

## **Desdobramento da Função Qualidade (QFD)**

O QFD, do inglês Quality Function Deployment, é um método usado no processo de desenvolvimento de produto cujo objetivo principal é transformar requisitos de produto definidos pelo mercado em características do produto. Segundo Akao, um dos criadores e disseminadores do método, o “QFD é a conversão dos requisitos do consumidor em características de qualidade do produto e o desenvolvimento da qualidade de projeto para o produto acabado através de desdobramentos sistemáticos das relações entre os requisitos do consumidor e as características do produto. Esses desdobramentos iniciam-se com cada mecanismo e se estendem para cada componente ou processo. A qualidade global do produto será formada através desta rede de relações.”

Ainda que essa definição considere particularmente produtos manufaturados (ao fazer referência a mecanismos e componentes), o QFD é usado no desenvolvimento de serviços, como de hotéis e bibliotecas. O desdobramento da qualidade proposto pelo QFD é basicamente um processo de conversão de dados em requisitos, extração de características de produto a partir de requisitos e relação entre requisitos e características. Esse processo de conversão, extração e relação decorre da construção de diagramas em árvore e matrizes de relacionamento, como será visto a seguir.

### **5.1 A matriz da qualidade**

Nas versões de QFD normalmente citadas na literatura, a matriz da qualidade (também chamada de casa da qualidade) não só está presente, como inicia os desdobramentos. Mais importante ainda, essa matriz é a ferramenta básica de projeto do QFD. Alguns autores, inclusive, descrevem apenas a matriz da qualidade em seus trabalhos.

A descrição detalhada da matriz da qualidade é frequentemente utilizada como base para a descrição do QFD, porque todas as matrizes desse método apresentam grande similaridade.

A matriz da qualidade pode ser definida como a matriz que tem a finalidade de executar o projeto da qualidade, sistematizando as qualidades verdadeiras exigidas pelos clientes por meio de expressões linguísticas, convertendo-as em características substitutas e mostrando a correlação entre essas características substitutas (características de qualidade) e aquelas qualidades verdadeiras. Pela definição dada acima, percebe-se que a matriz da qualidade funciona como um sistema. A entrada desse sistema é a voz do cliente, na forma de expressões linguísticas. O processo pode ser claramente visto como o conjunto de atividades relacionadas a seguir: a sistematização (ou conversão) dos requisitos exigidos pelos clientes, considerando-se o peso relativo entre eles; a transformação dos

requisitos exigidos pelos clientes em características de qualidade (ou extração de características a partir de requisitos); a identificação das relações entre requisitos e as características de qualidade; e a conversão dos pesos relativos dos requisitos em pesos relativos das características. A saída do sistema é a qualidade projetada, ou um plano para o projeto do produto, com especificação das características técnicas do produto. A Figura 5.1 ilustra a matriz da qualidade completa. A tabela horizontal, dos requisitos dos clientes, é a entrada da matriz da qualidade; e a tabela das características de qualidade (vertical) é a saída do sistema. A matriz da qualidade é obtida pelo cruzamento da tabela dos requisitos do cliente (ou da qualidade exigida) com a tabela das características de qualidade. A intersecção entre as duas tabelas é a matriz de relações entre requisitos e características.

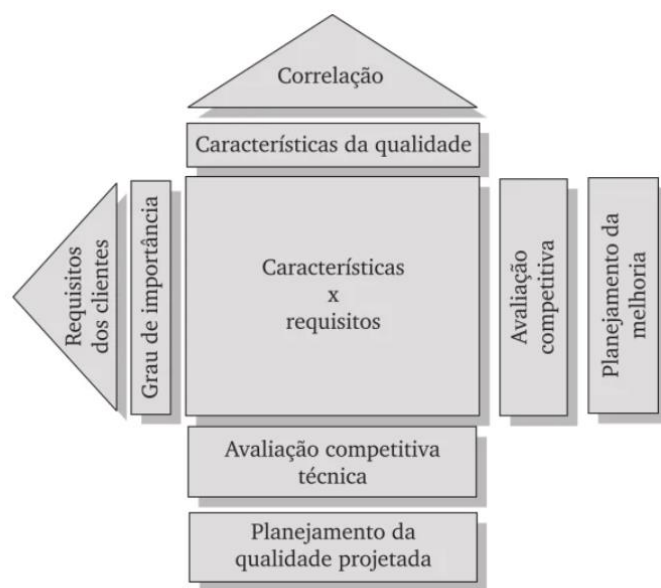


Figura 5.1 A matriz da qualidade e seus elementos ou áreas.

