negativa
↑.....	Aumentar / Maximizar
↓.....	Reduzir / Minimizar
⊙.....	Meta Alvo
△.....	Fraca(1Ponto)
○.....	Média(3Pontos)
●.....	Forte(9Pontos)
TRIZ.....	Teoria da Solução dos Problemas Inventivos
P&D.....	Pesquisa e Desenvolvimento
IBGE.....	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
SBB.....	Sociedade Brasileira de Ergonomia
OIT.....	Organização Internacional do Trabalho
ABERGO.....	Associação Brasileira de Ergonomia
AET.....	Análise Ergonômica do Trabalho
AEA.....	Análise Ergonômica da Atividade
INMETRO.....	Instituto Brasileiro de Pesos e Medidas

## 1. INTRODUÇÃO

As inovações tecnológicas, a geração de novos conceitos de produção e a qualidade percebida ou observada sobre um produto nos últimos anos, foram os principais responsáveis na busca por novos espaços no mercado consumidor. Até as décadas de 60 e 70, quando a demanda por bens de consumo era maior que a oferta e o período do ciclo de vida dos produtos era mais longo, as empresas podiam prorrogar o lançamento de novos produtos, sem grandes preocupações com perda de mercado ou com o comportamento dos seus concorrentes, diferentemente do que ocorre nos dias atuais.

O desenvolvimento tecnológico aumentou a capacidade produtiva e acirrou a concorrência, levando as empresas por caminhos de constantes melhorias em seus produtos. Este momento de desenvolvimento do modo capitalista de produção tem exigido mudanças nas empresas como uma estratégia de sobrevivência. Tais mudanças incluem uma nova forma de perceber e estruturar a produção e suas relações com clientes e fornecedores, implicando em constantes atualizações dos modos produtivos e investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Por isto, tão necessários hoje a identificação das oportunidades de mercado e os estudos sobre o comportamento do consumidor.

Pode-se afirmar que um produto deve ser a solução para uma necessidade real de seus consumidores. As avaliações feitas pelos clientes quanto à qualidade do produto oferecido em relação às ofertas dos concorrentes é um fator decisivo para o seu sucesso em longo prazo. Em engenharia, uma das maiores dificuldades projetuais tem sido aliar a tendência de enxugamento das margens de lucro de acordo com o acirramento da competição e do encurtamento do ciclo de vida de alguns produtos. Deve-se estar preparados para suprir as necessidades dos clientes e sob este aspecto, a melhor maneira encontrada é trabalhar intensamente na fase informacional dos projetos.

No caso do Brasil, principalmente a partir da abertura do mercado as importações no início da década de 90, a busca pela produção em níveis mundiais de qualidade e produtividade tornou-se essencial para a conquista e manutenção dos mercados. A utilização de novas tecnologias ao lado de reestruturação organizacional e programas para melhoria da qualidade foram os passos iniciais para o desenvolvimento da indústria nacional.

Nos países desenvolvidos, o setor de criação de novos produtos é o centro nervoso da empresa. No Brasil, e nos demais países de economias emergentes por outro lado, os maiores esforços empresariais ainda estão concentrados em melhorias nos padrões de qualidade e produtividade, desconsiderando, muitas vezes, o projeto de produto como elemento chave para a conquista e manutenção dos mercados. É notório que as grandes empresas multinacionais possuem centros de pesquisas em seus países de origem, e que o saber desenvolvido nestes centros possui uma importância estratégica para as suas filiais no mundo, pois envolvem segredos industriais e programas estratégicos de ação de longo prazo. O desenvolvimento de projetos no Brasil, após quase duas décadas de abertura comercial nos levaria a importantes modificações nesta situação ou ainda continuaríamos dependentes da geração de novos produtos no exterior e caberia ao nosso mercado copiá-los e adequá-los as nossas necessidades.

Hoje, as empresas brasileiras, estão empenhadas em alcançar o nível de competitividade exigido pelo mercado. No entanto, os esforços são muitas vezes desarticulados, adotando-se alguns métodos e técnicas de forma parciais e isoladas na geração de novos conceitos. Como conseqüências desta displicência, nossas indústrias muitas vezes não garantem a satisfação de seus clientes e não atingem os níveis de produção esperados. Portanto, usar ferramentas para o desenvolvimento de projetos torna-se fundamental para a competitividade da indústria nacional.

Segundo estudos, até 40 % dos custos de um projeto são comprometidos durante as fases iniciais, e uma avaliação prévia dos requisitos dos clientes é fundamental na minimização destes gastos. Por isto, o estabelecimento de uma rede de relações permite que as informações do mercado sejam desdobradas para todo o processo de desenvolvimento do produto, fornecendo assim, uma estrutura adequada para a tomada de decisões que seja harmoniosa entre a voz do mercado e a voz do fabricante. Nesse sentido, o desdobramento da qualidade maximiza a chance que estas vozes sejam bem transmitidas até o setor de desenvolvimento de projetos, solucionando os problemas de comunicação interna entre os projetistas.

O produto de sucesso deve ser irresistível no design, mas igualmente desejável no nível de funcionalidade. Requisitos estes que podem ser buscados através do método denominado “QFD” (Desdobramento da Função Qualidade) e com a criação de um fluxograma para o desenvolvimento de novos projetos.

## 1.1 QFD (Desdobramento Da Função Qualidade) ou (Quality Function Deployment)

O Desdobramento da Função Qualidade (QFD), surgiu pelas mãos do japonês Yogi Akao, em meados da década de 60, mais precisamente no ano de 1966, como ferramenta de apoio ao projeto de pneus da empresa Bridgestone Tire. Alguns anos depois, em 1972 o fabricante de navios de grande porte chamado Estaleiros Kobe, pertencente ao grupo Mitsubishi, fez a primeira utilização do método de forma sistematizada que só chegaria na América em 1983, nos Estados Unidos, onde a Ford e a Xerox foram às companhias pioneiras.

Atualmente, o conceito é aplicado no mundo inteiro, incluindo o Brasil, ainda que de forma limitada e nos mais variados contextos organizacionais, cobrindo um vasto leque de atividades, desde a indústria de prestação de serviços, ensino, alimentação, saúde e finalmente em projetos.

Segundo Yogi Akao: “QFD é a conversão dos requisitos do consumidor em características de qualidade do produto e o desenvolvimento da qualidade de projeto para o produto acabado através de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos do consumidor e as características do produto. Esses desdobramentos iniciam-se com cada mecanismo e se estendem para cada componente ou processo. A qualidade global do produto será formada através desta rede de relações” [Yogi Akao, 1990].

Em traços gerais, a aplicação do QFD envolve a construção de um conjunto de matrizes, das quais a mais utilizada é a vulgarmente chamada de "Casa da Qualidade" ou “Matriz de Planejamento”. Nesta matriz, encontra-se nas linhas as necessidades dos clientes (requisitos dos consumidores) e nas colunas a resposta desenvolvida pela equipe de trabalho no sentido de satisfazer tais necessidades. A "Casa da Qualidade" contém ainda outras submatrizes (ou "quartos") que permitem aferir o posicionamento da empresa em relação à concorrência, evidenciando os aspectos a maximizar para se obter um novo produto de valor acrescentado. Efetuado a pesquisa com o cliente e realizando o confronto com a concorrência, a equipe de desenvolvimento de projetos da empresa está apta a estabelecer as especificações básicas ao produto a ser desenvolvido.

O QFD, ordena o raciocínio mediante uma estrutura destinada a esclarecer e atingir metas. Para quem toma as decisões, o QFD ajuda a identificar o que é importante, proporcionando um sistema lógico em substituição a tomada de decisões de base emocional.

A singularidade desta metodologia é que os dados levantados já fazem parte do processo decisório desde sua fase conceitual de projeto, e recorrendo ao conhecimento da equipe, a empresa pode captar os dados que irão ou não apresentar bons resultados e o que deverá ser descartado. Sendo assim, na medida que a empresa ganha experiência com o uso da técnica, o modelo se torna histórico para o aperfeiçoamento contínuo. A figura 1.1, é uma referência básica no desenvolvimento de novos produtos, indicando o esforço concentrado entre as etapas de conceito e detalhamento.

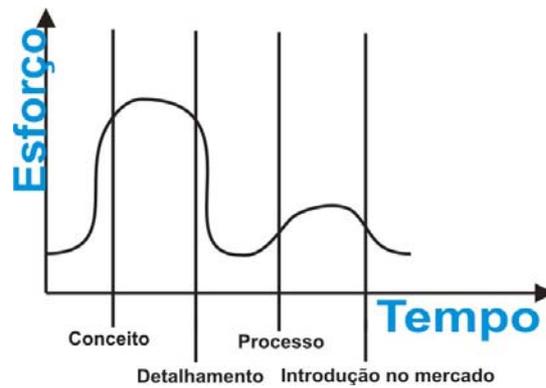


Figura 1.1 Gráfico Esforço *versus* Tempo entre as Fases de Projeto.

Aplicando o método do QFD, concentra-se um maior esforço na etapa conceitual de projeto, onde o fluxo de informações deve ser amplo e aberto no desenvolvimento de um novo conceito. Já a figura 1.2, traz uma visão simplificada da chamada “Casa da Qualidade”. Ilustração que será devidamente discutida nas seções posteriores desta dissertação.

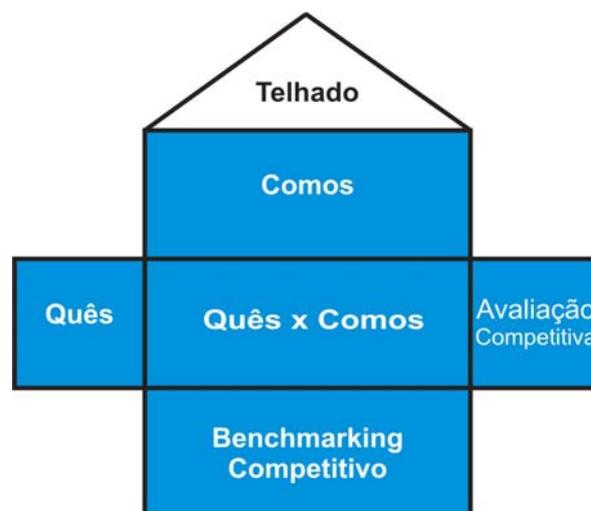


Figura 1.2. Esboço da Matriz “Casa da Qualidade”.

Fonte: Adaptada do livro QFD a vez do Brasil, Lawrence R. Guinta.

A força do QFD está em tornar explícitas as necessidades dos clientes e as características desejadas nos produtos. Outro aspecto importante a considerar é que, por ser uma metodologia baseada em trabalho coletivo, os membros da equipe desenvolvem uma compreensão comum sobre as decisões, suas razões e suas implicações, e tornam-se comprometidos com iniciativas de implementar as decisões que são tomadas coletivamente.

## 1.2 Objetivos do Trabalho

Os objetivos desta dissertação são, o desenvolvimento de uma metodologia aplicada ao projeto de novos produtos auxiliada pela utilização da ferramenta denominada Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

A partir da observação de que aumento da competitividade entre as empresas é crescente nos últimos anos, para satisfazer plenamente as necessidades dos consumidores, mais do que simplesmente produtos atrativos, devem-se criar diferenciais para sejam realmente percebidos no mercado. Neste contexto, o processo de planejamento da qualidade dos produtos de uma empresa caracteriza-se como um fator crítico de sucesso ou fracasso dos seus negócios. O uso da ferramenta denominada QFD e a geração de uma metodologia atual, que indique os melhores rumos a serem seguidos no desenvolvimento de projetos terão papéis fundamentais na elaboração do conceito a ser desenvolvido.

A metodologia do QFD deve desenvolver-se, então, ao longo das etapas fundamentais de projeto descritas na figura 1.3.

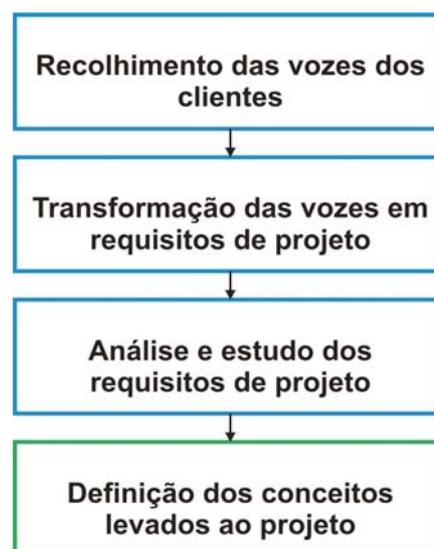


Figura 1.3. Caminho dos Requisitos.

Na figura 1.3, **o recolhimento das vozes do cliente**, consiste em compreender as expectativas e necessidades dos clientes, através da realização de entrevistas exploratórias e abertas onde são criadas as bases para o desenvolvimento informacional dos projetos. Já na etapa de **transformação das vozes em requisitos de projeto**, as “vozes” recolhidas na etapa anterior apresentam-se, por vezes, de forma ambígua e pouco precisa. Através de um “processo de tradução” feita pela equipe de projetistas será possível convertê-las em requisitos do cliente enunciados de forma clara e objetiva a equipe de projeto.

O terceiro passo é a **análise e estruturação dos requisitos de projeto**. Muitas vezes não é viável conceber um produto que satisfaça de modo completo todas as necessidades identificadas. Importa, por isso, estabelecer prioridades com base na importância atribuída aos diversos requisitos identificados. É a partir deste ponto que os requisitos levantados passam a ser analisados dentro da Matriz de Correlações do QFD, onde os requisitos dos clientes, as análises realizadas pela equipe de design técnico e a comparação com os concorrentes foram confrontados para que sejam **definidos os conceitos levados ao projeto**.

O procedimento proposto para geração de novos produtos, foi chamado de *Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos*.

### 1.3 Metodologia Proposta

Inicialmente, fez-se necessária uma avaliação do cenário atual do desenvolvimento de projetos na indústria de produção de bens e consumo nos mercados da América Latina. A seguir, foi realizado:

- O mapeando dos processos atuais, com todas as etapas, identificando os pontos críticos do desenvolvimento de projetos em países de economias emergentes;
- O estudo através de bibliografias, entre todos os assuntos envolvidos na elaboração da metodologia de projeto proposta;
- A realização de uma análise sobre a utilização do QFD nas empresas nacionais;
- A elaboração de uma metodologia para o desenvolvimento de novos de projetos de produtos;
- A aplicação da metodologia proposta no desenvolvimento de um projeto.

Nestes estudos, é de suma importância conhecer as formas de ação dos projetistas nas indústrias atuais de forma a observar seus poderes de síntese e análise, pois ambos são fundamentais para o desenvolvimento consciente de um projeto, sendo complementares e imprescindíveis.

Segundo Phillip Kotler: “de cada 58 idéias de novos produtos que surgem nas empresas, apenas 12 transformam-se efetivamente em projetos. Destas, 5 são descartadas na fase de análise financeira e outras 4 morrem no estágio de desenvolvimento de produto. Três produtos, apenas, chegam a passar por teste de mercado e um único é lançado com sucesso” [Phillip Kotler, 1999].

Importante ressaltar neste momento, que em mercados chamados emergentes tais como os da América Latina, certos produtos que não fazem sucesso em países desenvolvidos, aqui perduram e outros que em nosso mercado fazem sucesso lá jamais fariam, o que demonstra a importância de estudar o comportamento do consumidor em vários tipos de mercados para que possa lançar novos produtos. Por isto, deve-se conhecer um pouco dos costumes humanos e seu modo de vida de forma que o produto em desenvolvimento possa ser devidamente segmentado no mercado em que estará transitando. Cada produto possui um determinado ciclo de vida, como indicado na figura 1.4, observando-se estagnação das vendas com o decorrer do tempo.

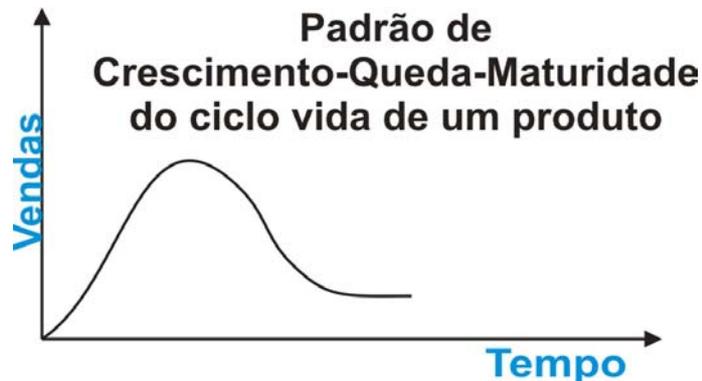


Figura 1.4. Ciclo de Vida de um Produto.

Fonte: Adaptada de Marketing para o século XXI, Philip Kotler.

Por isto, o projetista deve entender que produto possui um ciclo de vida, que será definido pelo mercado e os diferentes comportamentos dos consumidores interferem no período de duração deste ciclo.

Existem clientes inovadores, que preferem ser os pioneiros, os primeiros a comprar o produto. Seja por status ou por motivação de lançamento, estes são de fundamental importância para o alavancamento das vendas iniciais. A empresa deve lembrar que estes são importantes formadores de opinião. Em seguida, após o lançamento a estratégia de venda deve focar os clientes que não são apenas vislumbrados pela forma, design ou modernidade do produto e sim no conjunto de benefícios que o produto traz perante os concorrentes. São estes, que farão o produto circular de forma consistente no mercado e segmentarão o crescimento das vendas.

Importante lembrar, que não somos nós projetistas que determinamos por quanto tempo o produto terá sucesso no mercado, no entanto um conceito “acertado” no momento da concepção do produto pode ser fundamental para a duração deste ciclo. Temos consciência, no entanto, que não somos os responsáveis pela estratégia de venda dos produtos, pois os fabricantes têm estratégias comerciais diferenciadas.

Uma boa relação com o consumidor é fundamental, principalmente por que os produtos, muitas vezes, podem sofrer o chamado redesign de projeto. O redesign é o reprojeto de um conceito já utilizado, como ilustra a figura 1.5. Alteram-se aspectos do conceito original, buscando um novo pico de vendas, já que o produto original estava estagnado ou em queda no plano comercial. Cria-se assim, um novo ciclo de vida para o produto.

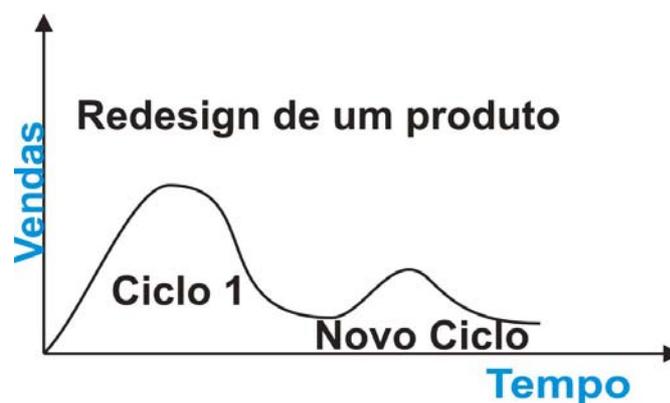


Figura 1.5. Redesign de um Produto.

Fonte: Adaptada de Gestão e desenvolvimento de produtos e marcas, Hélio A. Irigaray.

Efetuar o redesign de um produto uma ou mais vezes, pode aumentar seu ciclo de vida por um longo tempo. O melhor exemplo que pode ser dado no mercado nacional, neste caso, é o Fiat Uno. Desde seu lançamento em 1984, ele já sofreu inúmeras modificações, mudando desde aparência externa, passando pelo interior até sua motorização.

Quando a Fiat lançou o Palio em 1996, a própria empresa tinha receios quanto ao fim do ciclo de vida do popular Uno. No entanto, a Fiat conseguiu através das várias modificações manter seus dois modelos concorrentes entre os cinco mais vendidos no segmento popular. E aos olhos do mercado, assim como as novas modificações recentes ao Palio, esperam-se em breve novas modificações sobre o modelo Uno, indicando mais um redesign de um produto que esta no mercado por um longo período.

Este trabalho propõe-se a desenvolver uma metodologia de projeto para que se possa, junto aos consumidores, assegurar o sucesso de um determinado produto e que ao mesmo tempo seja lucrativo aos fabricantes.

#### 1.4 Resultados Esperados

Para obter bons resultados nos projetos, também é muito importante deixar claro com a alta administração da empresa como ela pode proceder e trabalhar dentro de uma linha de produtos. A empresa poderá trabalhar para o segmento de classe A da população, e podemos apresentar conceitos modulados sobre os produtos que seriam destinados as classes B e C, por exemplo. Ou o contrário, um produto criado para classes C, D e E da população pode, com pouco investimento, atender as classes superiores desde que seu projeto seja bem executado. Por que não lançar, por exemplo, um refrigerador para classe B população, com baixo consumo de energia, baixo nível de ruído e prateleiras móveis. Podemos sob o mesmo projeto destiná-lo a classe A da população, alternando acabamentos de puxadores, algumas peças móveis como gavetas diferenciadas e exterior em inox. Ainda sobre o mesmo produto, porque não destiná-lo a classe C, mantendo as características básicas de baixo nível de ruídos e economia de energia, mas utilizando acabamentos mais baratos. É um mesmo produto destinado a segmentos diferentes, produzido dentro da mesma planta industrial. Utilizar o QFD no âmbito projetual é fundamental sob este aspecto produtivo, afinal são de lucros que as empresas sobrevivem.

Quando uma empresa contrata outra especializada em Design Técnico, muitas vezes entrega nas mãos dos engenheiros projetistas apenas uma forma ou uma simples idéia, não levando em conta nenhum dos atributos mercadológicos e técnicos já citados anteriormente. Basear-se em uma forma apenas é geralmente impossível e irresponsável, sendo este paradigma que este trabalho visa atender.

Este trabalho é uma parceria entre a empresa Victum Design Técnico e o aluno Fábio para propor uma metodologia de projeto de produto utilizando-se como ferramenta auxiliar o QFD.

Muitas vezes, as empresas recebem dos seus contratantes uma grande interrogação e deve gerar um fluxo de idéias coerentes e devidamente executáveis. Na figura 1.6, são apresentados alguns dos pontos fundamentais que fazem parte do ambiente de desenvolvimento de produtos.

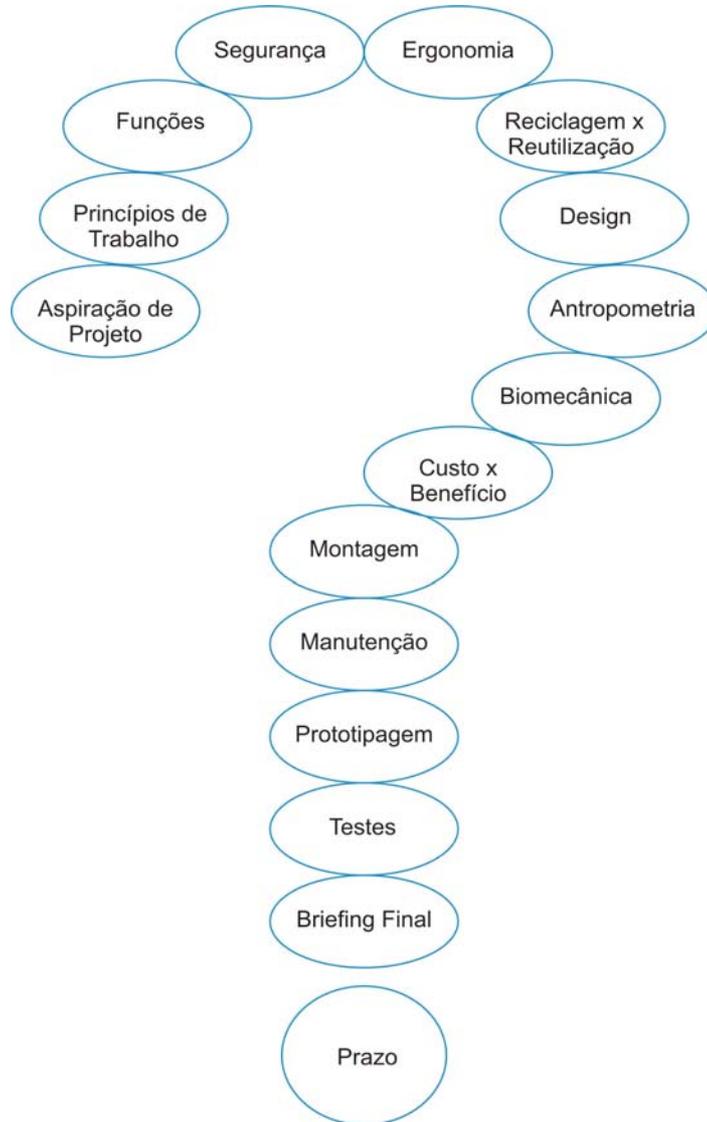


Figura 1.6. Aspectos de Projeto.

Afinal, são inúmeros os aspectos envolvidos em projeto que deverão ser atendidos entre uma simples aspiração de projeto até a construção de um modelo de teste e a criação de um *briefing* final onde o modelo está devidamente validado.

Em um mercado multimarcas é fundamental trabalhar o projeto dentro dos conceitos empresariais valorizando slogans e logomarcas. Para isto, basta pensar de uma forma simples. Quanto mais vale a marca Coca-Cola do que apenas a empresa The Coca-Cola Company? A resposta é 50 ou 60 vezes mais, segundo especialistas em finanças e negócios. Por isto, os engenheiros no papel de projetistas, têm que ter uma cultura quanto aos conhecimentos mais generalistas possíveis quando no desenvolvimento de novos projetos. Outro dado relevante aos projetistas é que entre 50 e 55 % das compras são feitas por impulso pelos consumidores. Este dado deve fazer pensar o quanto conhecer design de produtos, pesquisas com fabricação, materiais e acabamentos são fundamentais na atualidade. Cabe aos projetistas questionar aos fabricantes até mesmo que embalagem final ele dará ao produto, afinal seu sucesso empresarial também é de interesse do projetista. Sendo tão importante a venda por impulso, por que não trabalhar com requisitos como responsabilidade ecológica (biodegradável, reciclável), ambiental (não poluente, sem ruídos) e ergonômica (sem esforços, saudável) para aumentar este tipo de negócios?

Os resultados esperados com a aplicação do denominado *Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos*, são levar a voz do consumidor ao fabricante, sensibilizando-o das necessidades físicas, psíquicas e intelectuais dos consumidores e buscar harmonia entre o fabricante e o projeto a ser desenvolvido, de forma a aumentar a competitividade das empresas nacionais.

## 2.0 O PROJETISTA NA ATUALIDADE

No presente capítulo, serão abordados tópicos relacionados à vida profissional do projetista, dando-lhe uma visão ampla e atual dos assuntos os quais ele deve estar ciente. Tais tópicos, são demasiadamente importantes, tendo em vista a proposta deste trabalho com a utilização da técnica do Desdobramento da Função Qualidade (QFD).

O projetista pode, ao longo de sua carreira, desenvolver projetos tão variados e diversos que sejam exigidos conhecimentos e habilidades generalistas e integrativas e ainda uma visão aguçada e perceptiva. São vários os exemplos de projetos, em campos totalmente distintos os quais o projetista pode envolver-se. Entre eles, automóveis, aeronaves, navios, armamentos, ferramentas, brinquedos, geladeiras, fogões, fornos de microondas, processadores, liquidificadores entre inúmeros outros.

