

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA MECÂNICA**

**DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA PARA A
OBTENÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETOS DE
PRODUTOS INDUSTRIAIS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA
CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
ENGENHARIA

ANTONIO JORGE HERNÁNDEZ FONSECA

Florianópolis, Maio de 1996

Santa Catarina - Brasil

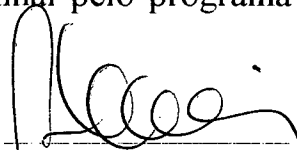
**DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA PARA A
OBTENÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETOS DE
PRODUTOS INDUSTRIAIS**

ANTONIO JORGE HERNÁNDEZ FONSECA

Esta dissertação foi julgada adequada para a obtenção do título de :

MESTRE EM ENGENHARIA

Especialidade engenharia mecânica, área de concentração projeto de sistemas mecânicos e aprovada em sua forma final pelo programa de pós-graduação em engenharia mecânica.

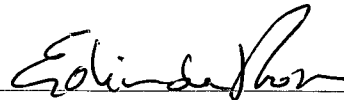


Prof. Abelardo Alves de Queiros
Ph. D., coordenador




Prof. Nelson Back, Ph.D., orientador

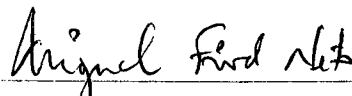
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Edison da Rosa, Dr. Eng.



Prof. Fernando Forcellini, Dr. Eng.



Prof. Miguel Fiod Neto, Dr. Eng.

... *“o perfeito é o pior inimigo do bom”*.

*Dedico este trabalho a meu irmão,
injustamente ausente.*

Agradecimentos

Ao Prof. Nelson Back pelo apoio desinteressado de todo tipo; pela orientação, conhecimentos, paciência e amizade.

À minha família: Alina, Claudia, Dayu, Tesy, Pedro, Jorge, Oksana y Stefany.

À todos os colegas de curso pelo companheirismo e pela troca de experiências.

Ao Prof. Luis Rodriguez Morales, da Universidad Iberoamericana do México, pelos consejos.

Ao Prof. André Ogliari, pela ajuda na procura de material para este trabalho.

Ao Prof. Lauro Cesar Nicolazzi, pela ajuda na revisão de parte do texto e pelas sugestões.

À sociedade brasileira, através do PICD/CAPES, pelo apoio técnico, financeiro e moral.

RESUMO

No Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, uma equipe de professores, alunos de pós-graduação de mestrado e doutorado, vêm desenvolvendo trabalhos de pesquisas com o objetivo de implementar um sistema computadorizado de apoio a elaboração das etapas do projeto conceitual de produtos industriais.

No caso da dissertação que aqui se apresenta, corresponde a linha de pesquisa de uma das etapas do processo, neste caso a de definição das especificações de projeto, para a maior generalidade possível de produtos industriais.

A dissertação propõe elucidar a gama de termos usados até o presente pela bibliografia existente sobre o assunto e propor alguma luz sobre os procedimentos empregados na coleta e tratamento das necessidades de usuários e clientes e convertê-las em dados úteis aos projetistas, fazendo uma proposta de sistemática para a elaboração das especificações de projeto dos produtos industriais.

ABSTRACT

At the Department of Mechanical Engineering of the Federal University of Santa Catarina - UFSC, a team of professors and post-graduate students, are developing researches, aiming the implementation of a computerized support system for the elaboration of the different stages of the conceptual design of industrial products.

In the present dissertation, a research is being developed on the stage of definition of design specifications, for the most possible generality of industrial products.

The dissertation proposes a clarification of various terms that are used today on the existing bibliography and intends to share some light about the procedures used on the gathering and treatment of users and clients needs, and convert them in to useful data for designers. Therefore establishing a systematic procedure for the elaboration of design specifications of industrial products.

SUMARIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	vii

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL.....13

1.1 GENERALIDADES.....	13
1.2 O PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.....	15
1.3 A METODOLOGIA DE PROJETO.....	17
1.4 FASES DO PROJETO.....	22
1.5 ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO.....	24
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	25

CAPÍTULO II

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO:

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....28

2.1 INTRODUÇÃO.....	28
2.2 <i>O QUE</i> SÃO AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	28
2.3 <i>QUEM</i> ELABORA AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	30
2.4 <i>COM QUE</i> FERRAMENTAS ELABORAR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	32
2.5 <i>COMO</i> ELABORAR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	34
2.6 <i>QUANDO</i> ELABORAR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	38
2.7 MÉTODOS ATUAIS.....	38
2.8 UTILIZAÇÃO DE APOIO COMPUTACIONAL: TENDÊNCIAS.....	41

CAPÍTULO III

O PROCESSO DE DETERMINAÇÃO

DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....43

3. 1 ESTRUTURAS DO PROCESSO DE PROJETO..... 43

3. 2 ESTUDO PREPARATÓRIO DA TAREFA DE PROJETO..... 49

3. 3 DEFINIÇÃO DOS CLIENTES E USUÁRIOS: TERMINOLOGIA..... 51

3. 4 DETERMINAÇÃO DOS CLIENTES E USUÁRIOS DO PROJETO..... 58

CAPÍTULO IV

IDENTIFICAÇÃO E PROCESSAMENTO

DAS NECESSIDADES.....60

4.1 NECESSIDADES..... 60

4.2 A OBTENÇÃO DE NECESSIDADES..... 65

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DO PROJETO..... 69

4.4 CONVERSÃO DE NECESSIDADES EM REQUISITOS DE USUÁRIO..... 77

4.5 BASE DE DADOS DE REQUISITOS DE USUÁRIO. UMA PROPOSTA..... 80

CAPÍTULO V

RELAÇÃO ENTRE REQUISITOS DE USUÁRIO

E REQUISITOS DE PROJETO.

O TRABALHO COM A CASA DA QUALIDADE.....84

5.1 A TÉCNICA DA CASA DA QUALIDADE OU QFD..... 84

5.2 A CASA DA QUALIDADE USADA PARA PROJETOS

DE PRODUTOS INDUSTRIAIS..... 86

5.3 ATRIBUTOS DO PRODUTO..... 87

5.4 CONVERSÃO DE REQUISITOS DE USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO.....	90
5.5 UMA PROPOSTA DE BASE DE DADOS DE REQUISITOS DE PROJETO.....	92
5.6 METODOLOGIA DE USO DA CASA DA QUALIDADE EM PROJETOS DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.....	95
5.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA CASA DA QUALIDADE.....	97
5.8 MECANISMOS COMPUTACIONAIS EXISTENTES PARA O USO DA CASA DA QUALIDADE.....	98

CAPÍTULO VI

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....100

6.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	100
6.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	101
6.3 CATEGORIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.....	103
6.4 PADRONIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.....	105

CAPÍTULO VII

ESTUDO DE CASO.....107

7.1 ETAPA INICIAL DO PROJETO DE UM PRODUTO.....	107
7.2 TAREFA 1. - <i>Estudo Preparatório da Tarefa de Projeto</i>	107
7.2.1. - <i>Reconhecer a tarefa e aceitá-la como um problema a ser resolvido</i> :.....	107
7.2.2. - <i>Analisar adequadamente o problema formulado e suas implicações</i> :.....	108
7.2.3. - <i>Clarificar os objetivos do trabalho de projeto que se inicia</i> :.....	108
7.2.4. - <i>Definir os modelos aproximados da concorrência do produto que se projetará</i> :.....	108
7.3 TAREFA 2. - <i>Definição dos clientes e usuários do projeto</i>	109

7.4 TAREFA 3.- <i>Definição das necessidades do projeto</i>	110
7.5 TAREFA 4.- <i>Conversão das necessidades em requisitos de usuário</i>	116
7.5.1 ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO SOBRE REQUISITOS DE USUÁRIO.....	124
7.6 TAREFA 5.- <i>Conversão dos requisitos de usuários em requisitos de projeto</i>	126
7.7 TAREFA 6.- <i>Avaliação dos requisitos de usuário contra os requisitos de projeto</i>	129
7.8 TAREFA 7.- <i>Conversão de requisitos de projeto em especificações de projeto</i>	131

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....134

8.1 SÍNTESES.....	134
8.2 CONCLUSÕES.....	134
8.2 RECOMENDAÇÕES.....	136

ANEXO 1 Preenchimento da casa da qualidade.....137

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....146

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

FIG. 3.1. Projeto como transformação de informação, segundo HUBKA.....	44
FIG. 3.2. Entradas e saídas ao projeto, visto como um sistema.....	46
FIG. 3.3. Fases de um projeto.....	46
FIG. 3.4. Primeira fase do projeto.....	47
FIG. 3.5. Proposta de sistemática para a elaboração das especificações de projeto.....	48
FIG. 3.6 Terminologia proposta.....	57
FIG. 4.1. Fases do ciclo de vida do produto vs. pessoal envolvido nele.....	71
QUADRO 4.1. Questionário do cliente.....	72
QUADRO 4.2. Questionário do produtor.....	73
QUADRO 4.3. Questionário aos distribuidores.....	74
QUADRO 4.4. Questionário aos comerciantes.....	74
QUADRO 4.5. Questionário ao pessoal de manutenção.....	75
QUADRO 4.6. Questionário sobre descarte/reciclagem.....	75
QUADRO 4.7. Questionário ao usuário externo.....	76
FIG. 4.2. Estrutura básica para a base de dados de requisitos de usuário.....	83
FIG. 5.1. Casa da qualidade.....	85
FIG. 5.2. Algoritmo para converter requisitos de usuário em requisitos de projeto.....	91
FIG. 6.1. Diferentes denominações das propriedades do produto.....	101
QUADRO 6.1. Modelo típico para preencher as especificações de projeto.....	106
FIG. 7.1. Casa da qualidade do novo modelo de Buggy.....	130
QUADRO 7.1. Especificações de projeto do novo modelo de Buggy.....	132
FIG. A.1. Preenchimento dos requisitos de usuário.....	137
FIG. A.2. Valoração dos requisitos de usuário.....	138
FIG. A.3. Preenchimento dos requisitos de projeto.....	139
FIG. A.4. Preenchimento dos modelos da concorrência.....	140
FIG. A.5. Valoração dos requisitos de usuário vs. requisitos de projeto.....	141
FIG. 5.6. Valoração dos requisitos de projeto vs. requisitos de projeto.....	142
FIG. A.7. Valoração dos requisitos de usuário vs. modelos da concorrência.....	143
Fig. A.8. Cálculo dos resultados da valoração da concorrência.....	144
FIG. A.9. Cálculo e preenchimento da ordem final dos requisitos de projeto.....	145

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL

1.1 GENERALIDADES.

No Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, uma equipe de professores, alunos de pós-graduação de mestrado e doutorado, contando com a colaboração de alunos de iniciação científica, vem desenvolvendo trabalhos de investigação com o objetivo de implementar um sistema computadorizado de apoio à elaboração das etapas do projeto conceitual de produtos industriais. Esta fase do processo de projeto se encontra, no entanto, sem o suporte dos inumeráveis sistemas CAD-CAE disponíveis no mercado, a não ser em casos específicos, sem a generalidade que suporia um uso mais difundido.

Como tema importante na elaboração da fase do projeto conceitual, a metodologia de projetos ocupa um lugar destacado, sobretudo se se quer uma abordagem informatizada como apoio ao trabalho dos projetistas, dedicando-se ao assunto vários trabalhos publicados pelos membros do grupo, partindo de um livro sobre metodologia de projetos do Professor Dr. Nelson Back, editado na década de 80. Paralelamente realizam-se trabalhos de pesquisa e temas de pós-

graduação, que se desenvolvem atualmente em duas direções:

- uma direção trata de abarcar todas as etapas do processo do projeto conceitual, para um tipo muito definido de produto e
- outra trata de abarcar uma etapa unitária limitada do processo de projeto conceitual mas para a maior generalidade possível de produtos industriais.

A investigação em ambas as direções se desenvolve simultaneamente, intercambiando-se critérios, bibliografia e acertos que enriquecem e motivam adicionalmente a busca dos conceitos válidos comuns. Cada investigação procura fazer valer um método de projetar que permita ao mesmo tempo a correspondente algoritmização, capaz de guiar o trabalho para a possível elaboração computadorizada, com o objetivo de um desenvolvimento interativo de ajuda prática para os profissionais que trabalham o projeto de produtos industriais.

No caso da dissertação aqui apresentada, que trata do DESENVOLVIMENTO DE UMA SISTEMÁTICA PARA A OBTENÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS, corresponde à linha de investigar ao máximo uma das etapas do processo, neste caso a etapa inicial do projeto, para a maior generalidade possível de produtos industriais.

Nesta investigação propõe-se elucidar a gama de termos usada até o presente pela bibliografia existente sobre o assunto, quando trata de designar aos implicados no processo, além de se propor trazer alguma luz sobre os procedimentos empregados na coleta e tratamento das necessidades de usuários e clientes, para converter as mesmas em especificações úteis aos projetistas. Um ordenamento, neste sentido, ajudaria na organização desta etapa primária, com economia de tempo para o grupo projetista.

O tema tem sido direta ou indiretamente tratado em publicações especializadas, artigos e dissertações segundo tem-se investigado, tratando de definir esta fase crucial e inicial de um projeto, mas ainda restam áreas sem a abordagem adequada e ferramentas utilizadas sem um apoio da informática em

seus múltiplos parâmetros de entrada ou saída, para esta primeira etapa comum a todos os projetos de produtos industriais.

O processo de qualquer projeto começa com a adequada detecção de necessidades não satisfeitas; partindo destas necessidades, o projetista deve saber processá-las até convertê-las em um produto capaz de satisfazer as mesmas. Como tratar estas necessidades primárias e como convertê-las em especificações úteis aos projetistas será o objetivo fundamental do trabalho, com a visão paralela de um desenvolvimento algorítmico, capaz de gerar uma ferramenta da informática que interativamente ajude o projetista nesta etapa primária de elaboração de requisitos técnicos e da definição do produto que vai ser projetado.

1.2 O PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.

“Quando sou perguntado por meus alunos o que devem fazer para projetar, é muito difícil para mim explicar com palavras as ações certas”, ULLMAN [6]; muitas vezes torna-se complicado definir os termos básicos de algumas disciplinas, não obstante, trata-se de deixar claro o conceito de projeto, segundo reconhecidos autores no ramo:

- “projeto é uma idéia ou plano de alguma coisa...”, BACK [1].
- “projeto é uma forma de solução de problemas”, ULLMAN [6].
- “projeto é uma tentativa intelectual para atender certas demandas da melhor maneira possível”, PAHL e BEITZ [4].
- “o projeto é um domínio que pode se manifestar em qualquer área do conhecimento humano ou da ação humana”, BONSIPE [7].
- “dois paradigmas podem descrever a atividade dos projetos: a teoria do projeto como solução de problemas e a que descreve o projeto como um processo de reflexão na ação ou teoria construtivista”, DORST [20].

Todas as definições contêm o grau de generalidade que dificulta uma compreensão direta, entendendo-se, portanto, que o projeto é uma disciplina geral, capaz de ser usada pelas mais diversas profissões; o anteriormente exposto dá uma base para poder definir, em forma geral, o conteúdo da atividade do projeto; pode-se dizer então que:

- projetar é a forma de resolver os problemas, refletindo criativamente.

Uma boa parte do trabalho de engenharia dentro da sociedade está dedicada ao desenvolvimento de novos produtos assim como à solução dos problemas do domínio da natureza e suas leis; no centro destas tarefas o projeto é uma ferramenta indispensável para um adequado desempenho deste profissional dentro da sociedade industrial que encabeça.

Claro que o projeto de engenharia é tão amplo e extenso quanto às especialidades que esta carreira possui; neste caso trata-se fundamentalmente dos projetos de produtos industriais que mais têm a ver com a engenharia mecânica.

Outra especialidade fortemente relacionada com o projeto de produtos industriais é a do desenho industrial; entende-se como uma especialidade que trabalha os fatores humanos, sobretudo no que diz respeito à forma dos produtos, abarcando o campo de qualquer produto de engenharia que requeira algum uso direto por parte do homem, dirigindo aspectos do projeto para os quais os engenheiros mecânicos não receberam uma preparação adequada.

O desenho industrial constitui uma especialidade que se estuda fora e independente das faculdades de engenharia; ainda que se constitua num tipo de trabalho muito similar ao praticado pelos engenheiros de projetos, sobretudo ao trabalho que realizam os engenheiros mecânicos, ganha personalidade própria; para designar este profissional, diferenciando-o dos desenhistas técnicos, o idioma português tem incorporado em seu dicionário a palavra inglesa “design”, AURÉLIO [18]. Buscando nos livros clássicos as definições que procuram diferenciar estas duas especialidades de projeto, acha-se as definições seguintes:

- “projeto de engenharia é uma atividade orientada para o atendimento das necessidades humanas, principalmente daquelas que podem ser satisfeitas pelos fatores tecnológicos de nossa cultura”, BACK [1].

- “desenho industrial é uma atividade projetual que consiste em determinar as propriedades formais dos objetos produzidos industrialmente. Por propriedades formais não há que se entender tão somente as características exteriores, mas, sobretudo, as relações funcionais e estruturais que fazem que um objeto tenha uma unidade coerente do ponto de vista tanto do produtor como do usuário.” Definição oficial do Conselho Internacional das Associações de Desenho Industrial, ICSID tomada do autor TOMAS MALDONADO e mencionada em BONSIPE [7].

O projeto de engenharia e o design têm muitos pontos comuns de trabalho e, na maioria dos casos, seus esforços são complementares, sendo o terreno de definições teóricas sobre a atividade de projeto e das metodologias uma responsabilidade comum que deveria ser abordada com a ótica do trabalho investigativo conjunto.

1.3 A METODOLOGIA DE PROJETO

O uso da metodologia de projetos, como estrutura guia do projetista que acomete qualquer tarefa projetual, “assume a hipótese não demonstrada de que existe uma guia comum a qualquer tipo de projetos que se acometa”, BONSIPE [2]. “A metodologia de projetos constitui um modelo geral que se pode encontrar em todos os projetos”, FIOD [21]. Aceito este princípio, que é universalmente reconhecido em toda a bibliografia consultada, tratar-se-á das definições que sublinham esta atividade.

Freqüentemente a metodologia é confundida com os métodos e estes, por sua vez, são utilizados sob a terminologia de técnicas; a confusão sobre o

significado destas três ferramentas básicas do projeto e seu uso inadequado deve ser de atenção especial para o especialista de projetos. Com esta ótica, procurar-se-á de diferenciar estes três termos adequadamente:

METODOLOGIA: Esfera da ciência que estuda os métodos gerais e particulares das investigações científicas, assim como os princípios para abordar diferentes tipos de objetos da realidade e as distintas classes de teorias científicas, [9].

A metodologia é, então, o grande ramo da ciência que demarca o estudo de métodos e técnicas, assim como os princípios que permitem abordar o objeto projeto, para nosso caso específico; “o instrumento de trabalho do projetista é a metodologia”, FIOD [21]; daqui se depreende que a metodologia abarca o estudo de todos os mecanismos que facilitam a abordagem científica do projeto; é o todo.

MÉTODO: (Do grego *METHODOS*, via, procedimento para conhecer, investigar). Procedimento para a ação prática e teórica do homem que se orienta no sentido de assimilar um objeto, [9].

Da definição se depreende que o método é o “como”; considera os procedimentos mais adequados para alcançar os objetivos propostos, na área de projeto para nosso caso.

TÉCNICA: (Do grego *TECHNÉ*, maestria, arte). Sistema de objetos criados pelo homem e que são indispensáveis para a realização de sua atividade, [9].

Assim definida, são as ferramentas e meios físicos e intelectuais unitários que permitem alcançar adequadamente os objetivos traçados dos projetos.

É bom recordar que em engenharia se tem adotado o método científico de trabalho com suas características próprias e plenamente demarcado na definição anterior de métodos, pelo que sempre se fará uma abordagem deste tipo, em contraste com outros especialistas de projetos, sujeitos a métodos mais ortodoxos.

Torna-se realmente interessante constatar o limitado emprego que se faz por parte dos engenheiros de projetos da palavra metodologia em comparação com o uso muito estendido que se faz entre arquitetos e desenhistas industriais.

Isto, evidentemente, não implica no desconhecimento de sua importância e conteúdos, mas bem poderia significar o uso sistemático que dentro da formação do engenheiro, se faz da metodologia, inclusive até para a solução dos problemas matemáticos desde o primeiro ano de seus estudos, transformando-se em um mecanismo inerente à solução de qualquer problema dentro da carreira. Vem a ser lógico, então, que para o engenheiro realizar uma tarefa complexa como a elaboração de um projeto, seja imprescindível uma determinada metodologia. Em contraposição com este esquema de ensino, as carreiras de arquitetura e desenho industrial estão compostas por disciplinas da área humanística, como história, design, fatores humanos psíquicos e sociológicos, elementos expressivos e outros, de onde o método heurístico de ensino se superpõe ao de solução de problemas nesses campos, muito distantes do procedimento característico do método empregado nas engenharias. Por esta razão, talvez nestas últimas carreiras se faz um estudo independente da metodologia, a maioria das vezes associada à disciplina de projeto, dando um peso determinante dentro dessas especialidades, como um aporte do método científico, agora incorporado à solução dos projetos. Claro que a adoção ou não do método científico em determinadas áreas do conhecimento, sobretudo relativas à natureza psíquica e social do homem, não invalida a aceitação de outros métodos desenvolvidos para uma melhor interpretação e domínio dos resultados; não se trata, em absoluto, de enfocar a questão como uma limitação do método heurístico utilizado, senão somente em um detalhe que pode dar a chave para a separação artificial de áreas tão próximas e que utilizam ferramentas comuns do projeto de forma tão isoladas.

Para os desenhistas industriais, a metodologia foi um “boom” que fez furor nas décadas de 50 e 60, BONSIEPE [2], nas quais grande número de autores se dedicou a um estudo profundo da metodologia, a maioria arquitetos e desenhistas industriais, criando uma grande quantidade de métodos diferentes de abordar o projeto de produtos industriais. Nestes enfoques, não isentos de fortes contradições, se chegou a declarar por um metodólogo reconhecido: “rechaço a

idéia da metodologia de projeto como objeto de estudo”, ALEXANDER [3], considerado um dos pais dos métodos dentro da área do desenho industrial. Parecia como se os processos metodológicos pudessem variar de igual maneira que as formas dos produtos criados pelo uso dessas metodologias, de forma que ainda hoje se fala de várias metodologias diferentes, RODRIGUEZ [8].

Paralelamente na área das engenharias ocorria um processo de aprofundamento nos mecanismos inerentes ao método utilizado pelos engenheiros de projetos na solução de seu trabalho. Segundo alguns autores, o processo de projeto foi dificultado antes da segunda guerra mundial pelo fato de ser considerado como uma forma de arte, PAHL e BEITZ [4], coincidindo com o enfoque artístico do trabalho de desenhistas industriais e arquitetos, que até então não haviam utilizado os procedimentos ordenados. Estes mesmos autores realizam uma revisão das tentativas históricas realizadas na Alemanha para incorporar a metodologia dentro do processo de projetos de engenharia que datam da década de 20. Autores respeitados dentro da área do projeto de engenharia como HUBKA [5] e ULLMAN [6] tratam a metodologia como o conhecimento da “estrutura interna do processo de projeto”, constituindo seu estudo um aprofundamento nos conhecimentos do mecanismo existente, mais que na formulação de uma receita seqüencial de passos sucessivos válidos para projetar. “No projeto de engenharia o projetista usa três tipos de conhecimentos: conhecimentos para gerar idéias, conhecimento para avaliar idéias e conhecimento da estrutura do processo do projeto”, ULLMAN [6].

“A soma das ações durante o projeto e a soma de recomendações para os métodos que podem ser usados, são denominados de Metodologia de Projeto, uma prescrição heurística e um modelo de como proceder”, HUBKA [5]. Por outro lado, por seu caráter ordenado, a metodologia de projetos constitui a ferramenta principal que possibilita uma abordagem via computador da atividade de projetos, “metodologia de projetos e computador estão interligados”, FIOD [21].

Autores reconhecidos que trabalham no campo das metodologias de projetos de engenharia e aqueles que trabalham igual tema em design têm começado um estreitamento em suas posições no que diz respeito às metodologias; “que nos ofereçam uma série de diretivas e que nos aclarem a estrutura do processo”, BONSIEPE [2]; “os desenhistas industriais têm voltado os olhos aos métodos da engenharia”, RODRIGUEZ [8].

Em meados da década de 80, a ASME, Associação dos Engenheiros Mecânicos dos Estados Unidos, realizou um “workshop” a pedido da Fundação Nacional da Ciência desse país, com o objetivo de analisar o atraso relativo do projeto de engenharia dentro do esquema industrial norte-americano, comparado com os progressos da indústria japonesa e européia; como resultado desse trabalho, publicou-se um volume que continha as recomendações que têm feito variar o enfoque do ensino do projeto em suas universidades, o estudo da metodologia e a aparição da chamada ciência do projeto, [12]. A partir desse impulso, criou-se uma nova especialidade em projetos de engenharia, deram-se recursos para investigações no campo teórico do projeto, passando a ser considerada como um novo ramo das engenharias, DIXON [13].

A pesar do anterior, a introdução das disciplinas de projeto dentro das carreiras de engenharia torna-se lenta e insuficiente, “o estado geral da educação de projeto da engenharia mecânica pode todavia ser descrito como estancado”...“campos aos quais faltam fundamentos e que por isso dependem de uma coleção heurística ad hoc não podem avançar intelectualmente”, DIXON [15], frases que julgam duramente o atraso existente na especialidade de projetos dentro das engenharias, retiradas de um artigo que data de 1991.

YOSHIKAWA [16] categorizou em quatro escolas as filosofias utilizadas para acometer um projeto, segundo o peso dos fatores sobre os quais se faz ênfase durante as fases de execução; neste estudo, o autor descreve as diferentes escolas como enfoques filosóficos diferenciados de um mesmo fenômeno e não como diferentes metodologias; OGLIARI [17] recomenda uma mescla destas filosofias, com a finalidade de facilitar o apoio para a construção de programas

de informática e integrá-los dentro de um sistema especialista de ajuda na fase criativa do projeto.

Com relação ao objetivo da presente dissertação, elaborada com a finalidade de colaborar, parcialmente, no aprofundamento da teoria de projeto, a grande maioria dos autores consultados admite uma primeira etapa básica de detecção de necessidades, reconhecimento da tarefa de projeto e elaboração das especificações, BACK [1], BONSIPE [2], PAHL e BEITZ [4], HUBKA [5], ULLMAN [6], RODRIGUEZ [8], OGLIARI [11], FIOD [21], para que se possa partir com uma base firme para a exploração desta etapa inicial de qualquer projeto de produto a ser produzido industrialmente.

1.4 FASES DO PROJETO.

Do ponto de vista da terminologia, nesta dissertação empregar-se-ão as categorias de fase, etapa e tarefa para designar em ordem hierárquica as divisões internas que se propõe realizar para esquematizar globalmente a atividade de projeto. Desta forma, uma fase poderá ter várias etapas e uma etapa várias tarefas.

Tanto os livros especializados consultados como os artigos escritos sobre o tema são unânimes no estabelecimento de várias fases básicas gerais e diferenciadas, indispensáveis para executar qualquer projeto. O problema começa a complicar-se quando se trata de definir os limites da atividade de projeto, quanto à sua influência e responsabilidade, no que diz respeito às fases fora do escritório de projetos, como são as fases relativas à construção de protótipos, adaptação à tecnologia fabril, etc.; mais adiante, na própria dissertação, serão enfocados os casos particulares, sendo que agora só se referirá às fases que, sem discussão, fazem parte da responsabilidade dos projetistas e sobretudo àquelas vinculadas com o início e desenvolvimento do projeto, o que constitui o objetivo

desta dissertação; nesse sentido, assume-se que as fases básicas que formam o corpo inicial do projeto poderão se denominar de:

PRIMEIRA FASE: Elaboração do Projeto Conceitual;

SEGUNDA FASE: Elaboração do Projeto Preliminar e

TERCEIRA FASE: Elaboração do Projeto Detalhado.

Autores reconhecidos dão um maior peso ao início, mesmo antes da fase do projeto conceitual, e sugerem iniciar o trabalho com uma primeira fase que chamam de Esclarecimento da Tarefa do Projeto, antes da segunda fase, que denominam, também, de Projeto Conceitual, PAHL e BEITZ [4], estabelecendo assim 4 fases; no mesmo sentido se manifesta a norma alemã VDI 2221 (1987), que estabelece começar com o Estudo da Tarefa de Projetos, hierarquizando-a como uma fase independente do chamado Projeto Conceitual.

Outro autor, ULLMAN [6], propõe estabelecer também três fases, mas denomina a primeira fase como Desenvolvimento das Especificações de Projeto, antes do acometimento do Projeto Conceitual, considerado como segunda fase.

A tendência mais coerente é personalizar as duas primeiras partes, englobando-as em um corpo com filosofia única e definida, designando-a como Projeto Conceitual, que inclui como primeira etapa a de elaboração das especificações de projeto, como no curso de pós-graduação de Engenharia Mecânica, no qual ministram os professores N. BACK e F. FORCELLINI, na UFSC.

Estas fases, por sua vez, se desdobram internamente em várias etapas e tarefas. Nesse sentido, OGLIARI [11] propõe subdividir a primeira fase em várias etapas:

-definição das necessidades do projeto;

-definição da tarefa de projeto;

-definição funcional do projeto;

-geração de concepções; e

-avaliação das concepções.

BONSIEPE [11] propõe, como metodologia, três blocos, que chama de:

- estruturação do problema projetivo
- projeto e
- realização do projeto.

-Este enfoque se enquadra como algo similar metodologicamente à revisão a qual nos temse referido, porém utilizando outra terminologia.

1.5 ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO.

Esta primeira fase, denominada de Projeto Conceitual, tem, por sua vez, uma etapa inicial cujo objetivo básico seria o de obter as Especificações do Projeto; é uma etapa obrigatória no empreendimento de qualquer projeto. Seu objetivo principal é o de entender, com a maior exatidão possível, as tarefas de projeto que vão ser desenvolvidas e passar por escrito a declaração de intenções com o novo produto que se projetará.