### 5.1.1 A tabela de requisitos dos clientes

A tabela mostrada na Figura 5.2 é a parte da matriz da qualidade pela qual a voz do cliente é introduzida no desenvolvimento de produto, sendo também onde se planeja como o produto irá atender às solicitações dos clientes.

Requisitos clientes	Grau importância				Avaliação clientes			Avaliação clientes			Qualidade planejada	
	Cliente	Interno empresa	Necessidades futuras	Geral	Nossa empresa	Concorrente X	Concorrente Y	Plano qualidade	Índice melhoria	Ponto venda	Peso absoluto	Peso relativo

Figura 5.2 Tabela dos requisitos dos clientes.

O desenvolvimento dessa tabela envolve o seguinte conjunto de passos:

- a) Levantamento dos desejos dos clientes e conversão desses desejos em requisitos

Os requisitos dos clientes são as expressões linguísticas dos clientes convertidas (qualitativamente) em necessidades reais. Os requisitos devem ser obtidos por meio de pesquisas de mercado. No entanto, nem sempre os requisitos são obtidos diretamente dos clientes, podendo ser gerados dentro da própria empresa, por meio da experiência mercadológica dos seus colaboradores e pesquisa em publicações técnicas. Os requisitos devem ser organizados e hierarquizados; para isso, as ferramentas diagrama de afinidades e diagrama em árvore podem ser usadas. A Figura 5.3 ilustra um exemplo de desdobramento de requisitos para um sapato masculino a partir de dados primários.

Requisitos do cliente primário	Requisitos do cliente secundário
Ser confortável	Leve
	Macio
	Anatômico
Ser durável	Resistente
	Mantém aparência de novo

**Figura 5.3** Desdobramento de requisitos de clientes.

b) Definição de prioridades a partir da perspectiva dos clientes: grau de importância

Nessa etapa, o objetivo é identificar o grau de importância que os clientes dão a cada requisito. Normalmente, é obtido diretamente com os clientes, que atribuem uma “nota” a cada requisito. Essa nota obedece a uma escala numérica predeterminada (normalmente de 1 a 5), que pode ser relativa ou absoluta. A escala é relativa quando o cliente indica a importância de cada requisito em comparação com os demais (esse requisito é mais importante que aquele). A escala é absoluta quando o cliente analisa a influência de cada requisito em sua decisão de compra do produto, sem compará-lo com os demais. A pesquisa com escala relativa é mais fácil para o cliente quando há poucos requisitos a serem comparados, mas torna-se complicada quando o número de requisitos é maior. Nesse caso, é melhor optar por uma escala absoluta. A Figura 5.4 ilustra a tabela de requisitos do exemplo da Figura 5.3 com a atribuição de grau de importância. Quando o número de clientes é pequeno, e estatisticamente não permite a pesquisa por enquete, a equipe de QFD pode usar a técnica AHP – Analytical Hierarchy Process (descrita por OHFUJI – ver referência no final do capítulo) para determinar, ela própria, a importância dos requisitos dos clientes. Essa técnica sistematiza a comparação entre os requisitos, estabelecendo um meio eficaz para determinar a importância relativa destes.

Requisitos do cliente primário	Requisitos do cliente secundário	Grau de importância
Ser confortável	Leve	3
	Macio	4
	Anatômico	4
Ser durável	Resistente	4
	Mantém aparência de novo	5

**Figura 5.4** Tabela de requisitos com grau de importância.

c) Definição de prioridades considerando demandas internas à empresa

Nesta etapa, procuram-se avaliar os requisitos dos clientes a partir da perspectiva da empresa. A classificação dos atributos conforme proposto por Kano (qualidade óbvia, linear e empolgante) pode ser útil. Nesta etapa, a definição pela empresa do grau de importância dos requisitos deve levar em conta que: (1) a comparação entre produtos se dá fundamentalmente na avaliação das qualidades lineares; (2) as qualidades óbvias só são percebidas quando ausentes; (3) as qualidades empolgantes seduzem os clientes, permitindo ao produto “escapar” da comparação racional, ou pelo menos diminuindo o poder dessa comparação.

