

CAPÍTULO III

REQUISITOS DE PROJETO

3.1 INTRODUÇÃO

Conforme visto no capítulo anterior, no âmbito da etapa de projeto informacional, após as tarefas de pesquisa de informações e a definição de ciclo de vida, parte-se para o estabelecimento dos requisitos de projeto.

Esta atividade é extremamente importante, pois além de propiciar o entendimento e a descrição do problema na forma funcional, não funcional, qualitativa e quantitativa, formalizando a tarefa de projeto, fornece a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão, utilizados nas etapas posteriores do processo de projeto.

A definição inadequada dos requisitos ou uma determinação imprópria de certos aspectos do problema, poderá causar uma seqüência de decisões que fará emergir uma solução para um problema diferente do requerido. Ou seja, obter-se-á a solução de um problema definido erroneamente, resultando na perda de quase todos os recursos gastos.

Outro aspecto importante, é com relação a questão da qualidade do produto, onde segundo a referência [3-1] o grau de qualidade de um produto é eficientemente medido pelo grau de incorporação ao produto dos desejos e necessidades do consumidor.

Esta etapa compreende basicamente três passos básicos:

- estudo e identificação das necessidades junto aos clientes do projeto;
- definição dos requisitos gerais que a solução almejada deve preencher para a satisfação das necessidades dos clientes;
- elaboração das especificações de projeto.

3.2 - ESCOPO DAS NECESSIDADES

Essencialmente, a única justificativa para o desenvolvimento de uma atividade de projeto, é a existência de necessidades reconhecidas. Desta forma, o projeto em engenharia é uma atividade voltada para o atendimento das necessidades de certas pessoas e ou organizações, na qual os produtos devem ser projetados de acordo com estas necessidades.

Devido ao fato de que a terminologia associada ao desenvolvimento de produtos não ter sido padronizada, atualmente na literatura são comumente encontrados termos tais como: usuários, consumidores, clientes, compradores, e associados a alguns destes termos, atributos do tipo internos e externos, e diretos e indiretos, que são empregados para designar as pessoas e ou organizações cujas necessidades devem ser atendidas por um produto a ser projetado.

No presente texto, será utilizada a denominação **clientes de um projeto**, para representar todas as pessoas e ou organizações, que irão comprar para uso e consumo um dado produto, resultado de uma atividade de projeto de engenharia, e também aquelas que estarão envolvidas direta ou indiretamente com o ciclo de vida do produto. É a partir da consideração das necessidades de cada um deles que se formulará um entendimento mais completo daquilo que se vai projetar.

Desta forma, um dos primeiros passos é identificar quem são os clientes, ou seja, aqueles que serão afetados ou tiverem alguma relação com o produto a ser projetado.

Os clientes de um projeto podem ser classificados em três tipos diferentes: clientes externos, clientes intermediários e clientes internos.

O termo **clientes externos** é utilizado para definir o conjunto de pessoas ou organizações que irão usar ou consumir o produto. De uma forma geral, estes clientes desejam que os produtos contenham atributos tais como: qualidade, baixo preço de aquisição e manutenção, eficiência, segurança, durabilidade, confiabilidade, fácil operação, manutenção e descarte, visual atrativo (estéticos), incorporem as últimas tendências e desenvolvimentos tecnológicos e que sejam ecologicamente corretos.

Os desejos destes clientes devem ser tratados com a máxima prioridade, pois se o produto não atender as necessidades e requisitos destes, o mesmo irá resultar num fracasso em termos de vendas.

Os **clientes intermediários** correspondem aqueles responsáveis pela distribuição, vendas e marketing do produto. Estes, normalmente, esperam que o produto satisfaça a todos os desejos e necessidades dos clientes externos, seja fácil de embalar, armazenar e transportar, seja atrativo e possa ser adequadamente exposto para o público. O atendimento destas necessidades é um fator determinante para que o distribuidor tenha sucesso na venda do produto.

Por **clientes internos** entende-se como sendo os fabricantes e o pessoal envolvido no projeto e na produção dos produtos. Estes esperam que o produto contenha operações tanto de fabricação quanto de montagem fáceis e seguras, utilize recursos disponíveis (instalações, equipamentos, matéria-prima e mão-de-obra), utilize componentes padronizados, utilize as facilidades existentes e produza um mínimo de refugos e partes rejeitadas [3-2].

Segundo a referência [3-3], as necessidades humanas parecem ser ilimitadas tanto em volume quanto em variedade. Os seres humanos são por natureza aquisitivos, existindo oportunidade eles acumulam bens, serviços, poder, influência, etc..

Além da complexidade natural das necessidades humanas, elas são também influenciadas por outras variáveis tais como a cultura predominante na sociedade, e o nível de tecnologia.

Antes de se determinar as necessidades dos clientes é conveniente classificar as necessidades humanas de uma maneira lógica. Pois, uma vez tendo-se esta classificação, fica mais fácil a identificação das necessidades dos clientes, e a tradução destas em características que o produto conter para o atendimento destas necessidades.

Maslow [3-4], na sua Teoria da Hierarquia de Necessidades, estabeleceu uma diferenciação entre necessidades básicas, que surgem da urgência de suprir as exigências vitais, e as chamadas metanecessidades, que respondem ao desejo de crescimento.

Segundo esta teoria, as necessidades que os indivíduos desejam satisfazer existem em diferentes populações e culturas, e estão dispostas em forma hierárquica e seqüencial. Ou seja, a medida que as necessidades dos níveis inferiores vão sendo satisfeitas, aquelas do nível imediatamente superior adquirem maior relevância.

Desta forma, as necessidades se apresentam e se organizam segundo a seguinte hierarquia:

1. Necessidades fisiológicas

São as que respondem pela manutenção da vida e conservação da espécie, como as de alimentação, de moradia vestuário, lazer e de sexo. Este é o nível inicial da escala, e uma vez satisfeitas, emergirão as de segurança, tornando-se então predominantes.

2. Necessidades de segurança

Estas necessidades compreendem o desejo do indivíduo de proporcionar para si e para os seus, um ambiente físico e emocional seguro, estável e livre de ameaças. Também estão incluídas aqui o desejo de alcançar segurança familiar e social e de proteger-se contra as vicissitudes do trabalho e da saúde. Quando a segurança da pessoa está em perigo, outras necessidades de mais alto nível hierárquico apresentam-se como menos importantes.

3. Necessidades sociais

Uma vez que as necessidades fisiológicas e, posteriormente as de segurança estejam razoavelmente satisfeitas, aparecem as sociais como dominantes na escala. Estas vinculam-se à vontade da pessoa de ser aceita por outras de seu convívio, bem como de desenvolver, com as mesmas, um relacionamento amistoso. O indivíduo passa a ter consciência de que a satisfação de suas necessidades depende dos outros e de ser aceito por eles. Na busca das relações sociais, ele sentirá o peso do grupo para sua conformidade, chegando, às vezes, até a sacrificar formas de sua auto expressão, caso estas não sejam adequadas aos ideais do grupo.

4. Necessidades de estima

Estas correspondem ao desejo da pessoa de desenvolver uma auto-imagem positiva e de receber atenção e reconhecimento dos outros, desde que tenham sido satisfeitas as necessidades sociais. A satisfação das necessidades de estima induz a sentimentos de autoconfiança, de status, de prestígio, de poder e de ser útil e necessário.

5. Necessidades de auto-realização

Estas necessidades correspondem à categoria mais alta da escala. Referem-se à realização máxima do potencial individual e, são originadas da necessidade de crescer psicologicamente, de atingir níveis altos de escolha e de autonomia, conforme as potencialidades de cada indivíduo.

Com base nestas necessidades individuais, pode-se partir para as necessidades dos clientes, as quais, segundo [3-3] podem ser colocadas da seguinte forma:

- Necessidades manifestas.
- Necessidades reais.
- Necessidades latentes.
- Necessidades culturais.
- Necessidades atribuíveis a usos inesperados.
- Necessidades dos clientes relativas à satisfação do produto.

Necessidades manifestas, reais e latentes

Os clientes normalmente manifestam suas necessidades segundo seus pontos de vista e de acordo com a sua linguagem. Ou seja, as necessidades são expressadas pelos clientes como resultado de comportamentos aprendidos e incentivados por estímulos externos.