Para os engenheiros que estão acostumados a realizar, de imediato e de forma quase automática, as tarefas tecnológicas para as quais têm sido preparados, usando as ferramentas científicas de análise, esta etapa inicial é um tanto diferente do treinamento que estão acostumados; parece que é como se tratasse de uma tarefa alheia a seu campo de ação, pois os métodos matemáticos que quase se fazem indispensáveis para estarem convencidos de que realizavam uma tarefa séria e meritória, não existem em absoluto, dando lugar a problemas de cunho sociológico, psicológico, comercial e organizativo.

Este detalhe deveria ser um dos pontos importantes para modificar o enfoque do ensino do projeto de engenharia nas universidades; claro que a solução não passa pela diminuição da carga imprescindível das ciências básicas, e o problema deve ser focado com o equilíbrio adequado de matérias afins ao projeto de produtos, enfocando esta especialidade com as ferramentas próprias da mesma.

O começo do trabalho tem a ver com a adequada detecção das necessidades não satisfeitas. Em muitas organizações de grande porte existe um departamento especializado, independente do departamento de projetos, que trabalha diretamente com as necessidades e com os possíveis usuários, mas, ainda nestes casos, é impossível separar o projetista da análise crítica dos resultados do trabalho que recebe desse departamento.

Traduzir toda a carga subjetiva dessas necessidades à linguagem da engenharia, levando esta tradução ao terreno das alternativas de solução em forma de projeto conceitual, é o ponto chave da primeira etapa de qualquer projeto. Para a fase de início de projeto conceitual foi realizada uma ampla busca de informação bibliográfica, que será exposta mais adiante, como um apoio ao objetivo principal desta dissertação, consistente na abordagem integral da primeira etapa dentro da fase de projeto conceitual.

Como objetivo adicional e não menos importante, e poder elaborar modelos algorítmicos capazes de se converterem em ferramentas úteis aos projetistas durante seu trabalho, será também focado em todo o decurso dos esquemas propostos tanto o tratamento das necessidades como o auxílio na correspondente conversão das mesmas em requisitos. É evidente a necessidade de uma volumosa base de dados que auxilie o trabalho dos projetistas nesta primeira etapa, enfocada em duas direções: uma base de dados que trabalhe com as necessidades segundo o tipo de produto que se projetaria e outra base de dados que auxilie nas correspondentes especificações de projeto suscetíveis de atender a essas expectativas.

1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.

Esta dissertação tem 8 Capítulos; o inicial está dedicado a proporcionar uma análise introdutória geral ao tema do projeto e à metodologia, que inclui um

aprofundamento na problemática da primeira etapa, que consiste na determinação das especificações de projeto de produtos, tema da mesma.

O Capítulo segundo faz uma análise bibliográfica da etapa do começo do projeto, desenvolvida sobre a filosofia da análise de valor, onde se respondem as conhecidas interrogações QUE, QUEM, COM QUE, COMO E QUANDO, destacando os critérios dos autores consultados ao responderem estas perguntas com relação à determinação das especificações de projeto de produtos industriais.

O terceiro Capítulo trata da subdivisão interna desta etapa inicial do projeto, onde se propõe uma metodologia para a determinação das especificações do mesmo, destacando o tema das necessidades como elemento motor, introduzindo conceitos e terminologias únicas para os participantes desta etapa, com a filosofia de executar as especificações, baseada nas necessidades de clientes e usuários.

O Capítulo quarto está dedicado integralmente ao processamento das necessidades, que inclui questionários para a captação das mesmas, como elemento principal de análise, que servirá de base aos projetistas em etapas posteriores. Além disso, propõe-se, neste Capítulo, a estrutura de uma base de dados de necessidades em forma de requisitos de usuários a ser elaborada em uma linguagem acessível aos projetistas e que ajude na captação destas necessidades.

O quinto Capítulo analisa o trabalho com a casa da qualidade usada para o projeto de produtos industriais, propondo um mecanismo de conversão de requisitos de usuários em requisitos de projeto usando o conceito de atributos do produto, que é analisado no próprio capítulo; propõe-se também uma nova base de dados de requisitos de projeto para apoiar a geração dos mesmos e uma metodologia detalhada para o procedimento com a casa da qualidade em projeto de produtos industriais.

O Capítulo sexto está dedicado à análise das especificações de projeto, recomendando-se um procedimento para sua confecção, partindo dos resultados da casa da qualidade e do trabalho de captação de necessidades.

O Capítulo sete apresenta a exposição de um estudo de caso, aplicando a metodologia proposta nesta dissertação.

O Capítulo oito exibe um resumo que inclui conclusões e recomendações.

CAPÍTULO II

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 INTRODUÇÃO.

Será exposta a busca bibliográfica e o estado atual dos trabalhos e investigações que se realizam na área que cobre a primeira etapa do projeto conceitual, dirigida à determinação das especificações de projetos, segundo o conteúdo essencial da dissertação.

Como fio condutor desta revisão bibliográfica, se utilizará a técnica usada na análise de valor, respondendo as clássicas interrogações que se formulam durante sua aplicação; isto ajudará a dar corpo ao conteúdo do tema que se tratará e permitirá penetrar na posição que os diferentes autores têm a respeito.

2.2 O QUE SÃO AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

“A formulação das especificações é a medula do projeto”, PETER [14]. Uma afirmação tão categórica requer um aprofundamento na primeira interrogação que se fará sobre: O QUE são as especificações de projeto?

“O problema tem que ser expresso integralmente como uma lista ordenada de atributos que a solução final teria que possuir”, HUBEL [19]; este autor

aborda as especificações como uma lista que finalmente pudesse servir como elemento de avaliação dos atributos finais do produto que se projeta; este interessante enfoque não só permite uma definição prévia do produto como também relaciona os elementos de avaliação em um só documento.

"A primeira etapa começa com o desenvolvimento dos requisitos do usuário (do mercado) para o produto. Esses requisitos são então usados como base para avaliar a concorrência e para gerar os requisitos de engenharia ou especificações", ULLMAN [6]. Este importante autor reafirma a dupla condição das especificações como elemento guia do projeto e como elemento de avaliação do mesmo.

"Quando as necessidades já foram identificadas, estas deverão ser formuladas em uma declaração de objetivos"... "Uma vez que as necessidades tenham sido identificadas e o problema examinado, o passo seguinte é a colocação da declaração de necessidades no contexto do ciclo de produção-consumo", BACK [1]. O anterior sugere a necessidade de elaboração de duas tarefas básicas: primeiro identificar as necessidades que dão início ao projeto com a correspondente elaboração da lista das mesmas e, segundo, o exame detalhado do problema de projeto apresentado, introduzindo a técnica de analisar o problema de todo o espectro do ciclo de vida do produto.

"A parte mais importante para a compreensão de um problema de projeto procedente do mercado é estabelecer claramente aquilo que o cliente quer"... "Durante a primeira tarefa do desenvolvimento das especificações/planificação do projeto, o objetivo principal é compreender o problema"... "Nesta parte inicial, a equipe de projeto que se forma tem duas tarefas básicas: compreender o problema de projeto e planificar o trabalho", ULLMAN [6]. Este autor propõe, como nome desta parte, a de desenvolvimento das especificações/planificação, dividindo-a em duas grandes tarefas: a de definir o problema começando pelas necessidades, mais a elaboração do QFD e o estabelecimento das especificações de projeto, e a posterior é a da planificação detalhada do resto do trabalho projetual.

Para PAHL e BEITZ [4]: "O trabalho do projetista começa com um problema particular. Cada tarefa envolve certas restrições que podem mudar com o tempo, mas que têm que ser totalmente compreendidas se se quer achar uma solução ótima"... "Para este propósito, uma especificação geral deve ser encontrada, e confeccionar uma lista de propriedades, que cumpram a tarefa de definição do produto, o que é a primeira etapa do início do projeto"; ali existem dois problemas a resolver: a elucidação da tarefa de projeto e a elaboração da lista de requisitos do projeto.

"A formulação da tarefa está constituída basicamente pela elaboração da lista de especificações de projeto. Em outras palavras, o sistema computacional deve prover meios para investigar, categorizar e avaliar os requisitos de engenharia e funcionais que constituirão as especificações do problema", OGLIARI [11]. Este autor propõe um sistema especialista que abarque todas as etapas do projeto, incluindo desde logo a primeira etapa e sugere trabalhar tudo através do computador em um modelo muito interessante e atualizado.

2. 3 QUEM ELABORA AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

Claro que o problema chave nesta primeira etapa não é tanto a definição do que são as especificações de projeto, a totalidade dos autores coincide em seu conteúdo, o que não está muito claro é de quem é a responsabilidade deste trabalho, o qual, em muitas organizações, é realizado por departamentos de marketing ou de desenvolvimento de produtos alheios ao departamento de projetos e entra-se em cheio na pergunta a ser respondida. Começar-se-á a investigar QUEM deve assumir a responsabilidade por esta primeira parte.

Para o autor HUBEL [19], as especificações de projeto fazem parte dos problemas apresentados ao projetista mais do que as soluções que estes desenvolvem: "isto é ainda parte do problema apresentado, não da solução"; de

fato, o autor demarca esta tarefa de elaboração da lista de atributos não como parte integrante do projeto, considerando-o como a solução em forma de desenhos e soluções técnicas, do problema apresentado ao projetista. Este interessante enfoque dá margem à interpretação que possibilita o trabalho de outros especialistas para a elaboração das especificações de projeto; é o caso dos grupos ou departamentos de marketing ou de desenvolvimento de produtos fora do âmbito do escritório de projetos, que puderam trabalhar na clarificação da tarefa, elaborando a lista de atributos ou requisitos que se entregaria aos projetistas já elaborada e que seria o caso de produtos desenhados partindo de uma solicitação adequadamente formulada em forma de requisitos e especificações de projeto apresentada ao grupo de projetistas como uma tarefa pronta.

“O ponto de partida de qualquer projeto é a análise e estabelecimento dos requisitos de projeto, o que constitui um resumo do projeto”, BACK [1]; alinhado com os postulados que se analisam, centra o início do projeto na elaboração dos requisitos, mas aborda a possível participação de outros especialistas antes de começar a tarefa de projeto propriamente dita: “este resumo poderá ser preparado pelo consumidor ou, então, quase inteiramente pelo projetista”, BACK [1], deixando a possibilidade de uma elaboração externa ao grupo de projetos, mas logo afirma: “na maioria das circunstâncias este resumo será preparado por ambos”, BACK [1], o que implica a participação do projetista de forma quase obrigatória junto a outros participantes.

“No caso de projetos originais, eles se originam em departamentos especiais da companhia, chamados departamentos de planejamento”... “A última etapa da planificação de um produto implica na especificação das características mais importantes e dos requisitos do produto final”... “a qual tem que ser posteriormente completada e elaborada pelo departamento de projetos”, PAHL e BEITZ [4]; estes autores se referem às empresas que possuem um departamento que trabalha no desenvolvimento de produtos, cujo trabalho é o seguimento do mesmo desde sua concepção até seu último detalhe do projeto; neste caso as

especificações seriam elaboradas por este departamento como a etapa final de seu trabalho de concepção, fora do âmbito do grupo de projetos, a pesar de que estes autores exigem uma elaboração e arremate final por parte dos projetistas.

“A primeira etapa começa com o desenvolvimento dos requisitos do consumidor”...“o primeiro passo é a formação do grupo de projeto”, ULLMAN [6]; neste caso o autor responsabiliza totalmente o grupo de projetos por esta etapa de elaboração de requisitos e especificações e nada diz a respeito da possibilidade de que o trabalho de início pudesse ser elaborado por um grupo ou departamento independente ao de projetos.

Tendo como perspectiva a possibilidade de que o objetivo desta dissertação seja de utilidade tanto dos projetistas como dos especialistas dos departamentos de desenvolvimento de produtos ou de marketing, ficam definidos os possíveis usuários destes resultados, com a certeza de que mesmo que as especificações do produto pudessem ser elaboradas por um departamento independente, os projetistas sempre terão a responsabilidade de uma revisão crítica do trabalho previamente elaborado.

2.4 COM QUE FERRAMENTAS ELABORAR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

Investigaram-se as possíveis ferramentas que poderão ajudar a realizar o trabalho de elaboração das especificações de projeto, com o que se responderia a terceira interrogação de nosso fio condutor: COM QUE.

Autores como PAHL e BEITZ [4] recomendam a utilização de uma lista padronizada de possíveis especificações classificadas, com a finalidade de fazer uma recordação que permita não esquecer nenhum possível item importante para a elaboração das especificações, atuando como um “chek-list”, guia para a confecção da mesma. Similar recomendação dão os autores BLANCHARD e

FABRYCKY [22], que incluem uma extensa e detalhada lista de itens como recordação para a elaboração dos requisitos. Nessa mesma direção vai encaminhada a recomendação de TJALVE [29], que sugere uma lista muito completa para guia do "check-list".

“Nos tempos atuais, o projeto de produtos não pode ser tratado como uma atividade principalmente intuitiva”, FIOD [21]; esta frase traz à discussão o tema principal dos métodos para abordar a atividade de projetos em geral, acrescentando: “para elaborar a lista de requisitos de projeto, a estrutura de funções e a procura de princípios de solução, são necessárias muitas informações, critérios de decisão bem definidos, regras coerentes e criatividade”, pelo qual conclui a necessidade de um tratamento informatizado destas fases, citando o trabalho de BEITZ [51] no qual esse autor expressou: “a aplicação da computação à atividade de projetar produtos é inevitável.” Apesar de ser um dos pioneiros e propor um programa informatizado de apoio ao projeto de produtos, FIOD recomenda a utilização da tradicional lista classificatória de possíveis requisitos como "check-list" recordação para a elaboração do trabalho inicial das especificações, com a vantagem de oferecê-lo através de um sistema computacional.

Já BACK [1] estabelece: “a necessidade ou demanda de um produto é o primeiro requisito de um projeto”, situando nas necessidades a origem da atividade de elaboração dos requisitos de projeto. No curso que esse autor ministra na pós-graduação de Engenharia Mecânica da UFSC sobre Projeto Conceitual, recomenda a técnica conhecida como da casa da qualidade ou QFD, iniciais que em inglês significam Quality Function Deployment ou desdobramento da função qualidade, como ferramenta de relacionamento das necessidades e requisitos.

“Antes que o projeto de um produto possa ser iniciado, a necessidade tem que ser estabelecida”, ULLMAN [6]; este autor também centra nas necessidades o início do projeto e recomenda a utilização da casa de qualidade ou QFD como ferramenta fundamental para o começo desta primeira etapa.

Segundo OGLIARI [11], seu trabalho foi focado “pensando na implementação de informática de um sistema de apoio ao projeto”...“incluindo os meios para a obtenção dos requisitos do consumidor”; este autor propõe um modelo que começa nas necessidades...“que devem ser traduzidas a uma linguagem comum”...“devendo ser registrados de maneira adequada para sua análise, recuperação e uso futuro na casa da qualidade.” Este trabalho já enfoca o uso do computador como ferramenta útil para trabalhar com o grande volume de informação que se maneja nesta primeira etapa, explorando assim as vantagens do computador e poder utilizar os mecanismos trabalhosos mas eficientes da casa da qualidade. As complexidades derivadas da necessidade de possuir uma estrutura forte e volumosa tanto de pessoal como de recursos materiais para trabalhar a casa da qualidade desestimou seu uso no sistema SADEPRO, proposto na tese de doutorado de FIOD [21] em 1993; analisando a complexidade de semelhante abordagem se tem escrito: “Este contexto tem propiciado aos investigadores um vasto campo de onde se busca estabelecer procedimentos, objetos e técnicas apropriadas para a implementação computadorizada de ferramentas para auxílio da atividade de concepção de produtos”, OGLIARI [17].

Com a constatação de que uma abordagem através da informática é o mais freqüentemente recomendado pela literatura atual para uma eficiente exploração da técnica da casa da qualidade na elaboração das especificações de projetos, vê-se esta técnica como o melhor caminho a seguir neste trabalho.

2.5 COMO ELABORAR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Este item trata do que foi encontrado na literatura sobre o COMO abordar o trabalho desta primeira etapa, continuando com o mecanismo de abordagem proposto.

“Como regra geral, todos os projetistas têm alguma dificuldade em elaborar sua primeira especificação”, PAHL e BEITZ [4], então estes autores recomendam começar com uma descrição global da tarefa de projeto que inclua alguns parâmetros gerais, depois do qual, o projetista começa pelos requisitos mais evidentes do produto. Este autor inclui em seu livro um modelo tipo para as especificações que classifica em obrigatórias e desejáveis, recomendando também, como já se falou, um “check-list” como recordação durante o trabalho de elaboração dos requisitos, o qual também se inclui no livro de referência.

FIOD [21] oferece um mecanismo computadorizado, o SADEPRO já referido, no qual aparecem em forma classificada 18 tipos de requisitos, chamados pelo autor de Quesitos/Requisitos, que se desdobram em uma quantidade grande de itens recordação. O projetista tem, assim, a possibilidade de relacionar os requisitos de seu produto, pois aparecem no sistema computadorizado de FIOD telas sucessivas com todos os possíveis itens de importância provável para a elaboração de potenciais especificações para os produtos.

Para ULLMAN [6] é necessário a formação de uma equipe de trabalho composta por várias especialidades, que começa com a detecção das necessidades. Daqui, essas necessidades seriam levadas à matriz do QFD para determinar suas relações com os requisitos técnicos. Esta técnica do grupo polivalente coincide com a filosofia sob a qual é ministrado o curso dos Profs. BACK e FORCELLINI na pós-graduação de Engenharia Mecânica da UFSC.

ROSA et alli [10] abrem outra possibilidade ao afirmar que: “a definição das especificações de projeto seja elaborada a partir de uma investigação de mercado, ou seja, a partir de uma análise de oportunidades”; deixando a possibilidade de elaborar as especificações de uma maneira mais prática; mais adiante acrescenta: “as necessidades dos clientes do projeto são investigadas”...“obtendo-se assim as informações que levam aos requisitos do projeto”...“estas informações do produto são registradas na planilha da casa da

qualidade e, depois de uma análise e avaliação das mesmas, tem-se definida a tarefa do projeto.” Com o que fica clara sua preferência pela técnica do QFD.

STAUFER e MORRIS [23] propuseram o uso de um programa de informática denominado MOOSE, que consiste em uma biblioteca de requisitos de usuários, denominada de CR FRAME, e que contém informação útil adicional sobre cada necessidade, em forma de um modelo com múltiplos campos, por um lado; por outro, os requisitos de projeto associados, que são denominados como DR FRAME, que possuem informação adicional, também em forma de modelo, do requisito de projeto; o trabalho é um intento muito interessante de vincular as necessidades aos requisitos de projeto, mediante o estabelecimento de um mecanismo paralelo de avaliação de vários requisitos para uma mesma necessidade e vice e versa.

HUNDAL [24], em um trabalho de investigação sobre o uso da metodologia de projetos na Alemanha, reporta ao trabalho de KRANERT de 1988 como um programa para PC que gera uma lista de requisitos, na qual interage com um banco de dados, estruturando e classificando estes requisitos. Além disso, refere-se ao trabalho de FELDHUSEN de 1989, que tem desenvolvido um sistema de projeto auxiliado por computador que contém quatro módulos, o primeiro dos quais realiza a análise da tarefa do projeto, auxiliando na elaboração da lista de requisitos. Fala adicionalmente do trabalho de GRABOWSKI e RUDE de 1988, que consiste em um mecanismo que integra os sistemas CAD existentes com os sistemas especialistas e que enfoca também a confecção da lista de requisitos.

KAULIO [25] expôs os resultados de um pré-estudo do que ele denominou PRE (products requirements engineering), que significa algo assim como engenharia dos requisitos de produtos, expondo os distintos métodos de coletar necessidades dos usuários, assim como uma revisão do estado da arte em relação à atividade de requisitos de engenharia na Suécia; este trabalho abre um campo importante de vinculação dos investigadores com os projetistas.

VERMA e FABRYCKY [26] propuseram o uso de uma matriz do QFD ou casa da qualidade usando os difusos, que relaciona as necessidades dos consumidores com os requisitos técnicos como base para elaborar o projeto conceitual baseado na utilização de termos lingüísticos incertos que valorizem os relacionamentos. O método proposto utiliza os princípios da lógica difusa e define uma escala de cinco níveis lingüísticos para classificar os requisitos dos usuários que passam à casa da qualidade; também usam similar escala lingüística para classificar as relações entre os requisitos de usuário e os requisitos da concorrência. Os níveis lingüísticos propostos são:

muito baixo, baixo, meio, alto e muito alto; com eles os autores recomendam trabalhar nesta etapa primária e pouco definida, substituindo as tradicionais avaliações numéricas.

KHADILKAR e STAUFFER [27] apresentaram um trabalho que valoriza a influência da informação relativa a projetos anteriores, consultada pelos projetistas durante o processo de elaboração da fase do projeto conceitual, para o desenvolvimento de reprojeto de produtos. Estes investigadores elaboraram um programa para computação que denominaram de "Aladin", o qual gerenciava a busca de informações sobre projetos anteriores em três categorias: nível de detalhes, nível descritivo e classe de problema. Cada categoria tinha a correspondente subdivisão, onde se classificava a informação dos projetos anteriores. Submeteram o programa a seis grupos diferentes de projetistas com tarefas de reprojeto e avaliaram o uso da informação de projetos anteriores, por tipo de categoria consultada, todos na fase de projeto conceitual; os resultados obtidos apontam para o uso de 69% da informação de projetos anteriores, como elementos de decisão em novos projetos, fazendo evidente a importância da consulta de projetos existentes de comparação, na tarefa preparatória prévia para a fase propriamente criativa do projeto, demonstrando que o trabalho de projetos usa uma substancial quantidade de informação contida nos projetos anteriores.

SIVALOGANATHAN [28] propõe um mecanismo que sugere o uso do que denomina de Design Function Deployment (DFD), cuja tradução seria algo

como desdobramento da função projeto, partindo das necessidades do consumidor. O DFD possui uma estrutura de 3 níveis: o nível primeiro ou dos modelos de projeto, o segundo ou nível dos métodos de projeto e o terceiro nível ou das bases de dados, regras de projeto e conhecimentos prévios necessários. Este investigador propõe, no primeiro nível, um modelo para o processo de projeto baseado em 6 passos: especificações-requisitos, soluções conceituais, soluções de detalhes, processos de manufatura e materiais, planificação da produção e seleção da solução ótima. Em cada um dos passos, o trabalho dá recomendações de procedimentos detalhados, dando ênfase no manejo da informação sobre os requisitos dos usuários, que são classificados em uma forma muito ampla, que inclui desde os usuários diretos até o pessoal de manutenção.

2.6 QUANDO ELABORAR AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

Faltando somente a importante pergunta QUANDO, é evidente que a mesma já foi respondida desde o início do trabalho, em função de ser esta etapa a primeira etapa do início do projeto.

Uma vez examinados os documentos que nos indicam o estado da arte, a partir das respostas que dão diferentes autores, reconhecidos na matéria, às perguntas QUE, QUEM, COM QUE, COMO E QUANDO, se passará a uma revisão dos métodos atuais mais utilizados.

2.7 MÉTODOS ATUAIS

Na atualidade existem vários métodos para realizar a primeira etapa do desenvolvimento de um projeto, como tem-se visto na revisão anterior. Destes,

existem duas maneiras básicas para a confecção da lista de especificações de projeto, que merecem atenção especial pela utilização prática que das mesmas se pudesse fazer:

- o método de “check list” ou de utilizar uma lista de recordações classificada de requisitos e
- o método da elaboração da casa da qualidade.

Entre eles, uma variante adicional para cada caso, segundo utilizem ou não o computador na fase de elaboração e tratamento das listas de requisitos.

A) No primeiro caso do método do “check list”, existem autores que o recomendam como procedimento fundamental: são eles PAHL e BEITZ [4], FABRYCKY e BLANCHARD [22] e TJALVE [29]. O procedimento é muito simples e rápido, o projetista consulta, de uma lista classificada e previamente elaborada como padrão de referência dos possíveis requisitos, e elabora os requisitos técnicos que terá sua nova tarefa, adaptando-os ao caso específico do produto que se projetará. Nos livros referidos anteriormente, os autores sugerem a correspondente lista guia, no entanto, por sua extensão, recomenda-se a lista que aparece no texto de FABRYCKY [22], considerada mais completa, podendo-se adicionalmente recomendar outra lista que aparece em um livro referente aos aspectos humanos ou de desenho industrial do autor TJALVE [29], para incluir aqueles requisitos expressivos ou de forma.

Dentro deste primeiro método, mas usando o computador, existe o trabalho referido previamente por FIOD [21]; seu programa para computador, SADEPRO, permite consultar na tela do computador uma lista detalhada de possíveis requisitos que seriam adaptados pelos projetistas aos produtos que se projetam e de cujo trabalho há uma versão para ser utilizada em ambiente Windows.

B) O segundo método é o conhecido pela casa da qualidade; para este segundo caso existem vários autores que recomendam sua utilização para o caso de projeto de produtos, ULLMAN [6], OGLIARI [11], ROSA et alli [10], SIVALOGATHAN [28], além disso, o curso de Projeto Conceitual, sendo

ministrantes os professores N. BACK e F. FORCELLINI no curso de pós-graduação de Engenharia Mecânica na UFSC, mencionado anteriormente.

Este método consiste na adaptação, para a atividade de projetos, da técnica originalmente proposta pelos especialistas japoneses para o controle e incremento da qualidade na fabricação, assim como, para a redução do tempo total no desenvolvimento de produtos industriais, KING [30]. O método da Casa da Qualidade, que é realmente a primeira matriz do QFD, consiste em recompilar as necessidades em forma de requisitos do usuário, dentre os possíveis usuários do produto, confrontando-as em forma de matriz aos requisitos de projeto que vão de encontro a esses requisitos de usuário e fazendo uma valoração quantitativa da importância dos requisitos de projeto, assim como uma comparação com potenciais concorrentes do produto, ULLMAN [6].

A técnica da casa da qualidade, utilizando o computador, tem sido o caminho selecionado por vários investigadores que elaboram programas para permitir uma diminuição do tempo de operação com os parâmetros envolvidos por essa técnica, assim como auxiliando a correspondente elaboração das bases de dados que auxiliem os projetistas em seu trabalho; nesta linha está o trabalho de OGLIARI [11].

A vantagem deste segundo método é a amplitude do trabalho com os usuários e suas necessidades, sendo a desvantagem fundamental o tempo e os recursos que são necessários para acometer adequadamente este procedimento, em função de que é necessário aplicar questionários a várias categorias envolvidas no desenvolvimento do produto, como os produtores, trabalhadores de transporte, pessoal da manutenção, pessoal de descartes e reciclagens, além dos usuários diretos e indiretos do produto.

C) Um terceiro método é uma variante que se diferencia tanto do "check-list" convencional como da casa da qualidade convencional; introduzida por ROTH [49], consiste em uma análise matricial de dois fatores: nas linhas se traçam as fases do ciclo de vida do produto e nas colunas se situam as condições do produto em questão; em cada cruzamento dos fatores da matriz, o projetista

situa os requisitos correspondentes ou os pontos coincidentes, os que passarão a formar o "check-list" sobre o qual terá que ser gerada uma ou mais especificações para o projeto do produto. Este método, ao utilizar a técnica matricial associada a uma lista resultante geradora de especificações, produz um excelente método de obter as especificações de projeto.

Concluindo, a técnica de "check-list" é mais apropriada para projetos simples e que devem ser acometidos com poucos recursos; um desenvolvimento de programas computacionais que apoiem a técnica da casa de qualidade permitiria a projetistas individuais e de mínimos recursos uma visão mais abrangente de sua tarefa de projetos, incluindo o controle das necessidades dos usuários, antes de definir os correspondentes requisitos de projeto.

Uma análise crítica da bibliografia consultada a respeito dos métodos propostos, mostra um equilíbrio favorável aos três métodos expostos, sendo mais destacado o método da casa da qualidade, que possibilita uma análise mais profunda do ciclo de vida do produto junto às necessidades.

2.8 UTILIZAÇÃO DE APOIO COMPUTACIONAL: TENDÊNCIAS.

O uso da técnica computacional ao campo dos projetos, sobretudo a nova área referida à elaboração de sistemas especialistas, traz à discussão a tendência quanto ao apoio do computador na fase inicial de um projeto, através de uma lista de suas especificações, OGLIARI [11] e [17], ROSA et alli [10], STAUFFER e L. MORRIS [23], KAULIO [25].

Existem duas linhas principais de abordagem computacional:

- a elaboração de sistemas especialistas para todas as etapas do projeto de grupos definidos de produtos industriais OGLIARI [11] e

- a elaboração de sistemas especialistas restritos a etapas unitárias de uma gama mais universal de produtos, STAUFFER e MORRIS [23].

A dificuldade fundamenta-se nas correspondentes bases de dados e bases de conhecimento que requerem os sistemas especialistas, que naturalmente devem ser o mais específicas possíveis para poder ter alguma efetividade prática em um tempo razoável.

O esforço que se faz nesta dissertação será conduzido na segunda direção das duas assinaladas.

CAPÍTULO III

O PROCESSO DE DETERMINAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

3. 1 ESTRUTURAS DO PROCESSO DE PROJETO.

"O trabalho de projetos pode ser considerado como a conversão de informações" PAHL e BEITZ [4], insistindo no enfoque do projeto como mudanças das informações; este autor recomenda começar com uma tarefa que intitula de clarificação da tarefa: "Esta etapa envolve a coleção de informações sobre os requisitos a serem incluídos na solução, assim como as restrições."

A tarefa de projetos pode ser recebida em forma totalmente definida ou em forma de sugestão de um possível desenvolvimento de produto BACK [1]; entre ambos os extremos, existe toda uma gama de possibilidades com definições parciais sobre a tarefa de projetos que se deseja acometer. Trabalhar-se-á nesta dissertação o caso em que o grau de definição da tarefa é mínimo, no qual o projetista tem que executar todas as etapas da definição inicial. "O projeto

sempre deve começar com o estudo da viabilidade", [1], que, segundo o autor, deve definir a possibilidade real de acometer o desenvolvimento.