d) Identificação do grau de importância – geral

É o valor final do grau de importância de cada requisito, definido em função da análise dos três itens anteriores. É importante ressaltar que seu cálculo não deve ser feito através de média aritmética ou ponderada, mas através de uma análise qualitativa. Somente o grau de importância geral será considerado para efeito de cálculo dos pesos relativo e absoluto.

e) Avaliação competitiva do cliente (nossa empresa, concorrente X e concorrente Y)

A avaliação competitiva do cliente é uma pesquisa de mercado, que busca identificar como os clientes percebem o desempenho do produto atual da empresa, em comparação com os principais concorrentes. Essa pesquisa pode usar uma escala relativa ou absoluta (também neste caso, normalmente de 1 a 5). Porém, aqui a escala relativa é mais fácil para o cliente, principalmente quando há uma clara diferença de desempenho. A Figura 5.5 ilustra essa análise para o exemplo anterior.

Requisitos do cliente primário	Requisitos do cliente secundário	Grau de importância	Avaliação competitiva clientes		
			Nossa empresa	Empresa X	Empresa Y
Ser confortável	Leve	3	3	5	2
	Solado macio	4	3	5	3
	Solado anatômico	4	4	4	2
Ser durável	Solado resistente	4	4	5	5
	Couro mantém aparência de novo	5	5	1	3

Figura 5.5 Avaliação competitiva pelo cliente.

f) Plano de qualidade dos requisitos e índice de melhoria

Nesta fase, o objetivo é o planejamento do desempenho do produto em desenvolvimento, para cada requisito dos clientes. É no plano de qualidade que a estratégia da empresa é inserida no desenvolvimento do produto. O plano de qualidade deve ser definido após a análise da avaliação competitiva do cliente e do grau de importância do requisito. É expresso por uma nota (de 1 a 5) referente ao desempenho do produto naquele requisito desejado pela empresa, em comparação com a concorrência. A partir da definição do plano de qualidade, o índice de melhoria é a forma de inserir na importância final dos requisitos (peso absoluto e relativo) a intenção da empresa, ou seja, o plano estratégico da empresa. Esse índice é determinado pela divisão do desempenho desejado para o nosso produto, determinado no plano da qualidade, pelas “notas” obtidas para o desempenho efetivo do nosso produto, que estão lançadas na coluna “Nossa Empresa” da “avaliação competitiva do cliente”. Reflete quantas vezes nosso produto precisa melhorar seu desempenho, frente à concorrência, em um determinado requisito, para alcançar a situação planejada. A Figura 5.6 ilustra a definição do índice de melhoria para os requisitos da Figura 5.5.

Requisitos do cliente primário	Requisitos do cliente secundário	Grau de importância	Avaliação competitiva clientes			Plano de qualidade	Índice de melhoria
			Nossa empresa	Empresa X	Empresa Y		
Ser confortável	Leve	3	3	5	2	3	1,0
	Solado macio	4	3	5	3	5	1,7
	Solado anatômico	4	4	4	2	4	1,0
Ser durável	Solado resistente	4	4	5	5	5	1,3
	Couro mantém aparência de novo	5	5	1	3	5	1,0

Figura 5.6 Índice de melhoria dos requisitos.

g) Argumento de venda

O argumento de venda é uma ponderação feita pela empresa, especialmente pela área comercial, sobre o apelo que um determinado requisito apresenta para potencializar a aceitação e vendas do produto. Normalmente, atribui-se peso 1,5 para um forte argumento de vendas e 1,2 para um argumento de vendas médio.

#### h) Peso absoluto e relativo dos requisitos

Finalmente, calcula-se peso de cada requisito, que corresponde ao produto entre o grau de importância, índice de melhoria e argumento de vendas.

O peso representa a prioridade de atendimento a partir da ponderação entre a voz do cliente e a estratégia da empresa para conquistar o mercado. O peso relativo corresponde à transformação desses pesos absolutos em porcentagens. A Figura 5.7 ilustra a tabela de requisitos completa para o exemplo da Figura 5.3.