Neste contexto, muito importante é a capacidade do projetista para observar, relacionar e configurar buscando o maior número de soluções ao projeto ou ao problema enfrentado no momento. No entanto, uma das maiores barreiras encontradas, nos últimos anos, nestes profissionais é o excesso de confiança baseada somente em sua "experiência".

A tomada de decisões rápidas, intuitivas e baseadas em experiências anteriores, trazem inúmeros riscos ao desenvolvimento de um projeto. O projetista poderá focar apenas o sintoma do problema, sem identificar a causa de forma coerente e racional, criando uma solução errônea ou sintomática. Pode-se dar ênfase a correção de uma variável insignificante ao problema, ou ainda, montar um plano de ação totalmente equivocado para a suposta solução.

Finalmente, neste capítulo, descrevem-se tópicos importantes aos engenheiros, designers e projetistas, sejam experientes ou novatos, que dentro de sua caminhada profissional, estarão ligados a tomadas de decisões, parâmetros de projeto, melhorias de produto e desenvolvimento de novos conceitos. Preparando-os para confrontarem-se com novos materiais, tecnologias e formas de trabalho na busca pela qualidade e na satisfação do usuário, como proposto neste trabalho.

### 2.1 Habilidades Necessárias aos Projetistas

Neste breve texto, são listadas as habilidades as quais o projetista deve possuir como bagagem de conhecimentos necessários para que seu trabalho cotidiano seja desenvolvido em sua totalidade. Neste contexto, a **criatividade**, para gerar novas idéias, alcançar objetivos definidos e para resolver problemas é o primeiro destes requisitos.

A criatividade deve diariamente ser incentivada dentro do âmbito empresarial através de revistas atuais e liberdade aos projetistas para assistirem palestras e cursos. Não bastando, a necessidade de bons conhecimentos aos chamados domínios das ciências (matemática, química, física, materiais, computação, entre outras), ainda são necessários as aplicações dos conhecimentos científicos na solução de problemas práticos de engenharia.

Projetos de engenharia exigem muitas habilidades, pois o mundo real não pode ser modelado completamente. Habilidades estas, adquiridas dentro da própria entidade de ensino, através das suas atividades profissionais e através do estudo continuado no decorrer dos anos subsequentes de sua formação. As ocorrências de trabalho fundamentam nos projetistas os conhecimentos sobre os processos de fabricação aferindo e aguçando sua curiosidade aos apreços dos novos e dos convencionais processos produtivos.

Outro fator que se desenvolve ao longo dos anos é a **habilidade de comunicação**. Requisito de suma importância na busca do saber expressar-se de forma clara e persuasiva, desenvolvendo sua escrita, e sua forma de apresentar-se e dirigir-se frente a sua equipe de trabalho.

O projetista, deve ser disciplinado, para agir com confiança e competência. Deve ter humildade, para buscar conhecimentos e idéias fora de sua área de especialidade. Muito conveniente citar neste momento, a crescente e atual necessidade dos projetistas conhecerem os **fatores humanos** ligados ao projeto, como ergonomia, antropometria, biomecânica, psicologia da percepção, entre outros e relacioná-los com o projeto que está sendo desenvolvido. Para a satisfação dos usuários, é de suma importância, o conhecimento sobre as limitações do homem e levá-las em conta no desenvolvimento dos produtos.

## 2.2 Barreiras Comuns Aos Projetistas

As maiores dificuldades encontradas no âmbito de projetos estão relacionadas ao comportamento individualista dos projetistas. Característica que tem mudado nesta última década através da implantação dos sistemas de qualidade e a criação das equipes multidisciplinares no desenvolvimento de projetos. No entanto, é importante ressaltar que os projetistas encontram-se numa fase de eliminação das “barreiras” ou “obstáculos” que inibiam sua atividade criadora.

Os hábitos adquiridos pelos projetistas os condicionavam a busca de soluções em projetos sem nenhuma interligação entre produto e usuário, problema este denominado **mentalidade prática**.

Aliado a este aspecto denominado mentalidade prática, a **superespecialização** do projetista o conduzia a soluções rápidas, sem a análise de alternativas que possam ser mais lucrativas a organização. Outro fator de mesma ordem é a **estagnação**. O projetista encontrava-se em uma fase de auto-satisfação plena, onde a procura pelo “atual”, “novo” ou “moderno”, não era para si um fator determinante na geração de novos conceitos, impossibilitando processos mentais criativos dentro da equipe, barrando idéias que, em sua opinião não mudariam os aspectos do produto em projeto.

O projetista tinha receio a críticas, as inovações ou grandes modificações em projeto. O projetista, sentia-se “cômodo” em seu trabalho. Felizmente, surgiram as técnicas de estímulo à atividade criadora indicando que os caminhos da atualização faziam-se necessários nos anos subseqüentes.

### 2.3 Criatividade nos Processos de Criação

O homem contemplou no último século grandes modificações, que foram capazes de alterar fundamentalmente as idéias e concepções sobre a criatividade. A interpretação do conceito de criatividade, foi amplamente estudado ao longo destes três últimos séculos.

Existem várias linhas de pensamento que abordam a criatividade: teorias filosóficas, psicológicas, cognitivas, psicanalíticas e humanistas. Pensadores de meio século antes de Cristo, encaravam a criatividade como algo sobrenatural. Nesta interpretação, e de acordo com a cultura da época, acreditava-se que a criatividade resultava de uma inspiração divina.

Na Grécia antiga, a criatividade era entendida como uma espécie de mensagem oriunda de entidades divinas. A criatividade era aceita como um processo imprevisível e irracional, era um dom natural não podendo ser transmitida ou ensinada. Estas idéias prevaleceram até a Idade Média, quando começaram a ser gradativamente contestadas.

No século XIV, com o surgimento do movimento Humanista, os conceitos existentes sobre criatividade começaram a ser reformulados, até o século XVIII, com a implantação definitiva do Renascimento, onde novos conceitos começaram a consolidar-se. Com o pico do movimento Humanista, o homem, ao invés de aceitar de forma amorfa a criatividade, passou a aceitá-la como um dom inerente de determinados indivíduos.

No início do século XX, com o surgimento da psicologia, os conceitos sobre criatividade começaram a ser novamente modificados. Surgiram abordagens fundamentadas nos estudos psicológicos, como personalidade, cognição e comportamento. Vários pressupostos sobre a criatividade surgiram, tendo em comum que a criatividade não depende de antecedentes pré-determináveis. É um processo que não pode ser descrito de maneira lógica, pois é um fenômeno de ordem irracional, que toca o acaso, o imprevisível.

Hoje, acredita-se que o processo tecnológico eliminará cada vez mais o trabalho humano, que todo esforço físico e parte do esforço intelectual poderão ser delegados à máquina e que ao homem restará apenas o monopólio das atividades criativas. Neste novo cenário, surge um grande desafio às organizações. A evolução do desenvolvimento de produtos busca quebrar as barreiras organizacionais e propiciar o florescer da criatividade. Sem dúvida é mais fácil ser criativo em uma empresa cujo ambiente e estrutura incentivem a criatividade, mas, evidentemente, o ambiente e a estrutura não são os únicos requisitos para a expressão criativa individual.

O ser humano precisa descobrir a si mesmo, só assim será capaz de realizar façanhas surpreendentes. Refiro-me, na euforia que sentimos quando estamos em harmonia com nosso trabalho, em um ambiente agradável, onde tudo passa a ser pequeno frente à auto-realização superando até mesmo o cansaço. Afinal, dizem que é impossível medir a criatividade, pois ela é tida como uma característica abstrata do indivíduo. Na verdade, acredita-se hoje, que hereditariedade, meio ambiente e treinamento adquirido auxiliam a atividade criadora do homem. O ambiente de trabalho pode ser o fator determinante no resultado final de um trabalho, sendo fundamental a busca por ambientes harmoniosos e democráticos nas relações humanas diárias.

## 2.4 Técnicas de Estímulo a Criatividade

Existem inúmeras técnicas de estímulo a criatividade que auxiliam o projetista no desenvolvimento de um projeto. Com o intuito de evidenciar ao engenheiro de projetos os vários caminhos que ele poderá percorrer na busca de soluções criativas, neste trabalho serão descritas algumas destas técnicas de forma sucinta no decorrer deste capítulo. Estas, auxiliam o grupo de projetistas a transpor os diversos obstáculos durante a elaboração de um projeto de produto.

### a) *Brainstorming*

Definido como tempestade de pensamentos, o *Brainstorming* foi criado em 1939 por Alex Osborn. Seu objetivo é colocar as pessoas das diversas áreas envolvidas onde a combinação de idéias e referências irão desencadeando uma nova seqüência de soluções baseadas na interatividade do grupo. Este método utiliza idéias imparciais e especula amplamente acerca de associações, ou seja, recordações e combinações de pensamentos não percebidos até o presente.

O grupo de *Brainstorming* deve ser o mesmo do QFD e desenvolvimento do produto. O líder, assim como no grupo de QFD, não deve questionar nem interferir sobre as idéias dadas, sob pena de perder boas idéias e criar uma espécie de barreira ou constrangimento ao grupo. Gravar ou anotar todas as idéias é fundamental pois sua junção pode levar a um conjunto solução de um determinado problema.

O *Brainstorming*, significa uma quebra de rotina, pois ao colocar pessoas de diversas áreas distintas frente a frente crescemos seus conhecimentos sobre as mais variadas áreas da empresa. Lembre-se, no *Brainstorming* não surgirão soluções acabadas e sim idéias que poderão auxiliar no projeto do produto e na montagem da matriz QFD.

Normalmente, no *Brainstorming* o número de participantes está entre 6 e 10 e aconselha-se que a técnica seja aplicada pela manhã. Com duração média de uma hora, cada participante apresenta suas idéias e analisa a simbiose de outras idéias com as suas na busca do melhor conjunto, destinado a possíveis soluções.

Existem dois tipos de *Brainstorming*, o construtivo, empregado na fase de síntese, criação e desenvolvimento e o destrutivo, para detectar possíveis falhas, defeitos e dificuldades de aceitação do produto. Os maiores desafios ao grupo são, geralmente, responder perguntas, tais como. O que pode ser eliminado? O que pode ser adicionado? O que pode ser combinado? O que pode ser invertido?

Após as seções, faz-se necessário a análise e tiragem de idéias que normalmente não se encaixam ao perfil do produto que está sendo desenvolvido. Então, podemos definir as idéias que serão levadas a diante no projeto.

## b) *Brainwriting*

Esta técnica denominada *Brainwriting*, originou-se do *Brainstorming* com o intuito de reduzir suas desvantagens. Segue a metodologia de funcionamento do *Brainstorming*, no entanto as idéias são anotadas de forma individual até quando elas esgotam-se. A partir daí as idéias são divulgadas abertamente dentro do grupo. Segundo seus criadores, as idéias escritas não influenciam aos demais participantes do grupo ao passo que quando expostas abertamente no *Brainstorming* influenciariam, sendo esta a vantagem do método.

O tempo para que os participantes escrevam suas idéias varia entre 5 e 6 minutos para problemas simples e entre 10 a 15 minutos para problemas mais complexos. No entanto, o tempo de geração de idéias deve ser acordado entre o líder do grupo e os demais participantes, não sendo uma regra fixa. A forma de exposição das idéias criadas também deve ser acordada anteriormente pelo grupo de trabalho.

Outra variação proposta pelo *Brainwriting* é a seguinte; Uma folha de papel é dividida em várias colunas, geralmente o número de colunas representa a quantidade de pessoas o qual o grupo é composto. Cada participante anota suas idéias na primeira coluna. Após o tempo percorrido, as folhas são trocadas. Quem as recebeu agora, passa a preencher a segunda coluna propondo melhorias às idéias citadas na primeira coluna. Repete-se o processo até que as idéias sejam exauridas ou que a folha tenha circulado por todos os participantes. Em seguida, faz-se uma seção de *Brainstorming*, analisando-se os resultados obtidos onde alguma idéia possa ser utilizada ou para que seja necessária outra seção da técnica utilizando-se apenas fragmentos das idéias criadas.

## c) Inversão, Analogia e Fantasia

O projetista ao longo de sua carreira profissional experimentará vários ambientes de projeto, alterando, durante os anos, sua visão sobre o problema e solução. Desafios, tais como desenvolver projetos para serem utilizados por outras culturas com características e necessidades diferentes da sua realidade será algo comum em seu dia a dia.

O projetista, necessitará de inúmeras habilidades, tendo em vista a possibilidade dele nunca visitar este ambiente, nem utilizar tal produto. As técnicas descritas a seguir, surgiram dentro da Cinética criada por Willian Gordon em 1957. O princípio básico era transformar o estranho em familiar e o familiar em estranho.

O uso da **inversão** para observar o problema de modo inverso, ou seja, inverter a posição dos movimentos buscando novos pontos de vista. Mover o que está parado, parar os componentes que se movem, são técnicas que estimulam o pensamento a permanecer ativo na geração de novas soluções.

Realizar **analogias** entre as estruturas dos animais em comparação aos produtos criados, pode ser uma técnica importante de busca de soluções em outras áreas, que não se envolvem normalmente em projetos. A biônica projetual utiliza muito deste conceito. Imaginar projetos com relações diretas entre as analogias realizadas. Semelhanças que se pode fazer com os animais. Suas estruturas, seus modos comportamentais e seus sons, por exemplo. Neste contexto, através da pele dos animais, são criados novos tecidos, a partir dos pés dos animais são desenvolvidos modelos de calçados, a partir da forma da cascavel enrolar-se surgiram rampas de emergência de incêndios e a partir de uma infinidade de outras estruturas poderão se desenvolver inúmeros outros produtos.

Importante ainda, a **fantasia**. O projetista deve sonhar com as soluções ideais mesmo que impossíveis de serem realizadas. Processos irracionais ou irreais associados à fantasia ou ficção, auxiliam a mente nas atividades criadoras em busca de soluções projetuais. Em suma, uma fuga do mundo consciente para um mundo fantasioso com o intuito de buscar novas visões aos problemas.

#### d) Empatia e Técnica da Caixa Preta

Muito importante nas relações humanas como geradora de idéias criativas é a **empatia**. Esta técnica, consiste no fato do projetista colocar-se mentalmente no lugar de outra pessoa, geralmente do usuário. Assim, para projetar uma pistola, colocar-se no lugar do policial, ao projetar um forno de microondas, sentir-se no lugar do cozinheiro.

Também é muito comum a associação da empatia com a fantasia, onde o projetista imagina-se no lugar do componente mecânico ou subsistema, sendo mais uma vez importante à capacidade interpessoal do projetista.

Já a **técnica da caixa preta** é um método de raciocínio através de blocos, analisando apenas entradas e saídas. Muito importante para modelar possíveis soluções aos problemas. Alguns exemplos da sua utilização são os problemas de hidráulica e pneumática, processos industriais, controladores e sistemas mecânicos (massas, molas e amortecedores). A sua vantagem, é que esta técnica permite um domínio amplo sobre as variáveis do conjunto, sem que o projetista gaste tempo e energia analisando detalhes dos componentes ou subsistemas.

### e) Método Morfológico ou Análise Morfológica

A **análise morfológica** é o estudo entre as combinações possíveis entre elementos ou componentes de um sistema ou produto. Foi criada por Fritz Zwickey em 1948, para o auxílio no desenvolvimento de motores a jato. O método consiste em uma pesquisa sistemática de novas combinações de objetos, processos ou idéias para encontrar algo novo e útil. Divide-se o problema em duas ou mais dimensões, baseado nas funções requeridas ao sistema ou componentes a serem projetados.

Em seguida, criam-se listas com o maior número de possíveis caminhos para alcançar cada uma das dimensões funcionais. Depois, comparam-se os diagramas. Através do processo, várias soluções possíveis estarão a disposição do projetista. É evidente que algumas soluções possíveis não serão compatíveis. No entanto, várias propostas surgem, gerando várias possibilidades de solução, permitindo a escolha da que melhor represente à função custo x benefício. O método segue as seguintes regras, descritas a baixo.

1. *O problema a ser solucionado deve ser descrito com grande precisão;*
2. *Deve-se identificar as variáveis que caracterizam o problema;*
3. *Cada variável deve ser substituída em classes, tipos ou estágios distintos;*
4. *As soluções possíveis são procuradas nas combinações entre as classes.*

Para exemplificar a utilização da técnica, veja a figura 2.1.

Problema: Criar uma cadeira giratória para operar computadores residenciais, destinada as classes A e B da população.			
Variáveis	Classes Supostas		
	1	2	3
Mecanismos de Levantamento	Mecânico	Mecânico Hidráulico	
Braços	Sem Braços	Com Braços	
Altura do Encosto	Baixo	Médio	Alto
Espumas	Laminada	Injetada	
Revestimento	Tecido	Tecido Impermeável	Couro

Figura 2.1. Exemplo de Utilização da Técnica Análise Morfológica.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Observamos que a multiplicação entre as soluções ( $2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 3$ ), possibilitam 72 combinações e caberá a equipe a escolha mais adequada. Esta, é uma técnica simples, ideal para ser utilizada em problemas de menor complexidade. Existem ainda outras técnicas como a técnica dos Clichês e Provérbios, a técnica denominada MESCRAI (Modifique, Elimine, Substitua, Combine, Rearranje, Adapte, Inverta), a Análise Paramétrica, denominada também Engenharia Reversa entre outras que poderiam ser citadas como referências.

## 2.5 O Projetista de Hoje e dos Próximos Anos

O projetista dos dias atuais, não pode ser apenas um membro intelectual dentro de sua equipe de trabalho. Deve buscar com inteligência a harmonia nos relacionamentos dentro de sua equipe. O projetista, deve possuir a consciência em equilíbrio, para solucionar as desordens no andamento dos trabalhos. Deve saber agir para superar os obstáculos do compreender e criar. Deve buscar o amplo diálogo para estabelecer uma ordem nas ações e conflitos que possam trazer o sucesso no âmbito de projeto. Articular o grupo de trabalho de maneira concisa aos detalhes desde a fase informacional do projeto. Cada ser humano tem um estilo, todavia o projetista deve saber as maneiras de reagir, principalmente as diferenças culturais e raciais, aos gostos e costumes de sua equipe de trabalho.

O projetista atual deve ser consciente, sensível às mudanças e conhecedor dos aspectos culturais e das mudanças do planeta. Consciente, para liderar um grupo sem ofender a individualidade necessária. Sensível às mudanças para que possa articular, discutir e dialogar amplamente entre os membros de sua equipe. O projetista, deve saber passar informações para sua equipe e estar preparado a críticas e aos questionamentos. Deve deixar cada membro da equipe expressar-se de sua maneira, mesmo quando suas idéias e dúvidas já tenham sido discutidas. Em determinados momentos da vida, a criatividade parece afluir quase que por si e dotar nossa imaginação com um poder de captar em imediato novos significados passíveis de se tornarem soluções aos problemas. Se a intuição é a base dos processos de criação e desenvolvimento de projetos, caberá ao projetista usar a sua em muitos momentos do seu trabalho.

O projetista é um homem eclético, no entanto, tende a canalizar o conhecimento sobre sua área de estudo na hora de criar um novo conceito. Neste momento, é muito importante ser dotado de imagens referenciais, ler novos livros sobre design, técnicas de projeto, novos materiais e novas tecnologias para desenvolver seu intelecto no campo do projeto de produtos.

O projetista, deve ter uma visão pressentida aos problemas inesperados afinal, muitas vezes, os resultados são diferentes dos esperados, passíveis de trocas de materiais, soluções alternativas entre outras formas de alterações. O líder projetista deve conhecer os vários tipos de “*chão de fábrica*” existentes. Muitas vezes, estes trabalhadores têm sugestões muito simples a problemas em sua maioria considerados “grandes” pelas equipes de projeto. Além disto, são estas pessoas que estarão ligadas a produção do produto e muitas vezes vêem os produtos de uma maneira diferente e visualizam dificuldades de montagem, fabricação e uso. Estas informações podem ser relevantes em novos projetos.

O projetista deve ser atualizado em relação às tendências, buscando novas linhas geométricas, cores, transparências físicas e texturas, proporcionando um contraste visual atrativo ao produto.

## 2.6 Fatores Humanos em Projeto

Um bom projeto, deve sempre lembrar dos limites humanos ao uso do produto. Existem bancos de dados nacionais e internacionais com resultados de pesquisas disponíveis aos projetistas. Nestes trabalhos, são encontrados os chamados padrões antropométricos das populações. Também existe a possibilidade da realização de pesquisas encomendadas a institutos especializados na busca de dados a serem levados aos projetos.

Alguns dos fatores que influem a sensibilidade do homem ao contato com os produtos são a respiração, a temperatura ligada ao conforto térmico, a aceleração, a vibração, o ruído, a iluminação as cores e as texturas. Estes fatores podem alterar o desempenho humano, dificultando a interação entre homem e máquina ou até mesmo causando doenças e acidentes durante a operação dos produtos. Um padrão antropométrico de uma determinada população informa aos projetistas todas as proporções e os movimentos possíveis do corpo humano, bem como seus esforços limites em cada posição relativa dos membros.

Com a internacionalização dos mercados, muitas vezes os produtos são comercializados entre populações distintas e, neste caso, devem ser consideradas as diferenças entre as populações. Diferenças não apenas físicas e fisiológicas, mas também sócio-culturais e religiosas. Observa-se então, a importância do grupo de projeto além do caráter integrativo dos conhecimentos adquiridos ao longo de suas carreiras, conhecer os assuntos denominados *ergonomia, antropometria e biomecânica*.

### 2.6.1 Ergonomia, Antropometria e Biomecânica

Estes assuntos constituem dados básicos na concepção de sistema mecânicos. As condições de esforços possíveis e o espaço de trabalho ocupado na integração entre homem e máquina são alguns dos temas tratados por estes títulos. Por exemplo, no projeto de bancos de veículos, são importantes as proporções dos membros do corpo humano. Até mesmo, as condições de regulagens são definidas pela população estatisticamente estudada. Os controles de dirigibilidade como freio, embreagem, acelerador, volante, câmbio e os comandos das portas, devem levar em consideração os esforços e a facilidade de acionamento. No painel de instrumentos, deve-se entender muito bem quais as informações são mais importantes ao funcionamento do veículo. Estes fatores, são todos ligados aos assuntos descritos sucintamente a seguir.

#### a) Antropometria

A contribuição da ciência das medidas evoluiu junto à história das civilizações. A antropometria tem as suas origens na antropologia física, comparada às viagens de Marco Pólo entre 1273 e 1295, que revelaram um grande número de raças humanas diferentes em tamanho e características. A antropometria tem como o objetivo levantar dados das diversas dimensões dos segmentos corporais nas diversas civilizações.

No final do século XIX e início do século XX observaram-se, o desenvolvimento e a ampliação do interesse por estudos detalhados do homem. Foi através da Revolução Industrial que surgiram as primeiras utilizações das proporções antropométricas adquiridas até então. A noção de “normalidade” na proporção e tamanho foi gradualmente substituída por tabelas estatísticas com as medidas corporais de cada cultura onde os equipamentos produzidos iriam operar.

Entre as décadas de 70 e 90, houve um aumento significativo da necessidade das dimensões corporais na área industrial. Equipamentos produzidos no oriente, não se adaptavam as necessidades de povos como os europeus, onde o principal desconforto estava ligado a altura das máquinas operatrizes produzidas a uma população de usuários de estaturas menores que as européias. Atualmente, produtos fora dos padrões populacionais são vistos como vilões, que podem causar estresse desnecessário e até provocar acidentes graves. Normalmente as medidas antropométricas são representadas pela média e o desvio padrão. O produto desenvolvido, não será ótimo para todas as pessoas, mas causará menos inconvenientes possíveis aos seus usuários.

Historicamente, até a década de 40 as medidas antropométricas determinavam apenas grandezas médias, como peso e alturas. Hoje, encontram-se os mais variados detalhes das populações através destes estudos. No Brasil, foi através dos censos realizados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que foram levantados os dados referentes ao padrão antropométrico brasileiro. Já as normas oficiais brasileiras, são encontradas na Norma Regulamentar (NR-17) de Ergonomia, do Ministério do Trabalho de 1990. Nos Estados Unidos, dados sobre os padrões antropométricos americano e mundial podem ser encontrados na Associação Henry Dreyfuss (Henry Dreyfuss Associates).

Do ponto de vista industrial, quanto mais padronizados os produtos, menores seus custos de produção e estoque. O projeto para a média é baseado na idéia que isso maximiza o conforto para a maioria, principalmente onde o intuito principal esta em focar o produto nas exigências dos consumidores. Obviamente, também o tipo de usuário deve ser levado em consideração. Nos casos de produtos onde há uma predominância de mulheres em sua utilização, deve-se adotar a média feminina, pois isso proporcionará conforto para a maioria feminina. Até as décadas de 50 e 60 os automóveis eram dimensionados para motoristas do sexo masculino, à medida que foi aumentando o número de mulheres na condução de veículos, tornou-se necessário fazer uma adaptação ao projeto, aumentando a faixa de ajustes do banco e dos comandos de dirigibilidade.

Outra grande aplicação das medidas antropométricas é no dimensionamento do espaço de trabalho. Neste contexto, alturas das mesas, cadeiras ajustáveis, teclados de computadores mais macios, são pequenos exemplos que podem ser citados entre inúmeros outros. O assento regulável das cadeiras é, provavelmente, uma das invenções que mais contribuiu para modificar o comportamento humano. Muitas pessoas chegam a passar mais de 10 horas por dia na posição sentada. Daí, o grande interesse dos pesquisadores em relação ao assento das cadeiras, seu corpo físico, bem como seus ajustes.

A antropometria no âmbito de projeto auxilia na descrição e na análise dos movimentos executados para a realização de uma tarefa. O projetista deve utilizá-la para definir comandos e acionamentos que deverão localizar-se dentro dos limites das proporções onde o corpo humano possa estender-se repetidamente sem causar danos físicos quando esta utilizando um simples eletrodoméstico ou um equipamento em seu trabalho.

## b) Biomecânica

Os aspectos biomecânicos estão ligados aos músculos e aos grupos musculares, onde a equipe de projeto deve levar em conta o limite dos esforços aos quais os usuários poderão estar submetidos sem comprometer sua saúde física e estrutural do seu corpo. Muitos dados biomecânicos são levantados juntamente com as características antropométricas. No Brasil, estudos sobre os limites dos esforços musculares, são realizados pela SBB (Sociedade Brasileira de Biomecânica), localizada na USP em São Paulo.

## c) Ergonomia

Historicamente, o termo ergonomia foi utilizado pela primeira, em 1857, pelo polonês W. Jastrzebowski, que publicou o "ensaio de ergonomia ou ciência do trabalho baseada nas leis objetivas da ciência da natureza".