Como o projeto, em seu conjunto, se origina nesta etapa, todos os parâmetros de entrada na etapa serão, por sua vez, os parâmetros principais de entrada ao projeto global. Claro que existirão saídas internas e retroalimentações dentro das tarefas em que se suponha dividida esta primeira etapa, mas as entradas iniciais têm que estar adequadamente definidas.

Segundo HUBKA [5], o projeto é um sistema de transformação em que somente entra e sai informação; está composto internamente, como mostra a Fig. 3.1, por quatro subsistemas: subsistema humano; subsistema técnico; subsistema de informações e um subsistema de direção e métodos, todos os quais atuam no sentido de transformar a informação de entrada, elaborando-a para dar lugar a outra informação de saída; este processo se efetua como resultado do trabalho dos projetistas que formam o subsistema humano, interagindo com o subsistema técnico e dirigidos pelo subsistema de direção, que neste caso é guiado pela metodologia. Este autor estabelece que a informação de entrada poderá ser em forma de necessidades ou de requisitos do sistema técnico que se projetará.



Fig. 3.1 Projeto como transformação de informação segundo HUBKA.

"Em toda transformação sempre se tem, inicialmente, uma transformação mental, seguida de uma transformação física", BACK [1]. Para o caso do projeto, este autor estabelece que a transformação inicial é o próprio processo de projetos,

enquanto que a posterior transformação física é a ulterior fabricação do produto, baseada nos documentos de saída do projeto. O mesmo autor propõe iniciar o projeto, além das correspondentes necessidades, com uma revisão detalhada de aspectos relevantes da tarefa que inicia e sugere uma "lista bem completa" de possíveis fontes de informação, assim como de temas principais para orientar a busca das informações necessárias para o começo de um projeto, que vão abarcar todas as áreas possíveis relacionadas ao novo projeto, como problemas de patentes, legais, etc.

No mesmo sentido se manifestam PAHL e BEITZ [4] e ULLMAN [6], que exigem, além do estudo das necessidades, um estudo prévio de fatores gerais que incluem, desde problemas legais e ecológicos, até problemas de patentes e normas, todos relativos ao futuro projeto e conseqüente produto que este ocasionará.

O início do projeto requer, portanto, dois tipos de informação qualitativamente diferenciada:

a informação sobre as necessidades que originam o projeto e

a informação sobre os aspectos paralelos e derivados do projeto.

O primeiro tipo de informação sobre as necessidades provém fundamentalmente do trabalho com os usuários e clientes potenciais do projeto ou do produto. A informação sobre os aspectos paralelos deve ser buscada em bibliotecas, anais de congressos, escritórios de patentes, associações de indústrias, feiras, departamentos legais, etc., BACK [1]. De acordo com isto, propõe-se um esquema inicial para as informações de entrada e saída do projeto, visto globalmente, segundo a Fig. 3.2, onde o projeto é visto como um sistema no qual só entra e sai informação e, dentro do qual, se efetua uma grande quantidade de processos, parte dos quais se estudará nesta dissertação.

De acordo com o que foi exposto, os parâmetros de entrada ao projeto são informações sobre necessidades que se obterão de forma qualitativa e quantitativa, somados a maior quantidade possível de elementos de informação que auxiliem no projeto.

PROCESSO DE PROJETO COMO UM SISTEMA

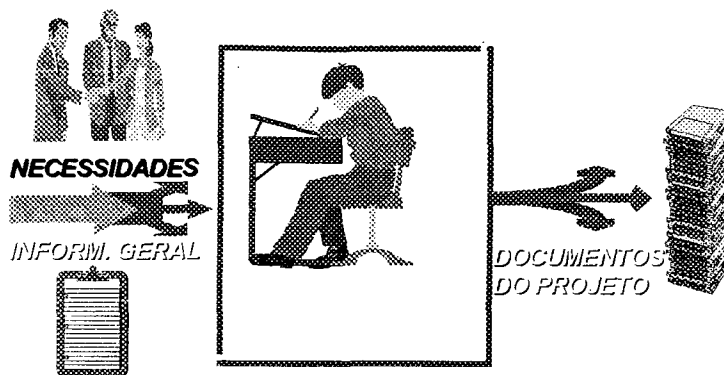


Fig. 3.2 Entradas e saídas ao projeto, visto como um sistema.

Aprofundando-se na análise do projeto como atividade, pode-se configurar um esquema das fases componentes, como mostra a Fig. 3.3.

PROJETO DE PRODUTOS

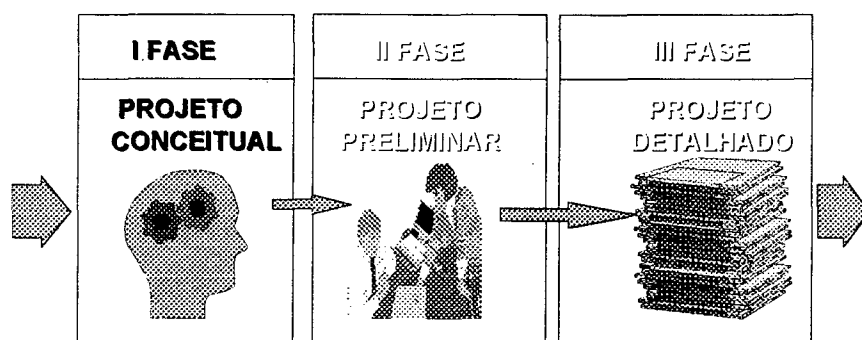


Fig. 3.3 Fases de um projeto

Dentro da primeira fase do projeto conceitual existem duas grandes etapas, mostradas na Fig. 3.4. Nesta dissertação se trabalhará com a I etapa.

PROJETO CONCEITUAL

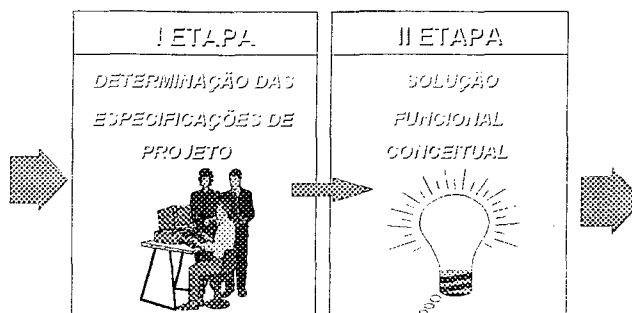


Fig. 3.4 Primeira fase do projeto.

Especificamente, dentro da primeira etapa, que se denominará como determinação das especificações de projeto, os resultados das investigações desenvolvidas na presente dissertação conduzem a propor uma metodologia para a obtenção de um conjunto mínimo de especificações de projeto de produtos industriais. A metodologia em questão está dividida em sete passos sucessivos, partindo da solicitação para a execução do projeto por parte de algum cliente, até a formação final das especificações de projeto.

Como o tema das especificações de projeto pode resultar muito extenso, a dissertação tratará de um conjunto mínimo, envolvendo aquelas especificações que cobrem os aspectos mais importantes e representativos do produto.

Em capítulos sucessivos se tratará em detalhe cada um dos passos que se propõe nesta metodologia, os que se designaram como tarefas, dando recomendações de procedimento para cada uma delas.

A essência desta metodologia pode resumir-se nas tarefas mostradas na Fig. 3.5, que inclui os passos mais importantes em cada tarefa.

A explicação detalhada e os fundamentos de cada uma das tarefas em que se propõe dividir esta etapa serão adequadamente abordados ao longo da dissertação.

INÍCIO DO PROJETO

TAREFA 1 ESTUDO PREPARATÓRIO DA TAREFA DE PROJETO.

- Reconhecer a tarefa de projeto e aceitá-la como problema a ser resolvido.
- Analisar o problema formulado e suas implicações.
- Clarificar os objetivos do trabalho de projeto que se inicia.
- Definir os modelos da concorrência com o produto que se projetará.

TAREFA 2 DEFINIÇÃO DOS DIFERENTES TIPOS DE USUÁRIOS.

- Definir os estágios do ciclo de vida do produto.
- Definir os clientes e usuários do projeto.
- Elaborar os distintos questionários captadores das necessidades.

TAREFA 3 DEFINIÇÃO DAS NECESSIDADES DO PROJETO.

- Processamento dos questionários respondidos.
- Clarificação das necessidades por tipo de usuário.
- Consulta a base de dados de requisitos de usuário.

TAREFA 4 CONVERSÃO DE NECESSIDADES EM REQUISITOS DE USUÁRIO.

- Transformar as declarações dos usuários na linguagem dos projetistas.
- Consulta à base de dados de requisitos de usuário.
- Categorizar os requisitos de usuário.

TAREFA 5 CONVERSÃO DE REQUISITOS DE USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO.

- Transformar os requisitos de usuário em requisitos mensuráveis.
- Definir os requisitos de projeto.
- Categorizar e classificar os requisitos de projeto.

TAREFA 6 AVALIAÇÃO DE REQUISITOS DE USUÁRIO CONTRA REQUISITOS DE PROJETO

- Ordenar e classificar os requisitos dos diferentes usuários.
- Avaliar os requisitos de usuários contra os requisitos de projeto.
- Avaliar o produto contra a concorrência.
- Definir os requisitos de projeto válidos finais.

TAREFA 7 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO EM ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

- Definir as especificações de projeto.
- Categorizar as especificações de projeto.

FIG. 3.5 Proposta de sistemática para a elaboração das especificações de projetos de produtos industriais.

3. 2 ESTUDO PREPARATÓRIO DA TAREFA DE PROJETO.

Esta é a primeira tarefa para o início de um projeto. Poucas pessoas têm deixado de se sentir constrangidas ante uma folha de papel, impecavelmente branca, com um lápis na mão que rompa a uniformidade de sua brancura, em busca dos primeiros traços que guiem a solução de uma tarefa de desenho. Algo similar sucede quando se recebe uma tarefa de projeto; como e por onde começar serão as perguntas chaves desta etapa. Ver-se á como alguns autores tratam este início.

Segundo ULLMAN [6], o projetista tem que estar consciente de que existem duas habilidades básicas que deve possuir ou adquirir: habilidade para organizar seu trabalho e habilidade para solucioná-lo criativamente. A habilidade para organizar o trabalho é a chave para o começo do projeto e tem que ver com a metodologia que o ajudará em sua sistematização.

"A metodologia, essa abordagem sistemática, é de grande valor para todo aquele que inova, desenvolve, constrói, organiza ou cria", HUBEL [19]; no entanto, este autor ressalta a necessidade de não enrijar, demasiadamente, a seqüência de passos metodológicos, a fim de não limitar a necessária interconexão entre eles, e os saltos que o projetista dá entre as etapas inconscientemente, para assim não limitar a criatividade em seu indefinido modo de proceder. Desta forma, a ferramenta da metodologia será de uma utilidade essencial para ajudar no começo da tarefa de projetos, a qual possui "uma ordem cronológica, formando um modelo, o que quase sempre é comum a todos os projetos", BACK [1]; este autor mais adiante sentencia: "O engenheiro recebe seu salário por organizar, melhorar e transmitir informações"... "portanto, o engenheiro deve reunir todas as informações de qualquer fonte acessível e transformá-las na forma desejada"; este imperativo com as informações guia o começo da tarefa de projeto como uma tarefa de coleta e processamento de

informações relativas ao produto que se projetará, segundo já se analisou anteriormente.

Nesta atividade de formulação do problema é importante, antes de começar a trabalhar com necessidades ou requisitos, "estabelecer uma análise de alguns pontos prévios importantes, antes de acometer diretamente a tarefa", HUBEL [19]. Em função do anterior, e em consonância com a maioria da bibliografia consultada, se propõe começar esta tarefa com as atividades seguintes:

- reconhecer a tarefa e aceitá-la como um problema a ser resolvido;
- analisar adequadamente o problema formulado e suas implicações;
- clarificar os objetivos do trabalho de projeto que se inicia e
- definir os modelos aproximados de comparação com o produto que se projetará.

Estes quatro pontos são considerados como uma preparação para a adequada execução da primeira tarefa do projeto; nela se estabelece uma filosofia em torno do produto que se projetará e que se propõe que seja denominada como de estudo preparatório da tarefa de projetos.

O que significa cada atividade dentro desta tarefa, se verá na continuação:

- Para *reconhecer a tarefa e aceitar o problema formulado*, é importante que o projetista se identifique com a área de competência do produto que projetará, as tecnologias próprias de fabricação do mesmo, o mercado possível do produto e tantos fatores quantos sejam possíveis de adicionar pelo projetista que o permitam uma familiarização com seu futuro trabalho, aceitando introduzir-se no mundo do novo desenvolvimento que se inicia. Se algum dos fatores associados ao novo desenvolvimento ocorre de forma desagradável ao projetista ou resulta em fator de rechaço, dificilmente poderá realizar um trabalho adequado e seria mais conveniente não acometer a tarefa. De fato, a maioria dos projetistas se especializam no projeto de determinados grupos de produtos baseados em similares tecnologias de fabricação, princípios de funcionamento, materiais, etc.
- Para *analisar adequadamente o problema*, o projetista, sobretudo, tem que ter em conta as conseqüências do impacto que o produto, em seu conjunto, terá no

meio em que se impuser, tomando em consideração aspectos de tipo ético e ecológico, sem chegar todavia a nenhum tipo de formulação ou solução de projetos. Pode confeccionar o projeto de qualquer artefato, inclusive de guerra, o problema é estar consciente e em conformidade com o que se projetará.

- Para *elucidar os objetivos do trabalho que se inicia*, o projetista deve formular-se tantas perguntas quantos questionamentos tenha, assim como abrir tantas vertentes de investigação sobre o produto como temas que julgue estarem relacionados com o futuro objeto do seu trabalho, como uma preparação ao trabalho de detecção de possíveis usuários, necessidades, etc.

- Para *definir o modelo aproximado ao produto que se pretende projetar*, os projetistas devem analisar, dentre o universo de produtos, quais deles tomarão como elementos de comparação e avaliação para as soluções que se darão; normalmente existirão vários produtos que se tomarão como modelo de comparação e análise.

Este estudo preparatório que se tem descrito, poderia ser feito com mais facilidade por aqueles projetistas que têm experiência de trabalho no tipo de produto que abordarão; naqueles projetos simples, ou de partes de máquinas correspondentes a um conjunto maior, poderia ser feito simplificadamente.

3. 3 DEFINIÇÃO DOS CLIENTES E USUÁRIOS:

TERMINOLOGIA.

Uma das situações mais freqüentes encontradas durante a fase inicial de elaboração dos requisitos e especificações de projeto de produtos, é a definição dos atributos que deverá ter o produto final e não confundindo-os com os atributos que deve reunir o projeto do dito produto.

Quando se especifica, por exemplo, que um produto será projetado seguindo um critério de construção modular, é possível que este requisito não

esteja respondendo diretamente a nenhuma demanda ou necessidade dos clientes ou dos usuários diretos do produto, mas, sim, a um atributo ou especificação própria das características do projeto; naturalmente, esta especificação finalmente redundará em benefício de algum dos usuários envolvidos no desenvolvimento e, provavelmente, não esteja relacionado com o usuário direto do produto, senão que, representa uma vantagem de tipo construtiva ou econômica, beneficiando o produtor, que atuará neste caso como um usuário dos benefícios do projeto, durante a fase de produção do produto.

Do que se viu, torna-se evidente que existem diversos graus de usuários e clientes; segundo OGLIARI [11], "os clientes do projeto não são somente aqueles diretamente afetados pela concepção e o conseqüente produto resultante, mas todos aqueles direta ou indiretamente relacionados com o desenvolvimento do projeto". O anterior implica um conceito amplo de cliente e a existência dos denominados clientes diretos e os indiretos, referidos evidentemente ao projeto em questão e não ao produto, o que põe ainda mais em evidência a necessidade de definir uma terminologia clara e precisa para designar os distintos fatores que se superpõem e mesclam nesta primeira etapa, devido a que quando se fala em geral de usuários, quase sempre se refere aos usuários do produto e não do projeto.

Na literatura consultada aparece também a terminologia de cliente interno e cliente externo, BRAGA e ALVARADO [41], onde se define os usuários como um tipo específico de cliente, fazendo mais complicado o problema de definição terminológica nesta área. Outra terminologia confusa, e que freqüentemente se funde nas fases iniciais do projeto, são os conceitos de consumidor e comprador, mesclados com os de usuário e clientes, os que devem ser adequadamente delimitados, definidos e precisos.

Quando se funde então as categorias de projeto e produto com as de usuários, consumidores, clientes e compradores, adicionando-lhes as possíveis categorias de internos e externos, ou diretos e indiretos, se estará na presença de

uma problemática terminológica pela qual têm atravessado os projetistas em suas primeiras etapas da metodologia de projeto.

Para definir o problema, se tomará como base o projeto, diferenciando-o do produto que se originará com o trabalho resultante do mesmo; de fato, esta dissertação se desenvolve para tratar de clarificar a elaboração das especificações de projeto, razão adicional para estabelecer o projeto como base de designações.

Os clientes, segundo a grande maioria da literatura consultada, são aqueles que solicitam ou precisam de um determinado serviço ou produto; BALLOW [51] categoriza o cliente como aquele que faz pedidos de produtos ou serviços e recebe em troca a mercadoria solicitada. Neste sentido, o escritório de projeto de produtos executa um tipo especial de serviço: a execução de projetos. Fica claro, então, com relação aos escritórios de projeto, que o cliente é a pessoa física ou jurídica que solicita deles a execução de um projeto específico, considerado como um serviço ou como uma mercadoria.

Com base na terminologia usada na literatura, nos dicionários consultados e no uso diário dos escritórios de projeto, se passará a fazer uma proposta de terminologia, geral, primeiro, e particular, depois. Sem pretender ser absoluto e único para os trabalhos que posteriormente se realizam nesta dissertação, se empregará a seguinte terminologia geral, com o significado que aqui se propõe:

USUÁRIO(S): Pessoa(s) que usa(m) o projeto ou o produto, direta ou indiretamente. Os usuários sempre são pessoas ou instituições que atuam posteriormente à elaboração do projeto ou à construção do produto.

CONSUMIDOR(ES): Pessoa(s) que adquire(m) o produto no ponto final de venda, seja(m) usuário(s) ou não. Estes consumidores sempre estarão referidos ao produto final, os que puderam adquiri-lo para seu uso ou para o uso de outras pessoas.

CLIENTE(S): Pessoa(s) que encomenda(m) a confecção do projeto. Os clientes são pessoas ou instituições que atuam previamente na confecção do projeto como motor deste e ainda que, provavelmente, sejam os futuros construtores do produto, sua relação é muito direta com a fase inicial do projeto.

COMPRADOR(ES): Pessoa(s) que compra(m) o produto em grandes quantidades para comercializar como intermediário(s) ou comerciante(s). Os compradores são os comerciantes do produto final, na maioria dos casos independentes dos produtores, dos quais compram o dito produto para sua distribuição e venda.

Estes quatro termos são comumente usados na literatura sobre projeto de produtos e mais adiante, neste trabalho, o uso destes deverá simplificar-se. Deles, o termo consumidor, é evidentemente um termo típico do setor de serviços e no futuro se tratará de evitar o uso dele, pois o interesse fundamental da dissertação é tratar com produtos industriais; de igual forma, o termo comprador é mais referido ao aspecto comercial e pode ser tratado também como um tipo especial de cliente.

O termo mais comum é o de cliente, que normalmente é usado para pessoas que encomendam um produto ou serviço. Ao ordenar a terminologia, torna-se necessário simplificar os termos e adotar aqueles que menos dúvida possam ocasionar.

Do ponto de vista da fase inicial do projeto, será conveniente utilizar ao máximo somente os seguintes termos, como terminologia particular desta dissertação:

CLIENTE, como o responsável em ordenar a confecção do projeto e

USUÁRIO, como o responsável pelo uso do projeto ou do produto.

A definição anterior atribui ao termo cliente como sendo aquele que se situa antes do projeto e como motor dele; o usuário, no entanto, passa a ser aquele que recebe os benefícios do projeto ou do produto, em uma fase posterior.

Esta restrição dos termos, porém, não produz efeitos restritivos sobre o universo dos participantes no projeto, já que envolve praticamente todos os que têm que ver direta ou indiretamente com o projeto e com o produto, e se realiza baseada na filosofia da dissertação no sentido de obter especificações mínimas e não absolutas.

Os outros dois termos, comprador e consumidor, são termos referidos exclusivamente ao produto, razão pela qual serão termos que se evitará em utilizar mais adiante, para eliminar a possibilidade de ambigüidades, ainda que, evidentemente, quando forem utilizados, terão o sentido dado nas definições anteriores.

Desta forma é possível definir, agora, para o projeto e para o produto, uma terminologia particular simplificada mínima para designar os termos envolvidos nesta fase e que é a proposta básica da dissertação:

- O projeto tem um cliente que encarega sua confecção, visando construir um produto.
- O projeto tem um ou vários usuários que o utilizarão para construir o produto, embalar, conservar, reparar, descartar, etc.
- O produto tem um ou vários usuários que o utilizarão para os fins definidos pelos projetistas nas diversas fases do projeto.

Propõe-se não utilizar os termos direto e indireto como denominadores específicos, em função de seu amplo uso para designar tanto as categorias associadas ao produto como ao projeto e devido ao fato de que seu uso nunca deixa lugar a dúvidas.

Propõe-se utilizar os termos interno e externo, JURÁN [43], nas denominações específicas, referidos sempre ao projeto, elucidando as atividades que se desenvolvem sob o controle dos projetistas e denominando-as de internas, para aquelas atividades que se realizam usando a documentação elaborada pelo escritório de projetos, diferenciando-as das que se desenvolvem sem este controle, que se denominarão de externas.

Cabe agora realizar uma proposta coerente com o anteriormente expressado. Como o objetivo declarado da dissertação é a determinação de um conjunto mínimo de especificações, torna-se lógico propor o uso daqueles elementos mais representativos e abarcadores, mas mínimos. A proposta que se fará de terminologia particular da dissertação está em fase junto com as pesquisas realizadas e com a terminologia mais em uso na literatura sobre produtos,

abarcando a enorme maioria dos fatores relacionados com o projeto e é dada à continuação:

- **CLIENTE (do projeto)**, aquelas pessoas que encomendam a confecção do projeto. Nesta categoria cabem todos os que, por qualquer motivo, decidem acionar o começo do processo de projeto, ordenando sua confecção. A categoria de cliente, freqüentemente, se confunde com a de usuário ou consumidor; o cliente sempre tem um vínculo contratual, a maioria das vezes escrito, com a organização a que pertencem os projetistas, razão pela qual utilizar-se-á este termo somente para designar aquelas pessoas que mandam confeccionar o projeto.

- **USUÁRIOS INTERNOS (do projeto)**, aqueles usuários do projeto que o usarão para a construção do produto, para reparar, embalar, descartar, etc. Nesta categoria de usuários internos, cabem todos os especialistas relacionados diretamente com o projeto, no sentido de usar a documentação que elaboram os projetistas ou que seguem, para seu trabalho, as instruções dos projetistas sem nenhum tipo de variação. A designação destes especialistas como de usuários internos se faz mais evidente em função de que os mesmos fazem um papel de co-autores das análises prévias ao projeto, em técnicas como a engenharia simultânea, a engenharia concorrente, e todas as tendências para formar grupos de vários especialistas, para analisar esta primeira fase do projeto conceitual. A definição destes usuários internos surge diretamente da análise do processo do ciclo de vida do produto, de onde cada etapa do mesmo é atendida por um especialista diferente, como o produtor, embalador, empacotador, transportadores, comerciantes, vendedores, técnicos de manutenção, de descarte, reciclagem, etc.

- **USUÁRIOS EXTERNOS (do projeto)**, aqueles usuários do produto que usarão indiretamente o projeto, através do produto físico uma vez construído. Nesta categoria cabem aquelas pessoas que desfrutarão das vantagens do produto final em uso e que não necessariamente têm acesso aos documentos elaborados durante as diversas fases do projeto. Se bem que os usuários externos

normalmente recebam alguma documentação do produto em forma de manual de usuário, não é este manual um documento de projeto propriamente dito, pois o mesmo está normalmente elaborado em uma linguagem e seguindo umas técnicas muito diferentes às utilizadas pelos projetistas. A designação de usuário externo do projeto, que se propõe para os usuários diretos do produto, não deve ser interpretada como menos destacada na escala de importância como usuário; esta dissertação, elaborada com a filosofia de priorizar o usuário como um ente múltiplo, inclui outros muitos usuários além daquele que usa diretamente o produto, sem ter em conta que provavelmente seja o mais importante deles.

Havendo ordenado o uso da terminologia e dando um sentido específico somente a três das categorias, a do cliente, usuário interno e usuário externo, fica mais clara a relação entre os elementos envolvidos no projeto de produtos.

Na continuação propomos a Fig. 3.6, como uma síntese das propostas terminológicas anteriores:

	Interno Sob controle dos projetistas.	Externo Fora do controle dos projetistas.
	PROJETO	PRODUTO
CLIENTE	Aquele que encomenda o projeto de um produto.	O produto não tem cliente.
USUÁRIO	Aquele que usa o projeto como produt., embalad., comerc., etc.	Aquele que usa o produto direta ou indiretamente.
COMPRADOR	Aquele que compra o projeto.	Aquele que compra o produto como comerciante.
CONSUMIDOR	O projeto não se consume normalmente se usa.	Aquele que compra diretamente o produto para consumo.

Fig. 3.6 Terminologia proposta.

Isto significa que depois de elaborado o estudo preparatório da tarefa de projeto, como primeira tarefa a resolver, a continuação do trabalho será a determinação dos diferentes clientes e usuários que necessariamente têm que ser consultados, para poder obter um projeto dirigido para os critérios de clientes e usuários, entendidos em seu aspecto amplo e não somente restritos aos usuários do produto. A segunda tarefa a ser cumprida na metodologia proposta será, portanto, a determinação dos diferentes clientes e usuários do projeto em questão.

3.4 DETERMINAÇÃO DOS CLIENTES E USUÁRIOS DO PROJETO.

Esta segunda tarefa da metodologia proposta, pela simplicidade, não deixa de ser menos importante; quando um projeto é executado sob a solicitação expressa de uma pessoa ou instituição, está clara a definição da categoria cliente como sendo aquela pessoa ou instituição que mandou executar o projeto. Entretanto, em muitas empresas que desenvolvem seus próprios produtos, a ordem de executar um novo projeto, muitas vezes obedece a estudos de mercado realizados por departamentos diferentes aos de projeto; isto obriga a aclarar adequadamente a responsabilidade por haver ordenado a execução do projeto, com vistas a identificar o cliente e obter do mesmo as correspondentes necessidades ou especificações.

O cliente não decide tudo com relação ao projeto, é necessário também identificar os usuários internos ao mesmo, definidos como toda a gama de pessoas e especialistas que trabalhará em diversas etapas do ciclo de desenvolvimento do produto; neste caso os usuários internos seriam os tecnólogos de produção que fariam a preparação tecnológica para a produção do produto, os especialistas de embalagem que empacotariam o produto, os transportadores que armazenariam e transportariam o produto, os comerciantes

que manipulariam e venderiam o produto, os especialistas em manutenção que reparariam o produto, e os especialistas em descarte ou reciclagem que efetuariam este trabalho no grupo de projeto, para resolver cada um dos pontos antes expostos; o anterior implica que uma adequada definição dos mesmos possibilita ao projetista uma consulta sobre as necessidades de cada especialista, para dotar o produto das vantagens adaptadas a estas necessidades.

Por sua vez, os especialistas que trabalharão com o produto em todas as fases do ciclo de vida, não formam todo o universo associado a ele; existe um usuário externo ao projeto, que é o usuário direto do produto, o qual constitui um fator imprescindível de ser consultado nesta etapa inicial, para que explique suas expectativas e necessidades sobre o produto que se começa a gerar. Todo o esforço atual dos métodos de projeto dão ênfase nesta consulta prévia com os usuários e suas necessidades, entendidos estes como a gama de usuários externos e internos que foi descrita anteriormente.

CAPÍTULO IV

IDENTIFICAÇÃO E PROCESSAMENTO DAS NECESSIDADES.

4.1 NECESSIDADES.

O presente trabalho trata de um tema para o qual os engenheiros de projetos, em geral, têm sido insuficientemente preparados; as necessidades humanas tratam de um aspecto da psicologia muito distante da física e da matemática superior dentro das quais têm sido formados. Mais além, a especialidade de projetos de engenharia tem como objetivo o estudo de fenômenos que tem a ver com a percepção que o homem tem de fatores imprecisos, como imprecisos vão ser os mecanismos que darão lugar ao produto que se projetará. Consciente disso, deve tratar-se de empregar todo o apoio computacional possível que permita potencializar os limitados recursos ao alcance direto e imediato do engenheiro projetista.

"As necessidades humanas constituem o motivo principal subjacente ao comportamento", MURRAY [32]; segundo este autor, o comportamento do homem está guiado pelas motivações, como mecanismo dependente das

necessidades; o fenômeno da motivação está dominado, segundo esta teoria, pelo binômio necessidade-pressão, onde a necessidade nasce do indivíduo junto aos motivos internos do mesmo, para tratar de transformar uma situação considerada insatisfatória, enquanto que as pressões incluem o ambiente externo com suas forças impulsoras para a conduta. Este autor sugere que a necessidade é composta por dois elementos: um elemento direcional de onde são dirigidas as motivações e um elemento energético quantitativo, como uma força em direção à meta. Para MURRAY [32], a personalidade dos indivíduos está composta de muitas necessidades, freqüentemente conflitantes, como potencial motivador do comportamento humano; seriam as necessidades de realização, afiliação, compreensão, autonomia, diferença e poder.

É bastante conhecido em nosso meio o modelo conhecido como pirâmide de MASLOW, proposto por este autor em um trabalho de 1954, MASLOW [33], que tem como fundamento a teoria da motivação como "terceira força", que estabelece as necessidades divididas em duas grandes famílias: as necessidades básicas e aquelas que denominou de meta-necessidades. As necessidades básicas são as exigências vitais do homem para sua subsistência, enquanto que as meta-necessidades são aquelas que se baseiam no desejo de crescimento do indivíduo; MASLOW se baseou em dois princípios:

- os indivíduos são motivados pelo desejo de satisfazer necessidades específicas e
- as necessidades a satisfazer existem em todos os seres humanos e estão dispostas de forma hierarquizada.