		Avaliação competitiva clientes								
Requisitos do cliente primário	Requisitos do cliente secundário	Grau de importância	Nossa empresa	Empresa X	Empresa Y	Plano de qualidade	Índice de melhoria	Argumento de vendas	Peso absoluto	Peso relativo (%)
Ser confortável	Leve	3	3	5	2	3	1,0	1,2	3,6	12,7
	Solado macio	4	3	5	3	5	1,7	1,5	10,0	35,2
	Solado anatômico	4	4	4	2	4	1,0	1,2	4,8	16,9
Ser durável	Solado resistente	4	4	5	5	5	1,3	1	5,0	17,6
	Couro mantém aparência de novo	5	5	1	3	5	1,0	1	5,0	17,6
								Total	28,4	100,0

$$\text{Peso Absoluto} = \text{grau de importância} \times \text{índice de melhoria} \times \text{argumento de venda}$$

**Figura 5.7** Tabela completa de requisitos dos clientes.

#### 5.1.2 A tabela das características da qualidade e matriz de relações

Após a construção da tabela de requisitos, a equipe de QFD deve extrair, a partir dos requisitos, características técnicas de qualidade do produto, relacioná-las entre si e com os requisitos e converter os pesos dos requisitos em pesos das características. Ou seja, nesse momento o objetivo é traduzir a “voz dos clientes” para “voz dos engenheiros”, isto é, transformar os requisitos dos clientes em características de projeto que sejam capazes de compor um hardware e estabelecer a qualidade projetada. A Figura 5.8 ilustra os elementos dessa segunda parte da matriz da qualidade, cuja construção obedece aos passos descritos a seguir.

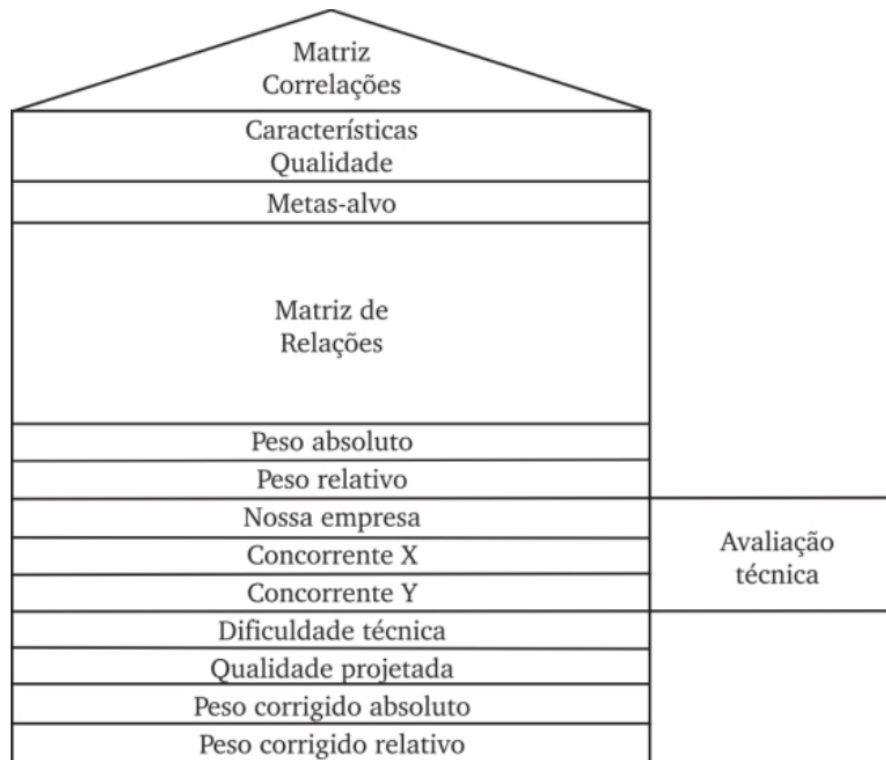


Figura 5.8 A tabela das características de qualidade.

a) Extração das características de qualidade

A voz dos clientes deve ser transformada em características de qualidade. As características de qualidade são características técnicas, ou características substitutas, para o produto final. Ou seja, as características de qualidade são os requisitos dos clientes (ou qualidades verdadeiras) transformadas em características de projeto (características substitutas). As características técnicas do produto podem ser divididas em elementos da qualidade e características de qualidade. Os elementos da qualidade são definidos como itens não quantificáveis, capazes de avaliar a qualidade do produto (itens intermediários entre a qualidade exigida e as características de qualidade). Já as características de qualidade são definidas como itens que devem ser medidos no produto para verificar se a qualidade exigida está sendo cumprida. Um diagrama em árvore pode ser usado para representar as relações entre os elementos da qualidade e as características de qualidade, como ilustrado na Figura 5.9 para o exemplo da Figura 5.3.