Isto ocorre principalmente com os clientes externos, que compram os bens produzidos. Estes clientes geralmente manifestam suas necessidades em termos dos bens que desejam comprar. Entretanto, suas necessidades reais são pelos serviços que tais bens podem proporcionar. Exemplos desta situação são mostrados na tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Exemplos da relação entre necessidades manifestas e reais [3-3].

<i>O desejo de compra do cliente:</i>	<i>O que realmente o cliente quer:</i>
Alimentos	Nutrição e sabor agradável
Automóvel	Transporte, conforto e status
Televisor a cores	Entretenimento
Casa	Espaço para viver
Pintura da casa	Aparência e conservação

A situação inversa também pode ocorrer, onde os clientes não falam sobre algumas das suas necessidades pois têm dificuldade para explicá-las ou porque têm receio de serem mal interpretados.

Uma necessidade real existe, somente quando os clientes estiverem interessados em pagar o preço de mercado do produto.

A não observação das diferenças entre as necessidades manifestas e as reais, pode acarretar sérios problemas no desenvolvimento de um produto. Desta forma, para o entendimento das necessidades dos clientes, deve-se sempre procurar saber qual a motivação para a compra do produto, e quais benefícios ou serviços são esperados deste produto.

As necessidades também podem ser latentes, e o provável consumidor ainda será colocado ao par da necessidade e até mesmo informado que irá precisar da mesma. O fato de ser latente não supõe que esta necessidade não seja intensa, mas sim apenas é inibida, sem uma forma oportuna de se manifestar.

Necessidades culturais

Segundo [3-3], as necessidades dos clientes, em especial dos clientes internos, vão além de produtos e processos. Elas incluem o auto-respeito, respeito dos outros, continuidade de padrões de hábitos e ainda outros elementos do chamado padrão cultural. Muitas falhas na determinação das necessidades dos clientes podem ser atribuídas à falta de compreensão da natureza e mesmo da existência desse padrão cultural. O padrão cultural consiste num padrão de crenças, hábitos, práticas, etc., baseadas na experiência acumulada pelo meio social. Este padrão fornece à sociedade certos elementos de estabilidade: um sistema de leis e ordem, explicação de mistérios, rituais, tabus, símbolos de status e outros. Esses elementos são encarados pela sociedade como possuidores de valores importantes. Qualquer mudança proposta torna-se uma ameaça a esses valores importantes e, assim sendo, enfrentará resistência até que a natureza da ameaça seja entendida.

No caso de resistência cultural, as razões reais raramente são óbvias, e os disfarces costumam ser sutis. Deve-se portanto, olhar para além das razões declaradas para entender quais são as ameaças em potencial aos padrões culturais dos seres humanos envolvidos.

Necessidades atribuíveis a usos inesperados

Muitos problemas ocorrem quando o cliente utiliza o produto de maneira diferente daquela pretendida pelo fabricante. Esta situação pode ocorrer de várias formas, sendo as mais comuns, quando a utilização ou operação de um produto é feita por pessoas sem o devido treinamento, ou quando um produto é sobrecarregado ou utilizado em demasia, sem respeito às programações de manutenção. Estes aspectos muitas vezes são críticos, e normalmente requerem a utilização de fatores de segurança.

Tais fatores tendem a elevar os custos. No entanto, eles podem resultar num custo global ótimo, pois ajudam a evitar custos maiores oriundos do uso real ou do mau uso.

Portanto, deve-se sempre saber qual será o uso real (ou mau uso), quais os custos associados e quais as conseqüências das possíveis formas de utilização do produto.

Necessidades dos clientes relativas à satisfação com o produto

Características de um produto são as propriedades que este possui, e com as quais se pretende atender a determinadas necessidades dos clientes e assim prover a satisfação destes. Ou seja, a satisfação do cliente é alcançada quando às características do produto correspondem às necessidades do cliente. A satisfação do cliente é, em geral, sinônima da satisfação com o produto, a qual possui influencia decisiva sobre as vendas do produto.

Por outro lado, a deficiência de um produto é uma falha do mesmo que resulta em insatisfação com o produto. As deficiências assumem formas tais como: interrupção no fornecimento, entregas fora de prazo, produtos inoperáveis, má aparência, ou desconformidade com as especificações. A maior conseqüência está nos custos envolvidos no retrabalho para atender as reclamações do cliente. Outras conseqüências da insatisfação do cliente podem ser as devoluções, a publicidade desfavorável, e as ações judiciais. Além disso, as deficiências do produto podem fazer com que o cliente evite de comprá-lo no futuro, mesmo que o produto venha a possuir características superiores.

As características dos produtos podem ser vistas de várias maneiras, dentre estas destaca-se a natureza das tecnologias envolvidas, o custo, a segurança, a rapidez de entrega, a facilidade de fabricação, montagem, operação, manutenção e descarte, a confiabilidade e disponibilidade, as informações dadas aos clientes, etc..

3.2.1 - COMO DESCOBRIR AS NECESSIDADES DOS CLIENTES

Conforme visto anteriormente, os clientes normalmente não estão completamente conscientes e informados a respeito das suas reais necessidades. Portanto, não deve-se esperar que apenas a pesquisa de mercado, normalmente feita através de questionários dirigidos aos clientes, seja a maneira mais eficiente para extrair informações destes acerca das suas próprias necessidades. Na prática, os conhecimentos dos clientes podem ser bastante incompletos, e em alguns casos o cliente pode ser a última pessoa a descobrir as suas necessidades.

Pode-se também, obter informações sobre as necessidades dos clientes verificando-se se os serviços prestados pelos produtos disponíveis são adequados; se existem tarefas cuja execução seja qualificada como cansativa, ou demorada, ou monótona, ou enfadonha, ou repetitiva, as quais podem ser melhoradas e seu tempo reduzido; se existem mudanças de hábitos dos clientes; e se os fabricantes podem oferecer novas versões de produtos existentes.

Além da coleta de dados do mercado e das verificações anteriormente descritas, existem outras maneiras para identificar das necessidades dos clientes. As principais incluem:

- Ser um cliente.
- Estudar o comportamento dos clientes.
- Comunicar-se com os clientes.
- Simular o uso pelos clientes.

Juran [3-3], aponta para o fato de que grande parte das descobertas a respeito das necessidades dos clientes não vem diretamente deles, mas através de meios indiretos. Porém, a confirmação destas necessidades acaba vindo da decisão dos clientes de comprar ou não o produto.

Andrade [3-5], propôs um conjunto de questões, que serve como um guia básico para o estabelecimento das necessidades. O conjunto de questões é organizado em grupos considerando os principais elementos envolvidos no ciclo de vida de um produto, sendo apenas uma orientação, devendo para casos práticos, o conjunto ser expandido, detalhando-se e adicionando-se outras questões de acordo com cada caso.

Clientes e Mercado

1. Quem são os principais clientes, aqueles que são afetados diretamente pelo produto? Não apenas quem irá comprar e usar o produto.
2. Quem são os clientes secundários, aqueles de alguma forma relacionados com o produto? Instalações, pessoal de serviço, etc..
3. O que os clientes podem obter com o produto mas não sabem?
4. O que os clientes gostariam de conseguir com o produto? Desempenho, custo, níveis de qualidade, etc..
5. O que os clientes gostariam de obter com o produto?
6. Quem são os clientes que estão comprando, e de quem?
7. Como pode ser a empresa mais atrativa que os concorrentes?
8. Quantos clientes a empresa tem, e qual o tamanho do mercado?
9. Como pode a empresa aumentar a sua participação no mercado?

Uso e Desativação

1. Quais devem ser as funções principais do produto?
2. Quais devem ser as funções secundárias do produto?

3. Quais são as habilidades daqueles que irão usar o produto?
4. Qual será a frequência de uso, e os períodos de utilização e não utilização.
5. Qual será o tempo de vida do produto?
6. Em que ambiente o produto será utilizado?
7. Quais são as condições de segurança relacionadas com as pessoas, produto e ambiente?
8. Quais serão os efeitos da desativação ou abandono temporário ou permanente?
9. Quais são as habilidades daqueles que irão reaproveitar o produto desativado?