Quase cem anos mais tarde, a ergonomia veio a desenvolver-se como uma área de conhecimento humano, quando, durante a Segunda Guerra Mundial, pela primeira vez, houve uma conjugação sistemática de esforços entre tecnologia e as ciências humanas e biológicas. Fisiólogos, psicólogos, antropólogos, médicos e engenheiros trabalharam juntos para resolver os problemas físicos causados pela operação de equipamentos militares complexos. Os resultados desse esforço interdisciplinar foram tão frutíferos, que foram aproveitados pela indústria no pós-guerra. Em julho de 1949, o engenheiro inglês chamado Murrell, criou na Universidade de Oxford, a primeira sociedade nacional de ergonomia, a **Ergonomics Research Society**.

Uma década depois, em 1959, foi fundada a Associação Internacional de Ergonomia em Estocolmo. Ainda em 1959, surge a OIT, Organização Internacional do Trabalho, dedicando-se aos serviços de saúde ocupacional. Suas finalidades eram de proteger o trabalhador contra qualquer risco à sua saúde que decorram do trabalho ou das condições em que ele é cumprido. Concorrer para o ajustamento físico e mental do trabalhador a suas atividades na empresa, através da adaptação do trabalho ao ser humano e pela colocação deste em setores que atendam às suas aptidões e contribuir para o estabelecimento e manutenção do mais alto grau possível de bem-estar físico e mental dos trabalhadores.

Atualmente, vários países estão desenvolvendo estudos e pesquisas nesta área de conhecimento, entre eles destacam-se a Inglaterra, a França, a Alemanha e os Estados Unidos.

No caso do Brasil, apesar de relativamente recente, a ergonomia está desenvolvendo-se rapidamente no meio acadêmico. Nossos maiores estudiosos em Ergonomia são os Doutores Itiro Iida, Mário César Vidal e a Doutora Ana Maria de Moraes. Os dados ergonômicos brasileiros podem ser verificados na ABERGO (Associação Brasileira de Ergonomia), criada em agosto de 1983. Em 1989, foi implantado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, o primeiro mestrado na área do país.

Desde então, a ergonomia tem evoluído de forma significativa e, atualmente, pode ser considerada como um estudo científico interdisciplinar do ser humano e da sua relação com o ambiente de trabalho, estendendo-se aos ambientes informatizados e seu entorno, incluindo usuários e tarefas. A Associação Brasileira de Ergonomia (ABERGO), define ergonomia como “o estudo da adaptação do trabalho às características fisiológicas e psicológicas do ser humano”.

Os aspectos estudados pela ergonomia são as características materiais do trabalho, como o peso dos instrumentos, a resistência dos comandos e a dimensão do posto de trabalho. Outros fatores relacionados com o meio ambiente físico, como o ruído, a iluminação, as vibrações e o ambiente térmico também são de suma importância. A duração da tarefa, os horários trabalhados e o tamanho entre as pausas de trabalho, também são fatores relevantes dentro do assunto ergonomia.

Além das máquinas e do ambiente de trabalho, na medida que os produtos tornam-se cada vez mais modernos e complexos, sua interação com os seres humanos assume uma maior importância. Poucas empresas no Brasil possuem uma cultura de desenvolvimento de produtos, mas este contexto tem se transformado frente a crescente necessidade de manter e conquistar novos mercados. O desenvolvimento de produtos é, em sua essência, a resolução de um problema que busca atender uma determinada necessidade humana. É elementar que o produto tenha em seu processo de desenvolvimento a preocupação com o ser humano. Neste contexto, a ergonomia, a antropometria e a biomecânica têm gradualmente assumido papéis fundamentais na consolidação do produto no mercado.

O painel de controle de um bem doméstico, deve permitir que o usuário sinta-se à vontade, ou seja, procurar proporcionar movimentos simples, evitando qualquer tipo de incômodo. Acessar de forma fácil aos comandos de uso frequentes é um exemplo básico de produto preocupado com seus usuários. Já que o sucesso de um produto está intimamente ligado à palavra satisfação, um produto deve saciar as necessidades implícitas e explícitas do consumidor. Isto envolve a análise de atributos e capacidades físicas para avaliar problemas de cansaço visual, dores, fadiga excessiva, além de estresse.

O efeito do projeto no desempenho do usuário é de suma importância, na medida que as falhas de um produto devem-se a erros cometidos pelo usuário, mas principalmente a erros nos projetos que tornam os erros humanos mais prováveis.

Assim como o desenvolvimento de produtos tem despontado como uma estratégia competitiva para ganhar novos mercados e manter a parcela atual, as empresas devem utilizar a sistemática da melhoria contínua em sua produção. Neste contexto, conhecer os princípios básicos como a Análise Ergonômica do Trabalho (AET), ligada ao tamanho do esforço realizado na execução da tarefa e a Análise Ergonômica da Atividade (AEA), ligada e repetibilidade ao tipo de tarefa executada serão a cada dia fundamentais no processo de desenvolvimento de novos produtos.

Inicialmente, a ergonomia atuava de forma a potencializar a produtividade, servindo tanto para uma otimização do sistema de produção como para diminuir a carga de trabalho do operador. Nos dias atuais, a ergonomia ultrapassou esta fase e passou também a observar as relações do homem com seus produtos. Como exemplo, o botão e a alavanca do freio estacionamento de um veículo que deve ser leve ao puxar e fácil ao soltar.

A figura 2.2 ilustra um projeto diferente e moderno de uma bandeja de restaurante destinada aos garçons.



Figura 2.2. Bandeja de Restaurante.

Fonte: Adaptada do Livro Product Design, teNeues.

Pode-se observar que este tipo de bandeja, ilustrada na figura 2.2, é fácil para segurar, os copos não escorregam sobre a bandeja, eliminando os esforços bruscos sobre o pulso e os braços do garçom. Além de trazer um projeto inovador em seu design.

## 2.7 Fatores Ambientais

Uma das maiores questões a ser observada no mundo atual é o desenvolvimento de produtos que causem o menor dano possível ao meio ambiente. Novas tecnologias de produção deverão ser utilizadas para minimizar gasto com energia e matéria-prima, gerando por consequência menores quantidades de resíduos industriais.

A partir da conferência de Estocolmo em 1972, pela primeira vez, o meio ambiente foi colocado, não apenas como uma fonte inesgotável de recursos e capacidade de absorver dejetos, mas como um bem da humanidade e que, portanto, deveria ser protegido. Nesta conferência, atentou-se para os problemas gerados pelo desenvolvimento desenfreado que tem como objetivo apenas o crescimento do capital e domínio de alguns sobre muitos. Assim, foi proposta a Declaração Sobre o Meio Ambiente Humano, que advertia contra a poluição, as desertificações, os desmatamentos, às chuvas ácidas e os problemas do aquecimento da Terra gerado pelo efeito estufa, buscando despertar a consciência da humanidade para as questões que envolvessem o meio ambiente.

Duas décadas depois em 1992, com a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como ECO-92 (ou RIO-92), teve como tema principal o desenvolvimento de produtos que tornem o mundo sustentável as ameaças poluidoras. Um dos seus destaques, foi a criação de quatro etapas fundamentais no desenvolvimento de novos produtos, sendo elas: a minimização de embalagens, a reciclagem, a reutilização de materiais e o descarte dos resíduos industriais. Desde então, estas etapas estão presentes no desenvolvimento sustentável de um produto. A criação de políticas que visem modificações dos hábitos de consumo, como priorizar a compra de produtos que utilizam menos embalagens ou que possam ser reciclados e reutilizados, são conceitos arduamente trabalhados desde então. Com a adoção destas medidas, espera-se alcançar os seguintes objetivos: redução do consumo de recursos naturais, redução do número de materiais utilizados, minimização dos gastos com energia, redução da poluição decorrente da atualização dos processos de produção e a redução do volume de resíduos processados.

Cabe aos projetistas, desde então, ter plena consciência de sua importância aos cuidados do planeta em tempos de minimização dos recursos e em relação ao aquecimento global.

### 3. QFD: CARACTERÍSTICAS E FUNCIONAMENTO

Neste capítulo, todo o funcionamento da técnica de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) é descrito. Para a verificação da importância da técnica do QFD no desenvolvimento de produtos, exemplificam-se, a seguir, algumas empresas que a utilizam aqui no Brasil. Entre elas, estão, a General Motors, a Nestlé, a Fiat e a Sony. Segundo a Fiat, seus veículos eram projetados em um período de 5 anos até o lançamento antes da utilização das matrizes dos QFD. Após sua implantação, este tempo de desenvolvimento passou para 3,5 anos, permitindo o lançamento mais rápido de novos produtos, ficando a frente à concorrência pois seus produtos atendiam de uma forma mais rápida aos anseios dos consumidores.

A técnica do QFD, além do desenvolvimento de um produto, pode auxiliar na descoberta de lacunas no mercado consumidor. Outra vantagem desta técnica, está no fato de que uma única matriz, de apenas uma página, poder equivaler-se a muitas páginas de documentação escrita, com um número muito mais relevante de dados a serem utilizados em projeto. Os resultados destas matrizes, são chamados guias de percepção. Estas guias, são representações numéricas dos resultados das matrizes. A Casa da Qualidade, como também é chamada a técnica, é uma representação visual aproximada da maneira como os consumidores vêem os produtos que estão no mercado e os requisitos em que as melhorias são desejadas. O QFD, é uma forma de verificar quanto o consumidor espera no desenvolvimento de um produto voltado para si em seu bem estar.

Naturalmente, não basta que um produto tenha a preferência do consumidor para que seja adquirido. O seu preço e seus atrativos funcionam como moderadores da preferência, de modo que a escolha final recairá sobre o produto que lhe oferecer maior valor, isto é, maior benefício por preço pago.

Desde sua criação, o QFD evoluiu, a partir do trabalho original do Japonês Yoji Akao, levando ao surgimento de diferentes versões desta metodologia. Tais versões, são descritas na literatura nacional e internacional. Porém, entre essas versões, quatro se destacam. O **QFD das quatro fases**, criado por Macabe e difundido nos Estados Unidos, até mesmo pela American Supplier Institute (ASI), o **QFD-estendido**, criado por Don Clausing, o **QFD das quatro ênfases**, criado pelos Professores Akao e Mizuno, a partir da criação Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE) e a **matriz das matrizes**, criada por Bob King. Nota-se, que em apenas algumas décadas de utilização da ferramenta QFD, algumas adaptações e modificações estão sendo realizadas para uma melhor adaptação do método às inúmeras culturas.

O desenvolvimento da técnica foi tão significativo e importante para as indústrias, que houve a criação do QFD Institute, nos Estados Unidos, para disseminação da metodologia e criação de softwares para serem utilizados nas empresas. Antes de esclarecer devidamente cada etapa da **Casa da Qualidade**, observe na figura 3.1, os segmentos que a compõem, descritos pontualmente no decorrer deste capítulo.

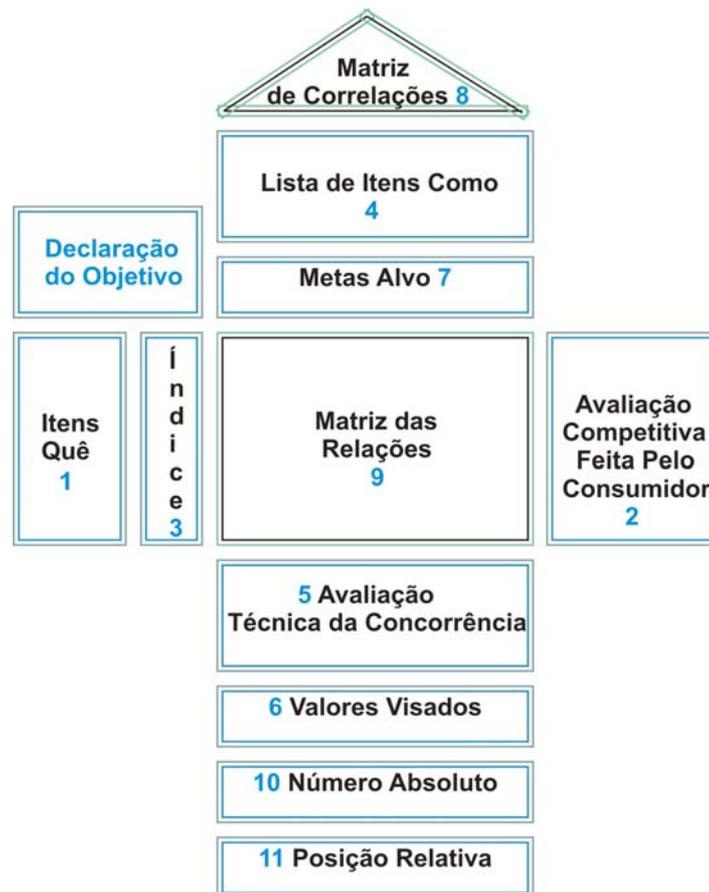


Figura 3.1. As etapas do QFD.

Fonte: Adaptada do livro QFD a vez do Brasil, Lawrence R. Guinta.

Observe que a figura 3.1 é semelhante à imagem uma casa, com os seus vários ambientes e significados.

### 3.1 Tipos de Clientes

Existem vários tipos de clientes importantes, os quais a equipe de projeto deverá conhecê-los e incluí-los dentro do desenvolvimento do produto. O cliente **interno**, representa as pessoas de dentro da organização, que trabalharão diretamente com a linha de montagem e ainda o pessoal de atendimento ao consumidor, que estão ligados ao pós-venda do produto.

Existem também, os clientes **intermediários**, representados pelos distribuidores e revendedores. Estas pessoas, têm dados relevantes em relação à compra e venda aos varejistas. Possuem conhecimentos sobre as necessidades de transporte e armazenamento dos produtos. A aptidão de uma empresa em atender às necessidades do cliente intermediário, determinará o nível de excelência com o qual o distribuidor venderá seu produto.

O último tipo de cliente é o **externo**, que representa o consumidor final. São deles as necessidades mais importantes, pois ele comprará ou não o produto e, se não comprarem, os clientes intermediários também não comprarão. Por isto, sua satisfação deve ser maximizada.

### 3.1.1 Níveis de Requisitos dos Consumidores Externos

Os consumidores finais, possuem quatro tipos de requisitos que esperam em um produto. Os **esperados ou básicos**, são características mínimas que o consumidor requer na compra de um novo produto. Quando você adquire um rifle de caça, espera que ele suporte os limites de resistência quando está disparando, de forma que suas boas características de mira e alcance permaneçam constantes. Os requisitos esperados, devem ser atendidos em primeiro lugar, pois constituem qualidades básicas que o produto deve possuir. A não satisfação do consumidor levá-lo a comprar o produto de um fabricante concorrente.

Existem também, os requisitos **explícitos**. São características específicas que o consumidor deseja em um produto, sendo itens que a empresa deseja oferecer para satisfazer seus consumidores. É o caso que ocorre, quando uma dona de casa compra detergente em pó, cujo diferencial é a presença de amaciante em sua composição. Estes requisitos tendem a aumentar a satisfação do consumidor, pois ultrapassam as qualidades básicas e são diferenciais dos produtos.

Já os requisitos **implícitos**, são características que o consumidor não menciona, por inúmeros motivos, mas que ele gostaria que estivessem presentes no produto. Caberá a equipe de projeto, durante o *Brainstorming* com os consumidores, captar quais são estes desejos. Muitas vezes, o consumidor não lembra de dizer, é constrangido a dizer, não sabia o que era ou não quis falar abertamente este desejo durante a pesquisa.

Finalmente, os requisitos **inesperados**. São características que o produto oferece além do esperado, afinal, a diferenciação em relação à concorrência não será atingida oferecendo ao consumidor apenas o que ele espera no produto. Estas características, tornam o produto distinto da concorrência, geralmente associado ao sucesso de vendas.

### 3.2 As Fases do QFD no Desenvolvimento de um Produto

Cada fase no desenvolvimento de um produto, produz uma matriz de QFD. Cada uma destas matrizes, consiste em colunas horizontais (*quês*) e colunas verticais (*comos*). Os itens das colunas horizontais são as exigências do consumidor e as colunas verticais os meios de satisfazerem estas exigências. Em cada estágio do desenvolvimento de um produto, os *comos* são extremamente importantes, pois neles estão as mudanças de tecnologia, materiais e os parâmetros alterados, ou seja, são as conclusões que necessitam os cuidados durante a execução do projeto.

A figura 3.2, ilustra as fases presentes no desenvolvimento de um produto até sua fabricação.

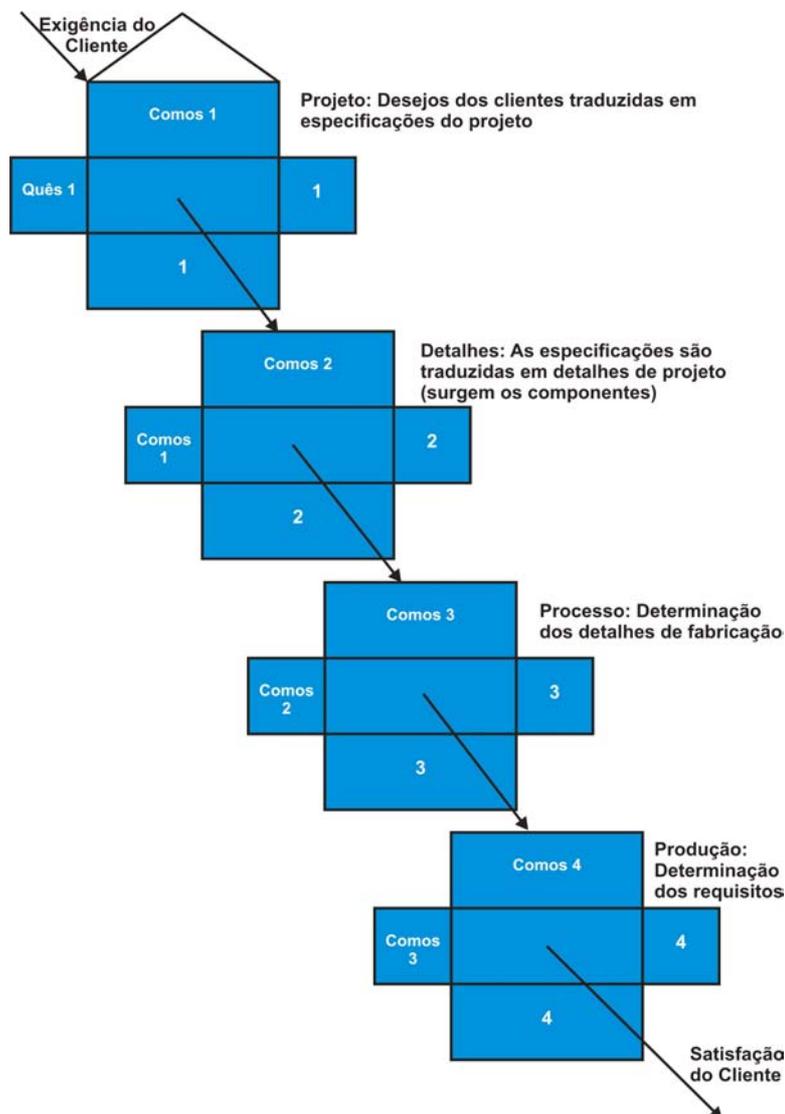


Figura 3.2. As Fases do QFD para o Desenvolvimento Completo de um Produto.

Fonte: Adaptada do livro QFD a vez do Brasil, Lawrence R. Guinta.

O funcionamento de cada uma destas etapas: o **projeto**, é a fase mais importante. Nesta etapa, os consumidores auxiliam de forma destacada a definir os requisitos que o produto deverá possuir. Determinados os anseios dos consumidores, a equipe passa a desenvolver a matriz Casa da Qualidade, criando maneiras de satisfazer tais requisitos. Tais maneiras, serão denominadas *comos*, ou seja, as formas para satisfazer os *quês* solicitados. Depois da finalização desta matriz, os *comos* desta matriz de projeto passarão a ser os *quês* da matriz de detalhes.

Na matriz de **detalhes**, são verificados os componentes necessários para fabricar o produto. As minúcias que aparecerem a partir desta fase tem uma grande possibilidade para preencherem os requisitos especificados pelos consumidores. Nesta matriz, são verificados os requisitos de projeto. Os *comos* criados para a matriz de detalhes, passam então a ser os *quês* da matriz de **processo**. Nesta etapa, desenvolve-se a matriz que indicará os processos necessários para fabricar o produto. Os processos de fabricação, indicados nesta etapa, são aqueles que melhor preencherão os requisitos de produto especificados lá na primeira etapa.

A última matriz é a de **produção**. Nesta etapa, os itens *como* desenvolvidos são os requisitos de fabricação dos produtos. Os métodos de produção determinados agora, capacitam a empresa a fabricar um produto de alta qualidade, atendendo as exigências dos consumidores agregando as características de controle de qualidade e inspeção.

Neste trabalho, não serão desenvolvidas todas estas matrizes, tendo em vista o trabalho árduo sobre a **fase informacional** de projeto. A partir da chamada **declaração do objetivo**, ou seja, no momento em que um objetivo for determinado é realizada a aplicação da técnica de Desdobramento da Função Qualidade (QFD), juntamente com a metodologia que está proposta no capítulo 4 deste trabalho.

### 3.3 A Declaração do Objetivo

A utilização do QFD, sempre inicia com a definição de um objetivo. Às vezes, a definição do objetivo leva tempo. Pode-se gastar horas ou dias afim de que o objetivo seja declarado. Empresas que trabalham com o QFD precisam gastar o tempo que for necessário para desenvolver corretamente a declaração do objetivo. O primeiro passo fundamental, é fazer com que todos, depois de terem colaborado, concordem em relação ao objetivo final. Nenhum projeto pode ser iniciado antes que esta tarefa esteja completa. Portanto, é muito importante estar seguro que a declaração de objetivo é específica para as qualidades que se precisa identificar na geração do conceito que a sua empresa procura.

Para uma exemplificação detalhada de como montar uma matriz QFD completa, está descrito durante este capítulo, um exemplo de sua aplicação em um produto bastante simples. Portanto, a declaração de objetivo neste exemplo é o desenvolvimento de um **percevejo de fixar papel**.

### 3.4 Definição da Gama de Clientes Necessários para a Aplicação do QFD

Nos capítulos anteriores, foram vistas as premissas que justificam e intensificam o uso da técnica do QFD na indústria atual e, também, os requisitos necessários aos projetistas ligados ao desenvolvimento de produtos. Ao desdobrarem-se os anseios dos consumidores, maximiza-se a chance de sucesso da organização. Todas as empresas querem aumentar a cada dia sua parcela de vendas, sua fatia no mercado e seus lucros. A técnica do QFD, em sua essência utiliza uma parcela destes consumidores.

Deve-se, não apenas consultar os consumidores ativos das organizações, sendo conveniente agregar nas pesquisas também a opinião de futuros compradores que não utilizam seus produtos, pois, provavelmente não o satisfazem. Devemos inseri-los aos interesses e preocupações da empresa durante o desenvolvimento de um projeto.

Guiseppe Milone e Flávio Angeline, expressam “Uma amostragem aleatória, onde as pessoas são abordadas na rua, ao acaso, por um investigador desconhecido, não é adequada a temas subjetivos ou com significativa conotação. O que constata, em tais casos, é um alto índice de recusa dos indivíduos em cooperar com o estudo. Nesses casos, ou eles não respondem às questões formuladas, ou quando o fazem, não se pode garantir que as informações fornecidas são honestas e completas. O sucesso aí depende muito da habilidade do entrevistador em lidar com as questões propostas, de sua capacidade de transmitir confiança e da receptividade dos entrevistados. Como tais ‘qualidades’ são variáveis de difícil controle, não se pode contar com elas como garantia de correção e representatividade dos dados coletados” [Guiseppe Milone e Flávio Angeline, 1995].

Já Willian G. Coohram, professor de estatística da Universidade de Harward, cita “No planejamento de um levantamento por amostragem, sempre se atinge um ponto em que se tem que decidir quanto à grandeza da amostra. A decisão é importante. Uma amostra demasiado grande implica em desperdício de recursos, e uma muito pequena diminui a utilidade dos resultados. Nem sempre poderemos tomar uma decisão satisfatória, pois freqüentemente faltam-nos informações suficientes para nos certificarmos de que a grandeza amostral que escolhemos é a melhor. A teoria amostral proporciona um quadro geral, dentro do qual se pode raciocinar inteligentemente a respeito do problema” [Willian G. Coohram, 1975].

Uma pesquisa **quantitativa**, utiliza um pequeno número de perguntas feitas a um grande número de pessoas. Um bom exemplo da utilização deste tipo de pesquisa é quando o produto traz consigo novos atributos funcionais. Você pode identificar através da pesquisa quantitativa qual a percentagem do mercado que está disposto a pagar mais por uma função adicional ao produto. No entanto, seu custo pode ser alto, porque este tipo de pesquisa consulta pelo menos 100 pessoas. Outro problema, é que este tipo de abordagem nem sempre recebe respostas confiáveis dos consumidores, existindo uma certa margem de erro nos resultados apurados.

Já a pesquisa denominada **qualitativa**, cobre um amplo número de assuntos e pode estudar mais a fundo as percepções dos consumidores sobre os produtos existentes no mercado. Contudo é limitada por uma pequena amostragem. É o tipo de pesquisa que dá oportunidades ao entrevistado de falar sem fronteiras e roteiros definidos. Perseguem-se todas as linhas interessantes a discussão. No entanto, este tipo de pesquisa depende muito da habilidade do entrevistador, que deve ter um conhecimento profundo dos objetivos da pesquisa. O mais importante é que as respostas sejam interpretadas por pelo menos 2 analistas envolvidos no projeto.

No **QFD**, é utilizada a pesquisa **qualitativa**. O número de consumidores entrevistados não segue nenhuma regra específica. No entanto, observe as seguintes sugestões. Se o grupo de projeto possuir 5 pessoas, utilizam-se entre 5 e 15 consumidores. Em empresas de grande porte, podemos ter um número maior de consumidores envolvidos. Empresas com 30 pessoas envolvidas em um projeto, utilizam até 50 consumidores. Entretanto, o mais comum seria o critério de bom senso. Imagine uma reunião entre 5 projetistas e 20 consumidores. Não seria produtivo nem rentável do ponto de vista organizacional atender esta demanda com igual atenção entre todos.

Uma outra alternativa é o uso de 2 pessoas envolvidas no projeto levantarem inicialmente dados de um número maior de consumidores, identificando alguns *quês* entre elas. Posteriormente um grupo menor destas pessoas é convocado para participar da finalização da lista de levantamento dos *quês* e para a avaliação competitiva realizada pelo consumidor.

Uma reunião com 5 projetistas e 10 consumidores seria um limite aceitável e funcional no levantamento dos itens *quês*. Será a própria experiência adquirida com a utilização da técnica, que auxiliará na hora de decidir sobre o número de consumidores que participarão durante o desenvolvimento de um produto.

### 3.5 Lista dos *Quês*

Ao captarem-se os *quês*, deve-se ter a segurança de que cada um deles representa uma exigência simples do consumidor. Caso haja necessidade ou vontade dupla são necessários separá-los em duas ou mais exigências. Em outras palavras, cada *quê* não deve ter mais do que cinco palavras, e mesmo assim expressar o real significado da necessidade do consumidor.