Número de ciclos até a ruptura	Resistência da sola
Densidade	Conforto do solado
Absorção de impacto	
Curvatura	Palmilha
Resistência à abrasão	Acabamento do couro
Brilho	
Número de ciclos até o vinco	
Espessura da espuma	Forração interna
Elasticidade	

Figura 5.9 Elementos e características da qualidade extraídos a partir dos requisitos.

b) Definição de metas-alvo das características da qualidade

As metas-alvo têm dois objetivos. O primeiro é determinar se as características de qualidade são mensuráveis e definir as unidades de medida. O segundo é indicar qual tipo de raciocínio leva à fixação do valor ideal para cada característica de qualidade. Existem características de qualidade cujos valores de desempenho podem ser raciocinados na base do “quanto maior, melhor” (potência de um carro esportivo, por exemplo). Para outras, deve-se buscar um valor-alvo, específico, ou nominal (como exemplo, tem-se a voltagem de um aparelho elétrico). A Figura 5.10 ilustra a simbologia usada para indicação do valor-meta. É importante ressaltar que, nesse momento, não se está ainda buscando definir o valor ideal, mas apenas descobrir como raciocinar para se determinar esse valor ideal. Caso não seja possível definir a meta-alvo para uma determinada característica, essa característica não é quantitativa. Talvez seja um elemento de qualidade, que ainda precise ser desdobrado em características. Deve-se, então, retomar o desdobramento desse elemento de qualidade para transformá-lo em uma verdadeira característica de qualidade.

c) Construção da matriz de correlações

A matriz de correlações é o teto da matriz da qualidade. Essa matriz cruza as características de qualidade entre si, sempre duas a duas, permitindo identificar como elas se relacionam. Essas relações, quando existentes, podem ser de apoio mútuo – quando o desempenho favorável de uma característica ajuda o desempenho favorável da outra característica – ou de conflito – quando o desempenho favorável de uma característica prejudica o desempenho favorável da



outra característica. Portanto, esses relacionamentos podem variar de intensidade (se é forte ou fraca) e de sentido (se é de apoio ou conflito). A Figura 5.10 ilustra as correlações existentes entre algumas características, onde o sinal positivo indica relação de apoio mútuo e o sinal negativo indica conflito. O número de sinais, se um ou dois, indica a intensidade de relacionamento.

	↑	●	↑	●	↑	●	↑	●	●
	-	++			-	+			
Número de ciclos até a ruptura	Resistência da sola	Conforto do solado	Absorção de impacto	Palmeira	Resistência à abrasão	Brilho	Número de ciclos até o vinco	Espessura da espuma	Forração interna
Densidade									
Curvatura									
Elasticidade									

Figura 5.10 Matriz de correlações e valor meta.

d) Construção da matriz de relações

A matriz de relações é composta de células formadas pela intersecção de cada requisito dos clientes com cada característica de qualidade. Sua função é permitir a identificação de como e (quanto) cada característica da qualidade influencia no atendimento de cada requisito dos clientes. Se existe alguma relação entre requisito e característica, normalmente a intensidade da relação é classificada como forte, média ou fraca, recebendo uma nota respectivamente de 9, 3 ou 1. A matriz de relações deve ser preenchida com a participação de todos os membros da equipe de QFD, que devem obter consenso sobre a intensidade das relações. As relações podem ser identificadas não só pelo consenso da equipe, baseado na experiência dos seus membros, como também por respostas de clientes, por análise de dados estatísticos e por experimentos controlados. A Figura 5.11 ilustra as relações e as intensidades das relações identificadas para o exemplo das Figuras 5.3 e 5.9.