Aquelas que se organizam em forma hierárquica, progressiva e seqüencial, se classificam segundo: necessidades fisiológicas, de seguridade, sociais, de estima e de auto-realização. Os trabalhos de MASLOW têm encontrado continuação em outros investigadores interessados no tema da conduta e das necessidades.

Existe outra teoria sobre as necessidades surgida com a obra de McCLELLAND [34] de 1953, que classifica as necessidades em quatro tipos diferenciados: necessidade de realização, necessidade de afiliação, necessidade

de autonomia e necessidade de poder. Esta teoria é conhecida como teoria da necessidade de sucesso, em referência à necessidade de todas as pessoas de obterem sucesso em seu desempenho como pessoa. ADLER [35] já havia indicado, que a necessidade de poder é a principal meta a ser alcançada em toda a atividade humana, centrando nesta necessidade o eixo das motivações de todos os indivíduos. Mediante o uso da teoria de sucesso, segundo a qual todas as pessoas possuem um equilíbrio dos quatro tipos de necessidades, são avaliados os distintos tipos de personalidades individuais, segundo predominam um ou outro tipo de necessidades.

Relativo às investigações realizadas em centros de trabalho, existe uma teoria chamada de motivação-higiene, HEZBERG [36], com elementos bifatoriais de motivações denominados satisfatórios e insatisfatórios; os satisfatórios, também chamados de higiene, nunca provocam satisfação, mas em caso de se tornarem inadequados, provocam forte insatisfação. Existe uma independência entre os dois tipos de fatores, que devem ser cuidadosamente analisadas e balanceadas.

Mas as necessidades não só obedecem ao caráter interno de cada indivíduo e sua personalidade. O ambiente apresenta um papel importante, constituindo um ponto chave de interesse para os projetistas de produtos em seu afã de suprir o mercado, de objetos que sejam da preferência dos consumidores. Se bem que todo o projeto se inicia com a detecção das necessidades, existe um processo inverso de manipulação das mesmas atuando sobre o centro que gera o desejo de consumo e sobre as necessidades reais.

Segundo RODRIGUEZ [8], as necessidades têm componentes nos quais influem aspectos psicológicos, de origem social e ideológicos, que originam todos eles, conseqüências psicossociais. "Há uma estreita relação entre necessidade e objeto satisfatório, sendo este um dos fatores que determina que os objetos tenham um valor de troca", RODRIGUEZ [8]. Desta relação vem a dependência mútua entre necessidade e objeto-produto, sendo esta o tema que mais interessa ao projetista de produtos.

Sobre os aspectos diretamente psicológicos tratados anteriormente, analisa-se o resto dos aspectos assinalados, que, como se vê, não são menos importantes.

Do ponto de vista social e em uma sociedade como a atual "o indivíduo começa a valer pelo que possui e não pelo que é", FROMM [37]. Explorando essa realidade, a indústria começou um processo acelerado de desenvolvimento de produtos, visando mais a realização do capital invertido do que a real satisfação das necessidades: "se as necessidades autênticas dos indivíduos não são o fim real da produção, então aquelas podem aumentar indefinidamente, pois não há nada que detenha sua multiplicação", RODRIGUEZ [8]; este fenômeno foi denominado de sociedade de consumo, dentro da qual a peça chave é o projetista, responsabilizado pela contínua geração de novos produtos, e, com eles, de novas necessidades, em muitos casos, artificiais. "No universo das mercadorias, qualquer objeto cujo valor de uso não representa um valor de troca, deixa de ser objeto da produção... a noção de que as necessidades são fixadas pela produção nos faz pensar nas necessidades como função induzida", RODRIGUEZ [8]. O fato, mesmo, de que os projetistas estudem detidamente o tema das necessidades para tratar de penetrar a psique do usuário, dá uma idéia do induzido que pode resultar para o consumidor, o desejo de comprar um novo produto; "estas necessidades têm um conteúdo e uma função sociais que têm sido determinados por poderes exteriores e sobre o que o indivíduo não possui nenhum tipo de controle", MARCUSE [38].

Do ponto de vista ideológico, BAUDRILLARD [39] supõe que os produtos passam por uma série de estados discernidos na continuação:

- lógica do valor de uso, sendo a etapa funcional-operativa;
- lógica do valor de troca, sendo o estado econômico-comercial;
- lógica da troca simbólica, sendo a diferenciação social e
- lógica do signo ou sinal, sendo o apelo ao prestígio e ao apetite do consumo.

Este aspecto é muito importante para a especialidade de projeto de produtos, pois, conforme RODRIGUEZ [8], quando o objeto não está de todo

ligado, nem a seu caráter utilitário (função), nem como mercadoria (mercado), nem como símbolo (função psicológica) e encontra seu destino na lógica da diferenciação, aparece o fator moda como fenômeno que dirige a preferência do consumidor. Segundo este mesmo autor, para o usuário, os objetos satisfazem duas necessidades: a de utilizá-lo (função) e a de possuí-lo (consumo); "a relação original entre necessidade e satisfação, impulso e sociedade se inverteu significativamente", SELLE [40]. Os projetistas de produtos, sobretudo os desenhistas industriais, têm um ofício excelente para operar as formas que mais potencializam o consumismo nos produtos de uso cotidiano mediante várias técnicas, como a conhecida com o nome de modelo-série; de acordo com esta técnica, existe um modelo ideal de produto, criado artificialmente na mente dos consumidores, que é parcialmente reproduzido nos produtos em série que se fabricam, gerando um desejo de consumo insatisfeito, pelo fato de que nunca a série chega a ser o modelo, fazendo interminável a ânsia consumista.

As conseqüências psicossociais destas necessidades são evidentes; se considera que a teoria psicanalista aceita o prazer como a motivação principal do ser humano e já se tem visto como um dos motivos importantes de prazer a satisfação das necessidades, satisfazê-las mediante os mecanismos descritos de manipulação das mesmas, dão origem aos "desejos de comprar", um dos grandes pilares que tem sustentado a sociedade de consumo atual. Segundo RODRIGUEZ [8], os estímulos que se utilizam para propiciar o consumo são:

- por ser o objeto um símbolo de posição, comprando um objeto se compra um pedaço do ego;
- comprar é a oportunidade de "fechar um bom negócio", o que por sua vez gera uma certa satisfação;
- comprando se geram novos estímulos e
- trocar o caráter social da acumulação pelo caráter mercantil de comprar, sendo que esta troca não elimina a orientação de ter, mas a modifica consideravelmente.

Este mesmo autor nos faz notar que: "O grande número de casos, o valor de uso se converte em uma chamada para chegar ao valor de troca. Desta situação

surge uma tendência que obriga a que a forma das mercadorias esteja sujeita a contínuas modificações e a aparência adquire uma importância desmesurada no ato da compra". Por isso é que para aqueles produtos que vão ser destinados ao uso direto do homem, seja tão importante o aspecto estético-formal.

Dentro desse contexto, os projetistas devem encontrar os melhores métodos e mecanismos que detectem as necessidades reais dos usuários, em linha com um projeto "honesto ou ético". O anterior não exclui a possibilidade de dominar estas técnicas, que, evidentemente, oferecem os melhores resultados para o sucesso de nosso trabalho, uma vez levado ao mercado na forma de produtos. Por outro lado, a informação, contida nas necessidades dos consumidores e usuários, possui uma forte carga subjetiva, como pode extrair-se de tudo o que foi dito antes; o papel do projetista será então o de transformar toda esta carga inicial bruta em um produto físico tangível, passando através de várias etapas sucessivas de transformações menores da informação coletada. A partir da fase inicial de coleta das necessidades originais, tem que existir um mecanismo que as traduza a uma linguagem mais acessível a projetistas e produtores.

Nesta dissertação, ao elucidar o tema das necessidades, se faz uma proposta de terminologia para sua designação, antes de passar à temática dos requisitos de projeto: se sugere denominar como requisitos de usuário aquela primeira tradução das necessidades subjetivas obtidas dos consumidores e usuários e levadas a uma linguagem mais compreensível para projetistas e produtores, que possam mais facilmente gerar os correspondentes requisitos de projeto posteriores, próprios da linguagem da engenharia.

4.2 A OBTENÇÃO DE NECESSIDADES.

O fato de poder identificar adequadamente os distintos clientes e usuários envolvidos em um determinado projeto permite o processo de busca das

necessidades de cada um dos identificados. Para isso é necessário realizar consultas a cada um dos clientes e usuários, definidas antes mediante procedimentos que variam desde as entrevistas pessoais diretas realizadas pelo projetista, até a consulta com uma base de dados destas necessidades.

É evidente que as necessidades declaradas pelos clientes, como entes que mandam executar o projeto, devem ter um peso grande nas soluções dadas ao produto; entretanto, a execução do projeto deve ser baseada também no adequado balanço de necessidades do resto dos fatores afetados, como são os usuários internos e externos ao projeto. A execução de um projeto, sem processar as necessidades dos produtores, dos comerciantes, dos usuários do produto ou dos encarregados do descarte, terá menos possibilidades de resolver adequadamente os problemas que surgirão em cada etapa de seu ciclo de vida.

OGLIARI [11 e 17] estabelece duas etapas básicas que abrangem a primeira parte do início de um projeto; a primeira dessas se intitula como definição das necessidades de projeto, onde sugere a obtenção da informação através de questionários que se elaboram a partir de uma base de dados especializados por tipo de produtos, tendo em conta o ciclo de vida do produto e para cada um dos possíveis usuários do projeto e do produto; isto se realiza considerando as necessidades relacionadas com o uso do produto, com o processo de fabricação e com os aspectos econômicos, entre outros. Este autor propõe um sistema computacional de vários módulos, cujo primeiro módulo trata da compilação das necessidades; isto se realiza mediante uma interface com os usuários ou os clientes do projeto, os quais respondem várias perguntas sobre o ciclo de vida do produto, formando assim uma lista de necessidades que são guiadas no próprio sistema; adicionalmente, elabora uma categorização das necessidades, as quais são posteriormente também registradas no modelo da casa da qualidade, na qual continuarão seu processamento auxiliado pelo computador. Este esquema é muito avançado e seu objetivo é constituir-se em um sistema especialista que auxilie todas as fases do projeto. Já PEREIRA [42], propõe um modelo para percepção de necessidades, como uma ferramenta para detectar

necessidades potenciais; está baseado no estudo das mudanças que ocorrem na sociedade, centrando a análise nos indivíduos afetados por estas mudanças, os que passam a ser considerados como potenciais alvos das ações. Foi desenvolvido para ser trabalhado por uma equipe multidisciplinar, própria dos departamentos de marketing, e está baseado no estudo das alterações e mudanças detectadas em um contexto social, analisando a melhor forma de se adaptar à mudança e concebendo os correspondentes produtos que resolvam as alterações originais, avaliando sua capacidade de solucionar as mudanças detectadas.

Quando a identificação das necessidades deve ser feita pelo grupo de projeto, HUBEL [19] recomenda estabelecer um plano adequado de coleta de informação que tenha em conta que o projetista não pode se converter em um investigador de tempo integral, sem perder de vista que sua missão principal é a de executar o projeto, pelo que a informação sobre necessidades deve limitar-se a estritamente necessária, devido ao fato que o trabalho de coleta de informação é normalmente demorado, podendo-se empregar um tempo precioso na obtenção de informações pouco relevantes e que, finalmente, não serão utilizadas durante a elaboração do projeto.

ULLMAN [6] faz notar a contradição que significa o começar a desenhar um produto que deve preencher necessidades, que, por sua vez, não estão inicialmente definidas. Ele também ressalta a importância de que o projetista tenha contato direto com os usuários e que, suas necessidades, as detecte através de entrevistas pessoais ou questionários escritos. Não obstante, na informação disponível, não se mostra o tipo de questionário nem sua forma ou conteúdo.

KAULIO [25] analisa os métodos usados na atividade de captação das necessidades e relata os resultados de um trabalho desenvolvido na indústria Sueca, relativa ao uso das técnicas empregadas para a elaboração das especificações de projetos e o estado da arte nessa especialidade, nesse país. Do trabalho se depreende um grupo de conclusões interessantes, sendo a mais importante delas a que expressa: das várias técnicas existentes para ajudar na elaboração das especificações de projeto, como as antes analisadas do QFD ou o

“check-list”, poucas são utilizadas na prática projetual da indústria. Relata, também, a falta de profundidade na fase de projeto conceitual, passando-se rapidamente a uma solução de projeto, partindo diretamente das especificações do cliente.

Existem várias técnicas de captação de necessidades que se verão na continuação:

1 - O método do **questionário estruturado** é o método mais usual de coleta de necessidades e consiste na elaboração de questionários dirigidos a cada um dos diferentes usuários e clientes de um projeto; sendo o procedimento recomendado por OGLIARI [17], que propõe um sistema computacional onde os usuários respondem perguntas sobre o ciclo de vida do produto incluindo o uso, fabricação, aspectos econômicos, etc. O caso citado é respondido em um ambiente computacional através de botões na tela do computador, mas em forma similar poderão ser elaborados questionários escritos com igual sentido e direcionamento, fazendo amostras estatísticas com diversos usuários. Será este o método que se proporá mais adiante para ser usado nesta metodologia junto aos correspondentes questionários.

2 - O método da **observação**, KAULIO [25], onde as necessidades são captadas através da observação de como procedem os diferentes usuários na situação de uso e manipulação do produto; todas as ações que realiza, procedimentos de fabricação do mesmo, de reparação, de descarte, etc. De todas estas observações se elaboram os critérios e necessidades em forma de requisitos dos distintos usuários, sendo os observadores verdadeiros filtros das necessidades brutas que se captam durante as observações e que são transformadas em requisitos de usuários para seu ulterior processamento.

3 - O método da **simulação de situações**, variante do método da observação, pelo qual atravessará o produto durante toda a sua vida útil, executando-se, em algumas ocasiões, simulações práticas ou simulações por computador e, em outras, somente suposições dedutivas de como procederiam os diversos usuários nas diversas situações mais comuns.

4 - O método da **base de dados**, proposto por STAUFFER e MORRIS [27]; neste caso existem dados acumulados das prováveis necessidades dos diferentes usuários em todas as fases do ciclo de vida do produto e dali se extraem as necessidades que mais se assemelham ao novo produto ou desenvolvimento. Neste caso, normalmente, as bases de dados são elaboradas em forma de requisitos de usuário, eliminando o filtro necessário do caso dos questionários ou das observações.

De todos estes métodos analisados anteriormente, selecionou-se o método dos **questionários estruturados** como mecanismo de captação das necessidades.

4.3 IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DO PROJETO.

Depois de identificados os usuários é necessário submeter, a todos os envolvidos no desenvolvimento do produto, questionários de captação das necessidades de cada especialidade em todo o ciclo de vida do produto, cumprindo assim a terceira tarefa da metodologia proposta, e que consiste na definição das necessidades. Para isso foram propostos vários questionários que se verão a seguir.

O uso dos questionários estruturados para captação das necessidades, como o mecanismo proposto nesta dissertação, passará a ser detalhadamente exposto. Desta maneira, se propõe questionários a todos os usuários potenciais do projeto, assim como aos correspondentes clientes.

A estruturação dos questionários deve realizar-se em função da pessoa ou especialista a quem vai dirigido; por isso, cada questionário deve ser elaborado em função do trabalho que o usuário desempenha no ciclo de vida do produto que se vai projetar.

De fato, o ciclo de vida do produto dará uma orientação para definir os tipos de usuários que deverão ser consultados pelos projetistas. Desta maneira, se

sugere, tanto para o produto como para as fases de desenvolvimento do mesmo, ter uma guia aproximada à da Fig. 4.1.

De todo o pessoal envolvido no ciclo de vida do produto, somente existe um usuário considerado externo ao projeto e é precisamente o usuário direto e indireto do produto. O resto dos envolvidos são usuários internos e para cada um desses se proporá um tipo de questionário de detecção de necessidades.

Do mesmo modo como para os usuários, elaborar-se-á um questionário mostrado no quadro 4.1, que deve ser adequadamente preenchido pelo(s) cliente(s), que constituirá uma guia importante para as definições do produto.

Para os questionários aos usuários internos, elaborar-se-ão tantos questionários quantos fatores internos forem necessários ao projeto, com o fim de recompilar informações sobre todas as necessidades possíveis. Para esta dissertação, é necessário definir quais especialidades, das relacionadas com o projeto e consideradas como internas ao mesmo, precisarão ser consultadas de forma mínima para obter um universo representativo destas necessidades. Para definir esta questão, utiliza-se o conceito do ciclo de vida do produto, consultando os especialistas associados às etapas definidas no mesmo; desta forma seriam consultados os especialistas de:

- produção/montagem;
- manipulação/embalagem;
- transporte/armazenamento;
- distribuição/venda;
- manutenção/reparo e
- reciclagem/descarte.

Evidentemente, o usuário de função/uso, ausente na lista, é o usuário externo que será visto mais adiante. Os questionários elaborados tomam como base a informação contida nas recomendações de ULLMAN [6], TJALVE [29] e PUGH [50]; devem ser interpretadas como propostas gerais básicas dos pontos mínimos a serem respondidos, capazes de serem acrescidas e melhoradas segundo o critério das organizações de projeto. É evidente que os questionários

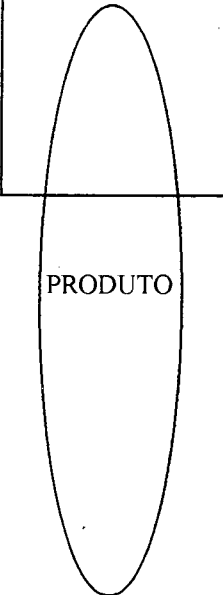
Fases do Ciclo de Vida	Processo de Desenvolvimento	Pessoal Envolvido
PROJETO	DOCUMENTOS DO PROJETO PROTÓTIPO	CLIENTE PROJETISTAS MECÂNICOS E OPERÁRIOS
PRODUC./MONTAGEM	SÉRIE ZERO PRODUÇÃO MONTAGEM	TECNÓLOGOS E OPERÁRIOS PRODUTORES MONTADORES
MANIPUL./EMBALAGEM		MANIPULADORES EMBALADORES
TRANSP./ARMAZEN.		TRANSPORTADORES ARMAZENADORES
DISTRIB./VENDA		COMERCIANTES VENDEDORES
USO/FUNÇÃO		USUÁRIO EXTERNO
MANUTEN./REPAR.		REPARADORES.
RECICL./DESCART.		DESCARTADORES

Fig. 4.1. Fases do ciclo de vida do produto vs. pessoal envolvido nele.

devem ser elaborados segundo à psicologia das pessoas que responderam as perguntas; normalmente a linguagem dos usuários externos e clientes é uma linguagem pouco técnica, sendo entretanto a linguagem dos especialistas consultados como usuários internos a mais próxima da linguagem especializada, própria dos projetistas.

Apresenta-se, nos quadros 4.3 a 4.6, as propostas mínimas com os questionários para cada um dos especialistas aqui definidos. O questionário 4.2, para o produtor, será particularmente detalhado, como exemplo do que poderia ser feito nos outros questionários.

QUADRO 4.1 QUESTIONÁRIO DO CLIENTE

<p>QUESTIONÁRIO DO CLIENTE NOME DO CLIENTE: NOME DO PROJETO: DATA: ESPECIFICAÇÕES SOLICITADAS PELO CLIENTE:</p> <p>1 ESQUEMA FUNCIONAL DO PRODUTO; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>2 ESQUEMA DE USO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>3 ESQUEMA DE PRODUÇÃO/MONTAGEM; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>4 ESQUEMA ERGONÔMICO/ESTÉTICO; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>5 ESQUEMA COMERCIAL; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>6 ESQUEMA ECONÔMICO/FINANCEIRO; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>7 ESQUEMA DE SEGURANÇA; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>8 ESQUEMA AMBIENTAL/DESCARTE; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>9 ESQUEMA DE NORMALIZAÇÃO/LEGAL; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>10 ESQUEMA DE MANIPULAÇÃO/EMBALAGEM; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>11 ESQUEMA DE TRANSPORTE/ARMAZENAMENTO; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>12 ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO/VENDA; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>13 ESQUEMA DE MANUTENÇÃO/REPAROS; RESTRIÇÕES: ----- -----</p> <p>14 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO: ----- -----</p> <p>15 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO. ----- -----</p>

QUADRO 4.2 QUESTIONÁRIO DO PRODUTOR

QUESTIONÁRIO DO PRODUTOR

NOME DA FÁBRICA:

NOME DO PROJETO:

DATA:

1 PROCESSO DE PRODUÇÃO PROPOSTO; RESTRIÇÕES:

2 VIABILIDADE PRODUTIVA; RESTRIÇÕES:

3 MATERIAIS PREFERIDOS; RESTRIÇÕES:

4 QUANTIDADE A SER PRODUZIDA; MÍNIMO ECONÔMICO; RESTRIÇÕES

5 NECESSIDADE DE TERCEIRIZAÇÃO; DETALHES:

6 USO DE FERRAMENTAL E MÁQUINAS, NORMALIZADAS OU ESPECIAIS; RESTRIÇÕES:

7 NECESSIDADE DE PROCESSO PRODUTIVO ESPECIAL; ESPECIFIQUE:

8 NECESSIDADE DE NOVO INVESTIMENTO; ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA:

9 VIABILIDADE DE MONTAGEM; ECONOMIA ASSOCIADA; RESTRIÇÕES:

10 USO DE ELEMENTOS OU PEÇAS NORMALIZADAS; RESTRIÇÕES:

11 COMENTÁRIOS SOBRE O PESO DO PRODUTO; MANIPULAÇÃO, RESTRIÇÕES:

12 COMENTÁRIOS SOBRE O VOLUME DO PRODUTO, EMBALAGEM, RESTRIÇÕES:

13 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

14 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

QUADRO 4.3 QUESTIONÁRIO AOS DISTRIBUIDORES

QUESTIONÁRIO AOS DISTRIBUIDORES

NOME DO DISTRIBUIDOR:

NOME DO PROJETO:

DATA:

1 CONTENTORES E EMBALAGENS PREFERENCIAIS; RESTRIÇÕES:

2 MECANISMOS DE MANIPULAÇÃO; RESTRIÇÕES:

3 SISTEMAS DE TRANSPORTE USADOS; RESTRIÇÕES:

4 ARMAZENAMENTO. REQUISITOS ESPECIAIS; RESTRIÇÕES:

5 RESTRIÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO:

6 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

7 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

QUADRO 4.4 QUESTIONÁRIO AOS COMERCIANTES

QUESTIONÁRIO AOS COMERCIANTES

NOME DO COMERCIANTE:

NOME DO PROJETO:

DATA:

1 FACILIDADE DE MANIPULAÇÃO; RESTRIÇÕES:

2 ASPECTO ERGONÔMICO/ESTÉTICO; PREFERÊNCIAS, RESTRIÇÕES:

3 CONTENTORES, CAIXAS E EMBALAGEM; RESTRIÇÕES:

4 ANÁLISE DE PREÇOS E CUSTOS; RESTRIÇÕES:

5 ARMAZENAMENTO E EXPOSIÇÃO; PREFERÊNCIAS; RESTRIÇÕES:

6 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

7 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

QUADRO 4.5 QUESTIONÁRIO AO PESSOAL DE MANUTENÇÃO

QUESTIONÁRIO AOS TÉCNICOS DE MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO.
 NOME DA ORGANIZAÇÃO:
 NOME DO PROJETO:
 DATA:

1 FACILIDADE DE REPARAÇÃO; RESTRIÇÕES:

2 MANUTENÇÃO PREVENTIVA; RESTRIÇÕES:

3 USO DE ELEMENTOS MODULARES DE REPOSIÇÃO; RESTRIÇÕES:

4 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

5 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

QUADRO 4.6 QUESTIONÁRIO SOBRE DESCARTE/RECICLAGEM

QUESTIONÁRIO SOBRE O DESCARTE/RECICLAGEM.
 NOME DA INSTITUIÇÃO:
 NOME DO PROJETO:
 DATA:

1 DESCARTE DO PRODUTO; PROPOSTAS E RESTRIÇÕES:

2 DESCARTE DA EMBALAGEM; RESTRIÇÕES:

3 POSSIBILIDADE DE RECICLAGEM; RESTRIÇÕES:

4 IMPACTO AMBIENTAL DO PRODUTO E DA EMBALAGEM; RESTRIÇÕES:

5 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

6 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

Os questionários dos usuários externos, entendidos como os usuários diretos e indiretos do produto elaborar-se-ão tomando como base as recomendações de ULLMAN [6], no que se refere aos critérios mais freqüentes destes usuários, acrescentando alguns dos campos relativos ao uso e à função contidos em TJALVE [29]. O quadro 4.7 mostra o questionário proposto para este usuário externo.

QUADRO 4.7 QUESTIONÁRIO AO USUÁRIO EXTERNO

QUESTIONÁRIO DE USUÁRIO EXTERNO	
USUÁRIO DIRETO-----	USUÁRIO INDIRETO-----
NOME DO PROJETO:	
DATA:	
1 A FUNÇÃO DO PRODUTO; MECANISMOS DE FUNCIONAMENTO; RESTRIÇÕES:	

2 O USO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:	

3 A SEGURANÇA DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:	

4 A TECNOLOGIA USADA NO PRODUTO:	

5 A PRECISÃO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:	

6 A MANUTENÇÃO E REPAROS; RESTRIÇÕES:	

7 A DURABILIDADE; RESTRIÇÕES:	

9 A ERGONOMIA/ESTÉTICA; PREFERÊNCIAS FORMAIS:	

10 O AMBIENTE DE TRABALHO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:	

11 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:	

12 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:	

Salvo alguma variante ocasional que se poderia somar ou retirar, estes questionários constituem a ferramenta fundamental de captação das necessidades dos envolvidos no desenvolvimento de um produto.

4.4 CONVERSÃO DE NECESSIDADES EM REQUISITOS DE USUÁRIO.

É evidente que as declarações livres dos diferentes usuários do projeto constituem a matéria prima principal para estabelecer um guia do projeto que se inicia. Entretanto, essas declarações contêm um grau de subjetividade que impede seu uso direto por parte dos projetistas. Então se impõe uma tarefa adicional, neste caso a quarta tarefa da metodologia proposta, que propicia a conversão dessas necessidades brutas da linguagem dos usuários em requisitos de usuário.

As necessidades que se obtêm do cliente, dos usuários internos e dos usuários externos do projeto são declarações que necessariamente têm que ser filtradas; estas declarações contêm uma forte carga subjetiva e, em muitos casos, os projetistas têm que inferir a verdadeira necessidade encoberta nas declarações espontâneas de seus entrevistados. Quando um usuário declara por exemplo que necessita trocar o equipamento de som por outro mais atual, o que provavelmente ocorre é que está sendo movido por uma necessidade qualitativamente distinta ao de um dentista que necessita uma nova ferramenta que o ajude no acionamento dentro da boca do paciente. Por outro lado, as declarações das necessidades dos usuários muitas vezes não estão associadas às necessidades dos mesmos, senão à solução de ditas necessidades.

Quando um usuário declara que necessita de um carro para ir ao trabalho de manhã, provavelmente o que realmente está necessitando é de um adequado sistema de transporte que o leve em um tempo mínimo ao trabalho, sendo o carro uma das soluções possíveis para satisfazer essa necessidade. Esta característica

da declaração das necessidades deve ser cuidadosamente enfocada pelos projetistas, já que, muitas vezes, os usuários declaram soluções como se fossem suas necessidades, encobrando com isso as verdadeiras necessidades latentes. Este particular, entretanto, tem motivado em algumas ocasiões uma interpretação errônea por parte dos projetistas, que tratam de guiar os usuários para as soluções que mais lhes interessam e forçando as necessidades em uma direção equivocada.

Vista a necessidade de converter as declarações brutas de usuários e clientes em requisitos de usuário úteis aos projetistas, sabe-se O QUE deve ser feito, passa-se a definir O COMO pode ser feito. O procedimento de converter as necessidades em requisitos de usuário é bastante simples e não requer maior treinamento:

O projetista tem duas guias para a conversão das necessidades brutas em requisitos de usuário:

- a procedência dentro do ciclo de vida da necessidade, segundo o questionário respondido e
- as propriedades físicas dos produtos, segundo os parâmetros materiais dos mesmos.

Revisando os questionários dos usuários e clientes, identifica-se cada necessidade unitária e individual, pela sua categorização; como a necessidade procede de um dos questionários de usuários ou clientes, proposto antes, ela tem clara a sua categorização; a categoria da necessidade guia o projetista no sentido de esclarecer se a necessidade trata de alguma das fases do ciclo de vida do produto. Este dado inicial permite ao projetista se orientar dentro da fase que a necessidade corresponde, e estará em condição de reeditar o correspondente requisito de usuário, usando a terminologia técnica, quando identificado claramente o assunto.

Quando a necessidade não corresponde claramente a uma das fases do ciclo de vida, ou mesmo correspondendo a algumas delas é referido a algum parâmetro físico ou característica do produto, o projetista deve definir qual das propriedades físicas está envolvida; neste caso, a necessidade trata de alguma das

categorias ou atributos do produto que tem que ser adequadamente identificada. Qualquer necessidade que não corresponda claramente a alguma das etapas do ciclo de vida do produto deve ser confrontada aos atributos físicos do mesmo, para decidir então sobre quais deles deve-se trabalhar para a confecção do requisito de usuário. Na maioria dos casos, a necessidade trata de uma mistura dos atributos do produto, dentro de alguma das fases do ciclo de vida.

Uma característica importante dos requisitos de usuário é que sempre usam a terminologia da técnica, falando em grandezas como áreas, cumprimentos, pesos, volumes, formas, etc.

Como exemplo se tem uma declaração de necessidade do tipo "o produto deve ocupar pouco espaço"; trata-se evidentemente de uma das fases do ciclo de vida, a fase de armazenagem, mas tem a ver também diretamente com a estrutura ou forma do produto, podendo converter-se em requisito de usuário do tipo "a forma do produto deve ocupar um volume mínimo de armazenagem". Veja se a armazenagem corresponde a uma fase do ciclo de vida do produto, mas pode ser também referido ao transporte ou ao uso do produto; ainda que não se trata de volume esférico, cilíndrico, cúbico, cônico, etc., o que constituiria já um requisito de projeto, com parâmetros como raio da esfera, do cilindro ou largura do cubo, ângulo do cone, etc., característica dos requisitos de projeto.