A melhor maneira para se apurar um *quê* é anotar tudo o que o consumidor descreve durante o *Brainstorming*. O fato é que se simplesmente parafrasear suas declarações se corre o risco de perder seu verdadeiro desejo. É claro que se pode gravar as conversas com a sua permissão para posteriormente buscar um comum acordo entre as vontades ditas e os anseios levantados. Sendo assim, o formato inicial dos primeiros questionamentos deve ter a seguinte forma:

**Quais são os (as) \_\_\_\_\_ importantes de \_\_\_\_\_?**

As palavras mais importantes a serem utilizadas no primeiro espaço são características, atributos, elementos, qualidades e requisitos. Quando alguém fica em dúvida a respeito de qual palavra deve ser colocada no primeiro espaço, a primeira sugestão é a palavra qualidade ou então requisitos, elementos, atributos, características na ordem citada. No segundo, espaço deve-se colocar um substantivo ou uma expressão curta que defina qual o produto que esta sendo pesquisado. Pode-se ainda, agregar um adjetivo ou particularidade para formar um questionamento mais claro e objetivo.

Vejamos os exemplos a seguir.

1. *Quais são as qualidades importantes de um fogão?*
2. *Quais são as qualidades importantes de um fogão automático com forno auto-limpante?*
3. *Quais são as qualidades importantes de um fogão automático com forno auto-limpante destinados à classe A?*

Qual o melhor questionamento? Naturalmente que os de números 1 e 2. Jamais faça perguntas demasiadamente longas e específicas. No caso da questão 3, o excesso de informações pode fazer com que as pessoas sintam-se constrangidas ou menosprezadas, afinal algumas pessoas podem não estar exatamente na classe social citada e também pode não entender nada do mercado consumidor. Trate-os apenas como consumidores, utilizando apenas perguntas pertinentes e objetivas relacionadas ao produto.

Seguindo com o exemplo do percevejo de fixar papel, a pergunta realizada foi. Quais são os requisitos importantes de um percevejo de fixar papel? Os *quês* mais importantes levantados juntamente aos consumidores foram a **facilidade de penetrar**, o **pino sem dobrar** e o **baixo preço**.

Qualquer relutância por parte do consumidor deve ser imediatamente reconhecida como um “não concordo com a nova versão” e deve-se voltar a declaração original do consumidor e tentar de outra forma a sua simplificação.

### 3.6 Avaliação Competitiva Realizada pelo Consumidor

Depois que a lista de *quês* captou a voz do consumidor, é chegada a hora de uma comparação entre o produto da empresa e os produtos de companhias concorrentes. A avaliação competitiva, indica, ainda, até que ponto a concorrência atende aos *quês* levantados. A avaliação realizada pelo consumidor verifica e comprova os requisitos desenvolvidos nos itens *quês*, sendo que ela permite:

- Verificar na lista de *quês*, quais os mais importantes para o consumidor;
- Identificar como os consumidores percebem o seu produto em comparação aos concorrentes, e com isto, descobrem-se os pontos fortes ou fracos do mesmo;
- Descobrir os pontos fracos dos seus concorrentes, que evidentemente se constituirão em oportunidades para o seu novo produto.

A técnica do QFD, solicita uma comparação entre pelo menos três produtos concorrentes, além do seu produto atual, para que se obtenham bons resultados. No entanto, existindo apenas 2 concorrentes é entre eles em que as comparações serão realizadas. E no caso de existirem 10 ou mais concorrentes, o comum e usual é a comparação do produto da empresa com os produtos dos fabricantes líderes de mercado.

Uma observação importante sobre esta etapa é que, muitas vezes, a equipe de projeto não dá o devido tempo necessário para uma boa avaliação da concorrência. Lembre-se, realizar com os consumidores a melhor avaliação será fundamental. A tentativa de apressar este estágio reduz a confiança das informações nas quais irá basear suas decisões.

Continuando com o exemplo do percevejo de fixar papel, foi realizada uma comparação entre a empresa A, com os concorrentes B e C. As comparações são realizadas utilizando-se notas entre 1 e 5. Os resultados obtidos entre as empresas estão indicados no quadro 3.1.

Quadro 3.1. Avaliação Competitiva Realizada pelo Consumidor.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Item Comparado	Em pre sas				
	A	B	C	A	B
Pino sem Dobrar	A	B	C	A	B
Facilidade de Penetrar	A	C	A	B	B
Baixo Preço	B	C	A	A	B
<b>Avaliação</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Estes dados apresentados, verificam a posição competitiva entre as empresas de mesmo segmento. Ao terminar a avaliação da concorrência realizada pelos consumidores, a equipe possuirá uma clara noção de quais os requisitos dos produtos irão satisfazer primeiramente seu consumidor. Utilizando estas informações, a equipe poderá agora criar o índice de importância (ou ordem de importância).

### 3.7 Índices de Importância ou Ordem de Importância

Ao elaborar a lista dos *quês*, muitas vezes aparecem similaridades. Desta forma, itens similares podem ser agrupados em categorias para tornar a lista de *quês* mais facilmente manejável. Cada uma destas categorias pode ser considerada uma categoria principal e dentro delas, colocam-se os *quês* adicionais, que podem assim constituir-se em categorias secundárias. Cabe exemplificar essa metodologia como segue:

Um fabricante de aparelhos de som, deseja criar um novo modelo de “*mini-system*”. Levanta como itens *quês* as seguintes características que o aparelho deverá possuir. São elas, DVD, CD, alta potência, surround, gravador de DVD, controle remoto luminoso, equalizador, sub-woofer, MP3, USB, HDMI e conversor de sinais digitais para TV. Sendo assim, a equipe de projeto cria duas categorias, a de **características básicas**, contendo DVD, CD, alta potência, surround, gravador de DVD, equalizador, sub-woofer e MP3 e a de **novos atrativos**, contendo, controle remoto luminoso, USB, HDMI o conversor de sinais digitais para TV.

Depois de ouvidas as vozes dos consumidores e realizada a comparação com a concorrência é chegado o momento de criar uma ordem de importância nos requisitos levantados. O entrevistador deve frisar que todos os *quês* são importantes e que tratá-se apenas de compará-los uns aos outros e não o fato de serem abandonados do projeto. Será apenas uma quantificação para que a equipe de projeto possa ter um parâmetro inicial dos anseios dos consumidores. Principalmente, porque tais necessidades básicas são o mínimo de requisitos que os consumidores esperam nos novos produtos. Os demais requisitos da lista tornar-se-ão explícitos, implícitos ou inesperados sendo o diferencial competitivo do produto.

Embora todos os itens levantados sejam importantes, o QFD é um método sistemático e estes índices, serão utilizados para multiplicar outros números que aparecerão na matriz de relações, influenciando, com isto, nos resultados estatísticos do QFD. A classificação por ordem de importância, representa então, um papel chave no processo. Portanto, eles deverão refletir com precisão as opiniões dos consumidores. O valor dos itens será dado por uma escala de 1 a 5, por ser a mais comum aplicada até este momento, e portanto, neste trabalho não seria diferente.

Retomando o exemplo do percevejo de fixar papel, foi criada pela equipe de projeto apenas uma única categoria, a de conforto. Nela, os *quês* receberam as notas do índice de importância, conforme indicadas no quadro 3.2.

Quadro 3.2. Índices de Importância.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

<b>Categoria</b>	<b>Quês</b>	<b>Índice de Importância</b>
<b>Conforto</b>	Pino sem Dobrar	2
	Facilidade de Penetrar	4
	Baixo Preço	5

A lista com os índices de importância deve ser repassada pelo menos três vezes. Outro cuidado importante é quanto a notas repetidas. Se tivermos 10 *quês* a serem classificados em ordem de importância, o ideal é dividir uniformemente o número de *quês* pela escala de notas. Então, se tiver 10 *quês* e as 5 notas que representam a escala, deverão ser divididas ( $10/5 = 2$ ), ou seja, não se deve repetir o mesmo número mais do que duas vezes. Definida a ordem de importância, inicia-se uma nova etapa fundamental no processo do QFD. É a etapa de *como* atender aos requisitos levantados até o presente momento.

### 3.8 Como Atender aos Requisitos dos Consumidores

Até esse ponto, o foco do trabalho esteve concentrado nos itens *quês* solicitados pelo consumidor. Inicia-se agora, a parte vital dentro de um projeto que é a busca por soluções. A equipe poderá chegar a solução do problema para atender os requisitos do consumidor na medida que lida com a análise do problema propriamente dito. Nesta etapa do processo QFD, será necessário, mais do que nunca, utilizar o conhecimento coletivo da empresa e a multidisciplinaridade da equipe.

Cabe essa importante tarefa ao líder do time QFD, que deve promover as várias seções de *Brainstorming*. Nesta etapa do QFD, dá-se uma grande oportunidade a cada membro da equipe, para que ofereça suas possíveis soluções para os *quês* levantados. Cada *como*, criado pela equipe de projeto, irá recair em um processo de fabricação, um método, departamento e funções que estarão envolvidos na solução de um problema. Iniciado o *Brainstorming*, o líder do QFD na empresa pede a todos que respondam a pergunta a seguir:

**Quais os métodos pelos quais poderemos ajudar a satisfazer \_\_\_\_\_  
(*quê*) solicitado pelo consumidor? Ou ainda.**

**Quais são algumas formas que podem ajudar a atender \_\_\_\_\_ (*quê*)?**

Durante estas reuniões, vários *comos* serão levantados e os mais significativos à satisfação dos *quês*, tornam-se as possíveis soluções dos problemas. Retornando o exemplo do percevejo de fixar papel, os *comos* levantados pela equipe de projeto para solucionar os desejos dos consumidores (facilidade de penetrar, pino sem dobar e baixo preço) foram, o **diâmetro da cabeça**, o **diâmetro do pino**, a **solidez da junção pino-cabeça**, a **ponta afiada do pino** e a **espessura da cabeça**. É nesta etapa que a equipe de projeto passa a visualizar soluções ao desenvolvimento do produto.

### 3.9 Avaliação Técnica da Concorrência

Na avaliação técnica da concorrência, são os projetistas e técnicos da empresa que avaliam o seu produto e o compara com os concorrentes. A diferença é que, a equipe de projeto compara os itens *como* entre os produtos, enquanto os consumidores compararam os *quês*.

Como exemplo, se o *quê* analisado for “viagem mais silenciosa no carro” e o *como* determinado for “um melhor sistema de descarga”, enquanto a avaliação da concorrência realizada pelo consumidor comparou os modelos mais silenciosos, a avaliação técnica da concorrência irá comparar o nível de ruídos dos carros, em decibéis, quantificando o tamanho desta melhoria.

Em conformidade com a técnica do QFD, são utilizados valores entre 1 e 5 novamente para as comparações. Para cada *como*, anota-se um valor na matriz que indique o nível de desempenho dos concorrentes e o desempenho do seu produto atual. O resultado será uma indicação da posição do seu produto, abaixo, equivalente ou acima do produto concorrente. Observe no quadro 3.3, a distribuição das notas distribuídas para o exemplo do percevejo de fixar papel.

Quadro 3.3. Avaliação Técnica da Concorrência.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

<b>Quês / Comos</b>	<b>Diâmetro da Cabeça</b>	<b>Diâmetro Do Pino</b>	<b>Solidez da Junção Pino-Cabeça</b>	<b>Ponta Afiada do Pino</b>	<b>Espessura da Cabeça</b>	
Pino sem Dobrar						
Facilidade de Penetrar						
Baixo Preço						
		<b>B</b>	<b>A</b>			<b>1</b>
	<b>A</b>	<b>C</b>		<b>A</b>	<b>A</b>	<b>2</b>
	<b>C</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>C</b>	<b>3</b>
			<b>C</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>4</b>
	<b>B</b>					<b>5</b>

O quadro 3.3, ilustra as baixas notas que a empresa A recebeu da equipe de projeto em relação ao seu produto fabricado, antes da utilização da técnica do QFD. Em última análise, o produto da empresa B, recebeu as melhores avaliações pela equipe de projeto.

### 3.9.1 Valores Visados (Quantos)

Depois de realizada a avaliação da concorrência pela equipe de projeto, é chegada a hora de uma análise mais aprofundada em relação aos resultados obtidos. Quando o consumidor realizou sua avaliação, o produto fabricado pela empresa A obteve os piores resultados em relação a facilidade de penetrar e em relação ao pino sem dobrar.

Quando a avaliação técnica da concorrência observou o produto em relação aos itens *como* levantados e comparou-os com os produtos das empresas concorrentes B e C, obteve-se as seguintes conclusões ilustradas no quadro 3.4.

Quadro 3.4: Valores Observados pela Equipe de Projeto.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

<b>Empresas/Comos</b>	Produto da Empresa (A)	Concorrente B	Concorrente C	Meta
Diâmetro da Cabeça	7 mm	10,5 mm	8,5 mm	↑
Diâmetro do Pino	1,1 mm	0,8 mm	0,9 mm	↓
Solidez da Junção Pino-Cabeça	55 N	70 N	75 N	⊙
Ponta Afiada do Pino	0,2 mm	0,1 mm	0,15 mm	↓
Espessura da Cabeça	0,4 mm	0,5 mm	0,5 mm	↑

Os valores visados, são especificações de engenharia estabelecidas pela equipe para o projeto. A equipe irá determinar *quanto* a sua empresa deverá fazer para apresentar um produto competitivo ao mercado. Quando você projeta ou inova sobre um determinado produto, os *quantos* irão definir o desempenho que o seu produto deve ter, para satisfazer os consumidores em potencial. Estes, passam a ser os padrões mínimos para o ingresso no mercado.

Observe no quadro 3.5, os valores estipulados pela equipe de projeto para a criação do novo percevejo, mais competitivo.

Quadro 3.5. Valores Visados a Serem Atingidos.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

<b>Quês / Comos</b>	Diâmetro da Cabeça	Diâmetro do Pino	Solidez da Junção Pino-Cabeça	Ponta Afiada do Pino	Espessura da Cabeça
<b>Valores Visados</b>	10,5mm	0,9mm	>75N	<0,1mm	0,4mm

Através da elaboração dos itens *quanto*, fica definido de que forma o produto precisa ser trabalhado para satisfazer os futuros consumidores do produto.

### 3.10 Metas Alvo

Depois de realizada a avaliação técnica da concorrência, chega-se no momento de estipularem-se as metas de projeto. As metas, representam as conclusões dos itens *como* e dos *quantos*. Os símbolos utilizados, são descritos no quadro 3.6.

Quadro 3.6. Símbolos Utilizados nas Metas.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Simbologia	Necessidade
↑	Aumentar / Maximizar
↓	Reduzir / Minimizar
⊙	Meta

As metas representam as ações a serem realizadas dentro do projeto de produto. Se o projeto a ser realizado é o de um carro, em que um dos anseios do consumidor foi a redução do ruído do motor e a solução encontrada pela equipe de projeto foi a redefinição do sistema de descarga, a meta, neste caso, é a **redução** do ruído. Entretanto, se o desejo fosse aumentar a potência do veículo e a solução encontrada for redimensionar a taxa de compressão do motor, a meta seria **aumentar** a potência. O símbolo mais importante de todos é o chamado meta alvo. É nele, que o projeto requer o maior esforço, tendo em vista que a meta, representa o desejo mais significativo levantado durante o estudo para o desenvolvimento do produto. Se o desejo do consumidor mais explícito for a redução do consumo do veículo, você deve tomar este requisito como **meta** a ser atingida.

Seguindo com o exemplo do percevejo de fixar papel, o quadro 3.7 ilustra as indicações das metas elaboradas pela equipe de projeto, para que os requisitos possam ser atingidos.

Quadro 3.7. Metas a serem Atingidas Durante o Projeto.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Quês / Comos	Diâmetro da Cabeça	Diâmetro Do Pino	Solidez da Junção Pino-Cabeça	Ponta Afiada do Pino	Espessura da Cabeça
Metas	↑	↓	⊙	↓	↑

Observe que para uma melhor facilidade de penetrar e para que o pino não dobre, o requisito mais importante levantado como **meta** foi a solidez da junção pino-cabeça.

### 3.11 A Matriz de Correlações ou o Telhado da Casa

A matriz de correlações ou o telhado da Casa da Qualidade, tem a forma de um triângulo, com casinhas que representam as intersecções das características *como* entre si, as quais podem ter correlação positiva, negativa ou não serem correlacionadas. A matriz de correlações é muito importante para determinar quais *comos* apóiam-se entre si e quais são conflitantes.

O telhado, irá indicar onde serão necessários maiores esforços e onde aparecerão as maiores facilidades. Comumente, são utilizados quatro símbolos na matriz de correlações, descritos no próximo quadro.

Quadro 3.8. Símbolos para Correlações entre Requisitos *Comos*.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

<b>Simbologia</b>	<b>Correlação</b>
++	Forte Relação Positiva
--	Forte Relação Negativa
+	Relação Positiva
-	Relação Negativa

Tanto a correlação positiva como a negativa, fornece informações muito importantes. Os símbolos positivos indicam quais são os itens *como* que se reforçam mutuamente. Uma correlação positiva indica ainda que os itens estão intimamente relacionados, que eles podem conduzir a sinergia na solução encontrada ao requisito descrito. Já os símbolos negativos, indicam possíveis itens conflitantes, para os quais existirá a necessidade de algum ajuste, pois podemos ter efeitos adversos de um item *como* em relação ao outro.

Normalmente, quando ocorrem correlações negativas, uma ou mais compensações poderão ser necessárias para que sejam solucionados os conflitos. Correlações fortemente negativas, podem significar que sua empresa pode não satisfazer alguma exigência do consumidor ou ainda, que não irá possuir capacidade operacional para atender determinado *como*.

Para facilitar o entendimento do preenchimento do telhado observa-se as figuras 3.3 e 3.4, ilustradas a seguir.

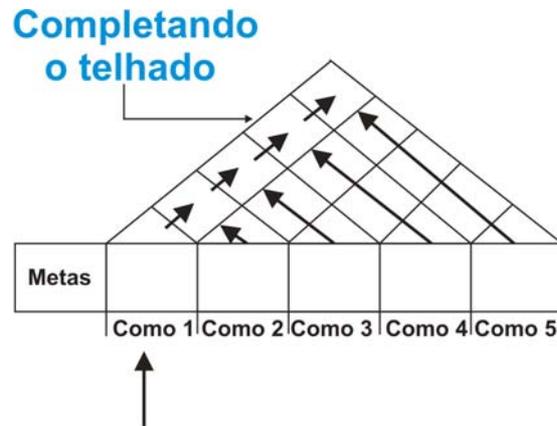


Figura 3.3. Preenchimento da Matriz de Correlações.  
Fonte: Adaptada de Step by step QFD, John Terninko.

O preenchimento, inicia-se pelo *como* 1, relacionando-o com os demais *comos* de 2 até 5. Esgotada a linha do *como* 1, inicia-se com o *como* de número 2, relacionando-o com os *comos* de 3 até 5, conforme a figura 3.4, a seguir.

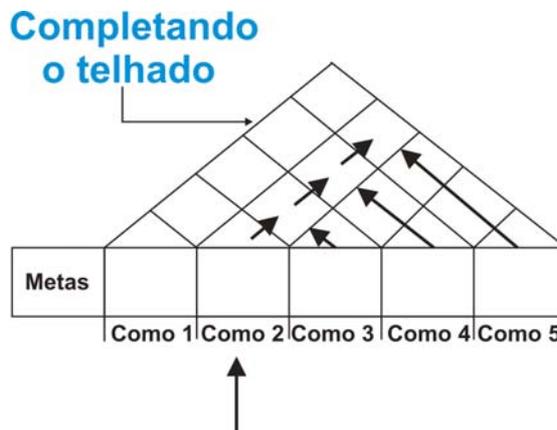


Figura 3.4. Preenchimento da Matriz de Correlações, item 2.  
Fonte: Adaptada de Step by step QFD, John Terninko.

O processo de preenchimento do telhado segue até que todos os *comos* sejam percorridos. A próxima figura, traz uma melhor ilustração do preenchimento completo de um item *como* do telhado da matriz.

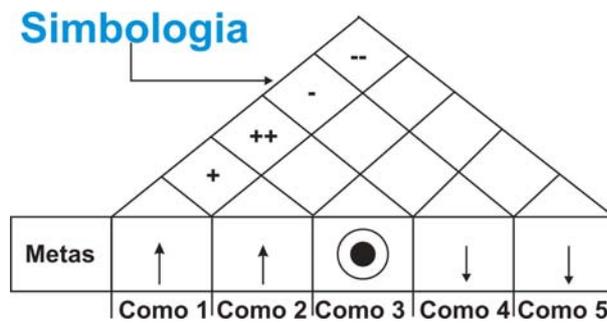


Figura 3.5. Exemplo de Preenchimento de um Requisito na Matriz de Correlações.

Fonte: Adaptada de Step by step QFD, John Terninko.

Na figura acima, o *como* de número 1, possui uma relação positiva com o *como* 2 e uma forte relação positiva com o de número 3. Entretanto, possui uma relação negativa com o *como* 4 e uma forte relação negativa com o de número 5. O significado deste resultado, indica que para atender a meta de aumentar do *como* 1, a empresa terá de redobrar sua atenção aos *comos* de número 4 e 5, respectivamente.

Seguindo com o exemplo do percevejo de fixar papel, temos o preenchimento do telhado da matriz, ilustrado através da figura 3.6. Nota-se, que algumas casas ficaram em branco indicando a não existência de correlação entre os itens. Existem também, algumas relações positivas que indicam facilidades na execução do projeto e apenas uma relação negativa entre o diâmetro do pino e a ponta afiada. Isto, em função do desejo de redução do diâmetro do pino. Assim, manter a ponta bem afiada com um pino de menor diâmetro, tornou-se uma função mais delicada o que deve ser observado de forma negativa na execução do projeto do percevejo.

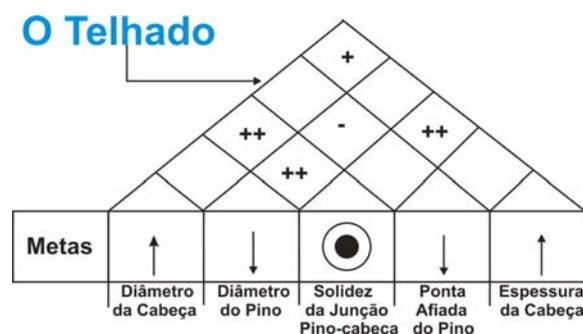


Figura 3.6. Preenchimento Completo de uma Matriz de Correlações.

Fonte: Adaptada de Step by step QFD, John Terninko.

A matriz de correlações não apresenta resultados numéricos e sim simbólicos para que o observador da matriz do QFD identifique rapidamente os pontos favoráveis e os mais difíceis do projeto.

### 3.12 A Matriz de Relações

Neste momento, é a hora de atribuir símbolos e notas no interior da Casa da Qualidade. Observa-se no quadro 3.9, os símbolos e os valores utilizados para relacionar cada um dos *quês* com cada um dos *comos*, que será realizado no centro na matriz Casa da Qualidade.

Quadro 3.9. Simbologia e Valores Utilizados na Matriz de Relações.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Simbologia	Contribuição no QFD	Valor
	Nenhuma Relação	
△	Fraca	1
○	Média ou Moderada	3
●	Forte	9

Para utilizar estes dados, procede-se da seguinte forma descrita a seguir. A começar pelo primeiro *como*, faça a pergunta.

#### **Pode esse *como* nos ajudar a realizar este *quê*?**

Observe, neste questionamento a sua ordem, para que não exista a inversão durante o trabalho. Se a resposta for **não**, deve-se escrever um 0 (zero) na matriz de relações ou deixe-a em branco. Se a resposta for **sim**, pergunta-se.

#### **A relação é fraca, média ou forte?**

Em seguida, coloca-se o símbolo na coluna trabalhada no momento. Continua-se descendo pela coluna, passando ao próximo *quê*, terminando a coluna antes de passar ao próximo *como*. Nesta etapa, muito importante é a neutralidade do líder da equipe, pois ninguém é mais capaz de influenciar nas decisões do que ele.

Observe no quadro 3.10, os resultados obtidos na matriz de relações, para o exemplo do percevejo de fixar papel.

Quadro 3.10. Matriz de Relações.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Quês / Comos	Ordem Importância	Diâmetro da Cabeça	Diâmetro Do Pino	Solidez da Junção Pino-Cabeça	Ponta Afiada do Pino	Espessura da Cabeça
<b>Metas</b>		↑	↓	⊙	↓	↑
Pino sem dobrar	2	○	○		●	
Facilidade de penetrar	4		○	●		
Baixo preço	5	●	○		△	△

Após o preenchimento dos símbolos é chegada a hora de calcular os valores. Para o cálculo do número de pontos de cada campo do formulário da matriz, multiplica-se a ordem de importância de cada *quê* pelo valor que cada símbolo significa. É necessário inserir no campo, entre parênteses, o produto da multiplicação até a conclusão deste trabalho, conforme indicado no quadro 3.11, para o exemplo do percevejo.

Quadro 3.11. Matriz de Relações com Símbolos e Valores.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Quês / Comos	Ordem Importância	Diâmetro da Cabeça	Diâmetro Do Pino	Solidez da Junção Pino-Cabeça	Ponta Afiada do Pino	Espessura da Cabeça
<b>Metas</b>		↑	↓	⊙	↓	↑
Pino sem dobrar	2	○ (6)	○ (6)		● (18)	
Facilidade de penetrar	4		○ (12)	● (32)		
Baixo preço	5	● (45)	○ (15)		△ (5)	△ (5)

Encerrada esta etapa, a Casa da Qualidade estará pronta para ser finalizada, conforme será descrito na próxima seção.

### 3.13 Número Absoluto de Pontos e Posição Relativa

Depois da montagem da matriz de relações, deverão realizados os cálculos finais da matriz Casa da Qualidade. Somando-se os totais das colunas, a partir da primeira coluna de *comos*, teremos a soma denominada **número absoluto de pontos**. Em seguida, ordene estes valores em ordem decrescente de pontos. Estes valores serão a **posição relativa** de cada *como*.

A posição relativa irá indicar qual destes *comos* deverá ser satisfeito primeiramente. O número 1 é atribuído ao *como* que obteve o maior número de pontos, o número 2 ao que obteve segundo maior número de pontos e assim sucessivamente. Caso dois números absolutos de pontos sejam iguais, o moderador pergunta à equipe.

#### **Qual destes dois *comos* deve logicamente ocorrer primeiro?**

Quase sempre, um *como* deve ocorrer antes do outro. A equipe de projeto é que irá determinar qual será esta ordem. Se não puder decidir, escolhe-se o *como* situado mais à esquerda e prossegue-se.

Encerrada a atribuição de pontos, o moderador deve fazer com que a equipe reveja brevemente a ordem final. Chama-se isto de teste de realização. A começar do *como* que recebeu o número 1 na contagem relativa de pontos, o moderador pergunta à equipe se faz sentido realizar este *como* antes do próximo. Assim, sucessivamente deve-se questionar todos os *comos* existentes, verificando se há lógica na ordem final. Se há, parabéns a equipe terminou a matriz Casa da Qualidade. Se não houver uma seqüência visível, a equipe deve reavaliar os *comos* e decidir se há necessidade de inserir algum novo *como* entre eles ou reavaliar a matriz de relações.