	Resistência da sola	Conforto do solado		Palmeira	Acabamento do couro			Forração interna	
	Número de ciclos até a ruptura	Densidade	Absorção de impacto	Curvatura	Resistência à abrasão	Brilho	Número de ciclos até o vinco	Espessura da espuma	Elasticidade
Leve		9							
Macio		3	3					9	9
Anatômico			3	9					
Resistente	9		1		3		9		3
Mantém aparência de novo					9	9			3

**Figura 5.11** Matriz de relações.

e) Cálculo do peso absoluto e peso relativo

O peso absoluto de cada característica da qualidade é obtido pelo processo de conversão do peso do requisito em peso da característica. Para isso, inicialmente multiplica-se a nota da relação identificada entre requisito e característica pelo peso relativo calculado para aquele requisito. Finalmente, o peso absoluto da característica é obtido pela soma do produto entre intensidade de relação e peso do requisito, conforme indicado na Figura 5.12. A partir do peso absoluto, obtém-se o peso relativo, como porcentagem em relação ao total. A Figura 5.13 ilustra o cálculo do peso relativo a partir das relações identificadas na Figura 5.11 e o peso relativo dos requisitos identificados na Figura 5.7.

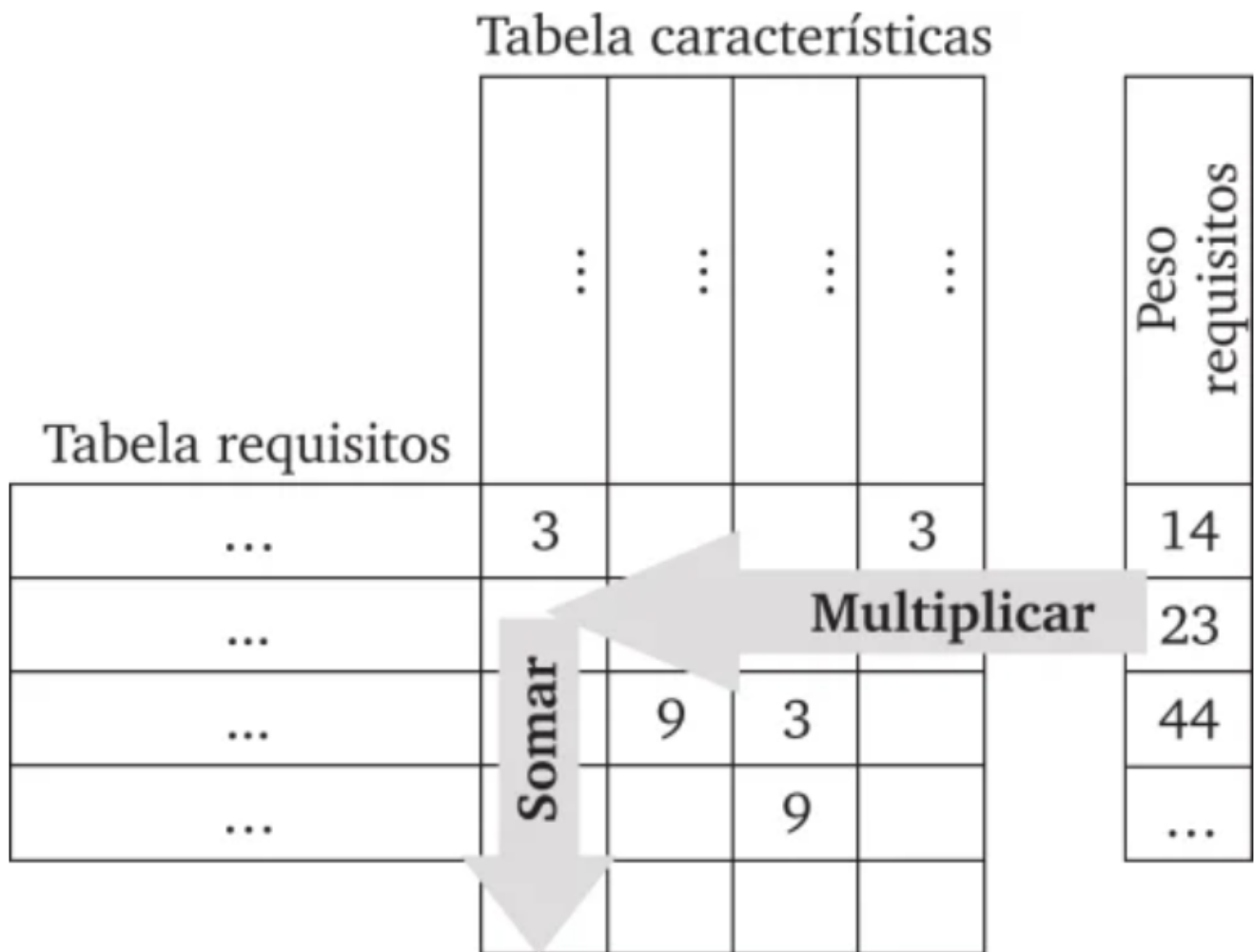


Figura 5.12 Processo de obtenção do peso absoluto da característica a partir do peso relativo dos requisitos.

Requisito do Cliente Secundário	Resistência da sola	Conforto do solado		Palmeira	Acabamento do couro			Forração interna		Peso relativo dos requisitos
	Número de ciclos até a ruptura	Densidade	Absorção de impacto	Curvatura	Resistência à abrasão	Brilho	Número de ciclos até o vinco	Espessura da espuma	Elasticidade	
Leve		9								12,7
Macio		3	3					9	9	35,2
Anatômico			3	9						16,9
Resistente	9		1		3		9		3	17,6
Mantém aparência de novo					9	9			3	17,6
Peso absoluto	158	220	174	152	211	158	158	317	423	
Peso relativo	8,04	11,1	8,82	7,71	10,7	8	8	16	21	

Figura 5.13 Cálculo do peso absoluto e relativo das características da qualidade.

f) Avaliação competitiva técnica

Nessa fase, o desempenho dos produtos, sob a ótica da engenharia, considerando as características técnicas, é avaliado e comparado com a concorrência. O objetivo é avaliar tecnicamente o produto, tendo em vista a avaliação competitiva feita pelos clientes sobre o desempenho do produto com base nos requisitos identificados. Por isso, a avaliação competitiva técnica consiste em medir, em cada produto que foi submetido à avaliação competitiva dos clientes, e também nos produtos dos concorrentes, o valor real de cada característica de qualidade. As avaliações são coerentes entre si quando o desempenho técnico “explica” as notas atribuídas pelos clientes para o desempenho relativo de cada produto.