Produção, Distribuição e Instalação

1. Quantos produtos serão produzidos?
2. Qual deverá ser o tempo de produção do produto?
3. Qual será a frequência de produção?
4. Quais materiais serão processados?
5. Quais processos de fabricação e montagem serão necessários e quais os disponíveis?
6. O que será exigido do processo?
7. Quais serão as habilidades daqueles envolvidos com a produção, distribuição e instalação?
8. Como o produto será testado?
9. Como o produto será embalado?
10. Como o produto será transportado?

Empresa

1. Como a empresa pretende custear o empreendimento?
2. Qual a posição que a empresa pretende ocupar entre os concorrentes?
3. Quais as metas da empresa?
4. Que recursos financeiros são disponíveis?
5. Qual é o tempo disponível?
6. Qual é o máximo custo aceitável para o produto?
7. Quais são os fornecedores preferenciais?

Fatores Externos

1. Quais os conhecimentos científicos e tecnológicos necessários, e quais são os disponíveis?
2. Como está e como estará a situação de desenvolvimento econômico no ambiente da empresa e do cliente?
3. Existem decisões políticas por parte de autoridades, que podem afetar o produto?
4. Qual é a legislação associada com o produto, os clientes e a empresa?
5. Quais são as demandas e limitações sociais, culturais e religiosas?
6. Como pode o produto perturbar o meio ambiente?

As respostas destas e outras questões gerarão um conjunto de necessidades cuja a avaliação suportará o estabelecimento dos requisitos de projeto, os quais serão abordados a seguir.

3.3 - REQUISITOS DE PROJETO

Conhecidas as necessidades dos clientes, o próximo passo é a definição dos requisitos ou características que o produto deverá ter para corresponder às necessidades e expectativas dos clientes.

Como pode ser observado anteriormente, as necessidades são informações que tendem a expressar os desejos dos clientes, normalmente de uma forma qualitativa, e em alguns casos em termos subjetivos e vagos. E, infelizmente, informações nestas condições não permitem uma comunicação precisa, necessária para o desenvolvimento adequado de um produto.

Para obter-se uma comunicação precisa durante o desenvolvimento do projeto de um produto, torna-se fundamental que as informações que irão caracterizar o produto estejam de acordo com a linguagem técnica de engenharia. Ou seja, torna-se necessário “dizer em números”, expressão essa que significa que o produto a ser desenvolvido deve ser descrito através de características técnicas, possíveis de serem mensuradas por algum tipo de sensor.

Uma maneira de obter-se um conjunto adequado de requisitos de projeto, é através da análise do ciclo de vida do produto. Para esta tarefa, Blanchard & Fabricky, [3-6] propõem perguntas do tipo:

1. O que o produto deve realizar em termos de características de desempenho funcional e operacional (faixa de operação, capacidade, fluxo, potência, consumo, etc.)?
2. Qual é a vida útil esperada para o produto?
3. Como o produto será usado em termos de horas de operação por dia, número de ciclos por mês, etc.?
4. Como o produto será distribuído?
5. Quais as características relativas à eficiência que o produto deverá exibir? Custo, disponibilidade, confiabilidade, manutenibilidade, etc.?
6. Quais as características relacionadas ao meio ambiente que o produto deverá possuir (temperatura, umidade, vibrações, etc.)? Em que ambiente o produto deverá operar? Como o produto será transportado, armazenado e manipulado?
7. Como será o descarte do produto? O produto ou partes dele poderão ser reciclados? quais os efeitos sobre o meio ambiente?

3.3.1 - DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE - QFD

A técnica do **QFD**, também chamada de **Casa da Qualidade**, originou-se em 1972 na empresa Mitsubishi Co. e posteriormente seu conceito original foi modificado pela Toyota e seus fornecedores. E, desde então, tem sido usada com sucesso por empresas japonesas dos mais variados ramos, de equipamentos eletrônicos até serviços de correios.

No ocidente o método foi inicialmente trazido por pessoas ligadas à pesquisa, mas logo se alastrou nos meios industriais onde tem sido usado também com grande sucesso nas mais diversas atividades.

Alguns autores afirmam que a implantação do QFD na empresa é o marco da mudança do controle de qualidade no processo de fabricação, para o controle de qualidade no desenvolvimento do produto.

3.3.1.1 - CONCEITUAÇÃO

A Casa da Qualidade pode ser entendida como um mapa conceitual que permite um planejamento interfuncional e comunicativo entre os setores responsáveis pelo desenvolvimento do produto em todas as suas etapas. Em suma, é uma ferramenta bastante eficiente para transladar as vontades dos clientes (de natureza essencialmente abstrata) em metas de projeto (de natureza quantitativa). O QFD é uma ferramenta que assegura a qualidade ainda na fase de projeto.

O uso dos conceitos do QFD permite que o pessoal de marketing, engenheiros e planejadores da produção trabalhem juntos desde o primeiro instante da geração da necessidade do produto ou serviço.

Com o QFD, tem-se uma diminuição significativa do tempo de desenvolvimento pela redução do número de mudanças de projeto, e ao mesmo tempo reduzindo-se os custos decorrentes das mudanças de projeto em estágios avançados.

A figura 3.1 mostra a comparação dos custos de desenvolvimento e reprojeção da Toyota Auto Body em 1977, antes da implantação do QFD, para os mesmos custos medidos em 1984, após a implantação do QFD, [3-7].

A figura 3.2 compara o número de mudanças no projeto, entre os fabricantes de automóveis japoneses, e norte americanos, onde pode-se observar que os automóveis japoneses não sofrem modificações após o lançamento da primeira unidade no mercado, o projeto norte americano continua sendo modificado mesmo com o produto já circulando no mercado.

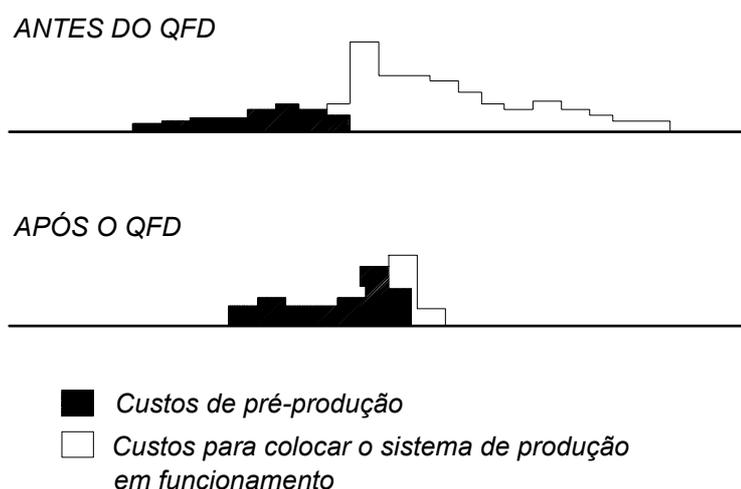


Figura 3.1 - Custos de desenvolvimento na Toyota antes e após a implantação do QFD.

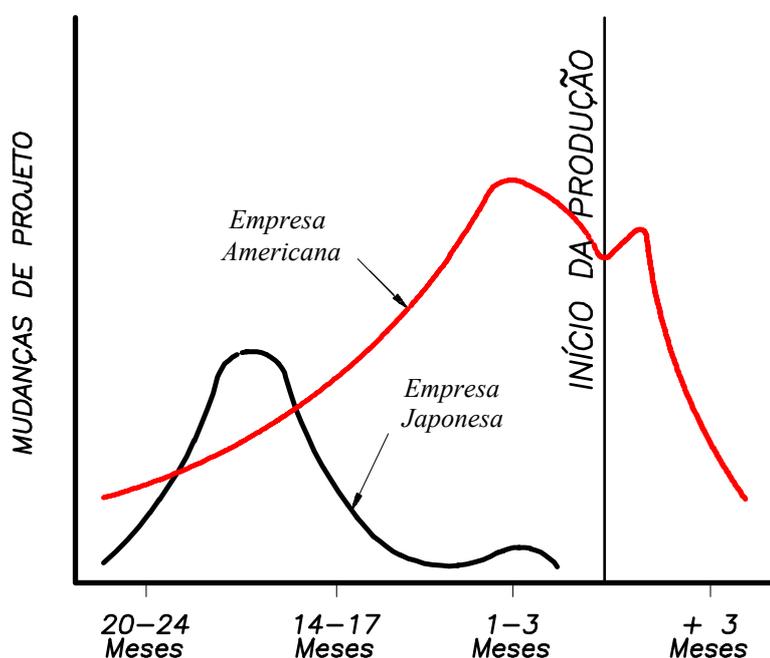


Figura 3.2 - Comparação das mudanças de projeto entre uma empresa norte americana (sem QFD) e uma empresa japonesa (com QFD).