O quadro 3.12, ilustra o exemplo completo da Casa da Qualidade, para o exemplo do percevejo de fixar papel.

Quadro 3.12. Ilustração Final de uma Matriz QFD.

Fonte: Adaptada de Projeto de Produto, Mike Baxter.

Quês / Comos	Ordem Importância						Empre sas				
		Diâmetro da Cabeça	Diâmetro do Pino	Solidez da Junção Pino-Cabeça	Ponta Afiada do Pino	Espessura da Cabeça					
<b>Metas</b>		↑	↓	⊙	↓	↑					
Pino sem Dobrar	2	○ (6)	○ (6)		● (18)		A	B		C	
Facilidade de Penetrar	4		○ (12)	● (32)			A	C		B	
Baixo Preço	5	● (45)	○ (15)		△ (5)	△ (5)	B	C	A		
			B	A			1	2	3	4	5
		A	C		A	A	2				
		C	A	B	C	C	3				
				C	B	B	4				
			B				5				
Valores Visados		10,5mm	0,9mm	> 75N	< 0,1mm	0,4mm					
Pontos		54	33	32	23	5					
Posição Relativa		1	2	3	4	5					

Uma matriz QFD indica todos os atributos envolvidos no projeto, bem como seus resultados de forma simples, metódica e organizada. É uma técnica de fácil entendimento a todas as pessoas envolvidas no projeto, mesmo de setores distintos.

#### 4. METODOLOGIA DE PROJETO CENTRADA NA CASA DA QUALIDADE

No decorrer deste capítulo, é apresentada uma proposta de metodologia de projeto centrada na Casa da Qualidade. No Brasil, até a década de 90, o projeto e o desenvolvimento de novos produtos estavam concentrados principalmente nos aspectos técnicos e funcionais.

Após a abertura do mercado nacional as importações em massa, os aspectos ligados a estética, a ergonomia, e ao status que a compra de um determinado produto trazia ao homem, alterariam este panorama. Principalmente, porque estes aspectos passaram a ser diferenciais competitivos entre os produtos concorrentes.

A ergonomia, passaria a fazer parte do projeto. Não apenas para minimizar erros funcionais e acidentes domésticos e nas linhas de montagem. Sua contribuição, traria novos conceitos ao design, a tecnologia de softwares e as técnicas de produção. A indústria, passaria por uma reestruturação interna. As empresas, iniciam a criação de bancos de dados internos para que posteriormente possam fazer parte de estudos e análises, quando um novo projeto esteja sendo desenvolvido.

A qualidade técnica de um produto, ligada ao seu funcionamento, considerando-se a eficiência, o rendimento, a redução de ruídos, as vibrações e a facilidade de limpeza e manutenção foram agregados a qualidade. Qualificou-se a iteração entre homem e máquina, surgindo uma nova etapa no mercado nacional, ligada ao desenvolvimento de novos produtos.

Os consumidores, não comprariam um produto simplesmente destinado a realizar uma função. Agora, eles poderiam escolher um fabricante, um modelo, uma cor ou uma conveniência de praticidade. Poderiam relacionar os produtos entre si e escolher o modelo mais econômico, o que fosse mais barato ou o que lhe representasse o status desejado. A abertura do mercado brasileiro acirrou a concorrência entre as empresas, criando uma nova necessidade aos fabricantes: a de inovar e criar produtos atraentes e competitivos no mercado nacional.

Os produtos utilizados em nosso dia a dia, muitas vezes, sofrem a ação do uso inadequado. Ora porque as pessoas não são treinadas e muitas vezes, porque as instruções são insuficientes. Além disto, os usuários poderão ser os mais distintos possíveis como crianças, jovens, idosos, deficientes físicos e canhotos. Os produtos devem ser adaptáveis a estas situações. Caberá a equipe de projeto prever no desenvolvimento de novos conceitos tais hipóteses, criando produtos simples ao uso, auto-informativos e adaptáveis aos possíveis usuários.

Outro aspecto que deve ser lembrado está relacionado às experiências cognitivas dos usuários. O projetista não deve criar soluções inesperadas aos consumidores. Se o copo de um liquidificador é fixado girando-se no sentido horário e seu motor tem o movimento no mesmo sentido, mantenha-o assim, evitando-se constrangimentos e dificuldades nos consumidores. Alterações são bem vindas apenas quando facilidades surgem à utilização do produto. Imaginem um projetista recriar o teclado do computador com um novo padrão, diferente do padrão QWERT, utilizado até os dias de hoje. Certamente, vários problemas de aceitação o produto traria consigo. Aliás, vários padrões têm sido criados e testados na Europa, Estados Unidos e no Japão, entretanto nenhum deles conseguiu entrar nos mercados de massa.

A utilização do QFD, irá auxiliar no levantamento de dados, tais como: as ações dos consumidores durante a utilização do produto, as características de limpeza, de manutenção, a adaptação para canhotos e deficientes, os ruídos e vibrações, a aceitação de novos padrões de cores e design, entre diversos outros aspectos.

A proposta de metodologia denominada *Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos*, percorreu os mais variados títulos e assuntos na busca de um conceito atual e prático para o desenvolvimento de novos produtos nos mais variados segmentos da indústria.

#### 4.1 Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos

O projeto de um componente ou sistema apresenta em cada caso, características e peculiaridades próprias. Entretanto, na medida que um projeto é iniciado e desenvolvido, define-se uma seqüência de eventos, em uma ordem cronológica, formulando um modelo que quase sempre é comum aos projetos.

Estas etapas, são distintas e devem ser seqüenciadas de modo a transformar recursos em objetos úteis. Ocasionalmente, o mesmo engenheiro projetista é responsável durante todas as etapas do projeto. Com o passar do tempo, ele efetua diferentes tarefas, julgando os resultados sob diferentes bases, tais como: criatividade, desempenho, custos e datas de entrega do projeto. Estas etapas, percorrem todo o ciclo de projeto, até que todo o processo de desenvolvimento de um produto esteja finalizado. A figura 4.1, ilustra as etapas de projeto propostas neste trabalho.

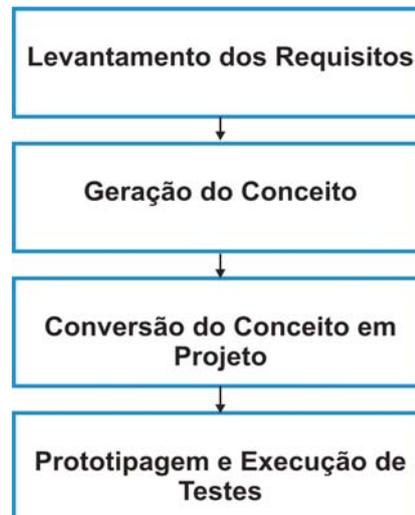


Figura 4.1. Etapas Propostas.

Estas etapas, descrevem de forma simples e funcional os caminhos percorridos desde a definição do objetivo em criar um novo produto, até que a equipe de design técnico tenha transformado este objetivo em um projeto finalizado. Através do **levantamento dos requisitos** com a indústria e os consumidores, buscam-se as necessidades e atributos para o produto que serão convertidos em requisitos de projeto.

Os requisitos de projeto, desdobram-se para a **geração do conceito** de um produto, que será **convertido em um projeto de produto**. Este, por sua vez, seguirá até a etapa de **prototipagem e execução de testes**. Entretanto, cada uma destas etapas possui um significado distinto, conforme ilustrado na figura 4.2.

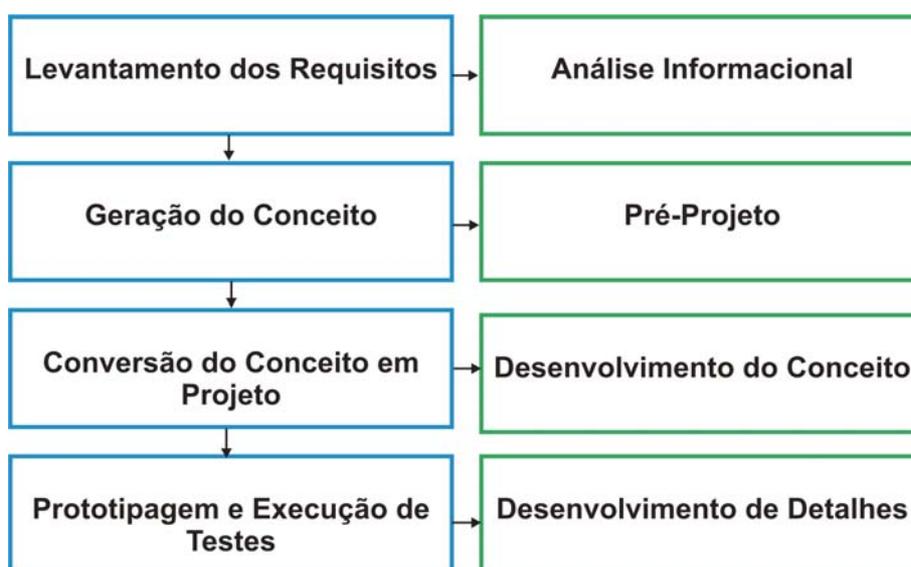


Figura 4.2. Significados das Etapas Propostas.

Observa-se na figura 4.2, os diferentes significados sugeridos a cada uma das etapas. A etapa de levantamento dos requisitos, trabalhará com a **análise informacional** do projeto. Desenvolve-se nesta etapa, deste o objetivo de criar um novo produto, passando pelas entrevistas do QFD juntamente ao fabricante e aos consumidores. Em seguida, há a montagem da matriz Casa da Qualidade que culminará com as primeiras especificações de projeto.

Na segunda etapa, denominada de geração do conceito, trabalha-se com o **pré-projeto** do produto. Após a aprovação do fabricante a etapa de análise informacional, chega-se ao momento onde são discutidas, as concepções gerais do produto, a estrutura funcional do produto, a análise dos subsistemas, culminando com as definições finais de pré-projeto. Em suma, é nesta etapa que os projetistas pensam sobre as interfaces reais de um projeto.

A terceira etapa proposta é a de conversão do conceito em projeto. Neste momento, depois que o fabricante aprova o levantamento dos requisitos e a geração do conceito, a equipe de projetistas passa a criar o projeto de “engenharia” propriamente dito. Nesta etapa, é onde teremos o **desenvolvimento do conceito**. Constituem este período de trabalho, os desenhos industriais levados a fabricação, a definição dos materiais que farão parte do protótipo ou das alternativas que serão testadas. Ainda nesta terceira etapa, a equipe de projeto deverá realizar análises estruturais sobre os componentes do produto via software. O encerramento desta etapa de trabalho culminará com a criação dos parâmetros para prototipagem do produto.

Obtida a aprovação do fabricante, chega-se à última etapa, que é denominada de prototipagem e execução de testes. Certamente, este é o momento onde todo o trabalho desenvolvido pode ser apreciado, pois o protótipo real está apto a ser fabricado. Está, é a etapa onde o projeto consolida-se e os últimos refinamentos poderão ser observados. Este é o período para o **desenvolvimento de detalhes**. São realizados neste momento, a montagem dos protótipos, os testes de desempenho, os refinamentos finais de projeto e, para encerrar, a aprovação do produto juntamente aos órgãos competentes.

Neste momento, após os esclarecimentos anteriores, é proposto o fluxograma ilustrado na figura 4.3. Sua utilização, indica um caminho atualizado no desenvolvimento de um novo produto, tendo em vista a maximização da satisfação do consumidor.

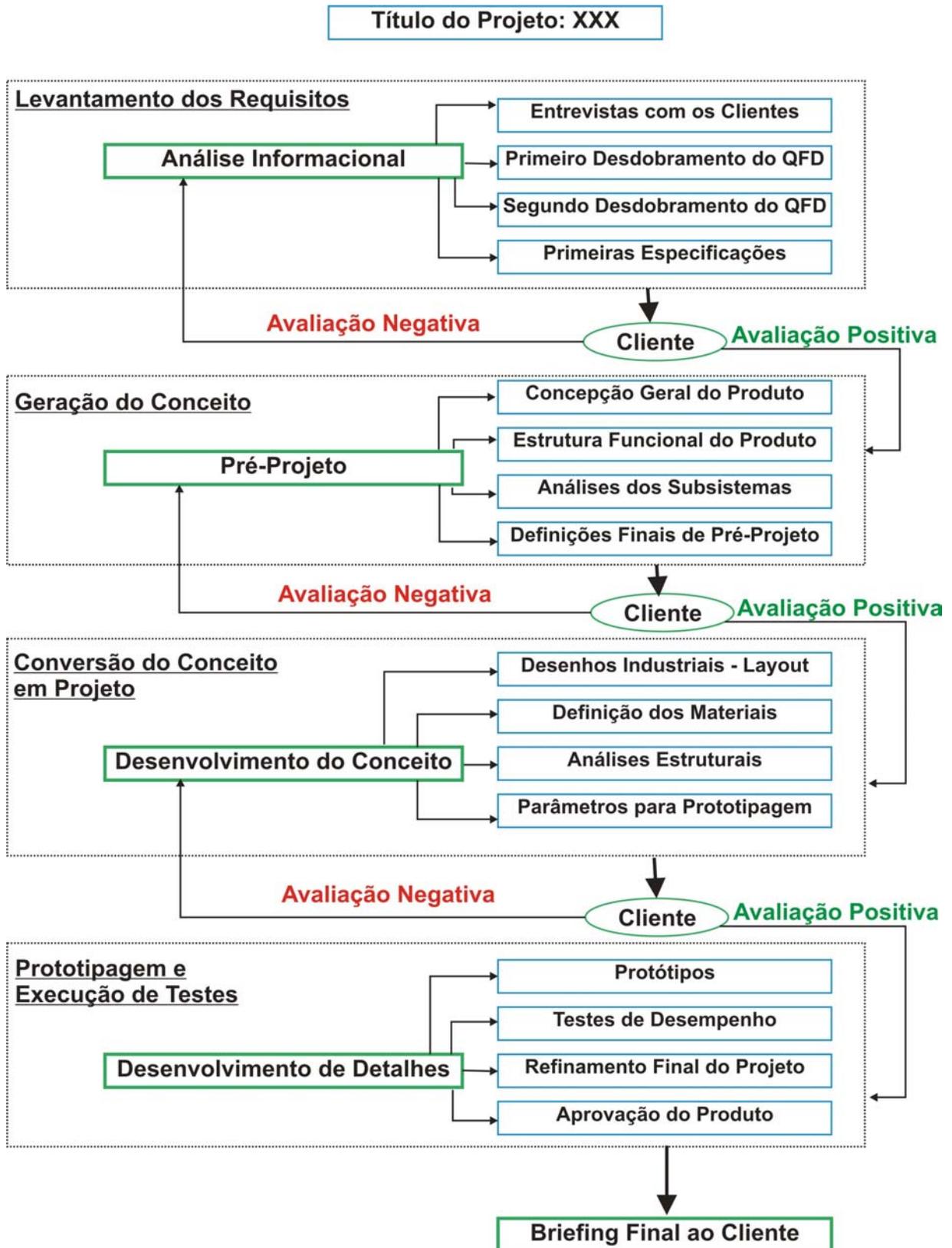


Figura 4.3. Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos.

Os próximos itens descreverão de forma detalhada a cada uma das etapas sugeridas no fluxograma ilustrado na figura 4.3.

#### 4.1.1 Levantamento dos Requisitos

Esta etapa, é a mais trabalhosa e demorada no desenvolvimento de um projeto dentro da metodologia proposta. Não apenas em relação ao número de requisitos envolvidos, mas sim, por que é nela em que se fundem as idéias do fabricante com os requisitos dos consumidores que farão parte da matriz do QFD. Além dos *quês*, que serão levantados junto ao fabricante e aos consumidores, cabe a equipe de projeto elaborar os *comos* para a solução de cada item sugerido por fabricante e consumidores durante a construção da matriz Casa da Qualidade. Para uma melhor ilustração da importância desta etapa, é apresentada na figura 4.4.

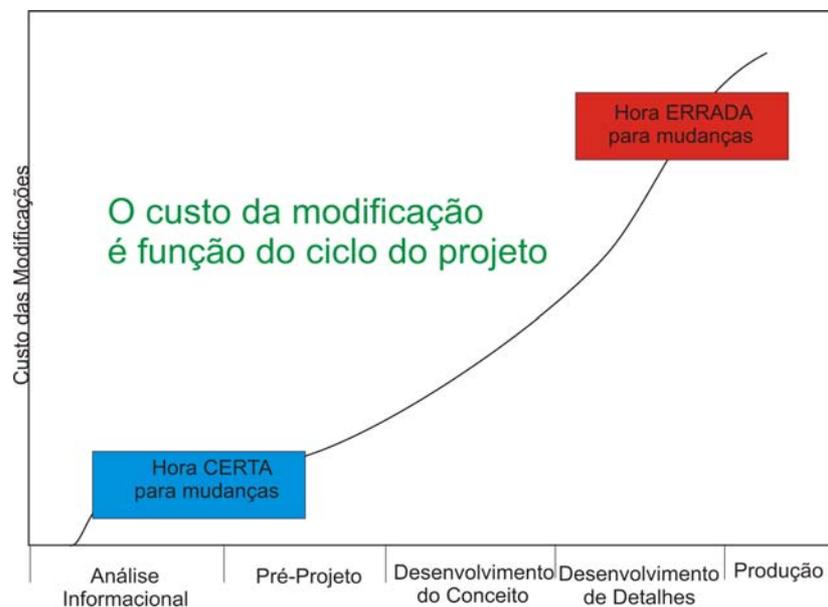


Figura 4.4. Etapas do Desenvolvimento de Produtos.

A figura 4.4, sugere que a hora CERTA para que ocorram mudanças no projeto, esteja dentro da análise informacional e no máximo na etapa de pré-projeto. A partir da etapa de desenvolvimento do conceito, os custos com alterações aumentam gradativamente e muitas vezes, quando as modificações acontecem próximas a fase de produção, poderá ocorrer o fracasso do projeto, o que sugere a hora ERRADA para que ocorram alterações no projeto do produto.

Durante a etapa de levantamento dos requisitos, a equipe de projeto deverá conhecer e analisar os mercados onde o produto poderá atingir e o segmento das classes sociais da população onde o fabricante deseja sua inserção.

Nesta etapa, temos a denominada **análise informacional**. Iniciando-se com a vontade do fabricante em desenvolver um determinado produto através de sua definição de objetivo. Assim, a equipe de projeto parte para os questionamentos juntamente ao fabricante recolhendo todas as informações possíveis sobre o produto ambicionado. Depois dos questionamentos ao fabricante é a hora de levantar os anseios dos consumidores em relação ao objetivo do fabricante, buscando seus desejos e suas necessidades.

O próximo passo, é unir os *quês* do fabricante com os *quês* dos consumidores para a criação de uma lista única, que será levada para a construção da matriz Casa da Qualidade. A técnica do QFD original sugere quatro matrizes, como descrito no capítulo 3 desta dissertação, para a criação de um novo produto. Sendo elas, a de projeto, de detalhes, de processos e de produção.

O fluxograma proposto nesta dissertação, tem como objetivo principal concentrar todos os esforços possíveis na etapa de levantamento de requisitos, devido aos custos mais baratos nas alterações no projeto estarem presentes nesta etapa. Por isto, sugere-se a aplicação da técnica do QFD duas vezes. O primeiro desdobramento será realizado com as informações originais advindas do fabricante e dos consumidores. Já o segundo desdobramento segue a originalidade da técnica onde os *comos* da primeira matriz passam a ser os *quês* da segunda. No entanto, o foco neste trabalho é diferente da proposta original do QFD, onde a segunda matriz estava voltada aos detalhes e ao surgimento de componentes. Nesta proposta, o segundo desdobramento sugere buscar novas soluções em design, alternativas de materiais e novas tecnologias. É um trabalho incisivo em busca de novas tecnologias que possam ser levadas a segunda etapa do projeto de geração do conceito. Esta é a diferença fundamental da utilização da técnica proposta neste trabalho.

Elaboradas as matrizes do QFD e obtidas às devidas conclusões pela equipe de trabalho, poderão ser criadas as primeiras especificações de projeto. Estas especificações, significam os pontos mais importantes que serão trabalhados na criação do conceito do produto.

O próximo passo é reunir-se junto ao fabricante. Todos os resultados obtidos até este período de andamento do projeto são discutidos neste encontro. Desde seu objetivo até as primeiras especificações são analisados entre a equipe de projeto e o fabricante para a sua avaliação. Um resultado positivo, indica que o projeto segue para a próxima etapa. Já uma avaliação negativa, implica em novos esforços e alterações nesta etapa.

#### 4.1.2 Geração do Conceito

A segunda etapa, consiste no detalhamento máximo possível das primeiras especificações. Os projetistas passam a estudar formas, geometrias, design, fixações, engrenamentos, encaixes, ou seja, a estrutura funcional do produto. Análises de sistemas e subsistemas de funcionamento, passíveis de soluções aos problemas, também são estudados neste momento. Esta etapa, sugere a definição do **pré-projeto** do produto.

O encerramento deste período de trabalho não poderia ser diferente. O último item, trata as definições finais de pré-projeto, ou seja, é um momento crucial no desenvolvimento do conceito onde os projetistas concluem e revisam todas as possíveis soluções criadas. Novamente estas informações são levadas ao conhecimento fabricante, para que ele avalie os requisitos apurados. Apenas com sua avaliação positiva é que a equipe de projeto está apta a seguir para a próxima etapa de conversão do conceito em projeto.

#### 4.1.3 Conversão do Conceito em Projeto

Nesta terceira etapa, são definidos o design (responsável pelas características estruturais, estéticas e funcionais), as cores, texturas, luminosidade, acabamentos, controles entre todos os aspectos externos estéticos do produto. Agregada a arquitetura do produto esta a definição dos subsistemas, ou seja, toda a parte interna de funcionamento do equipamento. Seus comandos, placas, gabinetes, fixações, componentes elétricos, componentes mecânicos, partes móveis, fixas, montáveis, desmontáveis e previsões para a manutenibilidade farão parte desta etapa extremamente minuciosa. São observados aspectos como possíveis tensões residuais que possam dificultar a montagem, fretagem nas ligações aparafusadas ou rebitadas, entre outros aspectos relacionados com a montagem e manutenção do produto.

Neste período de trabalho, serão realizados os desenhos industriais, a definição dos materiais, as análises estruturais culminando com os parâmetros para prototipagem do produto em desenvolvimento.

Executam-se neste momento, a síntese detalhada (arquitetura mecânica) e análise detalhada (dos sistemas) através dos mais diversos modelos. São utilizados métodos numéricos computacionais, simulações, modelos teóricos e plataformas como Solid Works®, Solid Edge®, Inventor®, ProEngineer® ou outros recursos disponíveis. Realiza-se a análise funcional para a verificação de possíveis falhas, de desgaste, fadiga, corrosão, deformação plástica, fratura, segurança e instabilidade de conjuntos e dos componentes.

Ainda estarão presentes nesta etapa, inúmeros questionamentos dentro da equipe de projeto, entre eles. As peças serão simétricas ou assimétricas? Como serão os encaixes? A montagem será manual ou automatizada? As ligações serão soldadas ou rebitadas? Entre tantos outros fatores. É importante lembrar, que peças pequenas demais são ruins ao manuseio e peças grandes podem ser pesadas demais. Pontas podem ferir as pessoas ou trancar em uma linha de montagem. Entretanto, peças finas demais podem flambar na montagem. Sobre as conexões e montagens elétricas a equipe de projeto deve eliminar cabos e os excessos de conexões, de fixadores, chaves e jumpers, visando o uso racional. Sempre que possível o uso de chicotes inteiros é bem vindo, assim como o uso de conectores ao invés de soldas, na previsão de desmontagem para manutenção ou descarte ao fim da vida útil do produto. Todo este processo é utilizado para o **desenvolvimento do conceito** do produto.

No final desta etapa, com a aprovação do fabricante, o projeto estará apto para prosseguir a prototipagem e execução de testes.

#### 4.1.4 Prototipagem e Execução de Testes

Será nesta última etapa, que o produto irá ser fabricado em escala real, como lote piloto, para a realização dos testes de funcionamento e para o posterior encaminhamento do produto aos testes de aprovação através de órgãos competentes.

A quarta etapa, é onde ocorre o **desenvolvimento de detalhes** para a fabricação. Serão estes dados, que constituirão todas as características finais relacionadas à imagem e manufaturabilidade do produto. Todo o processo produtivo e de montagem é finalizado neste período de trabalho. São realizados os últimos ajustes necessários para a definição final da linha de produção do produto. Desde a fabricação de cada componente até sua ordem de montagem, assim como todas as tolerâncias de fabricação são definidas neste momento.

Esta etapa, é a mais interessante aos olhos dos projetistas. Após todas as dificuldades, o projeto está apto a seguir para a realização de testes de prototipagem. No entanto, esta é uma fase relativamente longa e exaustiva. Parte dos testes são realizados dentro do ambiente de projeto e apenas com resultados satisfatórios é que o produto seguirá para a aprovação através dos órgãos responsáveis. Se necessário, antes de seguir aos órgãos de certificação são realizados refinamentos finais ao projeto do produto e até mesmo novos testes são realizados.

Será na fase de aprovação do produto, que todos os itens de projeto estarão sendo testados em situações reais de uso e em situações extremas as quais o produto deverá resistir. Estes testes normalmente são realizados por órgãos especializados como o INMETRO (Instituto Nacional de Pesos e Medidas). Apenas quando o produto for aprovado, um *briefing* final é elaborado com todos os dados do projeto e entregue ao fabricante, assim como sua validação através dos órgãos competentes. Após estas etapas, o projeto estará concluído e apto a entrar no processo produtivo e ingressar no mercado consumidor.

O próximo capítulo, apresenta um projeto que foi desenvolvido, para validar a metodologia proposta neste trabalho.

## 5. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PROPOSTA

Inicialmente, algumas considerações são observadas. Por tratar-se de um projeto que poderá entrar no mercado, alguns dados do projeto não poderão ser apresentados no decorrer deste capítulo. Concorda-se plenamente com este tipo de política, tendo em vista que o alvo deste trabalho é a aplicação de uma metodologia para desenvolver novos projetos e não o desenvolvimento de um produto em específico. Assim, alguns conjuntos e sistemas serão ilustrados apenas de forma montada. Algumas medidas e detalhes de projeto serão suprimidos. No entanto, o trabalho fornece as conclusões necessárias à metodologia proposta nesta dissertação.

No momento da definição que o produto a ser projetado seria um eletrodoméstico, fez-se interessante conhecer um pouco da história dos eletrodomésticos de forma a enriquecer este trabalho. Os primeiros eletrodomésticos, não eram movidos à eletricidade. Os ferros de passar roupa eram a carvão, as máquinas de costura eram a pedal, as máquinas de lavar roupas eram manuais e o aspirador de pó funcionava com o sistema de fole. O país precursor na fabricação de eletrodomésticos em grande escala foi os Estados Unidos, iniciando a produção em 1880. Os primeiros produtos elétricos fabricados, foram os ventiladores de teto, o ferro de passar e a máquina de lavar roupas.