g) Fator de dificuldade técnica e peso corrigido das características

De modo geral, esse fator é uma nota que expressa a dificuldade tecnológica que a empresa terá para obter o valor determinado para as características de qualidade, com a confiabilidade projetada e com o custo objetivado. Por isso, ele determina quais são as características que provavelmente exigirão maior comprometimento de esforços e recursos na obtenção da sua qualidade projetada. O fator de dificuldade técnica é usado na matriz da qualidade para corrigir o peso das características de qualidade. Entretanto, essa correção do peso de cada característica de qualidade pode ser feita de duas maneiras: ou se atribui maior importância àquelas características que implicam em uma menor dificuldade

técnica, ou se atribui maior importância àquelas características que, para a obtenção da sua qualidade projetada, implicam em uma maior dificuldade técnica. No primeiro caso, a escala do fator é inversamente proporcional à dificuldade de se obter os valores definidos para a característica de qualidade. O raciocínio que determina a utilização da escala inversamente proporcional é a priorização das características técnicas que, concomitantemente, são importantes sob o ponto de vista do atendimento do cliente e não comprometem demasiadamente o tempo de desenvolvimento e os recursos disponíveis (não exigem o desenvolvimento de uma tecnologia muito diferente da atualmente utilizada). Por outro lado, a empresa pode entender como estratégico investir no desenvolvimento de tecnologia para a melhoria do produto em características cuja dificuldade técnica é maior. Nesse caso, a escala do fator de dificuldade técnica é diretamente proporcional à dificuldade.

#### h) Qualidade projetada

Projetar a qualidade significa planejar os valores das características de qualidade do produto em desenvolvimento. No QFD, tais valores são denominados valores-meta ou valores-objetivo. Os valores-meta devem ser capazes de atender satisfatoriamente às necessidades dos clientes, melhorando a posição competitiva do produto no mercado. Isso significa que esses valores devem refletir o planejamento estratégico para o produto, que, por sua vez, é representado pelo índice de melhoria dos requisitos dos clientes.