Os principais benefícios do QFD são:

- Redução do número de mudanças de projeto de 30% a 50%;
- Ciclo de projeto encurtado de 30% a 50%;
- Custos de início de operação (start-up) reduzidos de 20% a 60%;

- Redução de reclamações de garantia (mais de 50%);
- Planejamento da garantia de qualidade mais estável;
- Favorece a comunicação entre os diferentes agentes que atuam no desenvolvimento do produto, principalmente marketing e engenharia (projeto e manufatura);
- Traduz as vontades dos clientes que são vagas e não mensuráveis em características mensuráveis;
- Identifica as características que mais contribuem para os atributos de qualidade;
- Possibilita a percepção de quais as características que deverão receber maior atenção.

3.3.1.2 - CONSTRUINDO A CASA DA QUALIDADE

Não existe mistério ou dificuldades na construção da Casa da Qualidade, basta apenas um entendimento das suas convenções.

Para facilitar a explicação, construiu-se uma Casa da Qualidade, passo a passo, utilizando como produto-exemplo um retroprojektor de transparências. Admite-se a situação em que o produto já existe no mercado, entretanto deseja-se adequá-lo melhor as necessidades dos clientes, e conseqüentemente aumentar as vendas.

3.3.1.3 - NECESSIDADES DOS CLIENTES

A construção da Casa da Qualidade inicia-se com a identificação das Vontades do Consumidor (VC), ou seja "O QUÊ" o consumidor deseja ou necessita. São as características funcionais do produto que os consumidores julgam mais relevantes.

Para o exemplo, lista-se algumas possíveis Necessidades do Clientes (NC), tais como:

- Baixo aquecimento do aparelho;
- Baixo nível de ruído;
- Baixo peso;
- Facilidade ao pegar;
- Forma agradável, etc..

As Necessidades do Consumidor (NC) podem ser arranjadas em grupos que representam um conceito amplo do consumidor, como por exemplo baixo peso, facilidade ao pegar e pouco aquecimento, formam o conceito Fácil Transporte, conforme mostrado na figura 3.3.

NECESSIDADES DO CONSUMIDOR	USO DO APARELHO	OPERACAO	BAIXO AQUECIMENTO
			BAIXO RUÍDO
			FOCO HOMOGENEO
			FACIL AJUSTE DO FOCO
			BOA AMPLIACAO
			CONTRASTE
			ETC...
	TRANSPORTE		BAIXO PESO
			FACIL DE PEGAR
			POUCO AQUECIDO
			ETC...
	SEGURANCA		EVITAR QUEMADURAS
			EVITAR LESOES
		ETC...	
APARENCIA		COR AGRADAVEL	
		FORMA AGRADAVEL	
		ETC...	

Fig. 3.3 - Necessidades do Consumidor.

3.3.1.4 - REQUISITOS DA QUALIDADE

Agora vai-se transformar as NC's em linguagem de engenharia. Os Requisitos de Qualidade (RQ) são características técnicas, possíveis de serem mensuráveis através de alguma tipo de sensor, e que o produto necessita ter para atender as Necessidades do Consumidor. São os "COMO" para atender os "O QUÊ", ou seja, como atender os desejos do consumidor.

Conforme mencionado anteriormente, a construção da Casa da Qualidade é feita por uma equipe multifuncional, formada de pessoas de vários setores da empresa, como marketing, vendas, projeto, manufatura e outros, que se reúnem, utilizando técnicas como a análise do ciclo de vida do produto e brainstorming, procuram definir os requisitos de projeto que levarão qualidade ao produto.

Os RQ's devem ser preferencialmente características mensuráveis, como peso, temperatura, força, aceleração e etc., como mostra a figura 3.4.

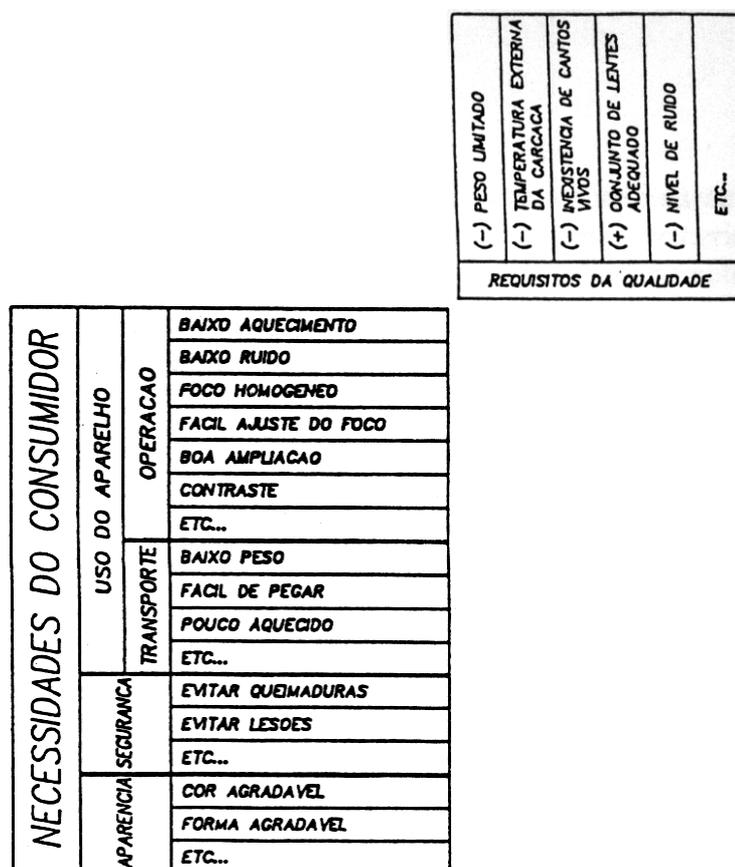


Fig. 3.4 - Requisitos da Qualidade.

Nesta etapa de identificação dos RQ's, a equipe multifuncional pode eventualmente distorcer ou mascarar as NC's. Deve-se então fazer uma análise sistemática e paciente para cada RQ.

Existem algumas aplicações da Casa da Qualidade que iniciam com mais de 100 NC's e mais de 130 RQ's. Numa aplicação típica, as NC's situam-se entre 30 e 100 [3-8].

Os sinais positivos ou negativos na frente de cada RQ, como mostrado na figura 3.4, representam o que se espera do RQ. Por exemplo, o sinal (-) do RQ "Peso Limitado", reflete o desejo de redução do peso do aparelho [3-7].

3.3.1.5 - RELACIONAMENTO ENTRE NC'S E RQ'S

O próximo passo da equipe multifuncional, é preencher o corpo da Casa da Qualidade, formando a "matriz de relacionamento" que indica de forma *qualitativa* o quanto cada RQ afeta cada NC. Estas avaliações devem ser feitas sempre buscando o consenso da equipe, baseando-se em bom senso, experiência, dados estatísticos e/ou históricos. Este inter-relacionamento pode ser feito através de símbolos, como sugerido na tabela 3.1.

Tabela 3.1. Inter-relacionamento entre NC's e RQ's.

GRAU DE RELACIONAMENTO (gr) NECESSIDADES DO CONSUMIDOR X REQUISITOS DA QUALIDADE	
⊗	FORTE RELACIONAMENTO (5)
○	MEDIO RELACIONAMENTO (3)
△	FRACO RELACIONAMENTO (1)
X	NULO RELACIONAMENTO (0)

Os valores dos Graus de Relacionamento (gr) dão peso a cada relação, as quais serão úteis na classificação de importância dos RQ's, conforme será abordado posteriormente.