Por volta de 1907, surge o primeiro aspirador de pó elétrico e em 1913, uma variada linha de produtos chegaria ao mercado. Entre eles, destacavam-se as torradeiras, cafeteiras, rádios e gramofones. Os eletrodomésticos elétricos só chegariam ao Brasil em 1929, todos importados da Europa e Estados Unidos. Os produtos pioneiros a desembarcarem no mercado nacional foram os aspiradores, enceradeiras, ventiladores, fornos, fogões, espremedores de frutas, refrigeradores, ferro de passar, rádios e secadores de cabelo.

A indústria brasileira de eletrodomésticos surgiu para os mercados de massa na década de 40. Embora, em 1935, a Dako iniciava a produção de fogões em escala industrial, ainda que produzidos sobre encomenda e destinados as altas classes sociais. As marcas pioneiras desta época foram a Clímax, Consul, Frigidaire e Brastemp na produção de refrigeradores. ABC, na fabricação de rádios e televisores. Walita, Arno e Real na fabricação de liquidificadores, enceradeiras, aspiradores, ferros de passar e outros utensílios para o lar.

Com o mercado brasileiro em alta, inúmeras empresas instalaram filiais no Brasil. Entre elas, destacam-se a Semp, Philco, Philips, Zenith e GE. Algumas destas empresas continuam instaladas em nosso país, indicando que o mercado brasileiro era realmente promissor.

Retomando a parte prática deste trabalho, o objetivo de desenvolver o projeto de um **espremedor de frutas elétrico** residencial, foi definido para a validação da metodologia proposta. A empresa parceira Victum Design Técnico está no papel de cliente e solicita o máximo que a técnica do QFD e a metodologia proposta podem trazer de resultados positivos.

### 5.1 Etapa de Levantamento dos Requisitos

Neste momento, as pesquisas do QFD iniciam. Os questionamentos realizados foram divididos em 3 categorias, sendo elas: **limpeza e manutenção, estética e funcionamento**. Além disto, é relatado aos consumidores e ao fabricante que os assuntos abordados estavam ligados à facilidade de uso, qualidade de materiais, desempenho, durabilidade, custo-benefício, funções, design, imagem, formas e outras características que os questionados poderiam expressar livremente.

Em relação à duração de cada entrevista, ficou estabelecida a duração máxima de uma hora por seção de entrevista. Caso os consumidores e o fabricante não conseguissem expressar todos os seus anseios, outras seções seriam realizadas. Assim como, em caso de consumidores e fabricante terminarem em tempo menor a entrevista, ela encerraria.

A pesquisa de mercado foi realizada com 20 pessoas das classes A, B e C da população, todas elas residentes na região metropolitana de Porto Alegre. Nesta lista, pessoas como donas de casa, cozinheiros, engenheiros, fisioterapeutas, domésticas, professores, médicos, administradores entre outras profissões distintas estiveram presentes.

Inicialmente, são realizados alguns esclarecimentos sobre cada um dos pontos abordados e da liberdade com que as pessoas dariam as respostas. O mediador poderia escrevê-las ou o próprio entrevistado, sem restrições quanto aos desejos, mesmo que parecessem estranhos. Só depois que a lista estivesse pronta é que uma conversa aconteceria para que o mediador entendesse cada um dos desejos descritos ou escritos. Além disto, os dados não levam em conta a marca do produto nesta etapa, pois o intuito é levantar dados positivos e negativos dos espremedores de frutas em geral.

Os requisitos levantados nas entrevistas com os consumidores aparecem de forma percentual em relação ao número de citações entre os 20 entrevistados. Já os anseios do fabricante aparecem citados. Os questionamentos realizados foram elaborados conforme sugere a técnica do QFD, conforme visto no capítulo 3. As perguntas utilizadas foram:

**- Em relação à estética:**

1. Quais são os requisitos estéticos importantes de um espremedor de frutas doméstico?
2. Quais características, em relação ao design e formas, você observa em espremedor de frutas?

**- Em relação ao funcionamento:**

1. Quais são os elementos necessários para o bom funcionamento de um espremedor de frutas?
2. Quais características você supõe serem facilitadores ao uso do espremedor de frutas?
3. Quais características você supõe serem complicadores ao uso do espremedor de frutas?

**- Em relação à limpeza e manutenção:**

1. Quais são as características importantes relacionadas à limpeza e manutenção de um espremedor de frutas doméstico?
2. Quais requisitos você supõe serem facilitadores na limpeza e manutenção de um espremedor de frutas?
3. Quais requisitos você supõe serem complicadores na limpeza e manutenção de um espremedor de frutas?

Inicialmente, o quadro 5.1, ilustra os desejos do fabricante em relação ao projeto do espremedor de frutas, levantados durante as entrevistas do QFD .

Quadro 5.1. Desejos do Fabricante.

<b>Numeração</b>	<b>Desejos do Fabricante (<i>Quês do QFD</i>)</b>
<b>1</b>	Capaz de espremer laranja e limão
<b>2</b>	Custo competitivo em relação aos líderes do mercado
<b>3</b>	Baixo consumo de energia
<b>4</b>	Praticidade máxima ao uso
<b>5</b>	Possuir 3 opções de acabamentos

No quadro 5.2, temos as respostas dos consumidores para as entrevistas de QFD realizadas.

Quadro 5.2. Desejos dos Consumidores.

<b>Classe</b>	<b>Desejos dos Consumidores (<i>Quês do QFD</i>)</b>	<b>%</b>
<b>Estética</b>	Maior facilidade para enrolar o fio da tensão	<b>45</b>
	Mais detalhes ornamentados ou coloridos, (mas sem cantos ruins para limpeza)	<b>65</b>
<b>Funcionamento</b>	Encaixe do copo mais firme	<b>40</b>
	Não ronque nem vibre	<b>45</b>
	Ser capaz de fazer 3 litros ou mais sem perder força	<b>15</b>
<b>Manutenção E Limpeza</b>	Tampa mais resistente	<b>35</b>
	Encaixes do conjunto superior mais precisos	<b>30</b>

Junto às pesquisas, foi realizado o seguinte questionamento; Que nota você daria ao seu espremedor de frutas atual? As notas estão dispostas no quadro 5.3.

Quadro 5.3 Notas Dadas Pelos Consumidores aos Seus Espremedores.

<b>Notas</b>	<b>Percentual de Consumidores</b>
<b>10</b>	5 %
<b>9</b>	20 %
<b>8</b>	35 %
<b>7</b>	30 %
<b>6</b>	5 %
<b>5 ou menos</b>	5 %

Encerrada esta etapa, a equipe de projeto observou todos os *quês* levantados nas entrevistas e colocou-os de forma simplificada, em uma lista única. O quadro 5.4, lista tais requisitos, levados posteriormente à montagem da matriz Casa da Qualidade.

Quadro 5.4. Lista de *quês* Levados à Montagem do QFD.

Numeração	Desejos do Fabricante e dos Consumidores ( <i>Quês</i> )
1	Suco de Laranja e Limão
2	Custo Competitivo
3	Baixo Consumo
4	Praticidade
5	3 Acabamentos
6	Não Perder Potência
7	Tampa Resistente
8	Encaixe Firme do Copo
9	Não Roncar nem Vibrar
10	Guardar Fio da Tensão
11	Detalhes Ornamentados

Neste momento, a técnica do QFD foi aplicada. Todas as etapas do processo, foram realizadas conforme descritas no capítulo 3 desta dissertação, até a criação dos quadros 5.5 e 5.6 ilustrados no decorrer desta seção. A seguir, o quadro 5.5 com a montagem da primeira matriz Casa da Qualidade, para o projeto do espremedor de frutas doméstico.

Quadro 5.5. Primeira Matriz Casa da Qualidade para o Espremedor de Frutas.

Quês / Comos	OI	Encaixe da Fruta	Motor Econômico	Simples Montagem	Detalhes em Cores	Desenhos em Cores	Material Tampa/Copo	Fixação Motor	Enrolador Fio Tensão	Fixação Engrenagens	Em pre sas	QP	Pontos	Posição Relativa		
<b>Metas</b>		↓	⊙	↑	↑	↑	⊙	↑	↑	⊙						
Suco de Laranja e Limão	1	● (9)											5	9	11	
Custo Competitivo	2	△ (2)	● (18)	△ (2)	○ (6)	○ (6)	○ (6)	△ (2)	● (18)	△ (2)			5	62	4	
Baixo Consumo	5	△ (5)	● (45)							△ (5)			4	55	6	
Praticidade	3	△ (3)		● (27)			△ (3)		● (27)				5	60	5	
3 Acabamentos	2	○ (6)			● (18)	● (18)	● (18)			○ (6)	!		5	66	3	
Não Perder Potência	5	△ (5)	● (45)					● (45)		● (45)			5	135	1	
Tampa Resistente	4				△ (4)		● (36)					D	5	40	8	
Encaixe Firme do Copo	4			○ (12)			● (36)					B	5	48	7	
Não Roncar nem Vibrar	5	△ (5)		○ (15)			△ (5)	● (45)		● (45)			5	115	2	
Guardar Fio da Tensão	3			△ (3)				△ (3)	● (27)				4	33	9	
Detalhes Ornamentados	1	○ (3)			● (9)	● (9)	△ (1)		○ (3)				5	25	10	
<b>Empresas Comparadas</b>			B								1	2	3	4	5	
Walita (A)					D											2
Arno (B)					A,B		D									3
Black & Decker (C)					A,C,D	C	!	C	!	C,D						4
Mundial (D)					B		A,B									5
Todas as Marcas (!)	Valores	Φ Local	25-30W	Encaixes Rápidos	Estudar ABS e PP	Logomarga e Frutas	Estudar SAN e ABS	Parafuso ou Pressão	Novo Sistema	Encaixes Profundos						
OI= Ordem de Importância	Pontos	38	108	59	37	33	105	95	75	103						
QP= Qualidade Projetada	Posição	7	1	6	8	9	2	4	5	3						

Antes da realização do segundo desdobramento, a equipe de projeto deve fazer todas as considerações possíveis, levantadas através da primeira matriz. Observam-se agora, algumas destas conclusões. A primeira observação desta etapa, refere-se ao **encaixe da fruta**, levantado como requisito que necessita melhoria. A equipe de projeto, neste momento, passa estudar quais as geometrias são utilizadas no mercado que dificultam a utilização do produto.

Em relação ao **motor econômico**, a equipe de projeto, sugere o estudo de motores entre 25 e 30 W de potência. A **simplicidade para montagem e desmontagem** também deve ser observada, através do estudo de encaixes rápidos. Será observada a possibilidade da **exploração das cores nos componentes do espremedor**. As peças serão fabricadas em PP (Polipropileno) ou ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno)? Elas poderão ser coloridas? De que cores? Quais as tendências atuais? O material perde alguma característica sendo colorido? O material pode receber impressão colorida de detalhes, figuras ou logomarca (Hot Stamping)?

Para o **material da tampa e do copo** do espremedor, duas opções de materiais passam a ser pesquisadas. A utilização de ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) ou SAN (Estireno Acrilonitrila)?

Em relação à **estrutura do espremedor**, dois polímeros serão estudados, o ABS é o PP. Devido a busca por um sistema que não tenha vibrações ou perda de potência, deve-se pesquisar suas características de moldagem e resistência. Ainda nesta linha de potência e vibração, a **fixação do motor** será observada de duas formas, sendo elas a fixação por meio de parafusos ou por meio de um encaixe sob pressão. Também será estudada uma melhor **fixação do engrenamento** existente no espremedor de frutas. Para encerrar, foi levantada a necessidade de projetar um melhor **sistema para guardar o fio da tensão**, através do estudo de um novo design para o conjunto.

Após estas discussões dentro da equipe de projeto a segunda matriz Casa da Qualidade é elaborada para a continuação da etapa de análise informacional. A figura 5.6 com o segundo desdobramento é ilustrada a seguir.

Quadro 5.6. Segunda Matriz Casa da Qualidade para o Espremedor de Frutas.

Quês / Comos	OI	Desenho do Cone	Dimensionar Engrenagens	Encaixes Rápidos	Materiais Coloridos	Material Resistente	Sistema de Fixar Motor	Projetar Enrolador	Eixo Metálico Engrenagens	Encaixes Profundos	Em pre sas	QP	Pontos	Posição Relativa	
<b>Metas</b>		↓	○	○	↑	↑	↑	○	↑	↑					
Encaixe da Fruta	2	● (18)			● (18)								5	36	8
Motor Econômico	5		● (45)				△ (5)		△ (5)	△ (5)			5	60	6
Simples Montagem	5	○ (15)	△ (5)	● (45)	△ (5)	● (45)	○ (15)	○ (15)	△ (5)	○ (15)		!	4	165	1
Detalhes em Cores	2	○ (6)		○ (6)	● (18)	○ (6)		○ (6)					5	42	7
Desenhos em Cores	2				● (18)	○ (6)		○ (6)			C	D	4	30	9
Material Tampa/Copo	4			● (36)	● (36)	● (36)						D	5	108	3
Fixação do Motor	4		● (36)				● (36)	○ (12)	○ (12)	○ (12)	*	*	5	120	2
Enrolador Fio Tensão	3			○ (9)	○ (9)	○ (9)	○ (9)	● (27)				B	5	63	5
Fixação de Engrenagens	3		● (27)	○ (9)		△ (3)	○ (9)	△ (3)	● (27)	● (27)	*	*	5	105	4
<b>Empresas Comparadas</b>			B								1	2	3	4	5
Walita ( A )		D			D								2		
Arno ( B )					A,B		D						3		
Black & Decker ( C )		A	A	A,C,D	C	!	C	!		C,D			4		
Mondial ( D )		B,C	D,C	B			A,B			A,B			5		
Todas as Marcas ( ! )	Valores	Estatística	Utilizar	Simples	Tampa	Utilizar	2 Parafusos	Projeto	Φ 3mm	>=10mm					
Item Não Avaliado ( * )	Visados	nas Frutas	POM	e Seguros	Base/Cone	SAN	PA ou PC	e Design	L >=43mm						
OI= Ordem de Importância	Pontos	39	113	117	104	105	74	69	49	59					
QP= Qualidade Projetada	Posição	9	2	1	4	3	5	6	8	7					

As conclusões desta segunda matriz, obtidas pela equipe de projeto, são as seguintes. Para iniciar, uma das maneiras encontradas para facilitar o uso do produto, foi verificar o encaixe da fruta através do **desenho dos cones** atuais. Nesta segunda matriz, ficou definida que a melhor maneira seria fazer uma estatística que definisse medidas médias para a laranja e para o limão de forma que o novo cone projetado realizasse a retirada total do suco da maioria destas frutas.

As **engrenagens**, serão fabricadas em POM (Polióxido de Metileno), por suas características de rigidez e resistência a impactos serem apropriadas para a fabricação de engrenagens. É um material com excelente lubrificidade, baixo coeficiente de atrito, alto módulo de elasticidade. Possui o melhor acabamento superficial entre os plásticos e é de fácil de moldabilidade. Embora este material seja frágil aos raios solares, normalmente sua utilização dá-se em locais fechados e isolados, onde a irradiação solar não esta presente.

Os **encaixes** deverão ser **rápidos e seguros** sem trazer prejuízos à estética do produto.

Outra conclusão se refere a utilização de SAN (Estireno Acrilonitrila), para a fabricação da tampa e do copo do espremedor. Quando o fabricante e os consumidores solicitaram **resistência e qualidade estética** superior ao produto, este foi o polímero que melhor adaptou-se em função de suas características. É rígido, possui alta resistência ao impacto, alta estabilidade dimensional (auxiliaria nos encaixes rápidos), resistência à abrasão e a materiais com acidez alta, (neste caso a acidez das frutas). É um material de fácil processamento e alta fluidez (que possibilitaria um design diferenciado). Em comparação ao ABS, possui maior dureza superficial e maior fluidez no moldes de fabricação quando no estado pastoso. Pode trabalhar durante longos períodos em temperaturas altas, entre 70 e 85°C, possui uma tensão de tração na ruptura máxima de 82 MPa, um módulo de elasticidade máximo na ordem de 3900 MPa, um alongamento na ruptura em torno de 4 % e uma resistência ao impacto máxima (Ensaio Charpy) em torno de 2 kJ/m<sup>2</sup>. O material, ainda pode receber pinturas e estampagens sem perder suas características originais.

Outra definição importante tomada é a realização de **encaixes profundos** para montagem dos componentes. Principalmente os encaixes ligados ao sistema de força e trabalho do produto. Estes encaixes, deverão ter pelo menos 10 mm de profundidade para que suportem as mais bruscas variações possíveis ao uso do espremedor de frutas. Ainda para que o aparelho tenha robustez, sem apresentar vibrações ou irregularidades, ficou definido que o **eixo principal de força** seja **metálico** com 3 mm de diâmetro com pelo menos 43 mm de comprimento. As medidas ainda serão observadas na definição do design externo.

As próximas observações estavam relacionadas às **cores**. Foi escolhido o PP (Polipropileno), para fabricação da carcaça do espremedor, em função de trazer um custo competitivo comparado ao ABS. Verifica-se que é possível trabalhar com inúmeras colorações com o Polipropileno, sem perder suas características principais. As cores pesquisadas foram azul, vermelho, verde, laranja e rosa. Em relação a uma posterior pintura de logomarca ou características do produto, o material também permite a impressão de logomarcas e desenhos de forma simples e sem perda de suas características.

Em relação à **fixação do motor**, a alternativa decidida foi a fixação por meio de dois parafusos. A equipe de projeto imaginou que, em caso de uma queda do produto ou um movimento brusco, um dispositivo sobre pressão poderia desligar-se e o motor ficar solto. Em relação ao aparafusamento isto não aconteceria. Além disto, o local onde o sistema de força será fixado será fabricado em PC (Policarbonato), em função da sua boa absorção aos impactos, resistência as temperaturas de trabalho, baixo coeficiente de atrito e ao custo competitivo comparado as Poliamidas (outra solução pesquisada durante o projeto).

A equipe de projeto, também estabeleceu que seria necessário 1,5 m de fio 1 mm duplo, para a ligação entre motor, sistema de fixação do fio na carcaça e enrolador, para que o consumidor possui-se em torno de 1,30 m para ligá-lo na rede elétrica, no **projeto do enrolador**.

Embora realizar dois desdobramentos de QFD pareça repetitivo, pode-se observar que esta sugestão trouxe ao projeto um tempo de maturar as idéias entre a montagem primeira matriz e a segunda. Pesquisas podem ser realizadas, novas idéias podem surgir.

Em suma, foi neste período que muitas conclusões importantes foram tomadas para a continuação do projeto do espremedor de frutas.

A partir deste momento, a equipe de projeto pode trabalhar para a criação das primeiras especificações técnicas, ilustradas no quadro a seguir.

Quadro 5.7. Primeiras Especificações Técnicas do Produto.

<b>Desejos do Fabricante e dos Consumidores</b>	<b>Primeiras Especificações Técnicas</b>
Suco de Laranja e Limão	Desenhar o cone seguindo média dos diâmetros das frutas
Custo Competitivo	Custar ao consumidor entre 15 e 20 % menos que o líder de mercado
Baixo Consumo	Motor com potência entre 20 e 30 Watts
Praticidade	Montagem única, por cima. (Facilidade de limpeza e manutenção)
3 Acabamentos	4 opções de acabamentos: transparente, azul, laranja, verde
Não Perder Potência	Encaixes profundos, eixo metálico, engrenagens (POM), carcaça (PC)
Tampa Resistente	SAN para o material da tampa
Encaixe Firme do Copo	Encaixes rápidos e seguro a movimentos bruscos
Não Roncar nem Vibrar	Motor fixado por parafusos
Guarda Fio da Tensão	Criar enrolador manual com design diferenciado
Detalhes Ornamentados	Desenvolver detalhes coloridos no copo (SAN) e na parte inferior (PP)

Encerrada esta seção, a equipe de projeto leva os assuntos e conclusões ao fabricante que aprovou os assuntos discutidos até o presente momento. A partir de agora, inicia-se a segunda etapa, descrita a seguir.

## 5.2 Etapa de Geração do Conceito

Nesta etapa, temos a definição do pré-projeto do produto, através da criação da elaboração da concepção geral do produto, de definições em relação à estrutura funcional e discussões em relação aos sistemas de funcionamento.

Os primeiros aspectos relevantes discutidos se referem à estrutura funcional do produto. Estes, são listados a seguir:

- A tampa do espremedor não deverá escorregar da mão do usuário, sendo necessário um local específico para movimentação da tampa. Sugere-se um “encaixe” para as mãos no design da tampa;
- O desenho do cone do espremedor também não deverá reter ou dificultar a limpeza, principalmente na sua parte inferior, onde se propõe a criação de um ângulo de escorregamento para o suco;
- O espremedor deverá possuir um separador para polpa, ou seja, se o consumidor não quiser polpa da fruta no suco ele poderá deixar passar apenas o suco para a jarra;
- O separador de polpa deverá possuir seus furos (ou rasgos) projetados de forma que sementes não passem para a jarra junto ao suco. Normalmente, as laranjas são cortadas ao meio para serem espremidas. Neste processo de corte, muitas vezes algumas sementes são cortadas ao meio. Este motivo, faz com que a equipe de projeto tenha cuidados específicos com o projeto do separador de polpa;
- O bico da jarra deve dosar o suco de maneira mais pontual possível, dentro de um copo doméstico, para evitar que o suco seja derramado;
- A alça da jarra não deve possuir acabamentos que dificultem a limpeza ou que possam reter resíduos do próprio suco de frutas;
- O volume da jarra deve ser de 750 ml;
- A carcaça do espremedor não deve possuir cantos para retenção de sujeiras;
- A montagem para o consumidor deve ser “o mais simples possível” e para o fabricante “a mais econômica possível”, sem prejudicar os requisitos do fabricante e dos consumidores.

Em relação aos subsistemas de funcionamento, foram levantados os seguintes aspectos:

- O cone deve ser tracionado diretamente por uma engrenagem de POM, de dentes retos e deve possuir um encaixe hexagonal inferior que não deverá ser complicado para desmontagem em caso de manutenção por assistência técnica;
- As engrenagens, inferior e do motor, serão fabricadas em POM e terão dentes retos para o maior aproveitamento do torque na transmissão de força;
- O tamanho do conjunto de engrenagens deve ser o menor possível sem perder as solicitações originais;
- A montagem do conjunto deve possibilitar a abertura fácil do espremedor, por baixo, para manutenção. Deve ser totalmente desmontável para o descarte, após a vida útil;

- O fio de tensão e o interruptor deverão ficar totalmente escondidos, na parte inferior do produto, quando o mesmo não estiver em uso ou conectado à rede elétrica.

Em suma, as definições finais de pré-projeto tomadas foram:

- O espremedor deve possuir duas opções de voltagem: 110V ou 220V;
- Deve possuir pés antidescizantes;
- Deve ser montado com o mínimo de parafusos;
- Os componentes não devem prover erros na montagem ou desmontagem do produto tanto para uso, tanto para manutenção;
- O acionamento deve ser automático quanto houver a pressão da fruta sobre o cone do espremedor;
- O fechamento do espremedor deverá minimizar o número de parafusos que devem ficar escondidos de baixo dos pés do produto.

Novamente, o projeto é enviado ao fabricante que o aprovou para prosseguir a próxima de conversão do conceito em projeto.

### 5.3 Etapa de Conversão do Conceito em Projeto

Neste terceiro período de trabalho, foram desenvolvidos os detalhes finais do produto. A começar, pelos desenhos industriais levados a fabricação de cada componente. Ainda foram realizados a definição dos materiais com levantamento de custos para produção e as análises estruturais realizadas em softwares de engenharia.

Para iniciar a etapa de desenhos industriais, tivemos a criação do cone onde a fruta é comprimida para a extração do suco quando o equipamento é acionado. Para elaboração do design do cone, foram definidos os diâmetros médios para as laranjas e para os limões, vendidos nos supermercados. A média do diâmetro das laranjas comerciais é de 70,5 mm e a média do diâmetro dos limões é em torno de 57 mm. Para que o cone possa efetuar a retirada do suco em laranjas de porte maiores ou menores, assim como em limões de diâmetros diferenciados, estabelecemos um desvio de 10 mm na média do diâmetro das frutas. Assim, o espremedor projetado terá uma ampla capacidade para extração de suco das frutas. Este conceito é ilustrado nas figuras 5.1 e 5.2.

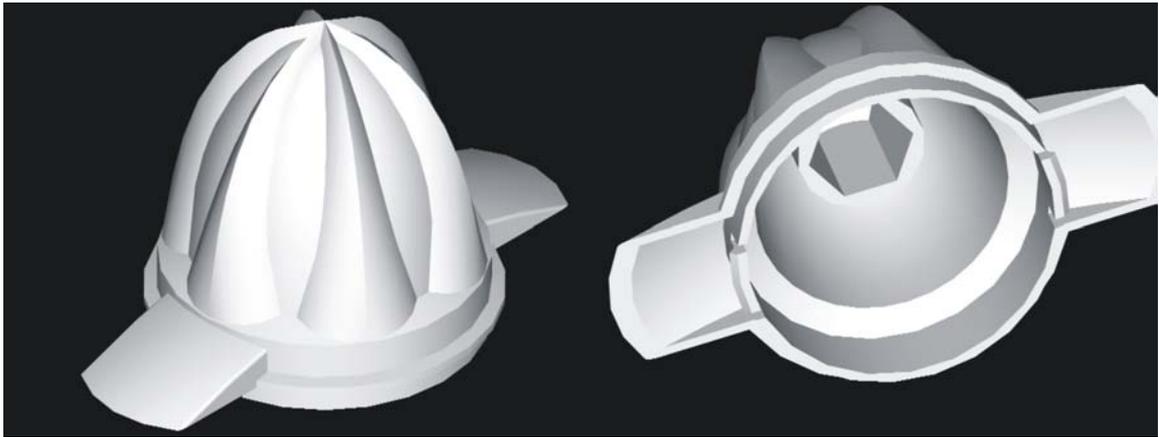


Figura 5.1. Cone do Espremedor.