Outro exemplo, é o caso do usuário direto de um automóvel, isto é, o motorista, que expressa necessitar de um carro "bonito". Esta declaração deve ser convertida na linguagem de projeto; carro bonito poderia fazer parte da fase de uso dentro do ciclo de vida, mas também forma parte importante da fase comercial; por isto pode-se dizer que não corresponde diretamente a alguma das fases do ciclo de vida do produto; então, torna-se necessário buscar a chave em algum dos atributos do produto anteriormente expressados, para o caso analisado. Neste caso o atributo significa estética e trata da forma do carro, referindo-se a sua aparência externa e interna; provavelmente o requisito de usuário poderia ser: "projetar a carroceria do carro com uma forma estética". Esta declaração ainda não é um requisito preciso, mas já dá uma orientação em linguagem de projetos,

pois fala de carroceria, fala de forma e de estética, elementos de trabalho dos projetistas. Isto significa que a declaração anterior é um requisito de usuário, embora ainda não seja um requisito de projeto; o requisito de projeto exige, como se verá mais adiante, uma determinação mais precisa da solução possível.

Pode-se conceber certo apoio computacional na tarefa de conversão de necessidade em requisito de usuário mediante telas de computador, nas quais aparece a necessidade e o projetista elabore, baseado nela, vários requisitos de usuário possíveis, passando posteriormente a eliminar os indesejáveis e deixar somente aqueles selecionados, que passarão diretamente a fazer parte da lista dos requisitos de usuário.

De qualquer maneira, este é um ponto obrigatório da metodologia, necessário para clarificar o que deve ser feito, traduzindo-o da linguagem convencional à linguagem técnica; em algumas ocasiões, as declarações de clientes e usuários são diretamente requisitos de usuário pela sua clareza, chegando inclusive, em alguns casos, a serem verdadeiros requisitos de projeto, ou ainda, especificações de projeto. Por exemplo, quando um cliente declara que o custo de produção do produto que vai ser projetado não pode exceder de 100 reais, esta declaração de necessidade passa a ser diretamente uma especificação de projeto.

4.5 BASE DE DADOS DE REQUISITOS DE USUÁRIO. UMA PROPOSTA.

Considera-se conveniente iniciar um trabalho de elaboração de uma base de dados de requisitos de usuário, estruturando-a por tipo de produto e desenvolvendo-o em todo o ciclo de vida do produto. Esta proposta está em concordância com a alternativa de elaborar um sistema computacional similar ao proposto por OGLIARI, mas que deve incluir um grupo maior de módulos de

operação, podendo constituir-se, junto a outros módulos técnicos, em um *Sistema Especialista de Apoio à Elaboração das Especificações de Projeto de Produtos Industriais*.

Esta base de dados estará formada por um módulo básico de classificação do projeto por tipo de produto. Esta base de dados seria usada por projetistas individuais ou por empresas de projeto de recursos escassos como um substituto à confecção, entrega e processamento dos questionários de usuários e clientes, ou ainda, para empresas grandes, como um complemento deste trabalho. Sua missão será de proporcionar requisitos de usuários típicos em cada etapa do ciclo de vida do produto, para o maior universo possível de produtos industriais. Isto permite aos projetistas elaborarem um resumo de possíveis requisitos de usuário, com os quais se analisa a problemática desde sua origem, a nível de necessidades filtradas, antes de chegar na confecção do QFD ou casa da qualidade.

O módulo básico da base de dados de requisitos de usuário deverá ser dividido segundo a classificação universal do tipo de produto, iniciando uma árvore que cobre a maior quantidade possível de produtos englobados em famílias.

A classificação que se propõe, se dá segundo o uso dos produtos, em dois grandes ramos:

- produtos considerados bens de consumo e
- produtos considerados bens de capital.

Os Produtos considerados bens de consumo são aqueles nos quais o capital investido para sua aquisição é aceito como gasto, sem gerar lucros.

Os produtos considerados bens de capital são aqueles nos quais o capital investido em sua compra é considerado como investimento, gerando lucros.

No primeiro grupo estariam considerados todos os eletrodomésticos, mobiliário, ferramentas, etc.; no segundo grupo estariam considerados as máquinas industriais, de transportes, equipamentos pesados, etc.

Do ponto de vista do projeto, esta diferença poderia ser considerada de acordo com outros fatores:

- Bens de consumo são aqueles produtos nos quais o uso é uma parte importante de sua função, convertendo-se em fator chave do sucesso do produto.
- Bens de capital são os produtos em que a função advém como o fator mais importante, muito acima do uso direto por pessoas.

Existem produtos com características duais, em cujos casos sua demarcação em uma ou outra categoria só obedece às características de seu uso ou função ou de aspectos totalmente formais. Normalmente os bens de capital são produtos usados na indústria, na agricultura, no transporte e em outros setores da economia; os bens de consumo são normalmente produtos utilizados em casa, no esporte, recreação, lazer, etc., sendo mais próximos ao homem.

A classificação se abrirá em uma árvore de famílias de produtos similares, até chegar ao maior grau de detalhes, com as famílias comuns possíveis; cada elemento da árvore, independentemente de onde se encontre situado hierarquicamente, se desdobra internamente nas diferentes fases do ciclo de vida do produto, com seus correspondentes requisitos de usuários, que pudessem ser consultados a critério do projetista. Desta forma, para cada tipo de produto distinto, se encontram os requisitos de usuário e recomendações comuns a este tipo de produto e a fase do ciclo de vida que correspondem.

Segundo visto anteriormente, este módulo poderia ter uma estrutura de árvore como o exemplo mostrado na Fig. 4.3. Desta maneira, considerado como o módulo principal da base de dados, o mesmo servirá como sugestão ao projetista e como uma orientação para iniciar o trabalho com o QFD diretamente, ou decidir uma coleta direta das necessidades brutas, através dos questionários, trabalho que pode derivar-se como resultado da análise desta base de dados.

A figura 4.2 é um exemplo de como poderia ser organizada a estrutura da base de dados; nela se tem desenvolvido uma possível árvore a partir dos veículos leves, até o grau de detalhe que seja necessário, onde aparecem, segundo o ciclo de vida, os requisitos de usuário típicos a esse tipo de produto.

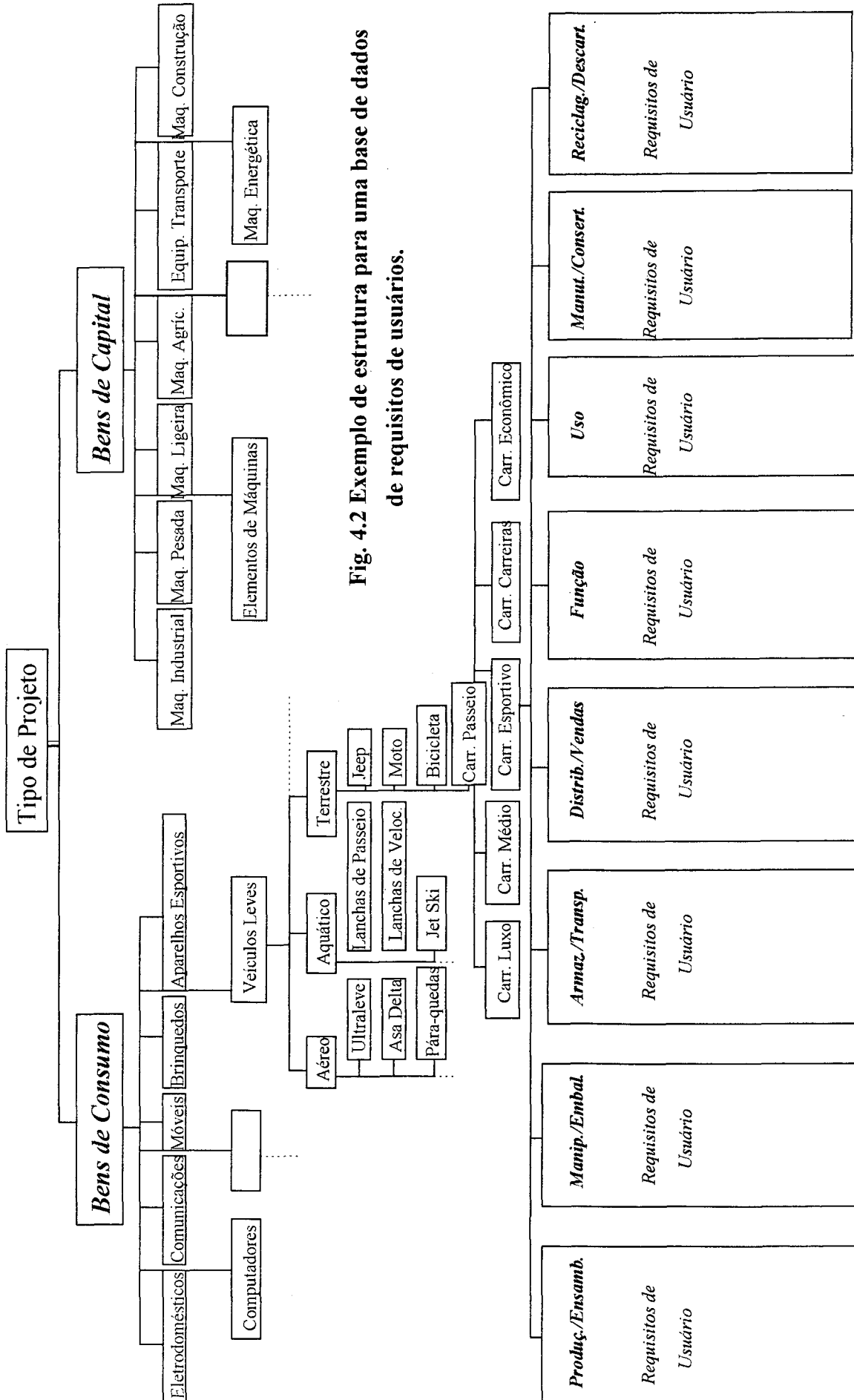


Fig. 4.2 Exemplo de estrutura para uma base de dados de requisitos de usuários.

CAPÍTULO V

CONVERSÃO DOS REQUISITOS DE USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO. O TRABALHO COM A CASA DA QUALIDADE

5.1 A TÉCNICA DA CASA DA QUALIDADE OU QFD.

Existem, como já foi visto, vários mecanismos para elaborar os requisitos de projeto; um deles, de origem japonesa, foi desenvolvido originalmente em Kobe por uma filial da firma Mitsubishi e logo se propagou por toda a indústria japonesa, sendo a Toyota uma das que mais desenvolvimento alcançou em suas várias vias de utilização; é conhecida universalmente como QFD, iniciais a sigla do idioma inglês, como foi dito antes. Também é conhecida pelo nome de casa da qualidade devido à sua forma característica. Rapidamente seu uso se estendeu à fase inicial do projeto de produtos industriais, constituindo hoje uma ferramenta obrigatória nos trabalhos de investigação sobre a fase inicial do desenvolvimento de produtos, HAUSER e CLAUSING [46].

A técnica consiste em uma análise matricial de dois fatores, dentre aqueles considerados importantes para o desenvolvimento de um produto ou processo; para o caso de desenvolvimento de um produto, começa-se por uma matriz que

avalia os requisitos de usuário frente aos requisitos de projeto que estejam relacionados com aqueles, hierarquizando estes últimos; a forma da matriz pode ser vista na Fig.5.1. Partindo destes resultados, elabora-se uma segunda matriz dos requisitos hierarquizados contra as características das partes necessárias para cumprir os requisitos, avaliando-se as mesmas e estabelecendo a hierarquia das peças; a partir daqui, se elabora a terceira matriz, entrando com as características das peças definidas, contra os processos chaves para obter as mesmas e, assim, até as especificações da qualidade do produto ou processo. Existe um material, KING [30], que descreve os usos possíveis desta técnica.

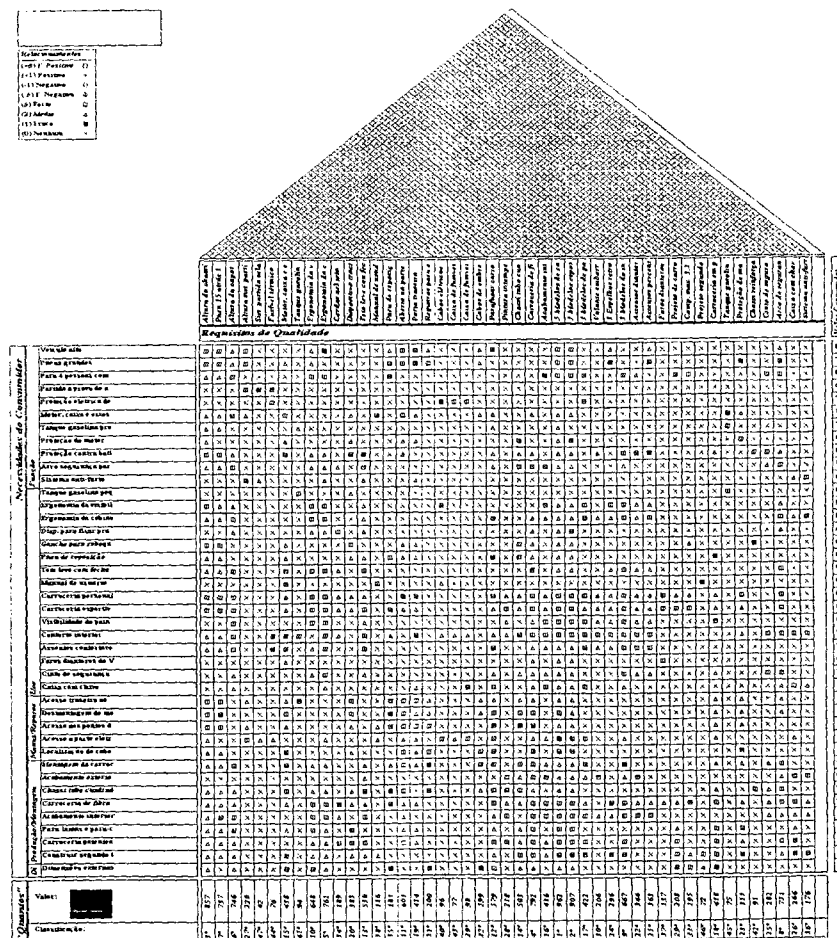


Figura 5.1 Casa da Qualidade

A utilização do QFD permite um aprofundamento das relações entre os elementos que se avaliam desde a etapa inicial do projeto, na forma de requisitos de usuário, assim como uma familiarização com a importância relativa de cada requisito de projeto, o qual para a fase de início do projeto de produtos é extremamente útil.

5. 2 A CASA DA QUALIDADE USADA PARA PROJETOS DE PRODUTOS INDUSTRIAIS

Como já foi destacado, a técnica do QFD se usa extensivamente para o apoio na primeira parte do projeto de produtos industriais, havendo várias publicações a respeito e vários modos e formas de levá-la a efeito, KING [30], HAUSER e CLAUSING [46], ULLMAN [6] e OGLIARI [17].

A essência desta técnica, usada para produtos industriais, é a de construir uma matriz onde as linhas são compostas pelos requisitos dos diversos usuários, encontrados como válidos para o início de um projeto e as colunas que estão formadas pelos requisitos de projeto, decididos pelos projetistas para cumprir os requisitos de usuários.

A problemática maior na utilização desta técnica consiste em captar, adequadamente, os requisitos dos diversos usuários envolvidos no produto que se pretende desenvolver; para isso existem várias técnicas e procedimentos que aparecem na literatura consultada e explicadas anteriormente, todas elas consumidoras de tempo; uma vez obtidos estes requisitos de usuário, outra dificuldade, à qual se faz pouca referência na literatura consultada, é a de converter os requisitos de usuário em requisitos de projeto.

Ainda que vários autores se refiram à dificuldade com o uso da técnica do QFD por parte de projetistas individuais ou de empresas pequenas, nesta dissertação se propõe seu uso, razão pela qual se tem sugerido também a

necessidade da elaboração de uma pesquisa que culmine na confecção de uma base de dados, a mais universal possível, já exposta no capítulo anterior, sobre os requisitos de usuário típicos que aparecem nos diferentes projetos de produtos industriais.

Outro problema normalmente existente é o critério da categorização para o agrupamento dos requisitos na casa da qualidade, tanto dos requisitos de usuário como dos requisitos de projeto. Como que os requisitos de usuário são obtidos dos questionários de usuários e clientes serão classificados pelo critério do ciclo de vida do produto, de acordo com sua procedência.

Para os requisitos de projeto, entretanto, não é fácil uma classificação baseada em sua procedência, pois eles surgem em um processo criativo, durante a elaboração do QFD, e sua aparição constitui, provavelmente, a primeira ação de projeto propriamente dita.

Torna-se interessante explorar, como elemento classificatório dos requisitos de projeto, o conceito de atributos do produto, como aquelas propriedades que dão características normalmente conhecidas por palavras que possuem a terminação de *bilidade*, como fabricabilidade, manutenibilidade, manipulabilidade, armazenabilidade, montabilidade, etc. e que se analisará na continuação.

5.3 ATRIBUTOS DO PRODUTO.

Quando se resolve um projeto integralmente, é necessário que o grupo de projetistas solucione aspectos diferentes de um mesmo produto; está claro que a função do produto é um dos atributos que requer atenção especial, devido ao fato de que nenhum produto tem futuro se não funciona. Entretanto, e independente

de que a função pudesse ser o atributo mais importante a solucionar em um projeto, outros aspectos como o uso, por exemplo, precisam também de uma adequada solução projetual.

Função e uso são aspectos que devem ser adequadamente resolvidos e, muitas vezes, por especialistas diferentes, mas estes atributos do produto, que formam a solução do projeto, não são os únicos a serem resolvidos durante o desenvolvimento do trabalho; existem outros atributos, também importantes, que formam a solução harmônica do projeto final e que definem, integralmente, os atributos finais do produto.

Estas soluções unitárias, de áreas de competência diferenciadas, que convergem todas no mesmo produto e que balanceadamente darão um projeto acabado, são denominadas de maneiras diversas, em função do enfoque que se dê e o ponto de vista da análise.

ROVALO [44] propõe denominá-las de esquemas projetuais; algo assim como os tijolos internos que formam o projeto integralmente, e sugere considerar três esquemas principais:

- o esquema construtivo;
- o esquema funcional e
- o esquema expressivo.

Já RODRIGUEZ [45] propõe agregar a estes três esquemas básicos, um quarto esquema que denomina de esquema comercial, formando um quarteto de esquemas básicos, bastante abrangentes do projeto visto como um todo. ULLMAN [6] amplia o número, incluindo aspectos legais e de normalização, o qual coincide com TJALVE [29], que expõe um gráfico com múltiplos itens, nos quais inclui, sobretudo, aspectos humanos do projeto.

De qualquer maneira, um enfoque para o produto implica ver o mesmo como estando dotado de certas características ou atributos, que será necessário resolver durante o trabalho de projeto.

Todas elas são propostas para esquematizar as diversas estruturas internas que convergem na solução de projeto dos produtos industriais; isto se considera uma vantagem organizativa, que será usada como apoio nesta primeira fase do projeto junto a outro critério importante como é o processo do ciclo de vida do produto.

Fazendo um resumo dos atributos do produto propostos por vários autores, se pode estimar, para os objetivos desta dissertação, que estes atributos estão adequadamente considerados, se consideram os seguintes:

- 1 Atributo Funcional.
- 2 Atributo de Uso.
- 3 Atributo de Produção/Montagem.
- 4 Atributo Estético/Expressivo.
- 5 Atributo Comercial/Venda.
- 6 Atributo de Manutenção/Reparos
- 7 Atributo Econômico/Financeiro.
- 8 Atributo de Segurança.
- 9 Atributo do Impacto Ambiental/Descarte.
- 10 Atributo Legal/Normas.

Estes atributos de produto serão adequadamente usados para classificar os requisitos de projeto. Pode-se identificar que alguns destes atributos projetuais coincidem com algumas etapas do ciclo de vida do produto; entretanto, deve ficar claro, que as etapas do ciclo de vida estão mais vinculadas aos clientes e aos diferentes usuários internos e externos do projeto, o que se considera ideal para um critério classificatório dos requisitos de usuário, enquanto que os atributos do produto propostos, correspondem às soluções de projeto, muito relacionadas com os requisitos de projeto.

5.4 CONVERSÃO DE REQUISITOS DE USUÁRIO EM REQUISITOS DE PROJETO.

Está atualmente em fase de elaboração um programa computacional de apoio ao projetista, que terá o objetivo básico de converter os requisitos de usuário em requisitos de projeto. A lógica do estabelecimento de um sistema especialista para esta etapa inicial do projeto conceitual indica que um programa computacional deste tipo deve ser incorporado ao trabalho computacional de preenchimento da casa da qualidade, que ajude no trabalho com os requisitos de usuário e sua conversão em requisitos de projeto.

Já se mostrou a existência de uma diferença qualitativa entre as necessidades que se obtém diretamente dos usuários potenciais e os correspondentes requisitos de usuário, traduzidos a uma linguagem que possa ser manuseada pelos projetistas. Da mesma maneira, existe uma diferença entre os requisitos de usuário e os requisitos de projeto que deve ser adequadamente enfocada.

Um dos maiores problemas na elaboração do QFD é a pobre ajuda que existe no passo de converter os requisitos de usuário em requisitos de projeto. Ainda que a metodologia de captação dos requisitos de usuário tenha recebido atenção especial na literatura consultada, o passo de converter os requisitos de usuário em requisitos de projeto, normalmente, se efetua sem nenhum tipo de apoio computacional ou de outro tipo. Propõe-se, no futuro imediato, a elaboração de um programa computacional de apoio a esta fase tão importante, prévia à elaboração do QFD. A proposta é fazer esta conversão com a ajuda do computador, mediante o mecanismo que se descreverá em seguida.

O programa consiste em um dispositivo computacional que confronta cada requisito de usuário, procedente das etapas do ciclo de vida, aos atributos do produto, com vistas a possibilitar, ao máximo, a geração de requisitos de projeto que possa solucionar o requisito de usuário sob análise. Cada requisito de usuário é submetido à confrontação com todos os atributos do produto, dando uma

quantidade potencial de requisitos de projeto. Elabora-se, posteriormente, com todos os requisitos de projeto gerados, uma matriz de avaliação do ciclo de vida versus atributos do produto, para uma melhor seleção dos requisitos de projeto que finalmente serão decididos como válidos pelo projetista, os que passarão ao

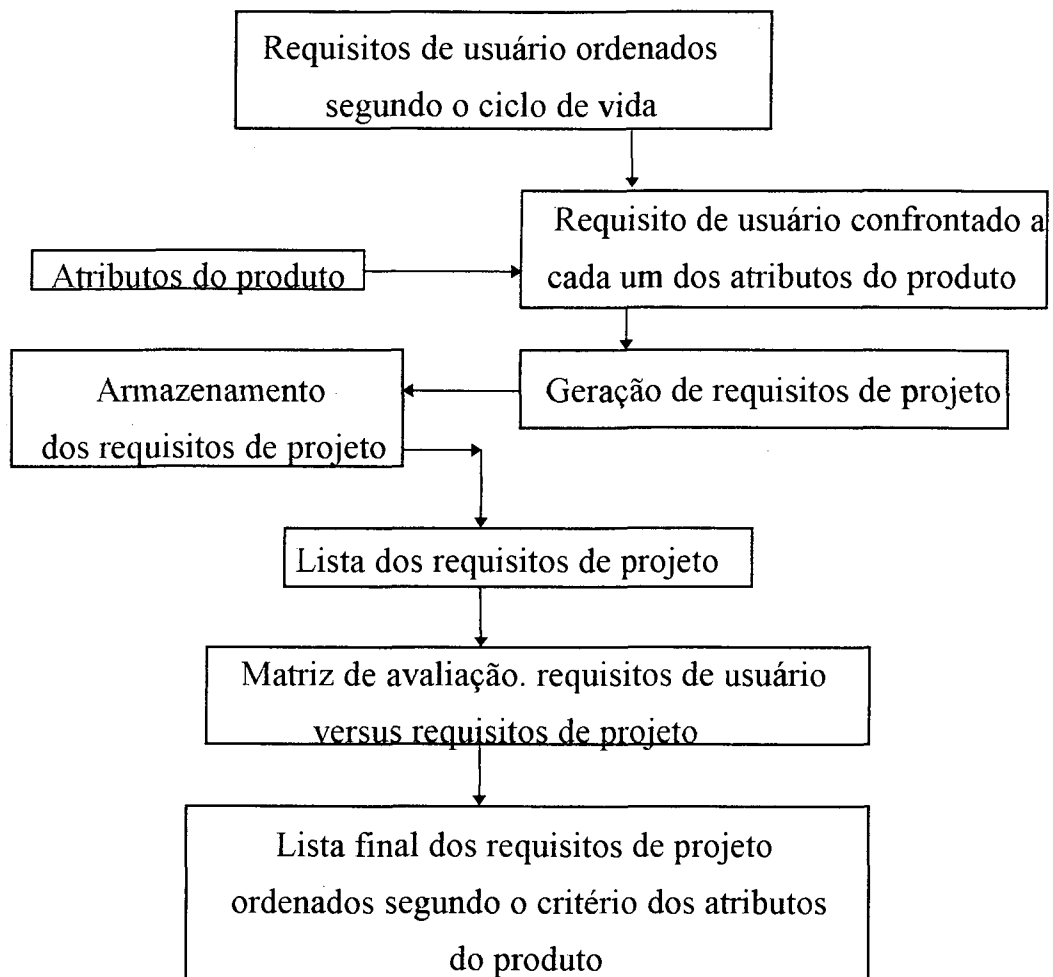


Figura 5.2. Algoritmo usado para a conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto.

QFD, na qualidade de requisitos de projeto definitivos. O algoritmo usado mostra-se na Fig. 5.2.

Este programa, como foi dito, terá um vínculo direto com o programa que apoia a elaboração do QFD, para fazer um trabalho contínuo entre os passos,

podendo-se programar, mais adiante, uma integração total entre todas as ferramentas computacionais envolvidas nesta tarefa.

A ferramenta computacional está sendo montada sobre um suporte de banco de dados ACCESS para Windows; nela aparece uma tela com o requisito de usuário sob análise, indicando sua procedência no ciclo de vida; aparece logo cada um dos atributos do produto seqüencialmente, para que o projetista escreva em seguida todos os possíveis requisitos de projeto suscetíveis de resolver o requisito de usuário sob análise, levando em conta o atributo do produto correspondente.

Depois de concluída esta geração de possíveis requisitos de projeto, um comando armazena os requisitos de projeto adotados e traz o requisito de usuário seguinte, identificando sua procedência no ciclo de vida do produto, para continuar com o trabalho de geração de novos requisitos de projeto.

Os requisitos de projeto decididos no processo anterior são montados então em uma matriz de avaliação que indica o número de vezes que um determinado requisito de projeto apareceu; nesta matriz, o projetista decide quais requisitos de projeto vão finalmente ser selecionados para serem enviados ao QFD e formar assim as colunas da matriz principal da casa da qualidade.

5. 5 UMA PROPOSTA DE BASE DE DADOS DE REQUISITOS DE PROJETO.

Nesta dissertação se propôs o estabelecimento de uma base de dados, elaborada na forma de requisitos de usuários, que apoie a correspondente investigação inicial do projeto, antes da elaboração do QFD; de igual maneira, se propõe para esta etapa a elaboração de outra base de dados sobre requisitos de projeto de produtos industriais, que servirá como apoio computacional para o

trabalho de elaboração dos correspondentes requisitos de projeto, durante a elaboração e análise do QFD.

É evidente que um trabalho como este requer uma pesquisa completa, que envolva uma visão total desta etapa inicial. Sugere-se que a estrutura do módulo pode estar organizada da forma explicada na continuação.

O módulo de requisitos típicos de projeto será uma biblioteca onde estarão armazenados os possíveis e potenciais requisitos de projeto, em dez categorias, segundo os atributos do produto apresentados no item 5.3. Estas categorias se abrirão segundo a subdivisão interna de cada categoria, sua complexidade e os itens internos que cada subdivisão contenha. Como um trabalho deste tipo requer uma pesquisa frente à abundante literatura existente sobre as 10 categorias propostas, nesta dissertação só desenvolveremos uma estrutura geral para as categorias, como um exemplo do que poderá ser feito no futuro, aprofundando detalhadamente em cada categoria.

- Categoria função:

Especial atenção deve ser prestada à elaboração da primeira categoria correspondente à de funções; ela deve ser adequadamente atendida baseada na sua importância para o objetivo de trabalho do produto; na parte de função poderá estar armazenada a maior quantidade de funções possíveis conhecidas, como um apoio inicial à fase seguinte do estabelecimento da decomposição de funções.

- Categoria uso:

Para a categoria uso, a base de dados deverá conter a maior quantidade possível de requisitos de projeto relativos ao uso dos produtos, fundamentalmente os dados relativos à ergonomia e à relação homem-máquina. Para aqueles produtos onde o uso é uma parte importante da função, deve-se prestar especial interesse para uma decomposição funcional adequada.

- Categoria produção/montagem

Nesta categoria, deve-se abrir uma estrutura de árvore com as tecnologias disponíveis, definindo em cada tecnologia aquelas especificações de projeto típicas à mesma.

- Categoria estética/expressiva:

Esta categoria teria que ser aberta em uma árvore que contenha dois aspectos:

fator estético e

fator expressivo.

Por cada fator terá que se abrir a árvore em seus componentes, como aqueles fatores formais e simbólicos dos produtos.

- Categoria comercial:

A categoria comercial terá que se abrir em:

distribuição

venda

transporte e

armazenamento.

Cada fator terá a árvore correspondente com requisitos de projetos típicos dos problemas comerciais e logísticos.

- Categoria manutenção/reparos:

A categoria se abrirá em duas partes:

manutenção e

reparos

A árvore de cada componente terá que ser referida àqueles requisitos típicos que colaborem para uma melhor manutenção e conserto dos produtos.

- Categoria econômica/financeira:

Esta categoria se subdividirá em seus componentes principais:

econômico e

financeiro.

Continuando a árvore em cada subcategoria com os requisitos de projeto típicos.

- Categoria segurança:

- Esta categoria se subdividirá em:

normas de segurança vigentes e
segurança durante a operação.