A figura 3.5 mostra o inter-relacionamento, onde pode-se notar que o RQ "Temperatura Externa da Carcaça" está fortemente relacionado com a NC "Baixo Aquecimento", já a NC "Boa Ampliação" não tem nenhuma relação com o RQ "Nível de Ruído" e assim por diante.

NECESSIDADES DO CONSUMIDOR		REQUISITOS DA QUALIDADE						VALOR DO CONSUMIDOR (v)	
		(-) PESO LIMITADO	(-) TEMPERATURA EXTERNA DA CARCACA	(-) INEXISTENCIA DE CANTOS VIVOS	(+) CONJUNTO DE LENTES ADEQUADO	(-) NIVEL DE RUIDO	ETC..		
USO DO APARELHO	OPERACAO	BAIXO AQUECIMENTO	X	⊗	X	△	X		4
		BAIXO RUIDO	△	X	X	X	⊗		4
		FOCO HOMOGENEO	X	△	X	⊗	X		5
		FACL AJUSTE DO FOCO	△	X	△	○	△		3
		BOA AMPLIACAO	△	X	X	⊗	X		5
		CONTRASTE	X	△	X	△	X		4
	ETC..								
	TRANSPORTE	BAIXO PESO	⊗	X	X	△	△		4
		FACL DE PEGAR	⊗	X	⊗	X	X		3
		POUCO AQUECDO	X	⊗	X	△	X		3
		ETC..							
	SEGURANCA	EVITAR QUEIMADURAS	X	⊗	X	X	X		4
		EVITAR LESOES	○	X	⊗	X	X		3
		ETC..							
	APARENCA	COR AGRADAVEL	X	△	X	X	X		1
FORMA AGRADAVEL		△	X	○	X	X		2	
ETC..									

Fig. 3.5 - O corpo da Casa da Qualidade.

3.3.1.6 - VALOR DO CONSUMIDOR

Será que todas as NC's tem a mesma importância? Nesta etapa traz-se novamente a voz dos clientes para a etapa de projeto, no sentido de identificar o valor de importância de cada NC.

Neste exemplo, adota-se valores entre 5 e 1 (5 = máx. e 1 = mín.), como mostrado na coluna Valor do Consumidor (VC), também na figura 3.5.

3.3.1.7 - ANÁLISE DE MERCADO

No lado direito da Casa da Qualidade, oposto à coluna das Necessidades do Consumidor, são colocados os resultados de avaliações de consumidores (no caso dão notas de 1 a 5) para o produto-exemplo e dois de seus principais concorrentes, conforme mostrado na figura 3.6. pode-se, então compará-las, mostrando claramente como está cada característica funcional do produto (NC) com relação aos competidores, sob a ótica dos próprios consumidores. É a oportunidade de identificar os pontos fracos e fortes do produto, e agir para melhorá-los ou conservá-los. Deve-se levar em conta, entretanto, o valor (VC) que o consumidor atribuiu a cada NC. Pode-se verificar na figura 3.4 que o produto-exemplo recebeu nota "2" na NC "Fácil Ajuste de Foco", enquanto que o produto do competidor A recebeu nota "4". Esta é uma NC que deverá receber mais atenção da equipe de trabalho, pois tem um Valor do Consumidor igual a "3" (lembrando que o valor máximo é 5). Já a NC "Cor

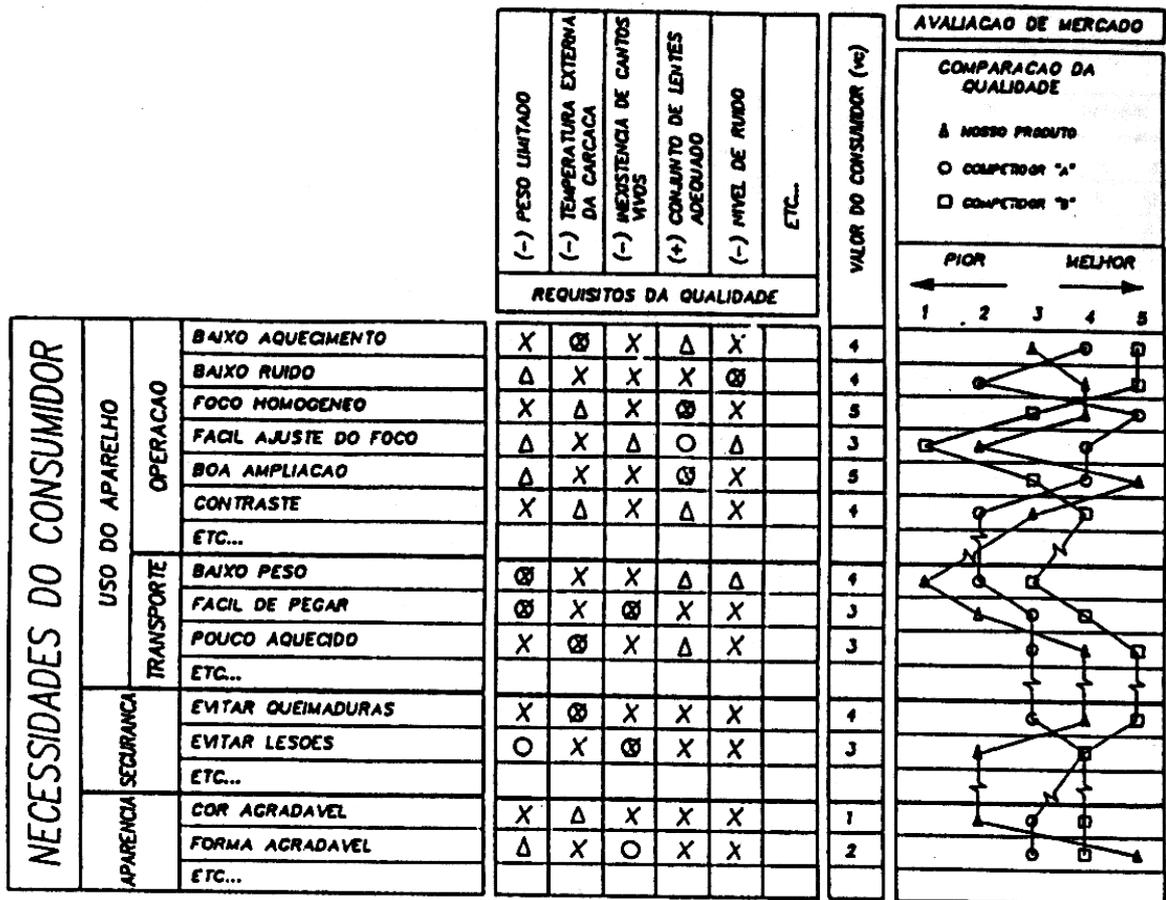


Fig. 3.6 - Análise de Mercado

Agradável" recebeu nota "2" na avaliação de mercado, situando-se abaixo dos outros concorrentes porém, seu Valor do Consumidor é "1", o que não caracteriza prioridade no processo de melhoria, mas entretanto, não deve ser esquecida.

Nesta etapa da construção da Casa da Qualidade, tem-se a possibilidade de retratar a posição estratégica de cada produto frente a seus concorrentes, mostrando oportunidades de mercado e quais características do produto estão sendo desprezadas ou super valorizadas. Esta "foto" do produto no mercado pode auxiliar na tomada de decisões estratégicas para que a companhia se iguale ou ultrapasse seus concorrentes.

3.3.1.8 - QUANTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS DA QUALIDADE

Como já foi dito, os Requisitos da Qualidade deverão ser de natureza mensurável e devem, preferencialmente, afetar de maneira direta a percepção do consumidor. Por exemplo, no item "Peso" a espessura da chapa que envolve o produto afeta o peso, sem contudo, ser de fácil percepção pelo consumidor. A idéia é manter a equipe multifuncional atenta, de modo contínuo, aos requisitos que possam ser percebidos pelo consumidor.

A equipe multifuncional deverá em muitos casos, se necessário criar características mensuráveis para cada RQ. No exemplo abordado, mede-se o RQ "Conjunto de Lentes Adequado", através da porcentagem da região da tela com foco ruim em relação ao total da tela.