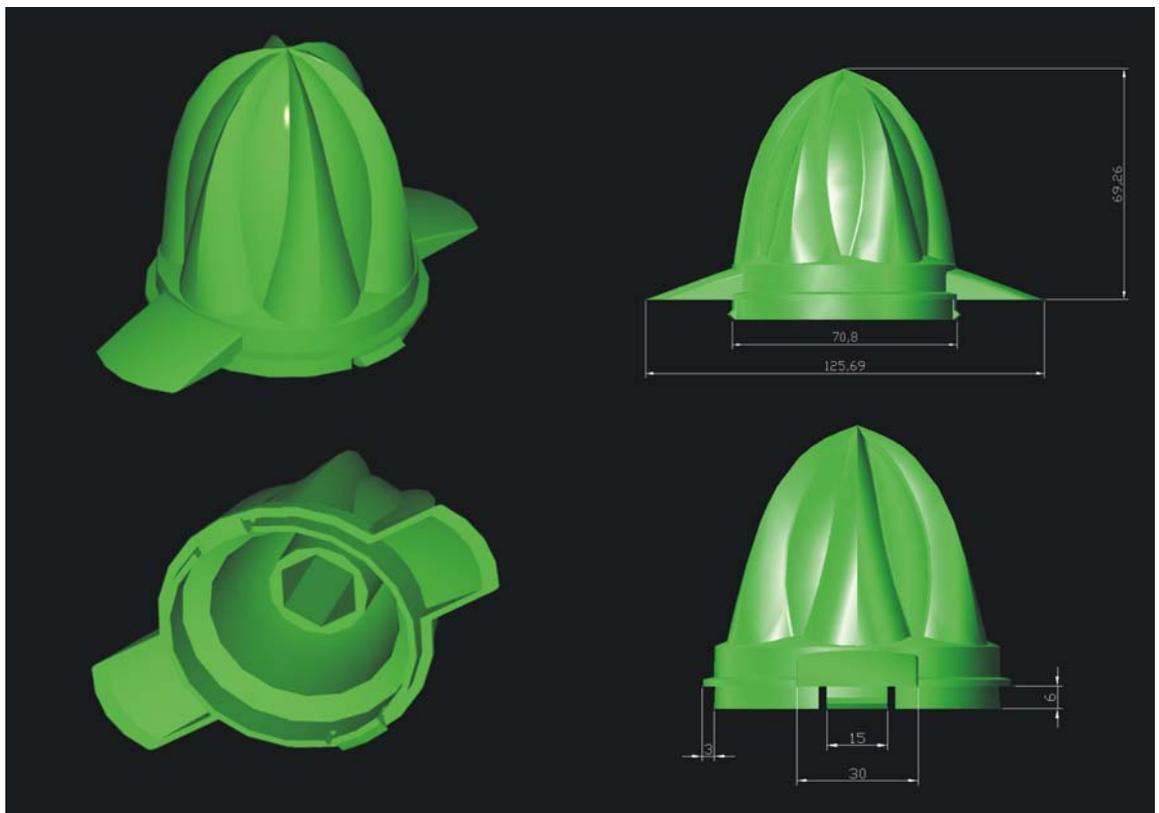


Figura 5.2. Cone, Dimensões.

O cone do espremedor foi projetado de acordo com os desejos dos consumidores que solicitaram um desenho que melhor se adaptasse a função de espremer as frutas. Dando segmento, temos a figura 5.3 que ilustra a base superior do produto.

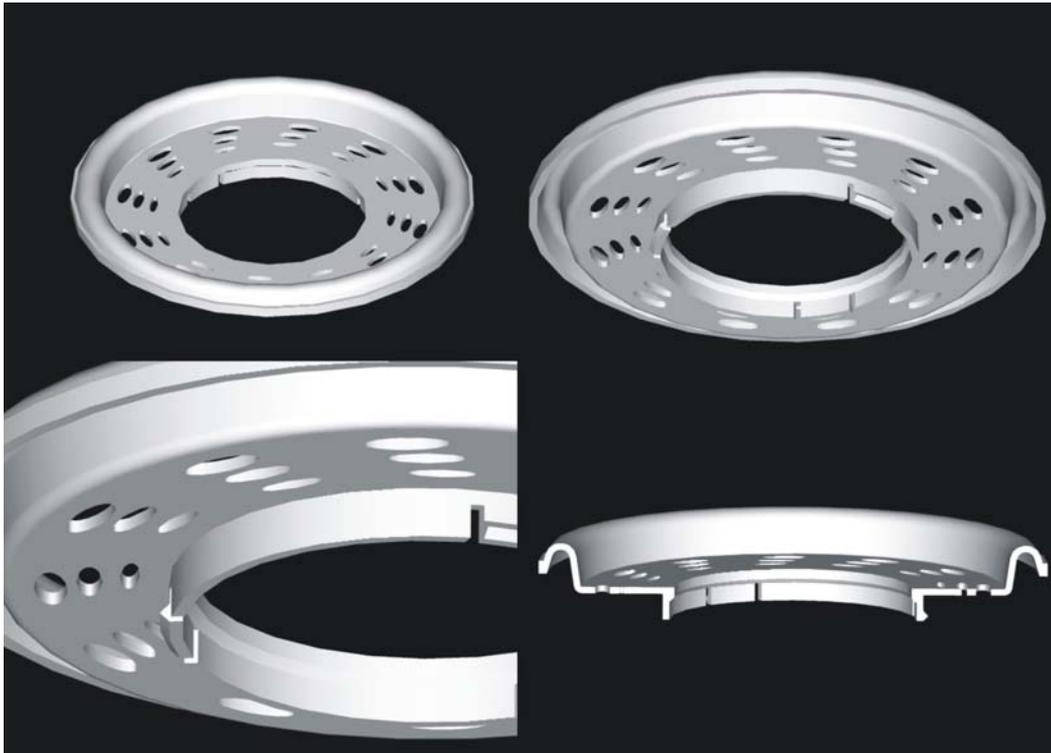


Figura 5.3. Base Superior do Espremedor.

Na figura 5.4, ilustra-se o separador de polpa. O separador de polpa, foi outra das solicitações importantes, para que a quantidade de polpa na jarra pudesse ser controlada pelo usuário no momento em que as frutas são espremidas.

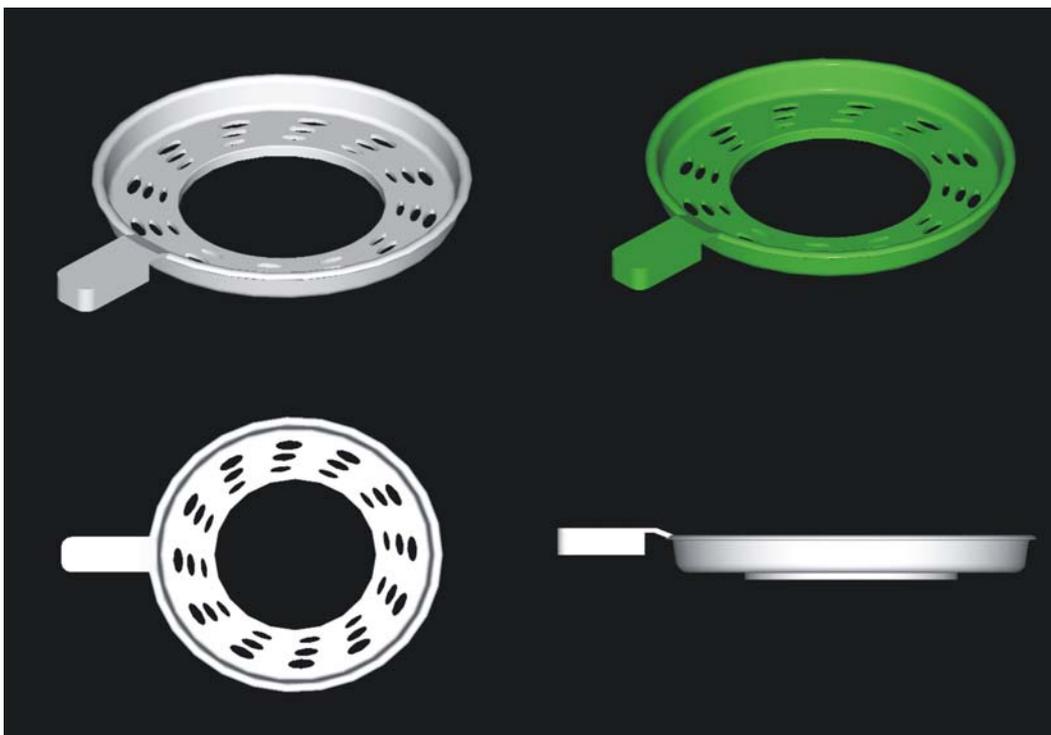


Figura 5.4. Separador de Polpa.

Já na figura 5.5, temos a ilustração do conjunto base superior e separador de polpa montados.

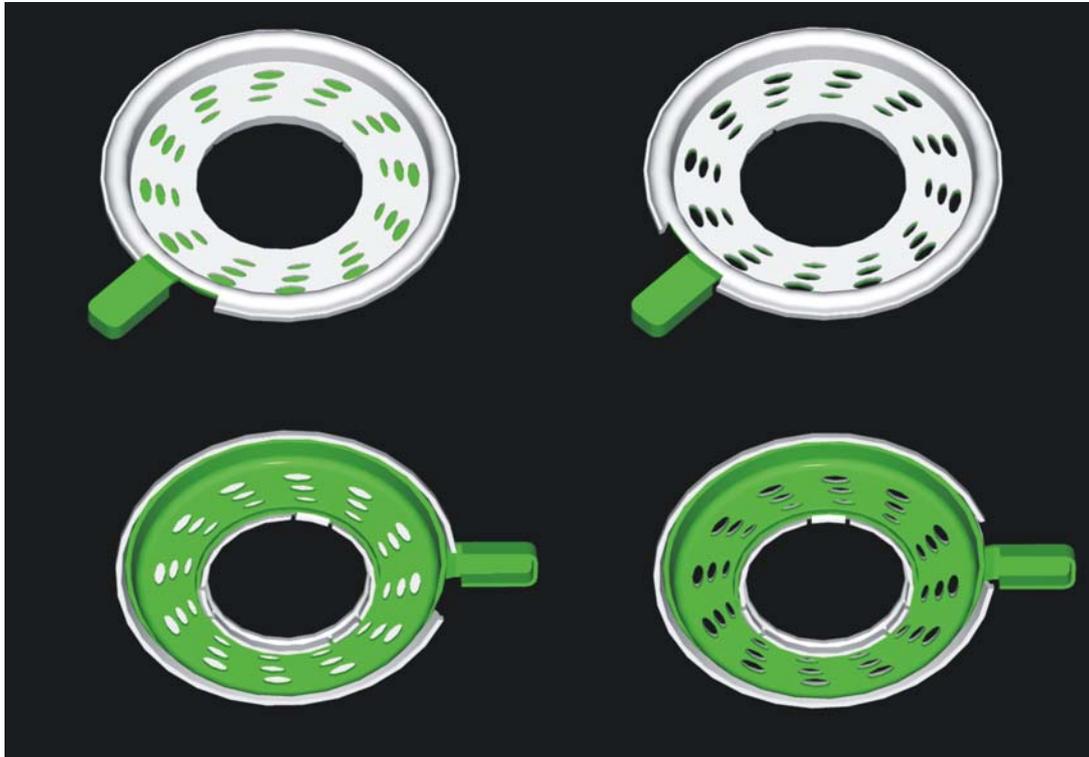


Figura 5.5. Conjunto: Base Superior e Separador de Polpa.

Inicia-se, neste instante, a criação dos desenhos com a maior preocupação na forma estética do produto. São eles, a tampa, a jarra, o corpo e a base inferior do espremedor de frutas. Na figura 5.6 temos a tampa do espremedor de frutas. Já a figura 5.7, traz a jarra do espremedor de frutas.



Figura 5.6 Tampa do Espremedor.



Figura 5.7. Jarra do Espremedor.

Note que a tampa do espremedor possui um desenho especial para que as pessoas possam segurar de maneira firme. Assim tombos podem ser evitados. Além disto, o material utilizado para fabricação da tampa e da jarra é o SAN (Estireno Acrilonitrila), que possui excelente resistência a impactos. As figuras 5.8 e 5.9, trazem os desenhos do corpo e da base inferior do espremedor de frutas respectivamente.

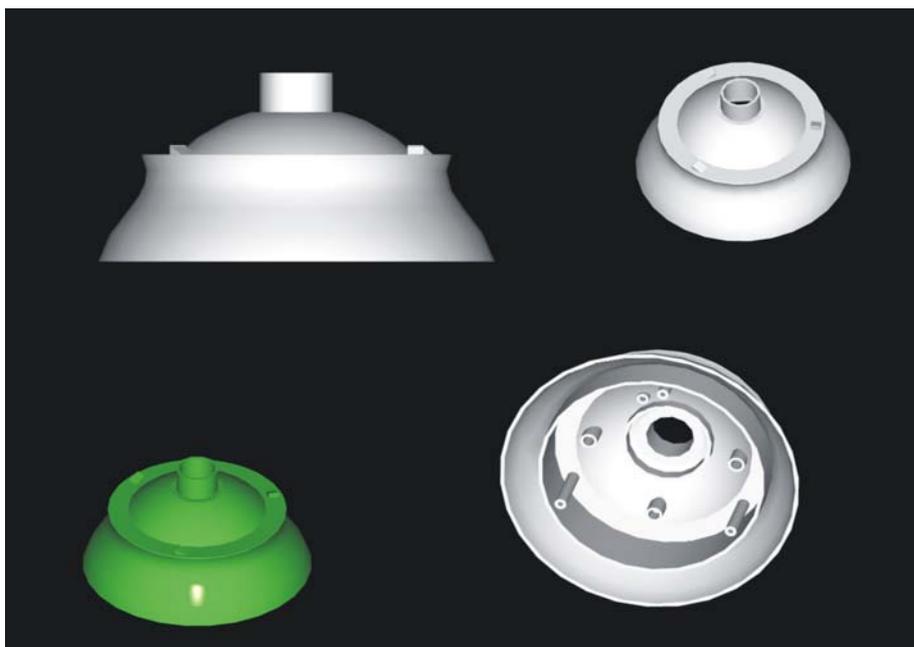


Figura 5.8. Corpo do Espremedor.

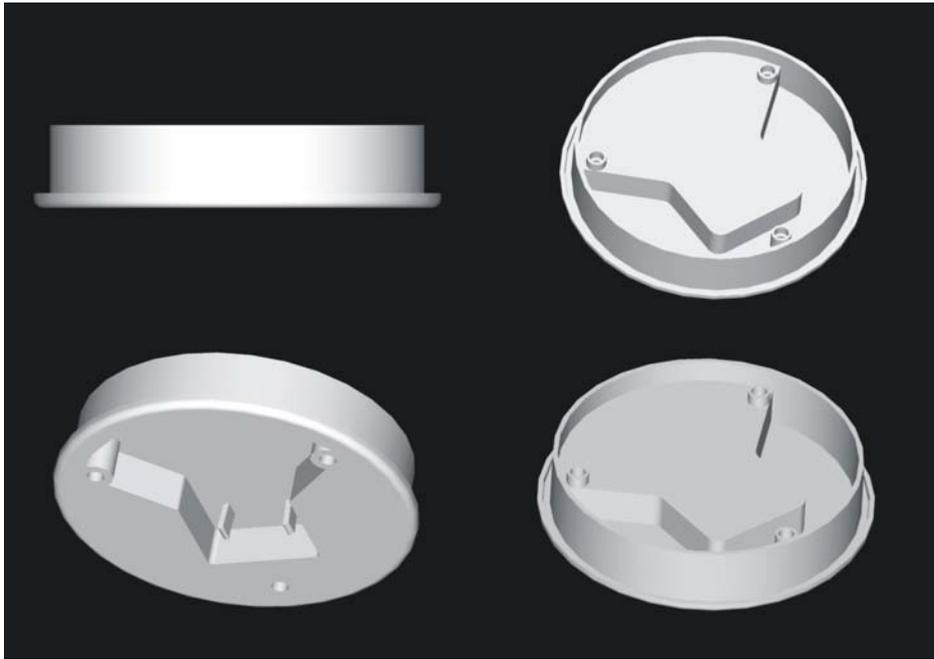


Figura 5.9. Base Inferior do Espremedor.

Na figura 5.8, novamente foi testada uma variação cor para o corpo do espremedor para que algumas nuances de cores e contrastes sejam testados durante a elaboração do projeto. Dando segmento aos desenhos, a figura 5.10, ilustra a arquitetura do espremedor, com suas dimensões finais.

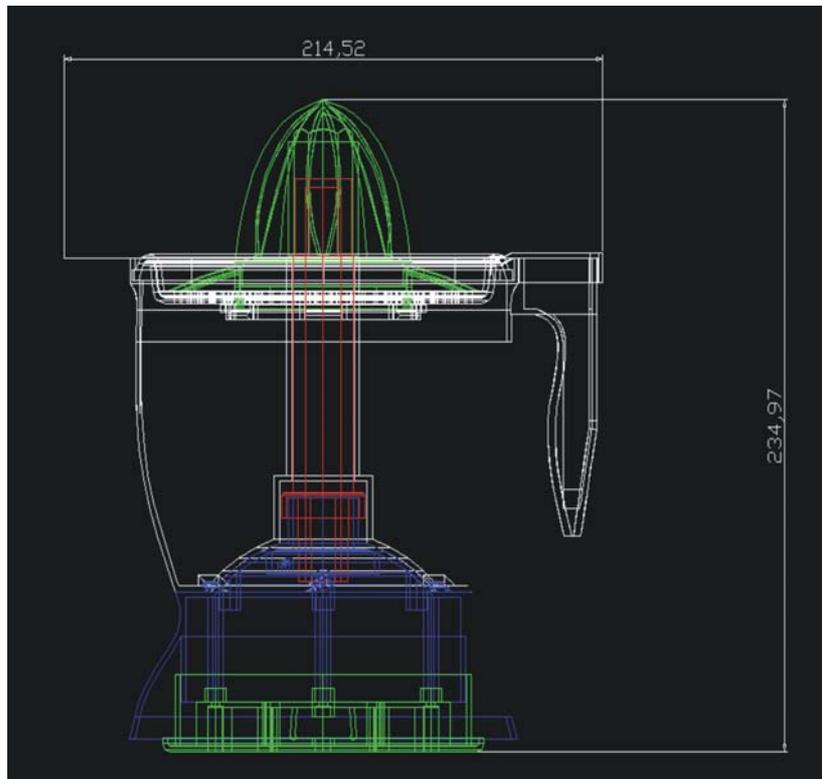


Figura 5.10. Dimensões Externas do Espremedor.

As próximas figuras, referem-se aos sistemas de funcionamento do espremedor de frutas. A seqüência de figuras a seguir, inicia a ilustração do conjunto de engrenagens projetadas para o espremedor de frutas. As engrenagens são projetadas em POM (Polióxido de Metileno) com as seguintes características. A engrenagem do motor possui 11 dentes, diâmetro externo 6 mm e módulo 1,5. A engrenagem que liga o cone à engrenagem de torque possui 61 dentes, um diâmetro externo de 50 mm e módulo 2,5. Já a engrenagem de torque, possui em um dos seus lados 9 dentes, diâmetro externo 9 mm e módulo 2,5. Do outro lado a engrenagem do possui 81 dentes, diâmetro externo 45 mm e módulo 1,5.

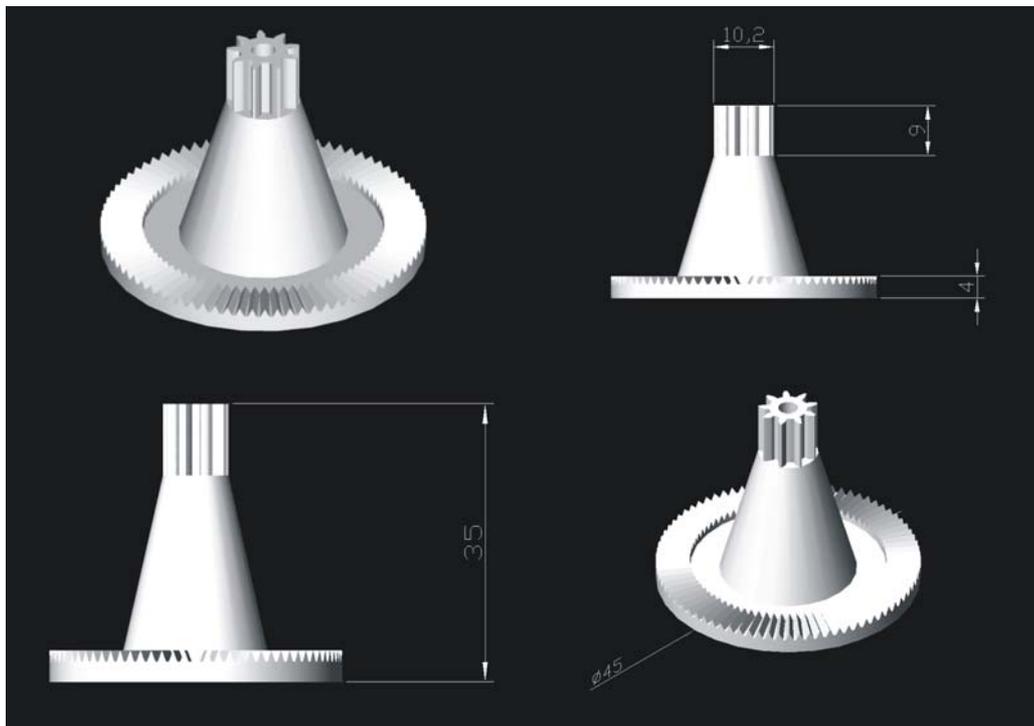


Figura 5.11. Engrenagem do Torque.

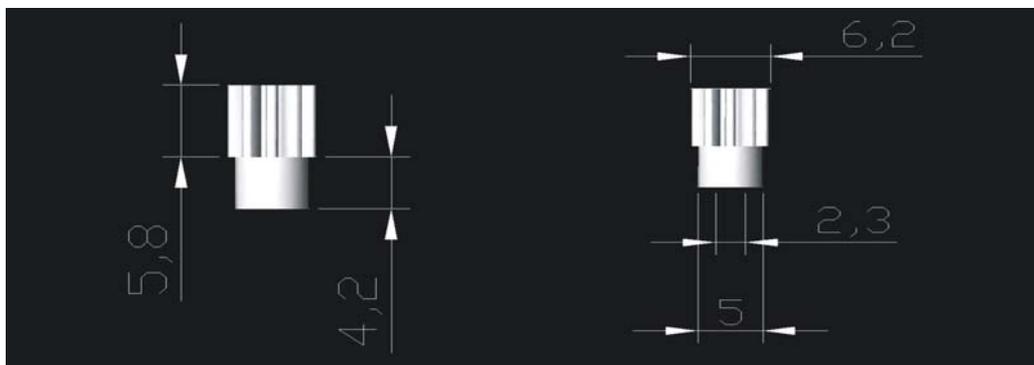


Figura 5.12. Engrenagem do Motor.

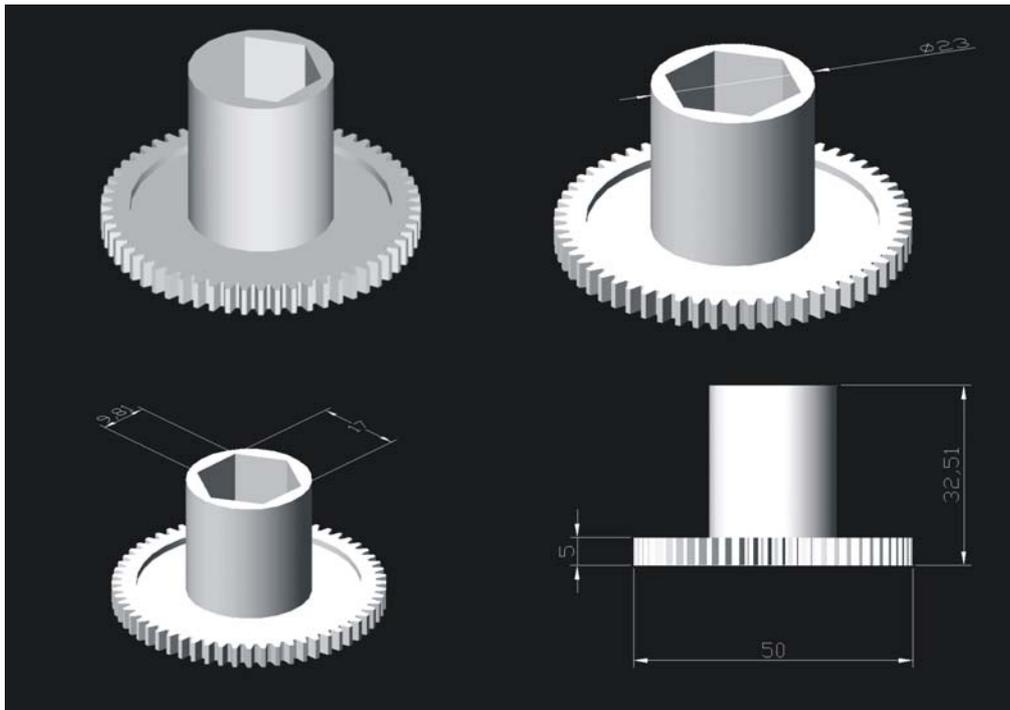


Figura 5.13. Engrenagem Conectora.

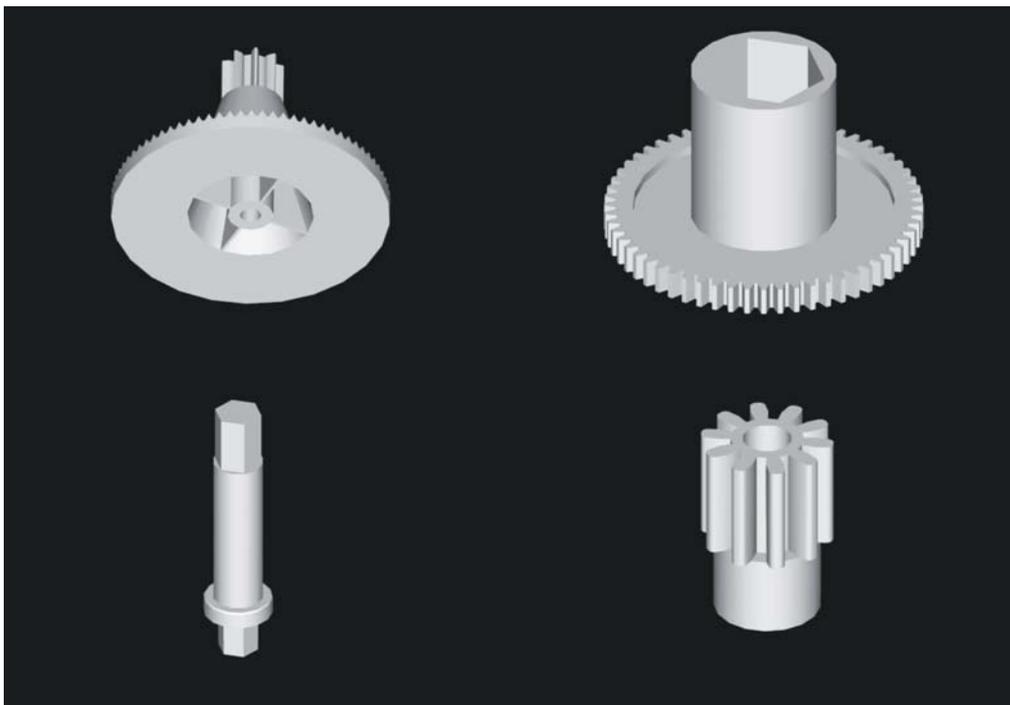


Figura 5.14. Componentes do Conjunto de Movimento.

No momento em que a equipe de projeto esta trabalhando nos sistemas de funcionamento, são realizadas análises necessárias nos sistemas, garantindo a resistência necessária para o funcionamento do produto.

Para encerrar esta seqüência de figuras, temos a ilustração do motor, fixado na base de Policarbonato (PC) e os detalhes de encaixe que serão montados dentro da base inferior do espremedor.