Esta categoria terá que incluir a maior quantidade possível de normas de segurança aplicáveis aos produtos industriais.

- Categoria do ambiental/descartes:

A categoria do impacto ambiental/descartes deve dividir-se em seus componentes:

impacto ambiental e
descartes

Tem-se que incluir requisitos do impacto dos materiais e seu efeito no âmbito natural.

- Categoria legal/normalização:

Será dividida em:

aspectos legais, incluindo problemas de patentes e
normalização.

Esta categoria deve conter todos os aspectos de legislação vigente que afetem o uso e função dos produtos, assim como as normas técnicas vigentes.

A base de dados anterior poderá apresentar outros módulos menores e auxiliares, como um módulo de entrada de nova informação, formado por um programa computacional que ajudará os projetistas a armazenarem classificadamente a nova informação, que decidam armazenar neste banco de dados como resultado de seus trabalhos em diferentes projetos, o que constituirá numa ferramenta poderosa para não perder dados preciosos com o tempo.

5.6 METODOLOGIA DE USO DA CASA DE QUALIDADE EM PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.

Neste item são apresentadas as recomendações para preencher a matriz do QFD, quando se trata de projeto de produtos industriais. A casa da qualidade

possui vários campos, os quais devem ser adequadamente trabalhados, tendo cada um deles objetivos distintos, que se passará a descrever a seguir:

- nas linhas da matriz principal são colocados os requisitos de usuário, classificados segundo o ciclo de vida do produto;
- nas colunas são colocados os requisitos de projeto resultantes e classificados segundo os atributos do produto;
- na parte central da matriz formada estabelecem-se os relacionamentos principais entre os requisitos de usuário e os requisitos de projeto.
- na parte superior, o teto da casa da qualidade, situam-se os relacionamentos entre os requisitos de projeto.
- na extrema direita da matriz principal se situa a matriz de valoração dos modelos de produtos similares ou valoração do mercado, tomados como referência de avaliação comparativa com o novo projeto, situando-se em colunas esses modelos;
- na base da matriz principal aparecem os resultados da avaliação dos requisitos de projeto, tendo em conta sua relação com os requisitos de usuário e com a análise da concorrência.

Existem muitos procedimentos diferentes de trabalhar a casa da qualidade; um deles será explicado no Anexo 1, como sugestão para o preenchimento da mesma e deverá realizar-se ainda manualmente; uma outra alternativa poderia ser o programa desenvolvido por OGLIARI [17], usando o computador em ambiente windows, que ainda não tem possibilidade de avaliação da concorrência, mas que resulta em uma elaboração mais rápida. Outros programas para computadores e outros procedimentos manuais aparecem na literatura, KING[30], HAUSER e LAUSING[46], ULLMAN[6], CARDOSO[47].

5.7 ANÁLISE DOS RESULTADOS DA CASA DA QUALIDADE.

A técnica da Casa da Qualidade não apenas avalia os requisitos de usuário contra os requisitos de projeto, mas também avalia a possível solução de projeto contra alguns modelos que se tomam como comparação para a análise.

Alguns autores recomendam estabelecer metas para cada requisito de projeto com valores numéricos em cada requisito e estabelecer valores de comparação para o próprio produto que vai ser projetado, como parte da matriz da concorrência, HAUSER e CLAUSING [46].

Nesta dissertação se aconselha estabelecer uma análise dos resultados do QFD de forma qualitativa, sem propor metas numéricas para os requisitos de projeto, pelo fato de estar trabalhando ainda em uma fase muito inicial do desenvolvimento do produto, donde não existe claridade total sobre as propriedades do mesmo, e donde torna-se necessário dar aos projetistas alguma liberdade para o trabalho imediato posterior. O critério anterior é indicado igualmente para os resultados da comparação com os requisitos da concorrência; alguns autores consideram o produto que vai ser projetado como um produto a mais entre os da concorrência; o procedimento seria válido, como elemento de comparação, só para aqueles produtos existentes, mas para produtos ainda em fase de especificações de projeto considera-se pouco recomendável fazer valorações de suas características futuras.

Com relação à análise dos resultados da casa da qualidade, o mais importante corresponde à hierarquização dos requisitos de projeto e sua adequada classificação, destacando-se o seguinte:

- Os requisitos de projeto hierarquizados resultantes deverão ser classificados nas categorias correspondentes aos atributos do produto.

- Uma cópia dos resultados da casa da qualidade devem fazer parte da documentação que se juntará às especificações de projeto.

5.8 MECANISMOS COMPUTACIONAIS EXISTENTES PARA O USO DA CASA DA QUALIDADE.

Existem alguns trabalhos de implementação computacional, como um apoio à elaboração do QFD; entre eles se destaca a versão desenvolvida pela IBM, onde se procurou automatizar o processo; entretanto, provavelmente, pelo fato de estar implementado sobre a plataforma DOS, o mesmo não é muito eficiente, sendo pouco utilizado, CARDOSO [47].

OGLIARI [17] elaborou uma versão, montada na plataforma Windows e Borland C++, já mencionada antes, que possui uma interface gráfica que torna mais agradável sua utilização. Por ser uma linguagem que suporta o paradigma orientado ao objeto, se obteve um desenvolvimento rápido e eficiente de uma interface que utiliza adequadamente os recursos do Windows.

Segundo CARDOSO, que trabalhou como colaborador de OGLIARI no desenvolvimento computacional, uma inovação no sistema foi a utilização de arquivos que manipulam objetos. Esta nova técnica, oferecida pelo C++, permite encapsular múltiplos tipos de dados, funções e métodos associados, gerando uma redução dos custos de engenharia e manutenção do programa e uma maior integridade e confiabilidade dos dados. O programa consiste de várias telas, na primeira delas aparece, em forma de botões, um grupo de fatores importantes na coleta das necessidades; através desta interface, o usuário responde várias perguntas relacionadas com o ciclo de vida do produto; a interação se dá mediante o uso dos botões da tela, que correspondem, cada um, às classes de perguntas que o usuário deve responder; estas respostas do projetista são

categorizadas e registradas em outra tela onde aparece a planilha da casa da qualidade. Daqui se parte para a tradução daquelas necessidades declaradas em uma forma abstrata, convertendo-as em requisitos de projeto, geralmente caracterizados por alguma escala de medição. Esta atividade continua mediante a interrelação de cada necessidade com seu correspondente requisito, utilizando uma escala de valoração de expressão gráfica, a partir da qual, o programa hierarquiza aqueles requisitos que mais peso alcançaram na valoração anterior, servindo como elementos de juízo para a confecção das correspondentes especificações de projeto.

O programa mencionado pode ser melhorado no sentido de adicionar a possibilidade de avaliação da concorrência e de um maior apoio na conversão de requisitos de usuário em requisitos de projeto, embora seja atualmente uma ferramenta muito útil para o trabalho prático.

CAPÍTULO VI

ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

6.1 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.

Antes de tratar do tema das especificações de projeto, é conveniente fazer uma clara identificação da terminologia usada; começando-se pelas necessidades, passando-se pelos requisitos de usuário e dos requisitos de projeto e, finalmente, pelas especificações de projeto. É o processo normal de tratamento das necessidades, em busca de uma solução de projeto.

Como visto no capítulo anterior, a casa da qualidade serve para hierarquizar os requisitos de projeto e para colocá-los em ordem de sua importância para o projeto. Um dos objetivos da casa da qualidade, provavelmente o mais importante, é o de indentificar aqueles requisitos de projeto verdadeiramente importantes, em função de seu relacionamento com os requisitos de usuário antes definidos; aqueles requisitos de projeto, que têm um pobre relacionamento, ou que não têm relação com a maioria dos requisitos de usuário, simplesmente não têm vínculos grandes com as necessidades originalmente definidas e, portanto, não terão importância para o desenvolvimento do projeto e provavelmente não serão considerados como

especificações de projeto. Aqueles requisitos de projeto, com forte relacionamento com a maioria dos requisitos de usuário, passarão então a se denominar especificações de projeto e serão os que decidirão as características principais do produto que se projetará.

Visto assim, as especificações de projeto são aqueles requisitos de projeto que têm um forte relacionamento com a maioria dos requisitos de usuário e portanto com as necessidades originais.

Tratando de clarear a nomenclatura, passar-se-á a exemplificar os distintos níveis de cada categoria segundo a Fig. 6.1.

CATEGORIA	SIGNIFICADO
Necessidade	Declaração direta de usuários ou clientes.
Requisito de usuário	Necessidade, levada à linguagem de projeto.
Requisito de projeto	Requisito mensurável, aceito para o projeto.
Especificação de projeto	Característica do projeto e/ou do produto.

Fig. 6.1 Diferentes denominações das propriedades do produto.

6.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

As especificações de projeto, definidas anteriormente, são o guia escrito que serve de base aos projetistas, para a confecção do projeto. Estas especificações devem ser adequadamente formuladas, pois, um erro em sua confecção, acarretará em conseqüências desastrosas nas etapas posteriores do desenvolvimento do produto.

As especificações de projeto são obtidas fundamentalmente a partir dos requisitos de projeto inscritos na casa da qualidade; a hierarquização destes

requisitos de projeto, como resultado final da casa da qualidade, guia o projetista na decisão do grau de importância que cada requisito deve ter para uma adequada execução do projeto e, baseado nessa categorização, elabora-se a hierarquia das especificações de projeto.

A fonte principal de informação para a obtenção das especificações está nos clientes e usuários do projeto, razão pela qual na metodologia se propõe a captação primária das necessidades, que, depois de processadas, serão a orientação principal da execução do projeto.

Algumas informações primárias, captadas dos questionários dos clientes e dos distintos tipos de usuários do projeto, são de tal importância e clareza que passarão pelo processo de conversão de necessidades em requisitos de usuários e de requisitos de usuários em requisitos de projeto, sem variar nada, colocando-se como colunas do QFD. Não obstante a isso, na maioria das vezes, estas têm que ser processadas até chegarem à elaboração da casa da qualidade, que será a fonte final e principal de informação para a confecção das especificações.

A análise da casa da qualidade aplicada a projeto de produtos industriais, como foi dito antes, é concluída com a hierarquização dos requisitos de projeto do produto que se projetará. Estes requisitos, embora sejam a base principal para a elaboração das especificações de projeto, não serão diretamente a transcrição dos mesmos, outros requisitos de usuários importantes e ainda necessidades, como mencionado anteriormente, farão parte das especificações; além disso, as especificações de projeto devem ser acompanhadas de outros elementos importantes para o projeto, como são:

- desejos explícitos do ou dos clientes;
- restrições de uso, funcionais, financeiras, legais, de normalização e operativas importantes, que deve enfrentar o projeto ou o produto e
- descrição sintética das características principais do projeto ou produto;
- qualquer outro elemento importante que o grupo de desenvolvimento estime que deve ser assinalado no documento como elemento de avaliação posterior.

Uma característica importante das especificações de projeto é que, além de proporcionar um guia para projetar, devem refletir claramente os elementos pelos quais serão avaliados posteriormente o projeto e o produto resultante. Isto quer dizer que a elaboração do QFD dará um guia para a confecção da lista de especificações de projeto subsequente, mas que a mesma deve ser enriquecida por outros elementos, muitas vezes não sujeitos à análise no QFD, e que são necessários serem levados ao conhecimento dos projetistas em seu trabalho de dar forma ao projeto e pelo qual será finalmente avaliado.

Por outro lado, as especificações de projeto devem estar adequadamente ordenadas e categorizadas, para dar ao projetista o ponto de partida em seu trabalho imediato posterior, de análise criativa e decomposição funcional.

6.3 CATEGORIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO.

É evidente que uma forma adequada para as especificações de projeto permitirá uma continuidade no trabalho posterior de análise funcional, como etapa seguinte do projeto conceitual. Isto significa que a categoria funcional das especificações de projeto deve ser prioritariamente atendida; embora, muitas funções importantes nos produtos considerados bens de consumo estão associadas ao uso, razão pela qual a categoria de uso deve ter um destaque similar e ser atendida também como potencial geradora de funções.

O fato de que na análise do projeto se dê ênfase na decomposição funcional do produto, não significa que outros fatores importantes dos atributos do produto deixem de ser adequadamente resolvidos; isto significa que a categorização das especificações de projeto não devem-se resumir somente às categorias função e uso, que, apesar de serem as mais importantes para o trabalho final do produto, não são as únicas que devem ser adequadamente resolvidas pelo

grupo projetista. Outros fatores já definidos como atributos do produto, se bem que não contenham as complexidades que a solução funcional do produto implica, devem ser corretamente atendidos e resolvidos, para possibilitar um projeto balanceado em todos os aspectos importantes que atendam às necessidades mínimas originalmente constatadas.

Desta maneira e com o objetivo de obter um conjunto mínimo, propõe-se classificar as especificações de projeto segundo os atributos do produto, a saber:

1. - Função.
2. - Uso.
3. - Produção/Montagem.
4. - Estético/Expressivo.
5. - Comercial/Vendas.
6. - Manutenção/Reparos.
7. - Econômico/Financeiro.
8. - Segurança.
9. - Ambiental/Descarte.
10. - Legal/Normalização.

Adicionalmente, as especificações de projeto devem ser agrupadas também por sua importância; enquanto algumas especificações são absolutamente indispensáveis, outras são simplesmente desejáveis; isto deve ser indicado na lista mediante a correspondente identificação de cada especificação com o rótulo de imprescindível ou de desejável.

Além dos requisitos de projeto, classificados segundo os atributos do produto contidos nos 10 itens anteriores e ordenados por sua importância, o documento que é enviado aos projetistas deve conter algumas informações úteis para o grupo que executará a tarefa de projeto; estas informações adicionais aparecem no item 6.2, visto anteriormente.

As declarações do cliente darão ao grupo projetista o enfoque da pessoa que ordena a execução do projeto e sobre aspectos importantes do mesmo.

A descrição do produto torna-se necessária nesta etapa primeira de execução.

Finalmente, existem detalhes que devem ser do conhecimento dos projetistas, que, normalmente, não são diretamente tratados como requisitos de projeto.

6. 4 PADRONIZAÇÃO DAS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO DE PRODUTOS INDUSTRIAIS.

Sobre este particular, há uma abundante literatura publicada PAHL e BEITZ [4], HUBKA [5], FIOD [21], SIVALOGANATHAN [28], dentre aqueles que propõem a elaboração das especificações de projeto utilizando diretamente o “check-list” das possíveis especificações, baseado em suas categorias.

Alguns destes trabalhos serviram de base, do ponto de vista da forma dos modelos a serem preenchidos, para elaborar o modelo que será usado.

Nesta dissertação propõe-se a elaboração das especificações de projeto dentro de um modelo que classifique as mesmas, segundo o critério dos atributos do produto nos 10 itens, antes expostos, e que inclui as informações adicionais que os projetistas devem conhecer. O modelo proposto aparece no quadro 6.1.

Este modelo constitui a base para o início do projeto e dará os parâmetros de avaliação posterior que permitam uma valoração adequada das soluções de projeto.

CAPÍTULO VII

ESTUDO DE CASO

7.1 ETAPA INICIAL DO PROJETO DE UM PRODUTO.

Neste capítulo analisar-se-á a metodologia proposta mediante à execução de um exemplo concreto; o trabalho consiste na elaboração das especificações de projeto de um novo modelo de Buggy; o Buggy é um tipo de veículo automotriz desportivo, utilizado com frequência para transitar sobre a areia das praias.

O trabalho foi encomendado por um empresário que atualmente tem uma oficina que repara tanto as carrocerias como a mecânica geral destes veículos e quer investir na construção e comercialização de um modelo novo deste tipo de veículo.

7.2 TAREFA 1. - *Estudo Preparatório da Tarefa de Projeto.*

Esta primeira tarefa possui quatro subtarefas, segundo foi explicado no item 3.2, as quais devem ser cumpridas, a saber:

7.2.1. - *Reconhecer a tarefa e aceitá-la como um problema a ser resolvido:*

O reconhecimento da tarefa implica sua delimitação dentro de sua área de competência, neste caso aquela dos veículos automotores leves e desportivos, com todas as suas implicações de normas de segurança, uso pelo homem, perigo potencial de acidentes, utilização de motores de combustão interna, combustível, etc. Normalmente, a tecnologia de fabricação destes veículos não é muito sofisticada, em função de seu uso muito específico e dos materiais plásticos usados na construção da carroceria do mesmo; não obstante a isso, a fabricação do motor e as partes mecânicas do veículo se produzem com tecnologia de

produção em massa ou seriada, razão pela qual se seleciona algum fabricante independente que forneça estes elementos, para comprá-los diretamente e adaptá-los ao veículo projetado. O mercado do produto é o dos produtos próprios da temporada de verão em praias, normalmente usado como segundo veículo de passeio e diversão, para os que estão de férias e os jovens. O tipo de problema a ser resolvido é um problema típico de projeto mecânico com forte influência dos fatores humanos, cujas implicações mais complexas são as relativas à segurança durante seu uso.

7.2.2. - Analisar adequadamente o problema formulado e suas implicações:

A análise detalhada de um projeto como este leva às conclusões seguintes:

- a) deve realizar-se o trabalho com assessoria na área de desenho industrial, sobretudo no que se refere às formas externas da carroceria, o painel de instrumentos, etc.; deve se estudar a ergonomia interior assim como o conforto da cabina de passageiros;
- b) deve-se ter cuidado quanto ao aspecto do cálculo estrutural do chassi do veículo e
- c) devem atender-se adequadamente a seleção da unidade motriz e dos correspondentes elementos da tração e a caixa de câmbio de velocidades do veículo, com vistas a atender às exigências de circulação na areia, na presença de água salgada, além de poder circular na pavimentação convencional.

7.2.3. - Clarificar os objetivos do trabalho de projeto que se inicia:

Clarificando adicionalmente os objetivos, chega-se à conclusão de que um projeto como este estaria delimitado dentro da comercialização de um produto existente no mercado, pelo que teria uma forte competição; isto significa que o fator preço final de venda do produto teria um papel preponderante na vida futura do produto no mercado. Por outro lado, existem vários países com forte estrutura na indústria turística que não fabricam este tipo de veículo, razão pela qual seria interessante analisar a possibilidade de exportação do mesmo.

7.2.4. - Definir os modelos aproximados da concorrência do produto que se projetará:

Tomar-se-ão como modelos aproximados de referência os seguintes modelos existentes:

- Buggy tipo HB;
- o modelo do tipo DUNA;

- o modelo WAY e
- o modelo GIANTS.

Todos estes serão tomados como modelos de referência e comparação futura para o projeto do novo Buggy.

As análises anteriores formam o correspondente estudo preparatório da tarefa de projeto, como primeira fase obrigatória de um projeto novo, com o qual se considera terminada a primeira tarefa.

A tarefa seguinte a ser executada segundo a metodologia proposta é a da definição dos clientes e usuários do projeto.

7.3 TAREFA 2 *Definição dos Clientes e Usuários do Projeto.*

Esta tarefa específica foi encomendada por um cliente, que ordenou a execução do projeto; neste caso a identificação do cliente é clara e evidente, segundo foi explicado nos itens 3.3 e 3.4. Cliente: A Casa do Buggy, cujo gerente é o Sr. Mauro Brasil.

Para a identificação dos diferentes tipos de usuários, procede-se assim: como o produto em questão é conhecido, decidiu-se consultar o próprio cliente, o qual expõe o seguinte:

- Os usuários externos do projeto são de dois tipos diferentes:

- a) o usuário que conduz o veículo e
- b) o usuário passageiro.

- Os usuários internos do projeto seriam:

- a) os produtores do veículo, divididos em três categorias: os construtores do chassi, que trabalhariam com a mecânica associada ao aço; os construtores da carroceria, que trabalhariam com a tecnologia associada à resina reforçada com fibra de vidro e os responsáveis pela montagem, tanto do motor ao chassi como da carroceria ao chassi;
- b) os transportadores;
- c) os comerciantes;
- d) os mecânicos de consertos e manutenção e
- e) os encarregados pela reciclagem ou descarte do produto.

Com estas definições, conclui-se a tarefa 2 e passa-se ao outro ponto da metodologia proposta, a tarefa 3.

7.4 TAREFA 3 *Definição das Necessidades do Projeto.*

Nesta terceira tarefa se realiza uma consulta aos diferentes clientes e usuários definidos antes, mediante a coleta de suas necessidades; isto se pode realizar de duas maneiras.

- A maneira evidente é mediante a entrega e o preenchimento dos correspondentes questionários de coleta de necessidades, com vistas a executar o projeto atendendo às sugestões de todos os usuários implicados no mesmo.
- A segunda maneira seria consultando alguma base de dados de necessidades típicas de projetos, similar a que se propôs que se execute.

Como a base de dados mencionada ainda não existe, utilizou-se o mecanismo dos questionários estruturados para captação das necessidades, explicados e propostos no item 4.3. A possível diferença seria que, usando a técnica dos questionários, recolher-se-ia necessidades brutas que, posteriormente, seria necessário converter em requisitos de usuário. Veja-se como proceder.

QUESTIONÁRIO DO CLIENTE

NOME DO CLIENTE: Casa do Buggy, Sr. Mauro Brasil.

NOME DO PROJETO: Novo modelo de Buggy

DATA: 15 Julho 1995

1 ESQUEMA FUNCIONAL DO PRODUTO, RESTRIÇÕES:

Solicita-se o projeto de um novo modelo de Buggy que utilize a mecânica do carro VW modelo sedan, refrigerado a ar, tanto em seu motor como em sua caixa de câmbios, eixo traseiro e eixo dianteiro. O Buggy deve ter condições de circular sobre a areia, conduzir 4 passageiros e diferenciar-se dos modelos existentes. É necessário que tenha estepe.

2 ESQUEMA DE USO DO PRODUTO, RESTRIÇÕES:

O Buggy será usado para percursos curtos, em lugares de veraneio, sobretudo em praias e em dunas de areia características de certas praias. O condutor do Buggy deve ter toda a comodidade de operação, assim como uma adequação visual durante a condução. O Buggy deve estar equipado com um teto conversível que permita ser removido com facilidade para seu uso ao ar livre.

3 ESQUEMA DE PRODUÇÃO/MONTAGEM, RESTRIÇÕES:

A produção será feita em duas oficinas distintas; uma de metais, onde se soldará o chassi e se montará finalmente toda a parte mecânica sobre o chassi, completando as instalações elétricas e de acabamento. O tipo de material disponível para o chassi é tubo de aço quadrado de várias dimensões, usando a soldagem para as uniões; a

carroceria será feita de resina de poliéster reforçada com fibra de vidro, usando moldes metálicos. A laminação será feita manualmente, sem nenhum grau de automatização, assim como a montagem da carroceria ao chassi..

4 ESQUEMA ESTÉTICO/EXPRESSIVO, RESTRIÇÕES:

A carroceria do Buggy deve ser projetada seguindo as linhas mais modernas dos carros todo terreno e diferenciados dos modelos de Buggies existentes no mercado; O painel do condutor deve permitir uma adequada visão e o interior deve ser confortável, mas sem grandes excessos em materiais fora da fibra de vidro. De preferência devem ser usados os faróis dianteiros do VW modelo sedan, com liberdade para os faróis traseiros.

5 ESQUEMA COMERCIAL, RESTRIÇÕES:

O Buggy será comercializado de duas formas: uma no sistema de consórcios, com entrega direta pelo fabricante ou embarcando o Buggy em um veículo especializado em transporte de veículos a longas distâncias. A outra variante será a venda direta em concessionárias da Volks no Estado de Santa Catarina, Paraná e Rio Grande do Sul.

6 ESQUEMA ECONÔMICO/FINANCEIRO, RESTRIÇÕES:

Para a construção do Buggy se conta com um terreno, no qual se construirá um galpão bem ventilado para a oficina de fibra de vidro e outro para a oficina de metais, assim como para a montagem dos mesmos; para essas construções se conta com 60.000 reais. O Buggy deve ser projetado para um custo de produção não maior que 4.000 reais, para venda baseada em um consórcio de 12 meses de 500 reais cada mensalidade. Para a etapa inicial, se tem um plano de produzir 1 Buggy por semana, contando com um capital inicial de 40.000 reais para o giro da empresa.

7 ESQUEMA DE SEGURANÇA, RESTRIÇÕES:

O Buggy deve possuir cinto de segurança em todos os assentos, deve possuir um arco de segurança superior contra capotagem do veículo, que proteja tanto os passageiros dos assentos dianteiros como os passageiros dos assentos traseiros; o tanque de gasolina deve ser protegido contra choques frontais ou laterais; o sistema elétrico deve ter proteção de fusíveis em todos os sistemas, com acesso fácil. O motor traseiro do VW deve estar protegido contra acidentes com as partes móveis expostas, como a correia do alternador, etc. A segurança contra batidas deve ser adequadamente estudada, especialmente em situações de balanceamento, dado o fato de utilizar uma carroceria plástica.

8 ESQUEMA AMBIENTAL/DESCARTE, RESTRIÇÕES:

As partes mecânicas correspondentes ao VW terão possibilidades de serem recicladas segundo a política da VW. As partes de fibra de vidro não têm a possibilidade de serem recicladas, embora possam ser usadas como combustível em caldeiras; as peças metálicas do chassi podem ser utilizadas como matéria-prima para a fundição de ferro ou aço.

9 ESQUEMA LEGAL/NORMALIZAÇÃO, RESTRIÇÕES:

Deve observar-se sigilo sobre a forma do Buggy, devido ao fato que se entrará com uma proteção de patente de modelo industrial; deve cumprir-se toda a legislação sobre os veículos automotores elaborada no Brasil. Deve procurar-se uma solução que permita certa modularização nas peças dos pára-lamas, pára-choques e interiores, pensando na reposição. Devem usar-se ao máximo peças e elementos normalizados e projetar o veículo segundo a legislação brasileira de trânsito, para que possa circular também por estradas.

10 ESQUEMA DE MANIPULAÇÃO/EMBALAGEM. RESTRIÇÕES:

A manipulação de pátio se fará no próprio veículo. Não terá embalagem.

11 ESQUEMA DE TRANSPORTE/ARMAZENAMENTO. RESTRIÇÕES:

O transporte de longas distâncias será efetuado por caminhões especializados no transporte de carros. Seu armazenamento poderá fazer-se a céu aberto, sem proteção prévia.

12 ESQUEMA DE DISTRIBUIÇÃO/VENDA. RESTRIÇÕES:

O esquema será igual ao dos outros carros.

13 ESQUEMA DE MANUTENÇÃO/CONSERTOS. RESTRIÇÕES:

O veículo será entregue com um manual de usuário, que terá claros os períodos de manutenção, a garantia e as reparações menores; a própria rede da VW prestará assistência e reparará as partes mecânicas do carro. A carroceria será reparada na fábrica ou em oficinas especializadas em fibra de vidro.

14 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO. RESTRIÇÕES:

O projeto necessita de dois meses para construir o protótipo, depois do qual começaria a produção final, até dezembro 31/95. A restrição mais importante é que o projeto do Buggy deve ser feito de forma que o custo final de produção não exceda os 4.000 reais.

15 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO. RESTRIÇÕES:

O produto será produzido em uma oficina, onde tanto a parte metálica como a de fibra de vidro serão trabalhadas conjuntamente; nesse próprio local se montará o carro, pronto para o uso. O transporte a longas distâncias será efetuado por caminhões especializados no transporte de carros. Seu armazenamento poderá fazer-se à intempérie, sem proteção prévia. A manipulação de pátio se fará no próprio veículo. O Buggy sairá da fábrica totalmente pintado e apresentável para sua exposição ou para a venda direta e uso. O veículo será entregue com um manual de usuário, que terá claros todos os períodos de manutenção, a garantia e os consertos pequenos; a própria rede do VW prestará assistência e reparará a parte mecânica do carro; a carroceria deve ser reparada na fábrica ou em alguma oficina especializada. O descarte do chassi servirá diretamente como matéria-prima de fundição; a fibra de vidro se destina ao lixo.

Como se observa, o questionário do cliente é bastante completo para definir uma filosofia de abordagem do projeto. Não obstante, é necessário trabalhar também com os questionários restantes, tanto os dos usuários externos do projeto, como os dos usuários internos ao mesmo. Como neste caso o próprio cliente é quem vai produzir diretamente o produto, a maioria dos aspectos de fabricação e montagem foi abordada por ele mesmo em seu questionário, razão pela qual seria então necessário somente uma consulta adicional especializada em tecnologia, tanto de produção de fibra de vidro como de soldagem de metais, para completar os questionários aos usuários internos e acrescentá-los ao já exposto pelo próprio cliente.

Com relação aos usuários externos do projeto, será então a vez de realizar os correspondentes questionários; segundo o que foi definido anteriormente, existem dois usuários externos: o condutor do veículo e os passageiros, com os questionários vistos a seguir.

QUESTIONÁRIO DE USUÁRIO EXTERNO

USUÁRIO DIRETO Condutor

USUÁRIO INDIRETO

NOME DO PROJETO: Novo modelo de Buggy.

DATA: 1 Agosto 1995.

1 A FUNÇÃO DO PRODUTO; MECANISMOS DE FUNCIONAMENTO; RESTRIÇÕES:

Que permita transitar livremente na areia, em dunas, em sítios com um nível de água baixo, em caminhos rurais e em boa estrada. Que corra a 100 Km/h em estrada; que tenha boa caixa de velocidades para andar na lama e em areia úmida; que permita transportar quatro pessoas comodamente.

Que possua um motor simples, leve, fácil de consertar; que transite na água rasa sem dificuldades e que dê confiabilidade em sua operação. Que possua mecanismo de retirada da capota o mais simples e fácil possível.

2 O USO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

Que a visibilidade durante a condução não seja afetada pelas dimensões do vidro do pára-brisas; que o limpador de pára-brisas seja de dimensões adequadas à condução na chuva; que caibam quatro pessoas, com ou sem capota.

3 A SEGURANÇA DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

Cinto de segurança, proteção contra roubos, caixa com chave para pertences pessoais e ferramentas e segurança para os mecanismos expostos do motor.

4 A TECNOLOGIA USADA NO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

A que possibilite um preço acessível para a compra.

5 A PRECISÃO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

A precisão necessária para cada sistema do carro.

6 A MANUTENÇÃO E REPAROS; RESTRIÇÕES:

Simplificar ao máximo os problemas de manutenção.