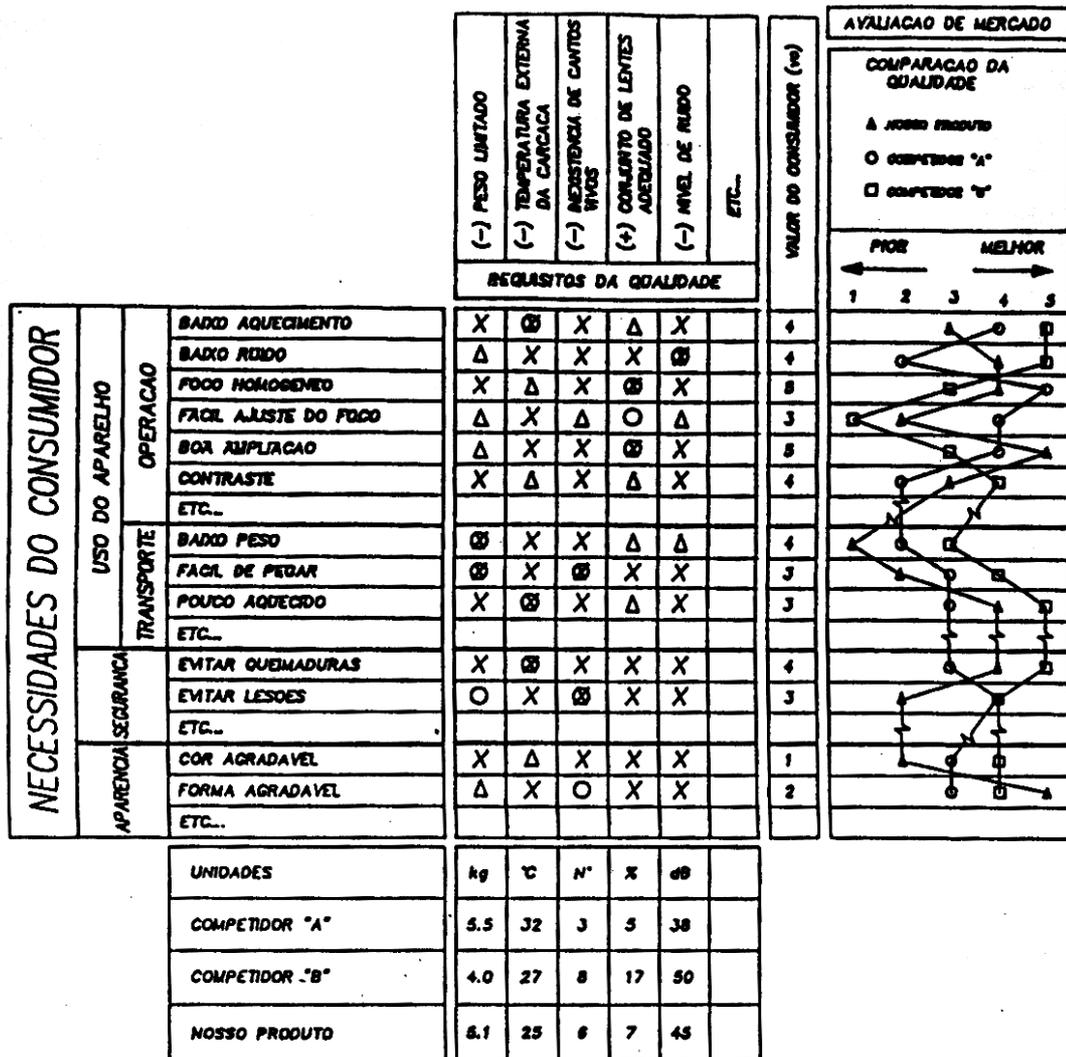


Fig. 3.7 - Quantificação dos RQ's.

Esta quantificação deve ser feita também para os produtos dos concorrentes, acompanhadas das devidas unidades, como mostrado na figura 3.7. É importante salientar que deve-se levar em conta a mensurabilidade quando da escolha dos Requisitos de Qualidade.

3.3.1.9 - TELhado DA CASA DA QUALIDADE

O telhado da Casa da Qualidade é uma matriz que interrelaciona todos os RQ's, identificando seus graus de dependência. É uma maneira de visualização de como uma mudança em uma característica do produto influencia em outra. Esta relação pode ser positiva ou negativa, como por exemplo, a diminuição do peso do retroprojetor tem uma relação fracamente negativa com o nível de ruído aceitável, pois entende-se que quanto menor a massa do aparelho, maior a intensidade de seu ruído (ver figura 3.8).

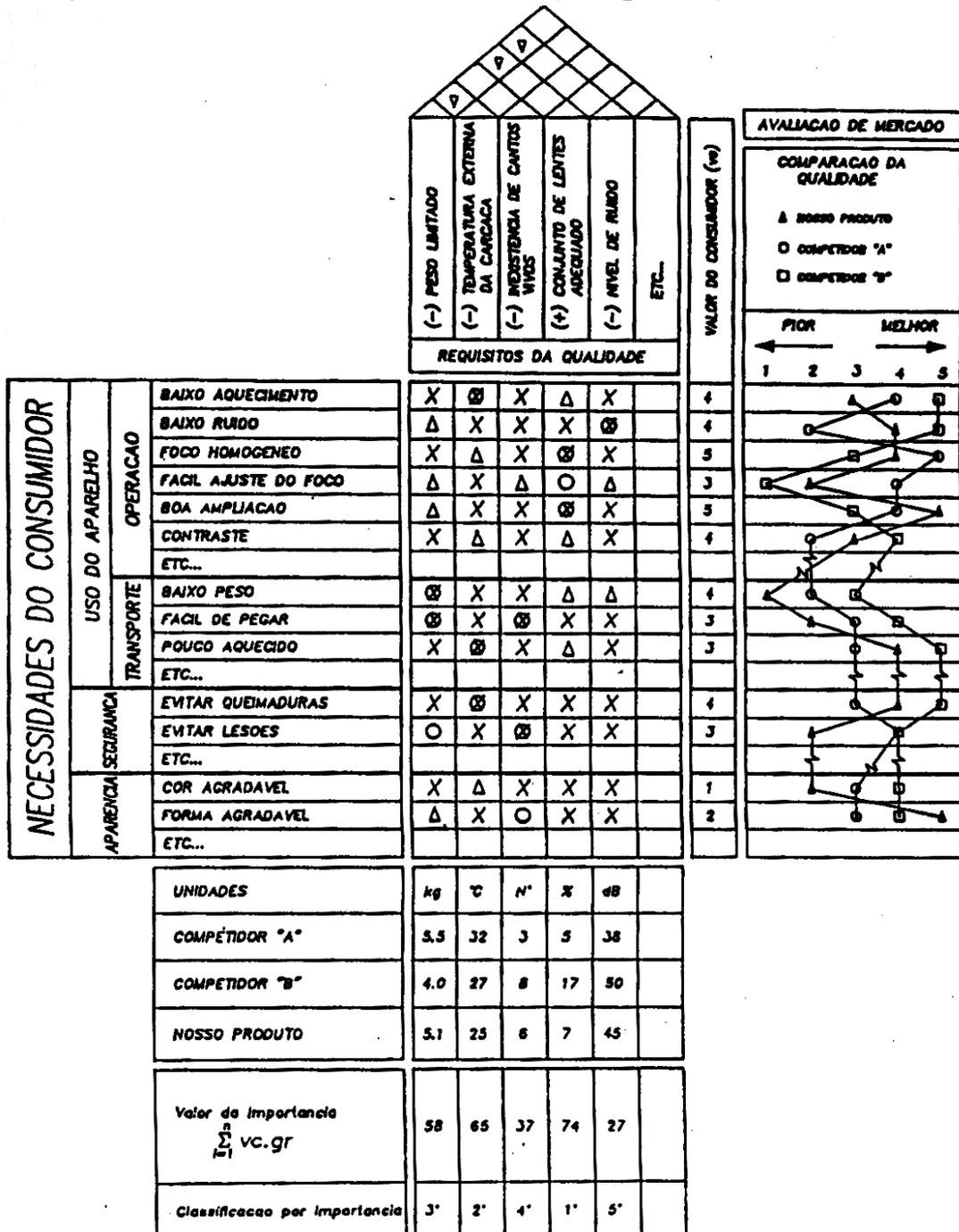


Fig. 3.8 - O telhado da Casa da Qualidade.