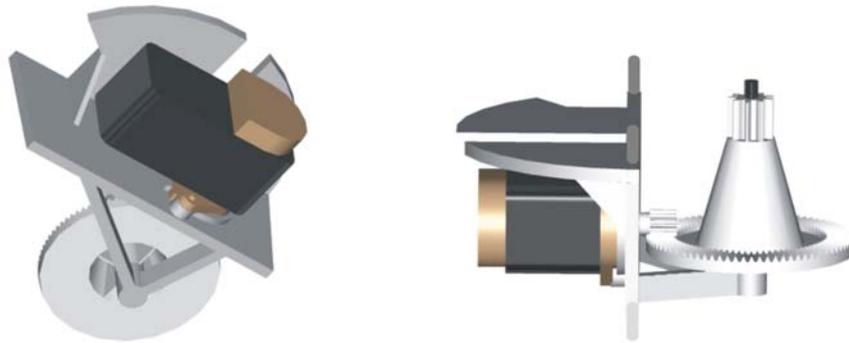


Figura 5.15. Gabinete do Motor.

Nas figuras 5.16 e 5.17, temos a ilustração da forma externa final do produto, observando algumas nuances de cores ao projeto.



Figura 5.16. Forma Externa, Branco e Azul.



Figura 5.17. Forma Externa, Verde e Branco.

Neste período de projeto, a equipe também deve preocupar-se com a elaboração dos moldes para a fabricação de cada componente. Para ilustrar de forma simplificada este passo importante dentro do projeto de produto, temos a figura 5.18, trazendo o modelo do molde para a fabricação da tampa do espremedor.

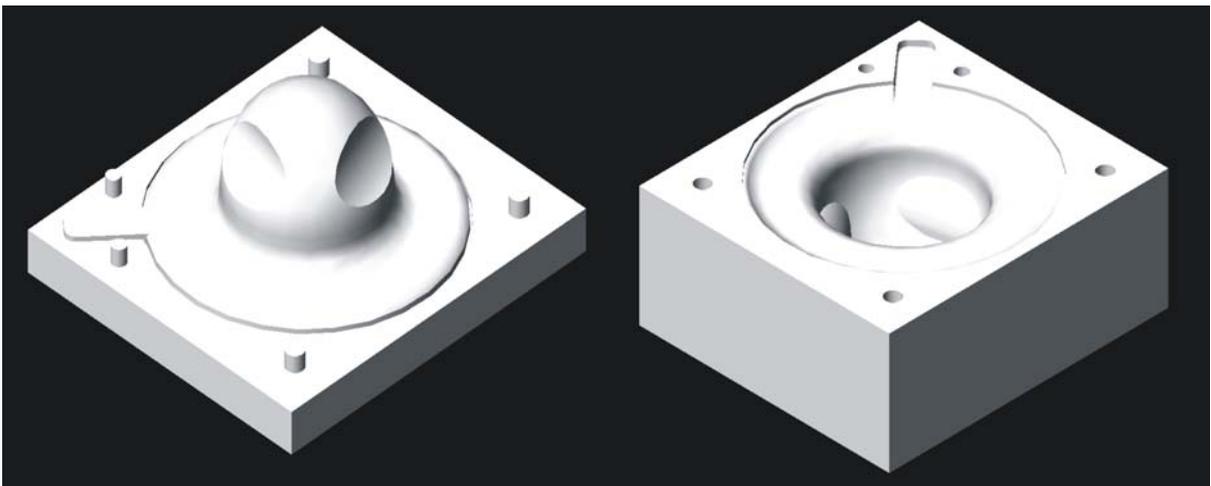


Figura 5.18. Molde para Fabricação da Tampa do Espremedor.

Em um projeto, devemos nos preocupar com situações extremas, como possíveis quedas, mau uso, em não ter cantos salientes e locais cortantes onde qualquer curiosidade ou descuido possa gerar acidentes domésticos. Em suma, procuramos sempre a busca do melhor produto para o consumidor. Para encerrar esta seção, tem-se a ilustração do quadro 5.8, com os materiais utilizados e processos de fabricação para o projeto do espremedor de frutas. Logo a seguir, temos o quadro 5.9 com o custo unitário para a fabricação do produto. Três observações são importantes neste momento. A primeira, refere-se ao motor escolhido para o espremedor, orçado de origem chinesa do fabricante Shenzhen AOK Motor Co Ltd, de 110V ou 220V com 25 Watts de potência. A segunda, é relativa as engrenagens projetadas para o produto, orçadas de Taiwan da empresa Fu Feng Co Ltd. A última observação se refere aos custos dos demais componentes. Como as empresas fabricantes de eletrodomésticos normalmente são as responsáveis pela fabricação destes componentes, os custos elaborados nesta tabela foram compostos levando-se em conta o custo do material mais o tempo necessário para fabricação de cada componente, agregando todos os tributos necessários.

Quadro 5.8. Materiais e Processos de Fabricação.

<b>Componentes do Espreador</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Materiais e Processos</b>
Tampa	1	SAN (Injetada)
Cone	1	PP (Injetado)
Base Superior	1	PP (Injetada)
Separador de Polpa	1	PP (Injetado)
Jarra	1	SAN (Injetado)
Corpo	1	PP (Injetado)
Base Inferior	1	PP (Injetado)
3 Parafusos para Fechar	3	Metal (do Mercado)
Conector	1	PP (Injetado)
Engrenagem Inferior	1	POM (Injetada)
Engrenagem Torque	1	POM (Injetada)
Engrenagem do Motor	1	POM (Injetada)
Base de Fixação do Motor	1	PC (Injetada)
Motor (110-220V)	1	(do Mercado)
Mola de Contato	1	(do Mercado)
Plaquetas de Contato	2	Latão (do Mercado)
Fixadores de Contato	2	Latão (do Mercado)
Parafusos do Motor	2	Metal (do Mercado)
Fio com Interruptor	1,5 m	(do Mercado)
Custo de Montagem	1	(Fabricante)

O quadro 5.9, traz o custo unitário para a fabricação do espremedor.

Quadro 5.9. Custo Unitário para a Fabricação do Espremedor.

<b>Componentes do Espremedor</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Custos de Fabricação</b>
Tampa (38,1 cm <sup>3</sup> )	1	0,32
Cone (50,634 cm <sup>3</sup> )	1	0,37
Base Superior (44,6 cm <sup>3</sup> )	1	0,35
Separador de Polpa (32,6 cm <sup>3</sup> )	1	0,24
Jarra (171 cm <sup>3</sup> )	1	1,40
Corpo (90 cm <sup>3</sup> )	1	0,71
Base Inferior (60 cm <sup>3</sup> )	1	0,44
3 Parafusos p/ Fechar	3	0,15
Conector (14,6 cm <sup>3</sup> )	1	0,12
Engrenagem Inferior (7,20 cm <sup>3</sup> )	1	1,15
Engrenagem Torque (10 cm <sup>3</sup> )	1	1,55
Engrenagem Motor (0,20 cm <sup>3</sup> )	1	0,35
Base de Fixação do Motor (12,50 cm <sup>3</sup> )	1	0,85
Motor	1	4,87
Mola de Contato	1	0,16
Plaquetas de Contato	2	0,20
Fixadores de Contato	2	0,22
Parafusos do Motor	2	0,10
Pés Anti-deslizantes	3	0,15
Fio com Interruptor	1,5 m	2,95
Custo de Montagem	1	1,35
<b>Total</b>		<b>18,00</b>

Os custos dos espremedores de frutas atuais do mercado das marcas pesquisadas são: Arno (entre 69,00 e 75,00 R\$), Walita (entre 70,00 e 73,00 R\$), Black & Decker (50,00 e 55,00 R\$) e Mondial (43,00 e 56,00 R\$). O custo de fabricação do modelo projetado ficou em torno de 18,00 R\$ no entanto, colocando-se nesta conta o lucro do fabricante, o lucro do distribuidor, a margem de lucro do lojista que irá vender ao mercado consumidor, com todos os devidos custos de transporte e distribuição juntamente com a carga tributária o produto deve chegar ao mercado com um preço entre 38,00 e 50,00 R\$. O que indica um alto fator de competitividade. Ao final desta etapa, novamente temos uma avaliação positiva do trabalho. Neste momento, o projeto está pronto para seguir a última etapa do projeto, que é denominada de prototipagem e execução de testes.

#### 5.4 Etapa de Prototipagem e Execução de Testes

Neste momento, o projeto está pronto para prosseguir aos últimos refinamentos e a validação do projeto em situações reais de funcionamento. Os componentes podem ser fabricados, e os testes de desempenho estão prontos para iniciar dentro do âmbito de projeto. Até este momento, nenhuma alteração no projeto original foi necessária. Após a realização de exaustivos testes de funcionamento com o lote piloto, o projeto está apto a seguir para os testes de aprovação do produto pelo INMETRO.

Logo após esta certificação de funcionamento, o *briefing* final com todos os detalhes é entregue ao fabricante e o produto está apto a seguir para a fabricação em larga escala. Tão logo, ingressará no mercado consumidor.

Uma observação relevante neste momento é que neste trabalho, esta etapa não foi realizada em função do projeto ser um teste para a implantação da metodologia proposta e ao mesmo tempo um teste para a implantação da técnica do QFD dentro da empresa Victum Design Técnico.

#### 5.5 Discussões dos Resultados

Antes das devidas conclusões, uma análise do trabalho foi realizada para verificação dos resultados obtidos através da utilização do Controle Integrado para Geração de Novos Conceitos no desenvolvimento do projeto do espremedor de frutas doméstico.

Os maiores problemas envolvidos nos projetos, estão sempre ligados às limitações do fabricante em relação ao custo envolvido para desenvolver o projeto *versus* os desejos dos consumidores. Com a utilização da metodologia proposta, mesmo com a limitação financeira, é possível dialogar amplamente acerca dos custos envolvidos com a premissa de mostrar ao fabricante que em projetos não temos lugar para improvisações, tendo em vista que um projeto deficiente trará ao produto um ciclo de vida menor que o esperado. Logicamente, que esta não é uma justificativa para buscar recursos infinitos no desenvolvimento de um projeto. No entanto com a participação do fabricante em todas as etapas de desenvolvimento do produto, podemos atender a imensa maioria dos seus requisitos e dos anseios dos consumidores, através do diálogo aberto durante as etapas do projeto. Afinal, o fabricante deve evitar a propaganda negativa feita pelo consumidor, quando se sente insatisfeito com a compra de um determinado produto que não o satisfaz.

Ainda em relação a metodologia proposta, outra vantagem observada, foi à utilização das matrizes do QFD duas vezes com o mesmo objetivo, dentro da etapa de levantamento de requisitos que engloba toda a análise informacional. Desdobrar duas vezes os anseios levantados, trouxe um maior número de alternativas para solucionar os *quês* do fabricante e dos consumidores.

A terceira vantagem observada, relaciona-se novamente com o maior envolvimento do fabricante durante as etapas de desenvolvimento do projeto. Mesmo que o fabricante não tenha amplos conhecimentos dos assuntos envolvidos durante a execução do projeto, sua participação poderá trazer novos questionamentos durante o projeto do produto. Embora, em muitos casos, suas sugestões sejam impraticáveis, o diálogo é fundamental para que as melhores decisões sejam tomadas em relação ao produto. Afinal, são os projetistas que possuem a visão técnica do projeto e sobre estes conhecimentos é que as decisões finais são baseadas. Com o maior envolvimento do fabricante, a implantação desta metodologia trará como benefício uma redução entre 10 e 15 % no período de tempo utilizado no desenvolvimento de um projeto.

Em relação à utilização das matrizes do QFD, duas discussões tiveram destaque durante o desenvolvimento deste capítulo. A primeira delas é referente às entrevistas aos consumidores. Ao levantar os anseios dos consumidores, nota-se uma tendência de pressa em passar as respostas por parte dos entrevistados. Os consumidores querem logo expressar suas respostas. Apenas depois de um período de aproximadamente 15 minutos é que os entrevistados relaxam e entram em uma fase de esclarecer realmente seus desejos em um novo produto a ser projetado. Logo, manter o equilíbrio emocional por parte do entrevistador é fundamental para que os resultados das pesquisas sejam relevantes e satisfatórios. Por isto, antes da implantação deste sistema de entrevistas trazidas pelo QFD, a empresa deve procurar em seu quadro de funcionários o projetista ou a pessoa adequada para esta função.

A segunda discussão em relação à utilização do QFD relaciona-se com a rapidez que a técnica propicia ao entendimento das matrizes e seus resultados. O fator positivo observado é que os dados são facilmente lidos e analisados, agilizando o andamento dos trabalhos. Normalmente as reuniões de projeto são demoradas e cansativas. Quando a técnica do QFD é aplicada, estima-se que período de reuniões pode ser reduzido em cerca de 15%, logicamente dependendo da complexidade dos dados envolvidos e das decisões que deverão ser tomadas.

## 6. CONCLUSÕES

Este trabalho, desde seus fundamentos, visava aguçar o projetista para retirar de si o estigma de “simplesmente ficar no meio de um projeto e aceitar o que se tem” para uma nova atitude de “superar suas próprias acomodações e tornar-se um projetista que faz o que for preciso para avançar no desenvolvimento de um produto e da organização empresarial”. Afinal, o projetista deve buscar seu reconhecimento dentro do âmbito empresarial. Utilizando ainda, a técnica do QFD e a metodologia proposta durante este trabalho, muitos dos objetivos iniciais foram alcançados.

A utilização do QFD, proporcionou a criação de um suporte no desenvolvimento de projetos, através de sua organização sistemática e do fácil registro e utilização dos dados. Foi possível, com o desenvolvimento do trabalho, ampliar a gama de tópicos conhecidos pelos projetistas em relação à criatividade e aos assuntos como *ergonomia* e as várias interfaces do corpo na iteração entre homem e produto. A intenção de gerar um impacto em relação ao número de conhecimentos que um projetista deve possuir dentro do desenvolvimento de um projeto foi positivo, na medida que muitos leitores deste trabalho, certamente, irão procurar maiores conhecimentos em determinadas áreas descritas brevemente nesta dissertação.

O principal objetivo deste trabalho, de interligar os desejos do fabricante aos anseios dos consumidores, com utilização da técnica do QFD e criar um fluxograma que trabalhasse incisivamente na fase informacional do desenvolvimento de produtos, foi alcançado com o êxito esperado.

Em relação à interligação dos desejos do fabricante com os anseios dos consumidores, os resultados foram surpreendentes. Normalmente, os anseios do fabricante são, cerca de 70 a 80% iguais aos dos consumidores. No entanto, os demais 20 a 30 % estavam “perdidos”. Assim, quando a equipe de projeto une os desejos de ambos para a montagem da matriz Casa da Qualidade, a chance de apresentar um projeto que satisfaça a ambos é muito maior. Os fabricantes, passam a olhar a técnica com surpresa e admiração e a aceitam com naturalidade.

Em relação a metodologia proposta, principalmente a primeira etapa, denominada de levantamento de requisitos, foi fundamental na análise informacional do projeto. A equipe de projeto, passa a relacionar-se melhor com o fabricante que, por sua vez, estará diretamente ligado às diversas etapas do desenvolvimento do projeto. Estas avaliações constantes, trazem aos trabalhos clareza e funcionalidade de forma que o andamento do desenvolvimento do produto, torna-se simplificado e objetivo.

Estima-se que através da utilização da metodologia proposta, houve uma redução do tempo de desenvolvimento do projeto que será variável de acordo com o tipo de produto projetado do momento, mas que pode chegar a 15% em determinados casos.

A utilização de uma equipe de projeto interdisciplinar trouxe uma ampla variedade de conhecimentos dentro da equipe, facilitando o andamento do projeto.

Antes de finalizar este trabalho, destaca-se um ponto fundamental para os projetos desenvolvidos no futuro, visando uma maior competitividade em níveis mundiais dos nossos produtos. Reunir-se com os representantes do governo, buscando agregar sobre a legislação vigente uma redução tributária aos produtos que gerem comprovadamente a redução do uso de matéria prima, a exploração de novos materiais não poluentes, a redução de energia para processamento e a minimização de embalagens, será fundamental para o desenvolvimento econômico do nosso país no mercado interno e em relação aos mercados externos. Em suma, buscar incentivos para a realização de projetos preocupados com a situação ambiental do planeta.

Para encerrar, não importa qual a metodologia você estará utilizando no desenvolvimento de projetos, pois você terá uma enorme chance de sucesso se cuidar principalmente das pessoas envolvidas neste processo. Afinal, as máquinas evoluem, mas nada será capaz de substituir o equilíbrio funcional de um ser humano.

## 7. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestões para trabalhos futuros, algumas indicações de assuntos e linhas de pensamentos, são listadas a seguir.

- Estudar os princípios da TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving), criada por Genrich Autschuler, que tem sido muito difundida, principalmente na Europa, e trazer uma adaptação de seus princípios aos projetos de produtos desenvolvidos no Brasil e na América Latina;
- Criar softwares, para o uso das matrizes do QFD, para o tipo de aplicação proposta por esta dissertação;
- Estudar diretrizes de projeto para a criação de gabinetes de eletrodomésticos fabricados em polímeros como PC (Policarbonato), PP (Polipropileno) e ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno);
- Estudar diretrizes de projeto para a criação de gabinetes internos fabricados em metal, que são submetidos aos processos de corte a laser e dobras posteriores;
- Realizar estudos sobre montagem e desmontagem de produtos para descarte e reciclagem, técnicas que são pouco utilizadas no Brasil.
- Realizar estudos sobre as embalagens dos produtos visando economia nos processos de fabricação e melhorias nas embalagens atuais.
- Criar uma simbologia que auxilie o pessoal de assistência técnica e manutenção para a reposição de componentes desgastados ou que apresentem defeitos.

Estas foram algumas sugestões de assuntos que necessitam de estudos mais aprofundados, quando estamos trabalhando com o projeto de novos produtos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aaker, D; Kumar, V e et al. **“Pesquisa de marketing”**. São Paulo, 2001. Editora Atlas.

Adrian, M; Cooper, J. **“Biomechanics of human movement”**. Boston, 1995. Editora McGraw-Hill.

Alves, J. A. **“O planejamento de pesquisas qualitativas em educação”**. Caderno de Pesquisas. São Paulo, Volume 77, páginas 53-61, 1992.

Autschuler, Genrich. **“Inventividade: Manual para inovadores e inventores”**. Rio de Janeiro, 1973.

Autschuler, Genrich. **“Invenção: Alternativas para a seleção de problemas técnicos”**. Rio de Janeiro, 1974.

Autschuler, Genrich. **“Theory of inventive problem solving. Aplicação do QFD e introdução da TRIZ no Brasil no desenvolvimento de produtos”**. São Paulo, 1996.

Baxter, Mike. **“Projeto de produto”**. São Paulo, 2003. Editora Edgard Blücher.

Back, Nelson e et al. **“Projeto integrado de produtos”**. Barueri, São Paulo, 2008. Editora Manolo.

Boothroyd, Geoffrey; Dewhurst, Peter; Knight, Wiston. **“Product design for manufacture and assembly”**. New York, 1994.

Carvalho, Maria Aparecida. **“Engenharia de embalagens”**. São Paulo, 2008. Editora Novatec.

Cheng, Lin Cheng e et. al. **“Anais do 1º congresso brasileiro de gestão e desenvolvimento de produto”**. Minas Gerais, 1992.

Cheng, Lin Cheng e et. al. **“Anais do 2º congresso brasileiro de gestão e desenvolvimento de produto”**. Minas Gerais, 2001.

Cheng, Lin Cheng; Filho, Leonel Del Rey Melo. **“QFD: Desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos”**. São Paulo, 2005. Editora Edgard Blücher.

Cheng, Lin Cheng. **“QFD: planejamento da qualidade”**. UFMG/ Fundação Christiano Ottoni. Minas Gerais, 1995.

Cláudio Lamas de Farias e et. al. **“Eletrodomésticos”**. Rio de Janeiro, 2006. Editora Fraiha.

COBEM. **“Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica”**. Desenvolvimento de produtos. Minas Gerais, 2004.

Denton, K. **“Qualidade em serviços: O atendimento ao cliente como fator de vantagem competitiva”**. São Paulo, 1990. Editora Makron Books.

Filho, João Gomes. **“Gestalt do objeto”**. Sistema de leitura visual da forma. São Paulo, 2004. Editora Escrituras.

Guinta, Lawrence R. **“Manual de QFD”**. São Paulo, 1993. Editora LTC.

Iida, Itiro. **“Ergonomia: Projeto e produção”**. São Paulo, 2005. Editora. Edgard Blücher.

Irigaray, Hélio Artur e et. al. **“Gestão e desenvolvimento de produtos e marcas”**. Rio de Janeiro, 2006. Editora FGV.

Kotler, Philip. **“Marketing para o século XXI: como criar, conquistar e dominar mercados”**. São Paulo, 1999. Editora Futura.

Kotler, Philip. **“O Marketing em ação: O consumidor no centro do palco”**. São Paulo, 2002. Editora Campos.

Leite, Heimann A R. e et al. **“Gestão do projeto de produto”**. A excelência da industria automotiva. São Paulo, 2007. Editora Atlas.

Lesko, Jim. **“Design industrial”**. Materiais e processos de fabricação. São Paulo, 2004. Editora Edgard Blücher.

McDaniel, C; Gates, R. **“Pesquisa de marketing”**. São Paulo, 2003. Editora Pioneira.

Melconiam, Sarkis. **“Elementos de máquinas”**. São Paulo, 2000. Editora Érica.

Melo, A.M Benchmarking. **“Dissertação de mestrado em engenharia de produção”** – Escola de engenharia de São Carlos, USP. São Paulo, 1996.

Ostrower, Fayga. **“Criatividade e processos de criação”**. Rio de Janeiro, 1977. 18º Edição revisada em 2004.

Paladini, Edson Pacheco. **“Gestão da qualidade no processo”**. São Paulo, 1996. Editora Atlas.

Philips, Peter L. **“Briefing: A gestão do projeto de design”**. São Paulo, 2008. Editora Edgard Blücher.

Pahl, Gerard; Beitz Wolfgang e et. al. **“Projeto na engenharia”**. São Paulo, 2005. Editora Edgard Blücher.

Pinheiro, Roberto Meireles e et. al. **“Comportamento do consumidor e pesquisa de mercado”**. Rio de Janeiro, 2006. Editora FGV.

Sclack, Nigel , Harrison, Alan. **“Administração da produção”**. São Paulo, 1997. Editora Atlas.

Shigley, Joseph E. e et. al. **“Projeto de engenharia mecânica”**. Porto Alegre, 2005. Editora Bookman.

Taguchi, Genichi. **“Engenharia da qualidade em sistemas de produção”**. São Paulo, 1989. Editora MacGraw Hill.

Terninko, John. **“Step by step QFD”**. Customer-driven product design. Estados Unidos, 1997. Editora CRC Press.

Whiteley, R. C. **“A empresa totalmente voltada para o cliente: do planejamento à ação”**. Rio de Janeiro, 1996. Editora Campus.

Paulo Augusto C. Miguel. **“Implementação do QFD para o desenvolvimento de novos produtos”**. São Paulo, 2008. Editora Atlas.

Yogy, Akao; Kogure, Masao. **“Quality Function Deployment and CWQC in Japan”**. Estados Unidos, 1983.

Yoshimura, Masataka; Kondo, Hideyuki. **“Concurrent product design based on simultaneous processing of design and manufacturing information by utility analysis”**. Japan Society of Mechanical Engineers, Estados Unidos, Volume 61, 1995.

#### SITES PESQUISADOS

<http://www.abergo.org.br> (Pesquisado entre os dias 17 e 20 de março de 2007).

<http://www.aeportugal.pt> (Pesquisado entre os dias 5 e 7 de março de 2007).

<http://www.azom.com> (Pesquisado dia 7 de julho de 2008).

<http://www.hda.net> (Pesquisado dia 7 de setembro de 2007).

<http://www.iea.cc> (Pesquisado dia 7 de setembro de 2007).

<http://www.indg.com.br> (Pesquisado dia 23 novembro de 2007).

<http://www.materials.com> (Pesquisado dia 10 de setembro de 2008).

<http://www.qfdi.org> (Pesquisado entre os dias 7 e 15 de março de 2007).

<http://www.teses.org.br> (Pesquisado entre os dias 2 e 5 de março de 2007).

<http://www.trizjournal.com> (Pesquisado dia 5 de abril de 2007).

<http://www.ufrgs.br/ndsm> (Pesquisado entre os dias 21 e 25 de agosto de 2008).

<http://www.usp.br/eef/sbb> (Pesquisado dias 15 de fevereiro de 2007).

## APÊNDICE A

Neste momento, faz-se um relato em relação às pesquisas realizadas durante a execução deste trabalho.

Logo na primeira entrevista, podê-se notar que esta seria uma tarefa árdua. O primeiro entrevistado mostrava pressa em responder os questionamentos. A paciência, foi fundamental neste momento. Foi necessário “acalmar” o entrevistado, mostrando a ele a importância da sua participação, utilizando o tempo da melhor maneira possível. Após esclarecer todo o valor que uma entrevista deste tipo possui na realização do projeto de produto, o entrevistado mudou seu comportamento. A entrevista foi realizada com clareza e seus anseios clientes foram “*captados*” de maneira satisfatória.

No entanto, nas pesquisas posteriores, mais esclarecimentos em relação à importância deste tipo de trabalho foram passados aos entrevistados, tornando, a partir de então, os trabalhos mais facilitados.

Para realização de pesquisas de mercado é necessário preparar-se para variadas situações e questionamentos, por isto, manter a calma e procurar entender o consumidor é fundamental.

## APÊNDICE B

Importante ressaltar alguns relatos que ocorreram dentro da elaboração do projeto de produto.

Durante a realização do projeto do espremedor, a cada etapa proposta pela metodologia de trabalho, possuiu características distintas. Por exemplo, na primeira etapa de análise informacional, quando foi realizado o primeiro desdobramento, surgiram muitas opções de materiais para serem estudados. Quando se passa a estudar estes materiais surgem pesquisas, sejam em livros, seja na internet. Neste momento, foi descoberto que no mercado Chinês, atualmente um dos maiores concorrentes mundiais de qualquer país de economia emergente como o Brasil, são utilizados materiais diferentes na elaboração da carcaça de eletrodomésticos. Por exemplo, na forma externa de produtos produzidos no Brasil é utilizado o PP. Já no mercado Chinês é comum a utilização de ABS. Outra diferença que pode ser observada é a utilização de ABS, pela indústria chinesa, para fabricação de componentes transparentes dos eletrodomésticos. Já no Brasil, as indústrias utilizam o SAN para a fabricação dos componentes transparentes. Foi muito importante propor, no momento da elaboração da matriz, buscar a amplitude de idéias ao invés de logo estabelecer um material ou um valor visado. Assim ocorreu novamente no segundo desdobramento. Foram propostas alternativas e sobre estas foram criadas todas as primeiras especificações do projeto.

Em relação às demais etapas, os trabalhos ocorreram de uma maneira clara. Mesmo nos momentos que surgem diferenças de opinião a metodologia proposta fez com que o trabalho tivesse um rumo próspero até a finalização do projeto.