7 A DURABILIDADE; RESTRIÇÕES:

Que dure o máximo possível.

8 A ESTÉTICA; PREFERÊNCIAS FORMAIS:

Que dê a impressão de um veículo desportivo misturado com o todo-terreno.

9 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

Nenhum comentário.

10 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

O produto será usado em ambiente marinho, salitre, água e areia. Fazer um carro o mais simples, durável, barato e resistente possível.

QUESTIONÁRIO DE USUÁRIO EXTERNO

USUÁRIO DIRETO

USUÁRIO INDIRETO Passageiro

NOME DO PROJETO: Novo modelo de Buggy.

DATA: 1 Agosto 1995.

1 A FUNÇÃO DO PRODUTO; MECANISMOS DE FUNCIONAMENTO; RESTRIÇÕES:

Passear pela praia tomando sol; possibilidade de viajar à cidade; possibilidade de ser utilizado em dias de chuva para ser usado como transporte convencional.

Que possa funcionar na areia e em águas rasas.

2 O USO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

Que possa ser usado para transportar pranchas de surf ou de Wind-surf, assim como a possibilidade de rebocar pequenos barcos.

3 SEGURANÇA DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

Que tenha certa proteção para viajar sentado sobre a carroceria traseira do veículo.

4 A TECNOLOGIA USADA NO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

Que seja de um funcionamento simples e confiável.

5 A PRECISÃO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

A precisão própria dos sistemas do veículo.

6 A MANUTENÇÃO E REPAROS; RESTRIÇÕES:

Poucas manutenções.

7 A DURABILIDADE; RESTRIÇÕES:

Que dure muito.

8 A ESTÉTICA; PREFERÊNCIAS FORMAIS:

Que chame a atenção como carro desportivo.

9 AMBIENTE DE TRABALHO DO PRODUTO; RESTRIÇÕES:

Água de mar, chuva e sereno.

10 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

Sem comentários.

11 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

Que não possa correr muito em estrada.

Concluídos e preenchidos os questionários do cliente e dos diferentes usuários externos, só faltaria recolher os questionários dos diferentes usuários internos. Como o próprio cliente vai ser o produtor e montador, se tomará seu questionário como válido para esta etapa de produção/montagem; de maneira similar, o transporte, armazenamento, distribuição e venda, estão respondidos no próprio questionário. É de se notar, aqui, que a necessidade de preencher todos os questionários somente se dá naqueles produtos que assim o requeiram e em alguns produtos mais do que em outros, os questionários de armazenamento e transporte possuem um valor de projeto fundamental.

Veja-se o que envolve o questionário do usuário interno correspondente à manutenção/reparação.

QUESTIONÁRIO AOS TÉCNICOS DE MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO.

NOME DA ORGANIZAÇÃO: Oficinas de Reparação FUSCA.

NOME DO PROJETO: Novo modelo de Buggy.

DATA: 5 Agosto 1995.

1 FACILIDADE DE CONCERTO:

Normalmente os Buggies possuem uma proteção traseira que dificulta o acesso ao motor, em alguns casos são feitas de fibra de vidro e não têm a correspondente porta de acesso, tendo-se que trabalhar incomodamente. Em alguns modelos, para desmontar o motor, torna-se bastante incômodo.

2 MANUTENÇÃO PROGRAMADA:

Na maioria dos modelos de Buggies existentes, a carroceria de fibra de vidro dificulta o acesso aos pontos de engraxe dos eixos dianteiro e traseiro. A parte elétrica é de difícil acesso e os cabos da embreagem e os mecanismos da alavanca de câmbios da caixa estão situados em locais inacessíveis.

3 USO DE ELEMENTOS MODULARES DE REPOSIÇÃO; RESTRIÇÕES:

Sem comentários.

4 COMENTÁRIOS SOBRE O PROJETO:

Sem comentários.

5 COMENTÁRIOS SOBRE O PRODUTO:

Tratar de melhorar os acessos ao tanque de gasolina e simplificar o acesso à medição e reposição do óleo do motor.

Terminada a captação das necessidades, passa-se ao outro ponto da metodologia proposta.

7.5 TAREFA 4. *Conversão das Necessidades em Requisitos de Usuário.*

Nesta tarefa o projetista converte as declarações dos clientes e usuários em requisitos de usuário, segundo o método explicado no item 4.4. Ordenadamente, se começará pela conversão do questionário do cliente, posteriormente, dos questionários do usuário externo, neste caso dois usuários e finalmente se apropriará do questionário de manutenção.

Questionário do cliente.

- *Sobre a função:*

Necessidade: Que use a mecânica do VW

Requisito de Usuário: Que use a mecânica do VW.

Necessidade: Que possa circular sobre a areia.

Requisito de Usuário: Veículo alto com pneus grandes.

Necessidade: Que transporte 4 pessoas.

Requisito de Usuário: Que transporte 4 pessoas.

Necessidade: Que se diferencie dos modelos existentes.

Requisito de Usuário: Que as linhas de sua carroceria, sejam autóctones.

Necessidade: Que tenha estepe.

Requisito de Usuário: Dotar o veículo de um lugar para guardar o estepe, o macaco e as ferramentas.

- *Sobre o uso.*

Necessidade: Será usado para traslados curtos.

Requisito de Usuário: Tanque de gasolina pequeno.

Necessidade: Uso em dunas de areias e praias.

Requisito de Usuário: Veículo alto, com pneus grandes e parte elétrica à prova d'água.

Necessidade: Boa comodidade visual do motorista.

Requisito de Usuário: Fazer estudo ergonômico do assento e da visão do motorista.

Necessidade: Tampas removíveis.

Requisito de Usuário: Tampa dianteira e traseira da carroceria removível.

- *Sobre a produção/montagem.*

Necessidade: Duas oficinas de produção independentes, uma de metal e outra de montagem e fibra de vidro.

Requisito de Usuário: Duas oficinas de produção independentes, uma de metal e outra de montagem e fibra de vidro.

Necessidade: Material do chassi, tubo quadrado de aço.

Requisito de Usuário: Material de chassi, tubo quadrado de aço.

Necessidade: Material da carroceria, resina de poliéster reforçada com fibra de vidro.

Requisito de Usuário: Material da carroceria, resina de poliéster reforçada com fibra de vidro.

- Sobre a estética.

Necessidade: Carroceria de linhas modernas, diferentes das existentes no mercado.

Requisito de Usuário: Projeto da carroceria, atual e personalizado.

Necessidade: Painel do condutor com boa visibilidade.

Requisito de Usuário: Realizar estudo ergonômico dos instrumentos e do visual.

Necessidade: Interior confortável, mas sem materiais diferentes à fibra de vidro.

Requisito de Usuário: Projetar assentos confortáveis e dar acabamento no interior, usando resina de poliéster reforçada com fibra de vidro.

Necessidade: Lanternas dianteiras de VW.

Requisito de Usuário: Projeto da frente, que use as lanternas dianteiras do VW.

Necessidade: Lanternas traseiras livres.

Requisito de Usuário: Lanternas traseiras adaptadas ao projeto da carroceria.

- Sobre o comercial.

Necessidade: Transporte em veículos especializados.

Requisito de Usuário: Projetar para não exceder a largura e o comprimento dos veículos especializados em transporte a longas distâncias.

- Sobre a economia/finanças.

Necessidade: Custo de produção, menor ou igual a 4.000 reais.

Requisito de Usuário: Custo de produção, menor ou igual a 4.000 reais.

- Sobre a segurança.

Necessidade: Cinto de segurança em todos os assentos.

Requisito de Usuário: Cinto de segurança de 3 pontos nos assentos dianteiros e traseiros.

Necessidade: Barra de proteção dos ocupantes dos assentos dianteiros e traseiros.

Requisito de Usuário: Arco de segurança contra torçamento para os ocupantes dos assentos dianteiros e traseiros.

Necessidade: Tanque de gasolina protegido contra choques frontais e laterais.

Requisito de Usuário: Tanque de gasolina protegido contra choques frontais e laterais.

Necessidade: Proteção de fusíveis elétricos, de fácil acesso em todos os sistemas.

Requisito de Usuário: Proteção de fusíveis em todos os sistemas; situá-los em lugar de fácil acesso.

Necessidade: Parte traseira do motor, com proteção contra acidentes.

Requisito de Usuário: Proteger a parte traseira do motor contra acidentes de pessoas tocando involuntariamente partes perigosas, como a correia do alternador e canos de descarga aquecidos.

Necessidade: Proteção contra batidas, protegendo a carroceria plástica.

Requisito de Usuário: Projetar um sistema de pára-choques, ancorados na estrutura do chassi metálico.

- Sobre os aspectos legais/normalização.

Necessidade: Observar sigilo sobre a forma da carroceria, que será patenteada.

Requisito de Usuário: Projetar carroceria nova patenteável.

Necessidade: Cumprir a legislação sobre veículos automotores do Brasil.

Requisito de Usuário: Projetar segundo as leis vigentes no Brasil para esse tipo de veículo.

Necessidade: Devem usar-se peças intercambiáveis para os pára-lamas e pára-choques.

Requisito de Usuário: Projetar segundo critério modular em pára-lamas e pára-choques, que deverão ser removíveis.

Necessidade: Usar peças e elementos normalizados.

Requisito de Usuário: Usar ao máximo peças e elementos normalizados.

- Sobre o ciclo de vida.

Necessidade: O veículo será entregue com um manual de proprietário.

Requisito de Usuário: Deve-se elaborar um manual de proprietário.

- Sobre as restrições.

Restrição: O custo de produção não deve exceder os 4.000 reais.

Requisito de Usuário: O custo de produção do veículo não deve exceder os 4.000 reais.

- Sobre os comentários.

Necessidade: Concluir o projeto em dois meses.

Requisito de Usuário: Concluir o projeto em dois meses, partindo do dia 10 Agosto/95.

Um procedimento similar ao anterior deve seguir-se na análise de cada um dos diferentes questionários que se recebem da parte de todos os consultados, definindo assim os requisitos de usuários.

Relativo ao questionário dos usuários externos, traduz-se em ordem as necessidades apontadas pelo motorista:

- Sobre a função.

Necessidade: Que possa transitar na areia, dunas, sítios com filme de água, caminhos rurais e estrada boa.

Requisito de Usuário: Veículo de pneus grandes, veículo alto e com sistema de partida à prova de água.

Necessidade: Que a velocidade não ultrapasse 100 km/h em estrada.

Requisito de Usuário: Motor de potência média-baixa. Pouca importância com a aerodinâmica.

Necessidade: Caixa de velocidade para andar na areia úmida e na lama.

Requisito de Usuário: Caixa convencional, com rodas grandes.

Necessidade: Que permita transportar quatro pessoas.

Requisito de Usuário: Que permita transportar quatro pessoas.

- Sobre os mecanismos de funcionamento.

Necessidade: Que possua um motor simples, de fácil e rápido conserto.

Requisito de Usuário: Coincide com a solicitação do cliente quanto a usar o motor do VW do modelo sedan, que cumpre com estas características.

Necessidade: Que transite com filme de água espesso sem dificuldade.

Requisito de Usuário: Proteger o sistema elétrico.

Necessidade: Que possua mecanismo de fechamento da capota o mais simples possível.

Requisito de Usuário: Sistemas de fechamento rápido para a capota.

- *Sobre a segurança.*

Necessidade: Cinto de segurança.

Requisito de Usuário: Cinto de segurança.

Necessidade: Proteção contra capotadas.

Requisito de Usuário: Elemento de proteção contra capotagem, que proteja os quatro passageiros.

Necessidade: Caixa de segurança para pertences.

Requisito de Usuário: Caixa de segurança com chave.

Necessidade: Segurança contra roubos.

Requisito de Usuário: Sistema anti-roubo.

Necessidade: Segurança nos mecanismos do motor.

Requisito de Usuário: Proteção na parte traseira onde vai alojado o motor.

- *Sobre a tecnologia.*

Necessidade: Preço acessível.

Requisito de Usuário: Preço na faixa que estabelece o cliente.

- *Sobre o uso.*

Necessidade: Que a visibilidade não seja afetada pelas dimensões do vidro.

Requisito de Usuário: Estudo ergonômico da visibilidade do condutor.

Necessidade: Dimensões do limpador do pára-brisa.

Requisito de Usuário: Estudo ergonômico da visibilidade com o limpador do pára-brisa.

Necessidade: Que caibam quatro pessoas com ou sem capota.

Requisito de Usuário: Estudo ergonômico da cabina e do teto, com e sem capota.

- *Sobre a manutenção.*

Necessidade: Simplificar manutenções.

Requisito de Usuário: Evitar manutenções excessivas.

- *Sobre a durabilidade.*

Necessidade: Que dure o mais que possa.

Requisito de Usuário: Evitar partes metálicas do chassi em contato com a água salgada.

- *Sobre a estética.*

Necessidade: Que dê a impressão de um veículo desportivo misturado com um todo-terreno.

Requisito de Usuário: Projetar a carroceria segundo às linhas dos veículos desportivos e todo-terreno.

O resto das declarações refletem alguns dos conceitos já registrados antes. Veja-se o segundo usuário externo, neste caso são os passageiros do Buggy e como se converte as necessidades em requisitos de usuário.

Processando o questionário, tem-se:

- *Sobre a função:*

As necessidades expostas já foram contempladas.

- *Sobre os mecanismos.*

As necessidades já foram contempladas.

- *Sobre a segurança.*

Necessidade: Que os dois ocupantes do banco traseiro possam viajar na parte traseira da carroceria do veículo.

Requisito de Usuário: Dispositivo de segurança, para os passageiros sentados na carroceria traseira, viajar sem perigos.

- *Sobre tecnologia.*

As necessidades já foram contempladas.

- *Sobre o uso.*

Necessidade: Que possa transportar pranchas de surf ou "Wind-surf".

Requisito de Usuário: Dispositivo de fixação superior ou lateral para as pranchas. Tomar cuidado com o efeito de asa da prancha.

Necessidade: Possibilidade de rebocar pequenas embarcações.

Requisito de Usuário: Dispor de um gancho para reboque na parte traseira.

- *Sobre a manutenção.*

As necessidades já foram contempladas.

- *Sobre a durabilidade.*

As necessidades já foram contempladas.

- *Sobre a estética.*

Necessidade: Que chame a atenção como carro esporte.

Requisito de Usuário: Projeto de carroceria chamativo e esportivo.

- *Sobre o ambiente de trabalho.*

As necessidades já foram contempladas.

- *Sobre as restrições.*

Necessidade: Que não possa ultrapassar 100 km/h em estrada.

Requisito de Usuário: Velocidade final em estrada, baixa.

A soma dos requisitos de usuário do condutor e dos passageiros do Buggy, conformam os requisitos dos usuários externos ao projeto. Passa-se a análise dos questionários dos usuários internos. Neste caso só tem-se um questionário deste tipo. Este novo questionário requer também o trabalho de conversão de necessidades em requisitos de usuário, pelo qual continua-se na Tarefa 4.

- *Sobre os concertos.*

Necessidade: A proteção do motor dificulta o acesso ao mesmo.

Requisito de Usuário: Facilitar o acesso ao motor pela parte traseira.

Necessidade: A retirada do motor é complicado.

Requisito de Usuário: Projetar uma forma simples de retirar o motor do chassi.

- *Sobre a manutenção.*

Necessidade: Dificuldade com os acessos ao engraxe dos eixos.

Requisito de Usuário: Projetar um acesso facilitado aos pontos de engraxe.

Necessidade: Dificuldade de acesso à parte elétrica.

Requisito de Usuário: Projetar um acesso facilitado à parte elétrica.

Necessidade: Acesso difícil aos cabos de embreagem e à caixa.

Requisito de Usuário: Solucionar o acesso aos cabos de embreagem e à caixa.

Com estes novos requisitos de usuário, termina-se a coleta de necessidades dos usuários internos do projeto. Passa-se agora a uma etapa organizativa.

7.5.1 ORGANIZAÇÃO DA INFORMAÇÃO SOBRE REQUISITOS DE USUÁRIO.

Uma vez obtidos os requisitos do cliente, dos usuários internos e dos usuários externos, passa-se à tarefa de ordenar os dados obtidos.

Antes de passar diretamente ao trabalho de conversão dos requisitos de usuário em requisitos de projeto, faz-se uma tabela resumo dos diferentes requisitos de usuário obtidos, segundo sua classificação e procedência.

LOCALIZAÇÃO		PROCEDÊNCIA		
		CLIENTE	USU. INT.	USU. EXT.
ETAPA CICLO DE VIDA				
REQUISITO USUÁRIO		CLIENTE	USU. INT.	USU. EXT.
PRODUÇÃO/MONTAGEM				
1	Chassi de tubo quadrado aço	1	1	
2	Carroceria fibra de vidro	1	1	2
3	Montagem da carroceria no chassi	1		
4	Custo de produção inferior a 4.000 reais	1		1
5	Projeto de carroceria, patenteável	1		
6	Projeto segundo leis brasileiras	1		
7	Módulos em pára-lamas e pára-choques	1		
8	Usar peças normalizadas	1		
9	Tempo de projeto de 2 meses	1		
MANIPULAÇÃO/EMBALAGEM				
10	Acabamento exterior resistente	1		
DISTRIBUIÇÃO/VENDAS				
11	Dimensões externas segundo padrões	1		
FUNÇÃO				

12	Que use a mecânica VW	1		2
13	Veículo alto	1		2
14	Pneus grandes	1		2
15	Para 4 pessoas com e sem capota	1		1
16	Com pneu de socorro	1		
17	Partida à prova d'água	1		2
18	Motor potência média-baixa			2
19	Tanque de gasolina protegido de choques	1		
20	Proteção de fusíveis	1	1	
21	Proteger parte traseira do motor	1	1	1
22	Proteção contra batidas	1		
USO				
23	Tanque de gasolina pequeno		1	
24	Ergonomia da visibilidade do condutor		1	1
25	Teto facilmente removível	1		2
26	Elaborar manual de proprietário			1
27	Ergonomia da cabina com teto			1
28	Dispositivo para pranchas de surf			1
29	Gancho reboque traseiro			1
30	Velocidade baixa em estrada			1
31	Carroceria personalizada	1		2
32	Carroceria esportiva todo-terreno			2
33	Ergonomia da visibilidade do painel	1		
34	Conforto interior	1		2
35	Interior de fibra de vidro	1		
36	Assentos confortáveis	1		
37	Faróis dianteiros de VW	1		
38	Caixa com chave para pertences			1
39	Sistema anti-roubo			1
40	Apoio para passageiro sentado na carroceria traseira			1
MANUTENÇÃO/REPAROS				
41	Evitar manutenções extras			2
42	Facilitar o acesso traseiro ao motor	1		
43	Facilidade na desmontagem do motor	1		
44	Facilitar acesso ao engraxe	1		
45	Facilitar acesso à parte elétrica		1	1
46	Resolver localização cabos embreagem		1	
AMBIENTAL/DESCARTE				

47	A reciclagem de peças segundo a VW	1
48	A carroceria não terá reciclagem	1

Impõe-se agora uma análise detalhada dos 48 requisitos de usuário identificados; haverá alguns que, por seu peso e importância, terão uma similar redação como requisitos de projeto, assunto que deve ser definido antes de passar à análise com a casa de qualidade e que será visto mais diante; finalmente, haverá outros que poderão ser diretamente eliminados nesta fase de análise. A eliminação de alguns dos requisitos de usuário deve ser feita de acordo com dois critérios:

- o requisito é claramente irrelevante para o projeto ou produto, e
- o requisito é desnecessário por ser repetitivo ou evidente.

Daqueles que poderiam ser eliminados, neste caso, temos os seguintes:

Nº	REQUISITO DE USUÁRIO	ELIMINAR	CRITÉRIO
1	Evitar manutenções extras	sim	evidente
2	Reciclagem de peças segundo a VW	sim	evidente
3	A carroceria não terá reciclagem	sim	irrelevante
4	Usar peças normalizadas	sim	evidente

Desta forma, fica definido um grupo de requisitos de usuário, que passarão ao QFD como as linhas do mesmo, com sua categorização baseada no ciclo de vida do produto, segundo o primeiro passo do procedimento de preenchimento da casa da qualidade, proposta no item 5.5.1, e que serão confrontadas com os requisitos de projeto que se definirão na continuação.

7.6 TAREFA 5. Conversão dos requisitos de usuários em requisitos de projeto.

Alguns dos requisitos de usuário, pela sua importância e clareza, passarão a ter uma similar redação como os requisitos de projeto; neste caso, trata-se dos seguintes:

Nº	REQUISITO DE USUÁRIO CLASSIFICADO SEGUNDO O CICLO DE VIDA	REQUISITO DE PROJETO	CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO OS ATRIBUTOS DO PRODUTO
----	---	----------------------	---

PRODUÇÃO/MONTAGEM

1	Chassi de tubo quadrado de aço	Chassi de tubo quadrado de aço	PRODUÇ/MONTAG.
2	Carroceria de fibra de vidro	Carroceria de fibra de vidro	PRODUÇ/MONTAG.
3	Custo de produção inferior a 4.000 R\$.	Custo de produção inferior a 4.000 R\$.	RESTRIÇÃO
4	Projeto de carroceria patenteável	Projeto de carroceria patenteável	LEGAL/NORMAL.
5	Projeto segundo leis brasileiras	Projeto segundo leis brasileiras	LEGAL/NORMAL.
6	Tempo de projeto em dois meses	Tempo de projeto: dois meses	RESTRIÇÃO

FUNÇÃO

7	Que use a mecânica VW	Motor refrigerado a ar, caixa e eixos do VW.	FUNCIONAL
8	Com pneu de socorro	Com pneu de socorro.	FUNCIONAL
9	Motor de potência média-baixa	Motor VW de 1.500 cc.	FUNCIONAL

USO

10	Teto facilmente removível	Teto leve com fechamento rápido	USO
11	Elaborar manual de usuário	Elaborar manual de usuário	USO
12	Velocidade em estrada, baixa	Motor e caixa do VW de 1.500 cc.	FUNCIONAL
13	Faróis dianteiros de VW	Faróis dianteiros de VW	ESTÉT/EXPRESS.
14	Cinto de segurança nos 4 assentos	Cinto de segurança nos 4 assentos	SEGURANÇA
15	Arco de segurança para os 4 assentos	Arco de segurança para os 4 assentos	SEGURANÇA
16	Caixa com chave para pertences	Caixa com chave para pertences	SEGURANÇA
17	Sistema anti-furto	Sistema anti-furto	SEGURANÇA
18	Interior de fibra de vidro	Acabamento interior em fibra de vidro	ESTÉT/EXPRESS.

Dos itens anteriores, o item 3, referido ao custo de produção, e o item 6, referido ao tempo de projeto, serão considerados como restrições do projeto e não como requisitos.

Os outros 16 requisitos de usuário, convertidos diretamente em requisitos de projeto, não precisam de mais processamento antes da casa da qualidade.

A conversão dos restantes requisitos de usuário em requisitos de projeto pode ser feita mediante o apoio parcial de um programa computacional, em fase de desenvolvimento, e que foi exposto no item 5.4. Como se tem 16 requisitos de usuário convertidos diretamente em requisitos de projeto e, além disso, eliminou-se diretamente outros 4 requisitos de usuário, só resta aplicar o mecanismo computacional de converter os requisitos de usuário em requisitos de projeto aos 28 requisitos de usuário restantes, que serão classificados segundo o critério dos atributos do produto. O resultado da conversão é:

No.	REQUISITO DE USUÁRIO CLASSIFICADO SEGUNDO O CICLO DE VIDA	REQUISITO DE PROJETO PARÂMETRO	CLASSIFICAÇÃO SEGUNDO OS ATRIBUTOS DO PRODUTO
-----	---	-----------------------------------	---

PRODUÇÃO/MONTAGEM

1Montagem da carroceria no chassi	Fixar carroceria ao chassi/Parafusos/mm.	PRODUÇ/MONTAG.
2Módulos em pára-lamas e pára-choques	Carroceria em partes modulares	LEGAL/NORMAL.

MANIPULAÇÃO/EMBALAGEM

3Terminação exterior resistente	Pintura protetora sobre a fibra/Tipo	PRODUÇ/MONTAG.
---------------------------------	--------------------------------------	----------------

DISTRIBUIÇÃO/VENDAS

4Dimensões externas segundo padrões	Comp. max: 3300mm. Larg. max: 1700mm.	COMERCIAL
-------------------------------------	---------------------------------------	-----------

FUNÇÃO

5Veículo alto	Altura chassi-chão / mm.	FUNCIONAL
6Pneus grandes	Pneus 15 atrás e 14 na frente	FUNCIONAL
7Para 4 pessoas com e sem capota	Altura da capota sobre os assentos/mm.	FUNCIONAL
8Partida à prova d'água	Posicionar sist. de ignição alto/mm.	FUNCIONAL
9	Sist. de ignição selado/Modelo	FUNCIONAL
10Tanque gasolina protegido de batidas	Tanque gasolina/ Modelo	SEGURANÇA
11Proteção de fusíveis	Usar fusíveis térmicos/ Amp.	FUNCIONAL
12Proteger parte traseira do motor	Cobrir motor e canos c proteção	SEGURANÇA
13Proteção contra batidas	Chassi reforçado na frente/ mm.	SEGURANÇA

USO

14Tanque de gasolina pequeno	Tanque gasolina 30 l.	USO
15Ergonomia da visibilidade do condutor	Ergonomia da visibilidade/ percentil	USO
16Ergonomia de la cabina com teto	Ergonomia da cabina /percentil	USO
17Dispositivo para pranchas de surf	Colocar tiras no teto de lona	USO
18Gancho reboque traseiro	Chassi com gancho trator	USO
19Carroceria personalizada	Propor 5 modelos atualizados de carroceria	ESTET/EXPRESS.
20Carroceria esportiva todo-terreno	Propor 3 modelos esportivos todo-terreno	ESTET/EXPRESS.
21Ergonomia da visibilidade do painel	Fazer 3 modelos do painel do motorista	ESTET/EXPRESS.
22Conforto interior	Volante macio	ESTET/EXPRESS.
23	3 espelhos retrovisores	ESTET/EXPRESS.
24	Fazer 3 modelos do interior	ESTET/EXPRESS.
25Assentos confortáveis	Assentos reguláveis	ESTET/EXPRESS.
26	Assentos segundo percentil 95	ESTET/EXPRESS.

MANUTENÇÃO/REPAROS

27Facilitar o acesso traseiro ao motor	Aberto na parte inferior	MANUT/REPAR.
28	Porta traseira superior	MANUT/REPAR.
29Facilidade na retirada do motor	Deixar livre a parte inferior traseira do Buggy	MANUT/REPAR.
30Facilitar acesso ao engraxe	Registros permanentes nos pontos de engrax.	MANUT/REPAR.
31Facilitar acesso à parte elétrica	Usar cabos coloridos segundo códigos	MANUT/REPAR.
32	Caixa de fusíveis de fase única	MANUT/REPAR.

33	Caixa de fusíveis no interior	MANUT/REPAR.
34	Localização cabos embreagem Cabos de embreagem com janela de acesso	MANUT/REPAR.

Desta maneira se geraram outros 34 requisitos de projeto, os quais, junto aos anteriores obtidos, passarão às colunas do QFD, segundo o terceiro passo do procedimento para o preenchimento da casa da qualidade do item 5.5.

Impõe-se, de imediato, passar à Tarefa N° 6 da metodologia proposta, correspondente à confecção do QFD.

7.7 TAREFA 6 *Avaliação dos Requisitos de Usuário contra os Requisitos de Projeto.*

Neste estudo de caso foi usado o programa computacional desenvolvido por OGLIARI[17], que evita os trabalhos manuais sobre um volume tão grande de requisitos de usuário e requisitos de projeto; os resultados do uso do programa, com a casa da qualidade preenchida, são mostrados na Fig. 7.1.

Pode observar-se a ordem de importância dos requisitos de projeto como resultado do trabalho da casa da qualidade; com relação a isto, destaca-se que os requisitos de projeto mais importantes apresentaram ser os relacionados com o modelo do carro, a altura do chassi e o material da carroceria, assim como aspectos ergonômicos e de conforto do interior.

Outros requisitos de projeto, como a utilização de fusíveis térmicos, a altura do sistema de partida e a utilização de tanque de gasolina especial, tornaram-se pouco importantes na avaliação final, podendo ainda ser eliminados como possíveis especificações de projeto.

Com estes elementos, passa-se à tarefa N° 7 da metodologia proposta:

- Relacionamentos**
- (+5) F. Positivo
 - (+4) Positivo +
 - (-1) Negativo -
 - (-5) F. Negativo
 - (5) Forte
 - (3) Medio
 - (1) Fraco
 - (0) Nenhum

"Quanto"	Valor:	Classificação:	Necessidades do Consumidor		Requisitos de Qualidade		Valor Consumidor
			Função	Uso	Função	Uso	
3º	857		Veículo alto		Alto do chassi		7
7º	727		Pneus grandes		Pneu 15" até 17"		7
6º	746		Para 4 pessoas co		Alto do eixo		9
2º	210		Perda a prova d		Alto do para		6
4º	42		Proteção elétrica		Siz. parafusos		7
4º	76		Motor, caixa e eix		Fluxos térmico		10
11º	618		Tanque gasolina		Moto, caixa e e		7
10º	648		Proteção do moto		Tanque gasolina		7
3º	189		Proteção contra b		Ergonomia do ve		5
13º	510		Arco segurança p		Condição do ter		16
3º	189		Sistema anti-furto		Ergonomia da c		5
10º	648		Tanque gasolina		Dispositivo iner		7
3º	189		Ergonomia da vis		Teto leve com fe		5
13º	510		Ergonomia da ca		Manual do usari		16
3º	189		Disp. para fixar p		Carroceria perso		5
13º	510		Cancho para reb		Carroceria esport		16
3º	189		Pneu de reposição		Visibilidade do p		5
13º	510		Teto leve com fec		Conforto interior		16
3º	189		Manual do usari		Assentos confortá		5
13º	510		Carroceria perso		Faros dianteiros d		16
3º	189		Carroceria esport		Cinto de seguran		5
13º	510		Visibilidade do p		Caixa com chave		16
3º	189		Conforto interior		Acesso traseiro a		5
13º	510		Assentos confortá		Desmontagem do		16
3º	189		Faros dianteiros d		Acesso aos ponto		5
13º	510		Cinto de seguran		Acesso a parte elé		16
3º	189		Caixa com chave		Localização da ca		5
13º	510		Acesso traseiro a		Montagem de car		16
3º	189		Desmontagem do		Acabamento exte		5
13º	510		Acesso aos ponto		Classif tubo quad		16
3º	189		Acesso a parte elé		Carroceria de fib		5
13º	510		Localização da ca		Acabamento inter		16
3º	189		Montagem de car		Para-lamas e par		5
13º	510		Acabamento exte		Carroceria patent		16
3º	189		Classif tubo quad		Construir segund		5
13º	510		Carroceria de fib		Dimensões extom		16
3º	189		Acabamento inter				5
13º	510		Para-lamas e par				16
3º	189		Carroceria patent				5
13º	510		Construir segund				16
3º	189		Dimensões extom				5

Fig. 7.1 Casa da Qualidade do novo modelo de Buggy

7.8 TAREFA 7 *Conversão de requisitos de projeto em Especificações de projeto.*

Os requisitos de projeto, organizados e hierarquizados nos resultados finais da casa da qualidade, serão a base para a elaboração das especificações de projeto; este passo será feito usando o modelo proposto no capítulo 6, item 6.3 e que, para o estudo de caso que se apresenta, aparece no quadro 7.1. Aparecem organizados por atributos do produto e na ordem de importância resultante da casa da qualidade.