A tabela de relacionamento deve ser semelhante a utilizada no corpo da Casa da Qualidade. Apresenta-se como sugestão a tabela 3.2.

O telhado da Casa da Qualidade auxilia na operacionalização das alterações dos Requisitos da Qualidade que devem ser executadas coletivamente, com atenção especial aos RQ's conflitantes.

Tabela 3.2. Inter-relacionamento dos RQ's.

TIPO DE RELACIONAMENTO ENTRE OS REQUISITOS DA QUALIDADE	
●	FORTEMENTE POSITIVO
○	POSITIVO
▽	NEGATIVO
▼	FORTEMENTE NEGATIVO (CONFLITANTE)

3.3.1.10 - VALOR DE IMPORTÂNCIA DOS RQ'S

Uma maneira de calcular o Valor de Importância relativo a cada Requisito da Qualidade, é a seguinte:

$$\text{VALOR DE IMPORTÂNCIA} = \text{VALOR DO CONSUMIDOR} * \text{GRAU DE RELACIONAMENTO}$$

Conforme mostrado na figura 3.9, o Valor de Importância de cada RQ "Conjunto de Lentes Adequado" é:

$$\begin{aligned} &4x1 + 4x0 + 5x5 + 3x3 + 5x5 + 4x1 + \dots + \\ &4x1 + 3x0 + 3x1 + \dots + \\ &4x0 + 3x0 + \dots + \\ &1x0 + 2x0 = 74 \end{aligned}$$

A determinação do Valor de Importância de cada RQ possibilita classificá-los, podendo desta forma serem priorizadas as atitudes de melhoramento.

3.3.1.11 - QFD: APLICAÇÕES ESPECÍFICAS

Cada aplicação de QFD deve ser tratada particularmente. Existem casos em que, dependendo conveniência do usuário, podem ser acrescentadas outras colunas, linhas ou mesmo outros elementos, por exemplo:

- coluna "reclamações e queixas do consumidor";
- coluna "metas a serem alcançadas pelo produto" em função da avaliação do consumidor;
- coluna "fatores de venda", isto é, a influência direta de cada NC nas vendas;
- linha "dificuldade técnica de cada RQ", mostrando o nível de dificuldade de execução de cada meta;
- linha "grau de importância (%) de cada RQ no total do produto";
- linha "custo estimado de cada RQ", medido em porcentagem do total do projeto.

Trata-se portanto de um método extremamente versátil, daí ser possível a sua aplicação nos mais diversos setores, focalizando vários produtos ou serviços.

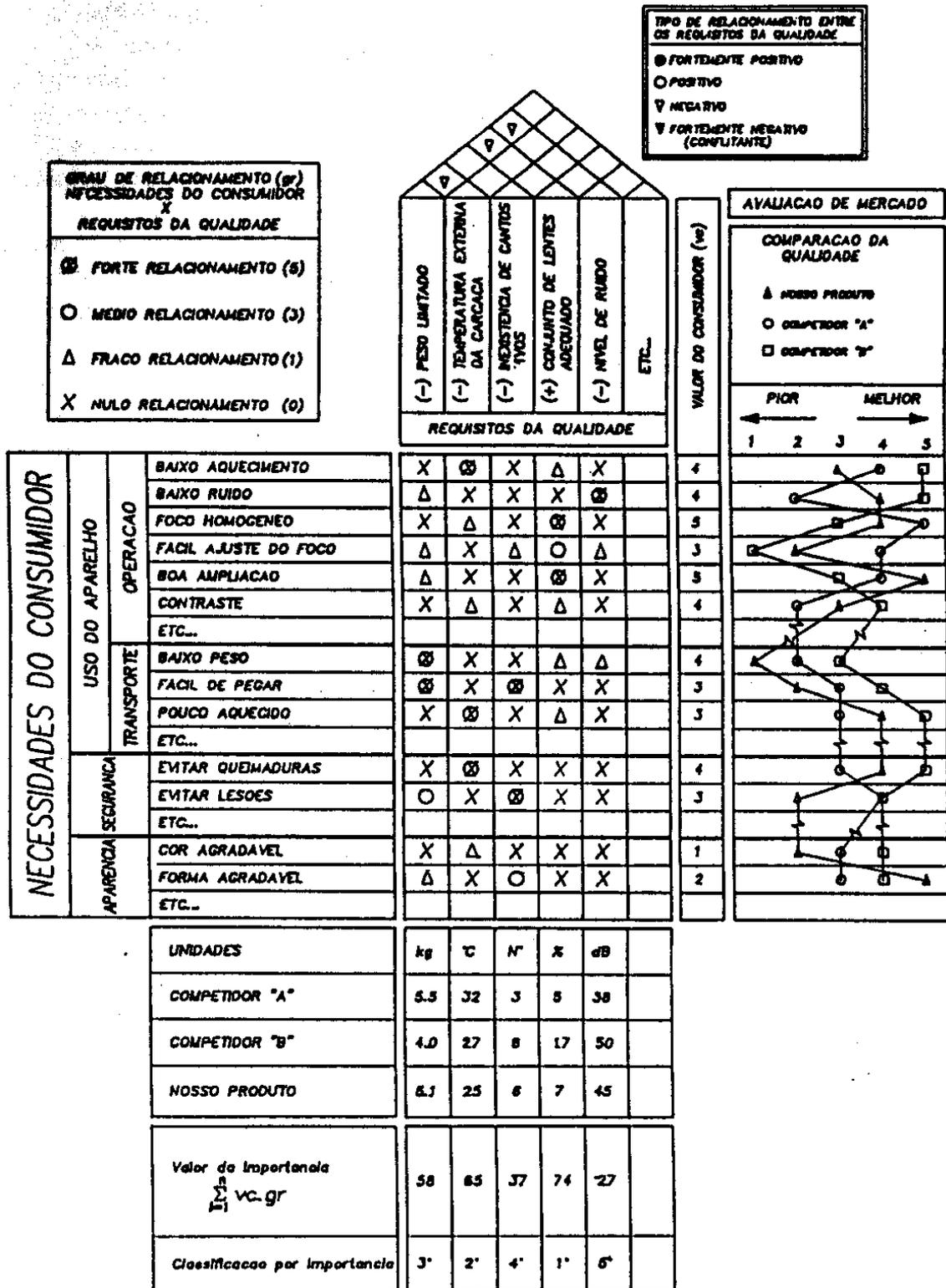


Fig. 3.9 - A Casa da Qualidade.

3.3.1.12 - SAÍDAS DA CASA DA QUALIDADE: COMO USÁ-LAS

Após a construção da Casa da Qualidade, tem-se em mãos uma quantidade apreciável de dados sumarizados, de razoável confiabilidade, prontos para serem utilizados no processo de tomada de decisões pelas pessoas envolvidas no desenvolvimento do produto.

Os especialistas (engenheiros ou executivos) poderão, por exemplo, usar a classificação dos RQ's como instrumento para o estabelecimento de "valores meta" para cada um dos RQ's, permitindo a priorização das atividades. Por exemplo, o requisito "Inexistência de Cantos

Vivos" apresenta um número de 6 cantos, maior do que o apresentado pelo competidor A, o que pode levar a pensar que tal valor deveria ser otimizado, chegando no mínimo ao valor "3" do competidor A. Porém, como na classificação de prioridades tal item se encontra em 4-lugar, concluiu-se que o esforço de engenharia no sentido de otimizar este item, não tem caráter prioritário para a satisfação das necessidades do consumidor.

Outra saída importante da Casa da Qualidade diz respeito aos relacionamentos obtidos em seu telhado. Tais relacionamentos permitem identificar os RQ's que deverão ser tratados de modo integrado, minimizando então, os possíveis efeitos oriundos de relacionamentos do tipo "conflitante".