Além das especificações, precisa-se de uma descrição do produto, das declarações explícitas dos clientes e usuários e das restrições:

DESCRIÇÃO DO PRODUTO

Será projetado um veículo automotor leve, esportivo, próprio para circular sobre as dunas de areias e sobre água rasa; deverá poder circular também por ruas e estradas convencionais, transportará 4 pessoas comodamente, possuirá um teto leve fácil de colocar e tirar, podendo circular sem teto a maior parte do tempo. Terá uma carroceria personalizada, feita de resina de poliéster reforçada com fibra de vidro e usará a mecânica e o motor do carro popular da VW.

DECLARAÇÕES:

Não tem declarações especiais.

RESTRIÇÕES:

- 1.- O custo de produção não pode ultrapassar a 4.000 R\$.
- 2.- O tempo máximo de projeto é de dois meses.

MODELO TÍPICO PARA PREENCHER AS ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO

Nome: Modelo de Buggy		Data: Fevereiro/96					
Clasif. No.	Especificação de Projeto	D	Unidad Medição	Objetivo	Sensores	Saídas Indesej.	Comentarios
1	Projetar 5 modelos de carroceria	X	-	Seleção	Modelo	Imagem ruim	Fator fundamental externo.
2	Projetar 3 modelos tipo esportivos	X	-	Seleção	Esportivid.	Imagem ruim	Imagem esportiva.
3	Altura chassi-chão maior que 300 mm.	X	mm.	Circulac. livre	Altura	Circ. pobre	Para circular sobre agua rasa.
4	Carroceria de fibra de vidro c/ resina	X	Material	Leveza	Dureza	Pouca resit.	Permite formas complexas.
5	Facer est. ergonomico da cabina	X	Percentil	Comodidade	4 pessoas	Incomodid.	Os pasajeros traseiros, cómodos
6	Altura do teto adequada	X	Percentil	Evitar o contato cabeça-teto	4 pessoas	Focar cabeça com teto	Os ocupantes dos assentos traseiros devem ter posição normal.
7	Penus aro 15 traseiro e 14 dianteiro	X	Aro	Altura do chassi	Inclinação	Muito inclin.	Cuidar o contato c/ a carroceria.
8	Aro de aço tipo santo antonio	X	mm	Proteção	Altura	Muito baixo	É um elemento multipropósito.
9	Projetar 3 modelos do interior	X		Seleção	Conforto	Incomodid.	Funcional e prática.
10	Facer est. da visibilidade do motorista	X	Percentil	Melhorar visual	Visual	Visual ruim	Cuidar o pára-brisas.
11	Deixar livre a parte traseira inferior	X		Baixar o motor	Posibilidad.	Pouco espaço	Proteger con peças desmontaveis
12	Parafusar carroceria ao chassi	X	Diam.mm	Poder desmont.	Fixação	Pouca segur.	Garantir acceso aos parafusos.
13	Projetar um teto leve de lona.	X		Poder tirar para circular sin ele	Chuva	Umidade int	Deve permitir entrar e sair com facilidade e permitir visibilid.
14	Chassi de tubo cuadrado de aço	X	mm.	Resistencia	Rigidez	Soldura ruim	Projetar com seguridad.
15	Motor, caixa e eixos do VW sedán	X	Modelo	Versatilidade			Motor refrigerado a ar 1.500cc.
16	Acabamento interior de fibra de vidro	X		Economia	Simplicid.	Design ruim	Projetar conforme a carroceria
17	Projetar 3 modelos de painel	X		Conforto	Visibilid.	Panel caro	Usar instrumentos simples.
18	Projetar pára-lamas e pára choques com critério modular.	X	Partes	Versatilidade	Cantidade	Unões ruins	Tentar solucionar as batidas.
19	Pota traseira de acceso ao motor	X		Concertos	Facilidade	Fechar motor	Solucionar o molde de fibra.
20	Botar um gancho para reboque	X		Tirar carreta		Fechar motor	Fixado ao chassi.
21	Projetar cadeiras percentil 95	X	Percentil	Conforto	Comodid.		Construção simples.
22	Cadeiras dianteras ajustaveis	X		Regulagem	Conforto	Incomodid.	Mecanismo simples.

Clasif.	No.	Especificação de projeto	D	O	Unidad de Medição	Objetivo	Sensores	Saidas Indesejáveis	Comentarios
Segur.	23	Projetar dispositivo de segurança para proteger as mãos do motor.	X			Proteção	Cobertura	Queimadas	Situar na parte traseira.
Uso	24	Situar 3 espelhos retrovisores	X		Cantidade	Visual	Visibilidade	Visual ruim	Situar espelhos laterais altos.
Segur.	25	Cintos de segurança nos 4 assentos	X		Cantidade	Segurança	Fixação	Fixação ruim	Cintos de 3 pontos.
Segur	26	Colocar caixa com chave para pertences	X			Pertences	Colocação	Visual ruim	Colocar dentro de cabina.
Função	27	Colocar o sist. de ignição alto	X		mm.	Evitar umidade	Altura	Umidade	Decidir baseado no motor VW.
Uso	28	Usar pintura protetora externa	X		Tipo	Proteção da fibra	Qualidade	Cor ruim	Proteger do sol e da chuva.
Legal	29	Projetar uma carroceria patenteável	X			Poder patentear	Patenteável		Fazer busqueda em IPI.
Uso	30	Botar um volante emborrachado	X			Conforto			Colocar volante esportivo.
Manut.	31	Cuidar dos registros de engraxado	X		Cantidade	Facilidade			Cuidar mecanismo de direção.
Manut.	32	Colocar registros para cabo embreagem	X		Cantidade	Regulagem			Facilitar montagem.
Norm.	33	Dimensões max. 3.300 x 1.700	X		mm.	Cumprir Norma	Dimensões		O menor possível para 4 pessoas.
Uso	34	Botar dispositivo para levar pranchas	X			Transp. pranch.		Efeito de asa	Projetar dispositivo nel teto.
Uso	35	Projetar com pneu de socorro	X			Levar estepe		No levar	Achar um lugar para o estepe.
Segur.	36	Dispor um sist. anti-furto	X			Segurança			Instalar de fábrica.
Estet.	37	Faros dianteiros do sedan VW	X			Simplicidade			Usar base e parte elétrica.
Uso	38	Fazer um manual de proprietário	X			Garantia			Fazer manual simples.
Manut	39	Botar a caixa de fusíveis nel interior	X			Facilidade			Colocar perto do painel.
Manut.	40	Usar cabos elétricos com código cores	X			Facilidade			Projetar segundo código cores.
Uso	41	Tanque de gasolina pequeno	X		litros	Pouco espaço			Colocar convenientemente.
Segur.	42	Reforçar o chassi na frente	X			Segurança	Reforço		Reforçar com lâmina de aço.
Manut.	43	Usar caixa de fusíveis de cara única	X			Facilidade			Usar caixa normalizada.
Função	44	Usar fusível térmico	X		Amp.	Segurança			Fusíveis normalizados.
Segur.	45	Tanque de gasolina à prova de batidas	X		Modelo	Segurança			Usar tanque normalizado
Legal	46	Projeto segundo leis brasileiras	X			Cumprir legis.			Revisar leis espanholas.
Função	47	Usar sist. de ignição selado	X		Modelo	Evitar entr. água			Segundo custo do dispositivo.

1991

CAPÍTULO VIII

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8.1 SÍNTESES.

A dissertação trata de um tema teórico-metodológico, que deve ser testado na realidade das organizações de projeto de produtos industriais, com a finalidade de avaliar as possibilidades da metodologia proposta. Como a atividade de projeto deve-se apoiar em trabalhos de pesquisa, se passará na continuação a apresentar as conclusões e recomendações seguintes:

8.2 CONCLUSÕES.

1. - Do estudo da revisão bibliográfica e da experiência em trabalhos de projetos executados, constata-se o pouco uso que os engenheiros de projeto fazem das ferramentas elaboradas para apoiar esta primeira etapa do projeto.
2. - O tema abordado possui bastante documentação escrita, tanto em livros sobre a matéria como em trabalhos apresentados em eventos internacionais especializados, mas não existe consenso na terminologia adotada por especialistas e pessoas envolvidas nesta atividade de início do projeto.

3. - Existem várias tendências para a abordagem desta etapa inicial de projeto de produtos industriais, mas torna-se evidente concluir que qualquer abordagem que se adote ao começar o projeto, deve incluir a análise das necessidades de todos os envolvidos ou afetados pelo projeto ou produto resultante, como uma guia inequívoca para um projeto bem sucedido.
4. - É aconselhável abordar metodicamente a elaboração de um banco de dados na fase de necessidades, que recompila toda a informação existente e dispersa, sobre requisitos de usuário usados em projetos de produtos industriais.
5. - Torna-se também importante, elaborar um banco de dados de requisitos de projeto, como elemento de informação útil para a elaboração das especificações de projeto de produtos.
6. - É imperioso o uso do computador para o manuseio da copiosa informação que é necessária manipular durante o trabalho, tanto com os requisitos de usuário como com os requisitos de projeto associados aos mesmos.
7. - Se faz necessário tratar com critério único, dentro de um sistema especialista, toda a problemática associada ao manejo das necessidades e requisitos, quando se trabalha a elaboração das especificações de projeto de produtos industriais.
8. - Um aspecto importante no manejo da volumosa informação que aparece nesta primeira etapa é o critério de classificação da mesma, tanto na fase de requisitos de usuário como na fase de requisitos de projeto e especificações de projeto. Os conceitos de ciclo de vida, como elemento classificador dos requisitos de usuário, e o conceito de atributos do produto, como classificador dos requisitos e especificações de projeto, tornam-se de uma excelente utilidade para serem usados nesta etapa inicial.

8.3 RECOMENDAÇÕES.

1. - Utilizar a metodologia proposta nos trabalhos de projeto que sejam executados pelo departamento de engenharia mecânica da UFSC, assim como em exercícios com alunos da pós-graduação, como comprovação da possível efetividade.
2. - Desenvolver uma pesquisa, que inclua a elaboração de dois bancos de dados: um deles de requisitos de usuário e outro de requisitos de projeto, fazendo parte de um sistema especialista para a elaboração das especificações de projeto de produtos industriais.
3. - Realizar uma pesquisa junto às empresas de projeto do sul do Brasil, para determinar os mecanismos metodológicos empregados nesta primeira etapa de elaboração dos projetos de produtos industriais, tentando introduzir métodos mais efetivos.

ANEXO 1

PROCEDIMENTO DE PREENCHIMENTO DA CASA DA QUALIDADE DA QUALIDADE.

A seguir se passa a detalhar um procedimento manual para o preenchimento da casa da qualidade, tentando orientar a forma mais simples possível de como se faz o trabalho.

PRIMEIRO PASSO:

O QUE FAZER: Situam-se os requisitos de usuário, classificados adequadamente segundo o ciclo de vida do produto, nas linhas da matriz principal.

COMO FAZER: Tomando como base as respostas dos questionários de usuários e clientes, referidos no item 4.3, as mesmas devem ser convertidas em requisitos de usuário segundo procedimento detalhado no item 4.4. Estes requisitos de usuário, serão classificados e agrupados de acordo com o critério do ciclo de vida exposto na Fig. 4.1. Os requisitos de usuário, ordenados e classificados, se situam diretamente nas linhas da matriz principal do QFD. O passo aparece na Fig. A.1.

REQUISITOS DE USUÁRIO		FUNÇÃO	REQUISITOS DE PROJETO				Valor do usuário	CONCORRÊNCIA					
REQUISITOS DE USUÁRIO	FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.											
		Chassi de aço.											
	USO	Para quatro pessoas											
		Segurança na capotagem											
		Valor											
		Classificação											

Figura A.1 Preenchimento dos requisitos de usuário.

SEGUNDO PASSO:

O QUE FAZER: Valorizam-se os requisitos de usuário conforme sua importância, em uma tabela de avaliações (0-10), preenchendo a última coluna da matriz principal.

COMO FAZER: Os requisitos de usuários obtidos, segundo procedimento explicado no primeiro passo desta metodologia, são avaliados pelo projetista dado a importância e o grau de vinculação com a possível solução do projeto. Como ainda é uma etapa onde existem muitas incógnitas, o projetista pode apoiar-se nos questionários de usuários e clientes e pelo grau de importância que estes dão ao requisito. A escala será de 0-10, onde a nota 10 corresponde uma importância máxima do requisito, 5 uma importância média e 0 nenhuma importância. O passo é exemplificado na Fig. A.2.

REQUISITOS DE PROJETO			CONCORRÊNCIA								
			Valor do usuário								
REQUISITOS DE USUÁRIO	FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.					10				
		Chassi de aço.					7				
	USO	Para quatro pessoas.					8				
		Segurança na capotagem					8				
Valor											
Classificação											

Figura A.2 Valoração dos requisitos de usuário

TERCEIRO PASSO:

O QUE FAZER: Situam-se os requisitos de projeto nas colunas da matriz principal, classificados segundo o critério dos atributos do produto, incluindo a unidade de medição.

COMO FAZER: Os requisitos de projeto, obtidos mediante o procedimento detalhado no item 5.4, devem ser classificados com o critério discutido no item 5.3, correspondente aos atributos do produto. Os requisitos de projeto, classificados e ordenados, são situados nas colunas da casa da qualidade, segundo a Fig. A.3.

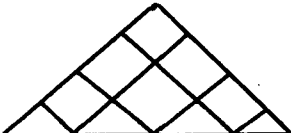
REQUISITOS DE PROJETO						Valor do usuário	CONCORRÊNCIA			
		Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço					
FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.					10				
	Chassi de aço.					7				
USO	Para quatro pessoas.					8				
	Segurança na capotagem					8				
Valor										
Classificação										

Figura A.3 Preenchimento dos requisitos de projeto

QUARTO PASSO:

O QUE FAZER: Preenchem-se as colunas verticais da matriz da extrema direita, correspondente aos modelos de comparação da concorrência.

COMO FAZER: Os modelos concorrentes, selecionados segundo o item 3.2, como modelos aproximados ao produto que se pretende projetar, são situados como colunas ao lado direito da matriz principal. Para o caso de projetos de produtos totalmente novos, deve-se encontrar produtos similares em características funcionais ou de uso, para poder comparar. Ver Fig. A.4.

REQUISITOS DE PROJETO			CONCORRÊNCIA									
			Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço	Valor ao usuário	Mod. HB	Mod. DUNA	Mod. WAY	Somatória	Somatória/n
REQUISITOS DE USUÁRIO	FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.					10					
		Chassi de aço.					7					
	USO	Para quatro pessoas.					8					
		Segurança na capotagem					8					
Valor												
Classificação												

Figura A.4 Preenchimento dos modelos da concorrência

QUINTO PASSO:

O QUE FAZER: Valoriza-se cada requisito de usuário contra cada requisito de projeto, de acordo com o relacionamento entre eles, usando uma escala de valoração relativa de quatro valores: (0-1-3-5).

COMO FAZER: Este é o passo fundamental da casa da qualidade. Cada requisito de usuário é confrontado com cada requisito de projeto, dando uma valorização ao relacionamento entre eles, segundo uma escala de quatro valores: 0, quando o relacionamento entre os requisitos de usuário e de projeto é nulo; 1, quando é fraco; 3, quando é médio e 5 quando o relacionamento é grande. Alguns autores recomendam estabelecer símbolos para cada avaliação, outros recomendam situar o número decidido (0-1-3-5). Do ponto de vista do resultado final, não tem importância um ou outro procedimento. Ver Fig. A.5.

REQUISITOS DE USUÁRIO		REQUISITOS DE PROJETO				Valor do usuário	CONCORRÊNCIA				
		Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço		Mod. HB	Mod. DUNA	Mod. WAY	Somatória	Somatória/n
FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.	5	3	3	0	10					
	Chassi de aço.	3	5	3	5	7					
USO	Para quatro pessoas.	5	3	5	3	8					
	Segurança na capotagem	0	3	3	5	8					
Valor											
Classificação											

Figura A.5 Valorização dos requisitos de usuário vs. requisitos de projeto

SEXO PASSO:

O QUE FAZER: Preenche-se o teto da casa da qualidade, entre os requisitos de projeto, em uma de quatro valores: dois positivos e dois negativos.

COMO FAZER: Cada requisito de projeto é confrontado com o resto desses requisitos, devendo vincular-se um relacionamento entre eles, situado em um losângulo. Ele pode ser positivo ou negativo; o caso positivo, acontece quando um requisito beneficia positivamente o outro. Existem duas escalas positivas: uma delas para um forte relacionamento positivo, com valor de +5, e outra para o fraco, com valor de +1. O relacionamento negativo se dá se o incremento de um requisito enfraquece o outro requisito que se avalia; neste caso também existem duas valorizações para o relacionamento: uma para um forte relacionamento negativo, com valor de -5 e outra para um fraco relacionamento negativo, com valor de -1. Estas valorizações localizam-se no teto, segundo a Fig. A.6.

REQUISITOS DE PROJETO		<table border="1" style="display: inline-table; text-align: center;"> <tr><td></td><td>+1</td><td>+1</td><td>+5</td></tr> <tr><td>+1</td><td></td><td>+1</td><td>+5</td></tr> <tr><td>+1</td><td>+1</td><td></td><td>+5</td></tr> <tr><td>+5</td><td>+5</td><td>+5</td><td></td></tr> </table>					+1	+1	+5	+1		+1	+5	+1	+1		+5	+5	+5	+5		CONCORRÊNCIA					
			+1	+1	+5																						
+1		+1	+5																								
+1	+1		+5																								
+5	+5	+5																									
		Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço	Valor do usuário	Mod. HB	Mod. DUNA	Mod. WAY	Somatória	Somatória/n																
FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.	5	3	3	0	10																					
	Chassi de aço.	3	5	3	5	7																					
USO	Para quatro pessoas.	5	3	5	3	8																					
	Segurança na capotagem	0	3	3	5	8																					
Valor																											
Classificação																											

Figura A.6 Valorização dos requisitos de projeto vs. requisitos de projeto

SÉTIMO PASSO:

O QUE FAZER: Preenche-se a matriz da extrema direita correspondente à análise da concorrência, dando às relações uma escala de (0-5).

COMO FAZER: Cada requisito de usuário é valorizado frente a cada modelo da concorrência. A valorização é feita tomando por base como esses modelos respondem cada requisito de usuário, usando uma escala de 6 possibilidades; a valoração de 0 é de um pobre atendimento do modelo ao requisito; a valoração de 5 corresponde a uma resposta ótima do modelo frente ao requisito de usuário; entre os extremos, valorações intermediárias devem ser decididas segundo os dados conhecidos dos concorrentes. As mesmas guiarão o projeto a soluções similares ou melhoradas dos produtos da concorrência. Ver Fig. A.7.

REQUISITOS DE PROJETO		<table border="1" style="display: inline-table; text-align: center;"> <tr><td></td><td>+1</td><td>+1</td><td>+5</td></tr> <tr><td>+1</td><td></td><td>+1</td><td>+5</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>					+1	+1	+5	+1		+1	+5					CONCORRÊNCIA				
			+1	+1	+5																	
+1		+1	+5																			
		Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço	Valor do usuário	Mod. HB	Mod. DUNA	Mod. WAY	Somatória	Somatória/n											
REQUISITOS DE USUÁRIO	FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.	5	3	3	0	10	5	5	5												
	Chassi de aço.	3	5	3	5	7	5	5	5													
USO	Para quatro pessoas.	5	3	5	3	8	3	1	1													
	Segurança na capotagem	0	3	3	5	8	3	1	3													
Valor																						
Classificação																						

Figura A.7 Valorização dos requisitos de usuário vs. modelos da concorrência

OITAVO PASSO:

O QUE FAZER: Preenchem-se os campos para os resultados da matriz da avaliação da concorrência, na extrema direita.

COMO FAZER: Somam-se as avaliações de cada requisito de usuário e divide-se pelo número de modelos tomados como concorrentes; a operação dá num valor médio das avaliações feitas para cada requisito de usuário frente aos modelos da concorrência. Este valor se multiplica pelo valor do peso de importância do requisito de usuário. A resultante desta multiplicação será um número representativo do peso do requisito de usuário, relativo aos produtos concorrentes. Ver Fig. A.8. As operações anteriores têm dois objetivos:

- 1) Ter uma idéia da importância dada pela concorrência ao requisito de usuário .
- 2) Obter um valor melhorado, que mistura o valor unitário do requisito de usuário, com a valorização que a concorrência faz do mesmo.

REQUISITOS DE PROJETO			<table border="1" style="display: inline-table; text-align: center;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>+1</td></tr> <tr><td></td><td>+1</td><td></td><td>+5</td></tr> <tr><td>+1</td><td></td><td>+1</td><td>+5</td></tr> </table>							+1		+1		+5	+1		+1	+5	CONCORRÊNCIA				
						+1																	
	+1		+5																				
+1		+1	+5																				
			Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço	Valor do usuário	Mod. HB	Mod. DUNA	Mod. WAY	Somatória	Somatória/n											
REQUISITOS DE USUÁRIO	FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.	5	3	3	0	10 50	5	5	5	15	5											
		Chassi de aço.	3	5	3	5	7 35	5	5	5	15	5											
USO		Para quatro pessoas.	5	3	5	3	8 13	3	1	1	5	1,6											
		Segurança na capotagem	0	3	3	5	8 18	3	1	3	7	2,3											
Valor																							
Classificação																							

Figura A.8 Calculo dos resultados da valorização da concorrência

NONO PASSO:

O QUE FAZER: Preenchem-se os campos finais resultantes do extremo inferior da matriz principal, que relacionam as valorações entre os requisitos, estabelecendo-se uma ordem de importância para os requisitos de projeto.

COMO FAZER: O valor de cada relacionamento entre requisitos obtidos no quinto passo, é multiplicado pelo valor final obtido no passo oitavo desta metodologia e que significa a valoração dos requisitos de usuário relativa aos modelos da concorrência; o valor resultante situa-se na matriz principal.

Tomando a somatória destas multiplicações, em uma mesma coluna, se tem um número representativo do valor relativo do requisito de projeto integralmente. A pontuação obtida é ordenada em ordem decrescente, correspondendo o primeiro lugar ao requisito de projeto que maior valor obteve; ordenam-se, de maneira decrescente, o resto dos requisitos de projeto. Fig. A.9.

REQUISITOS DE PROJETO		<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td></td><td></td><td></td><td>+1</td></tr> <tr><td></td><td>+1</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>+1</td><td></td><td>+1</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>+5</td></tr> </table>							+1		+1			+1		+1					+5	CONCORRÊNCIA				
					+1																					
	+1																									
+1		+1																								
			+5																							
		Motor de VW	Chassi tubo aço	4 pessoas c/capota	Aro de seg. aço	Valor do usuário	Mod. HB	Mod. DUNA	Mod. WAY	Somatória	Somatória/n															
FUNÇÃO	Motor de baixa potencia.	5	3	3	0	10	5	5	5	15	5															
	Chassi de aço.	3	5	3	5	7	5	5	5	15	5															
USO	Para quatro pessoas.	5	3	5	3	8	3	1	1	5	1,6															
	Segurança na capotagem	0	3	3	5	8	3	1	3	7	2,3															
Valor		421,4	420,7	377,5	308																					
Classificação		1	2	3	4																					

Figura A.9 Cálculo e preenchimento da ordem final dos requisitos de projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACK, N. Metodologia de projetos de produtos industriais, Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1983.
2. BONSIEPE, G. Teoría y práctica del diseño industrial, Centro Português de Design, 1992.
3. ALEXANDER, C. Notes on the synthesis of form, Harvard University Press., Cambridge, 1971.
4. PAHL & BEITZ, Engineering design-A systematic approach, London, The Design Council/Springer-Verlag, 1991.
5. HUBKA, V. Theory of the technical systems, London, Springer-Verlag, 1988.
6. ULLMAN, D. The mechanical design process, Mc. Graw Hill, Singapura, 1992.
7. BONSIEPE, G. Las 7 columnas del diseño, UAM, México, 1993.
8. RODRIGUEZ, L. Teoría del diseño, Tilde Editores S.A. México, 1989.
9. DICCIONARIO de filosofia, Cultura Popular, México 1978.
10. ROSA, E. et alli Novos enfoques para concepção de produtos com o uso de sistemas CAE/CAD/CAM. CICONGRAF, S. Paulo, 1995.
11. OGLIARI, A. Sistematização da concepção de instrumentos de medição auxiliada por computador. Proposta de Tese. UFSC, Florianópolis, 1994.
12. RABINS, M. Design Theory and Methodology. A new discipline. Mechanical Engineering, March 1991.
13. DIXON, J. R. New goals for engineering education. Mechanical Engineering, March. 1991.
14. PETER, G. The future of design and its management. Tempus Books of Microsoft, Oxford, 1994.

15. DIXON, J. R. The state of education. Mechanical Engineering, Feb. 1991.
16. YOSHIKAWA, Design philosophy. The state of art. Vol. 38, 1989. Annales of the CIRP.
17. OGLIARI, A. et alli Implementação computacional do processo de concepção de produtos utilizando analisis orientado a objetos e sistemas especialistas. UFSC. Dpto. Eng. Mecânica, GRANTE, 1995.
18. AURELIO Diccionario brasileiro português. Nova Fronteira S/A Rio de Janeiro, 1998.
19. HUBEL, V. Focus on designing. Mc. Graw Hill, Ryerson limited, 1984.
20. DORST K. Comparing the paradigms of design methodology. Prague, ICED 1995.
21. FIOD M. Desenvolvimento de um sistema computacional para auxiliar a concepção de produtos industriais. Tese de doutorado, UFSC, Set. 1993.
22. BLANCHARD & FABRYCKY. Systems Engineering and Analysis. Prentice Hall, N. Jersey, 2a. ed. 1990.
23. STAUFFER, L. et alli Enhancing the product definition process. ICED 1993.
24. HUNDAL, M. Researching in design theory and methodology in West Germany. Mechanical Engineering. 1990.
25. KAULIO M. et alli Products requirements engineering. Methods mediantig objets and preconditions in SMEs. ICED 1995.
26. VERMA, D. et alli Development of fuzzy requirements matrix to support concetual systems design. ICED 1995.
27. KHADILKAR D. et alli Evaluating the reuse of design information: and experimental case study. ICED 1995.
28. SIVALOGATHAN S. et alli Products development with design funtion deployment. ICED 1995.
29. TJALVE, E. A short course in industrial design. Butterworth and Co. Ltd. 1979.
30. KIMG, B. Better design in half time. Goal/QPC, 3a. ed, 1989.

31. WYNN, H. Robust engineering design with design function deployment, DFD. ICED 1993.
32. MURRAY, Moticação e emoção. Rio de Janeiro, Zabor, 1973.
33. MASLOW, Motivation and personality. New York, Harper and Row, 1954.
34. Mc. CLELLAND J. L. Research Group, 1986. Parallel distributed processing, Vol. 2 Psychological and biological models. Cambridge, Mass. MIT Press.
35. ADLER, What life should mean to you. Boston, Tittle Brown, 1931.
36. HEZBERG, One more time: How do you motivate employees. Harward Business Reveiw, Jan-Feb. 1968.
37. FROMM, Tener o ser? Fondo de cultura económica, México 1978.
38. MARCUSE, H. El hombre unidimensional. J. Mortiz, México 1968.
39. BUARDILLARD J. La génesis idelógica de las necesidades. Anagrama, Barcelona 1973.
40. SELLE, G. Ideología y utopia del diseño. Gustavo Gil, Barcelona, 1973
41. ALVARADO, C et alli. O problema do cliente. Laboratorio de ergonomia, Dpto de Eng. da Produção da UFSC. Relatorio interno, 1994.
42. PEREIRA, N. Modelo para percepção de necessidades. Dissertação de mestrado, Eng. da Produção, UFSC, 1995.
43. DURAN, J. A qualidade desde o projeto. Pionera, Sao Paulo, 1992.
44. ROVALO, F. Conformación y expresividad: la forma sigue a la expresión. Cuadernos de diseño, Universidad Iberoamericana, México, 1995.
45. RODRIGUEZ, L. El diseño preindustrial, una visión histórica. Universidad autónoma metropolitana de México, México, 1995.
46. HAUSER e CLAUSING. The house of quality. Business Harvard Review, May-Jun. 1988.
47. CARDOSO, V. Implementação de um sistema computacional da Casa da Qualidade QFD em C++, usando recursos de armazenamento de objetos em arquivos. Laboratorio de Projeto, Departamento de Eng. Mecânica, UFSC, 1995.

48. JAKOBSEN, K.et alli Formalized specification of functional requirements. ICED 1991.
49. ROTH, K. Konstruieren Mit Konstruktion Katalogen. Springer, 1982.
50. PUGH, S. Total design. Integrated methods for sucessfull product. Addison-Wisley, 1990.
51. BALLOW, R. Logística Empresarial. Atlas. S.P. 1993.