Outro fato importante acerca da Casa da Qualidade, é que a mesma encontrará a sua finalidade nos diversos seguimentos dentro da empresa, sem contudo, divergir quanto aos objetivos almejados. Em outras palavras, seja qual for o usuário final, as conclusões irão sempre estar centradas no consumidor do produto. Por exemplo, enquanto que para os executivos de marketing a Casa da Qualidade poderá representar a voz do consumidor, para os administradores de alto escalão poderá representar uma fonte de dados a ser usada para descobrir oportunidades estratégicas, sendo que, para ambos, os objetivos estarão centrados nas necessidades do consumidor.

3.3.1.13 - DESDOBRANDO A CASA DA QUALIDADE

O desdobramento da Casa da Qualidade, ou da Função Qualidade, refere-se basicamente às atividades necessárias para assegurar que a qualidade requisitada pelo consumidor seja realmente alcançada.

Na primeira etapa do desdobramento, os "COMO" da CQ I (os RQ's) são colocados como os "O QUÊS", formando a coluna da esquerda da CQ II, como mostra a figura 3.8. A nova CQ, servirá como base para todas as atividades preliminares de projeto, identificando as partes características que o produto necessita para satisfazer os Requisitos de Qualidade. É importante notar, que nem todos os RQ's da CQ inicial deverão ser desdobrados, mas somente aqueles que representam obstáculos de ordem técnica, e que realmente sejam importantes para a satisfação final do consumidor.

Os procedimentos de construção e utilização tanto desta nova casa, quanto das que a seguirão, seguem as mesmas convenções anteriormente apresentadas.

A novidade é que o desdobramento das partes utiliza ferramentas de apoio tais como, Análise de Valor, Análise da Árvore de Falhas (AAF), Análise de Modo de Falha e Efeito (FMEA), otimização de produtos e processos, projeto de experimentos (método de Taguchi), Análise de Custos e Seleção de Partes, para garantia de confiabilidade e obtenção de valores objetivos que trazem melhor desempenho para o produto.

Esta fase termina com a identificação das partes características críticas para a execução dos RQ's. São estas partes características críticas que são desdobradas e formarão os "O QUÊS" da CQ III.

A Casa da Qualidade III é uma matriz de planejamento de processo, que relaciona as partes características críticas do produto na obtenção dos RQ's (O QUÊ), com as operações chave de manufatura, ou seja, os "COMO" alcançá-los. Representa a transição das operações de projeto para as de fabricação. Estes documentos incluem informações como: lista de requisitos de processos e lista dos parâmetros de controle do processo.

A etapa seguinte é a do planejamento da manufatura (CQ IV), onde transfere-se as informações geradas nas fases subsequentes para o chão de fábrica. Esta matriz relaciona as

operações chave de manufatura com os requisitos de produção. Nesta fase são gerados documentos de forma a dar instruções de operação, ou seja as listas operacionais que definem "COMO" o operador deve executar as operações chaves de manufatura. A importância desta documentação está na definição dos pontos de verificação e controle, informando claramente ao operador quais são as partes envolvidas, quantas este verificará, que ferramenta utilizará e como fará a checagem. Em outras palavras, o operador tem uma indicação do que é mais importante para o consumidor em relação à qualidade do produto.

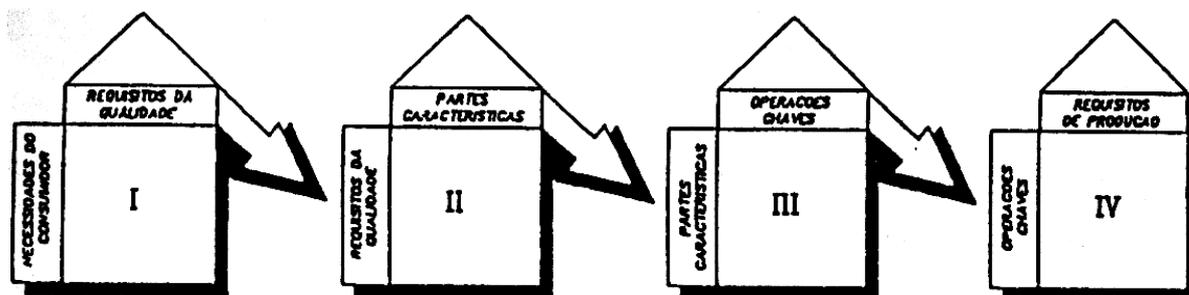


Fig. 3.10 - Desdobramento da Casa da Qualidade.

Para a obtenção das matrizes mostradas acima, é necessário o envolvimento dos participantes de todas as etapas do ciclo de vida de um produto, o que torna a Casa da Qualidade, uma poderosa ferramenta para a implementação dos conceitos da Engenharia Simultânea.

A Casa da Qualidade nas suas várias matrizes, necessita que diferentes grupos de pessoas alcancem o consenso em torno do produto, dos processos e dos requisitos de produção necessários para efetivamente satisfazer os clientes.

Desta forma, o QFD tem se destacado pela sua grande utilidade no planejamento das atividades que afetam a qualidade do produto na empresa, e por possibilitar uma forma sistemática de escutar os clientes para compreender exatamente o que eles querem, para determinar qual é a melhor forma de atender aos seus desejos com os recursos disponíveis [3-10].

3.4 - ESPECIFICAÇÕES DE PROJETO DO PRODUTO

Para formalizar a tarefa de projeto, é necessário um conjunto de informações completas e sem ambigüidades, que será utilizado como base para o desenvolvimento das etapas posteriores do processo de projeto. Apenas os requisitos de projeto na forma como são mostrados na Casa da Qualidade não constituem ainda um conjunto de informações adequadas para representarem os objetivos a serem alcançados pelo projeto do produto. Portanto, para cada requisito de projeto deve-se associar um valor meta, e o conjunto destas informações gera um documento denominado de Especificações de Projeto de Produto.

A seguir, a figura 3.11 mostra um documento típico de Especificações de Projeto de Produto, no qual são ainda estabelecidos elementos sensores, através dos quais pode-se medir se os objetivos estão ou não sendo atingidos nas diversas fases do desenvolvimento do projeto. Pode-se também colocar as saídas indesejáveis, que representam o quê, exatamente, se pretende evitar com a agregação dessa especificação.

Cabe dizer aqui, que um sensor pode ser entendido como um método ou um instrumento, que pode efetuar a avaliação e declarar suas constatações em números, isto é, em termos de uma unidade de medida.

ESPECIFICAÇÃO DE PROJETO DE PRODUTO				
Requisito	Objetivos	Sensor	Saídas Indesejáveis	Observações/ Restrições
1. Conjunto de lentes adequado	Imagem 100 % nítida	Escala	Imagem com regiões desfocadas	
2. Temperatura externa da carcaça	25° C (máximo)	Termo par	Comprometimento da segurança	Operador tem contato físico c/ o aparelho
3. Peso	3 Kg (máximo)	Balança	Dificuldades de transporte e manipulação	O transporte é manual
4. Cantos vivos	Inexistência	Inspeção visual	Comprometimento da segurança	Operador tem contato físico c/ o aparelho
5. Nível de ruído	20 dB (máximo)	Medidor NPS	Ruído excessivo perturbando a operação e / ou meio	
etc.				

Fig. 3.11 - Especificações de Projeto de Produto

3.5 - REFERÊNCIAS

- 3-1. J. M. JURAN, Controle de Qualidade: Handbook, Vol. 1, Mc-Graw Hill, 1991.
- 3-2. V. MIRSHAWKA & V. MIRSHAWKA JR.. QFD, a vez do Brasil. Makron Books, 1994.
- 3-3. J. M. JURAN, A Qualidade desde o Projeto. Editora pioneira, 1992.
- 3-4. A. H. MASLOW, Motivation and Personality. New York; Harper (2^a ed.), 1970.
- 3-5. R. S. ANDRADE, Preliminary Evaluation of Needs in the Design Process, International Conference on Engineering Design - ICED 91, Zurich, August, 1991, pp. 717-720.
- 3-6. B. S. BLANCHARD and W. J. FABRYCKY, Systems Engineering and Analysis. Prentice - Hall, 1990.
- 3-7. J. R. HAUSER and D. CLAUNSIG, The House of Quality, Harvard Business Review, may/jun, 1988.
- 3-8. E. P. PALADINI, Controle de Qualidade: uma abordagem abrangente, Editora Atlas, 1990.