A Figura 5.14 ilustra a matriz da qualidade completa para o exemplo desenvolvido. Deve-se observar, entretanto, que não é incomum ver aplicações da matriz da qualidade com algumas simplificações, por exemplo, não incluindo fatores como argumento de venda, avaliação competitiva ou grau de dificuldade técnica. A equipe de QFD deve avaliar, principalmente em função do tipo e complexidade do produto, qual a necessidade de desenvolvimento.

A construção da matriz da qualidade é facilitada pela disponibilidade de softwares especificamente desenvolvidos para preenchimento das tabelas e matrizes do QFD, softwares esses facilmente encontrados em buscas pela Internet.

Requisito do cliente primário	Requisito do cliente secundário	Avaliação									Avaliação									
		↑	○	↑	○	↑	○	↑	○	○	Grau de importância	Nossa empresa	Empresa X	Empresa Y	Plano da qualidade	Índice de melhoria	Argumento de venda	Peso absoluto	Peso relativo	
		Resistência da sola	Conforto do solado	Palmilha	Acabamento do couro	Forração interna														
		Número de ciclos até a ruptura	Densidade	Absorção de impacto	Curvatura	Resistência à abrasão	Brilho	Número de ciclos até o vinco	Espessura da espuma	Elasticidade										
Ser confortável	Leve		9								3	3	5	2	3	1,0	1,2	3,6	12,7	
	Macio		3	3					9	9	4	3	5	3	5	1,7	1,5	10,0	35,2	
Ser durável	Anatômico			3	9						4	4	4	2	4	1,0	1,2	4,8	16,9	
	Resistente	9		1		3		9		3	4	4	5	5	5	1,3	1	5,0	17,6	
	Mantém aparência de novo					9	9			3	5	5	1	3	5	1,0	1	5,0	17,6	
	Peso absoluto	158	220	174	152	211	158	158	317	423							Total	28,4	100,0	
	Peso relativo	8,04	11,1	8,82	7,71	10,7	8	8	16	21										
	Nossa empresa	Avaliação comparativa técnica																		
	Empresa X	Avaliação comparativa técnica																		
	Empresa Y	Avaliação comparativa técnica																		
	Dificuldade técnica																			
	Peso corrigido																			
	Qualidade projetada																			

Figura 5.14 Matriz da qualidade do QFD.

## 5.2 As diferentes versões de QFD

A evolução do QFD, a partir do trabalho original de Yoji Akao, levou ao surgimento de diferentes versões desse método, descritos na literatura nacional e internacional. Dentre essas versões, o QFD das Quatro Fases e o QFD das Quatro Ênfases são mais difundidos e por isso são brevemente apresentados a seguir.

### 5.2.1 Versão das Quatro Fases

O QFD das Quatro Fases foi criado por Macabe e divulgado nos EUA por Don Clausing e pela American Supplier Institute (ASI). Esse método, como o próprio nome indica, é composto de quatro fases, conforme segue:

1. planejamento do produto;
2. planejamento de componentes ou desdobramento de componentes;
3. planejamento de processos;
4. planejamento de produção.

Cada uma dessas fases se caracteriza por uma matriz que norteia as análises. Essa matriz deve ser complementada por atividades de suporte tais como FTA, FMEA,

Engenharia e Análise de Valor, estudos de confiabilidade, listas de processos requeridos, listas de parâmetros de controle etc.

A Figura 5.15 ilustra os desdobramentos das quatro fases. A primeira fase é a confecção da matriz da qualidade, descrita anteriormente. A segunda fase refere-se à elaboração da matriz de projeto, que é composta do cruzamento da tabela das características de qualidade (entrada) com a tabela de características dos componentes (saída). A tabela das características dos componentes contém as características que cada componente deve ter para atender às características de qualidade do produto. Nesta tabela estabelecem-se os valores (especificações) para as características dos componentes no novo produto.

A terceira fase consiste na elaboração e análise da matriz de engenharia do processo produtivo, resultante do cruzamento da tabela de características dos componentes (entrada) com a tabela de decisões de processo (saída). As decisões de processo são os parâmetros de cada processo. Como resultado dessa fase, deve-se obter a parte menos detalhada do planejamento dos processos, que inclui a determinação das operações a serem executadas, a definição da sequência dessas operações e a definição dos parâmetros de controle desses processos.

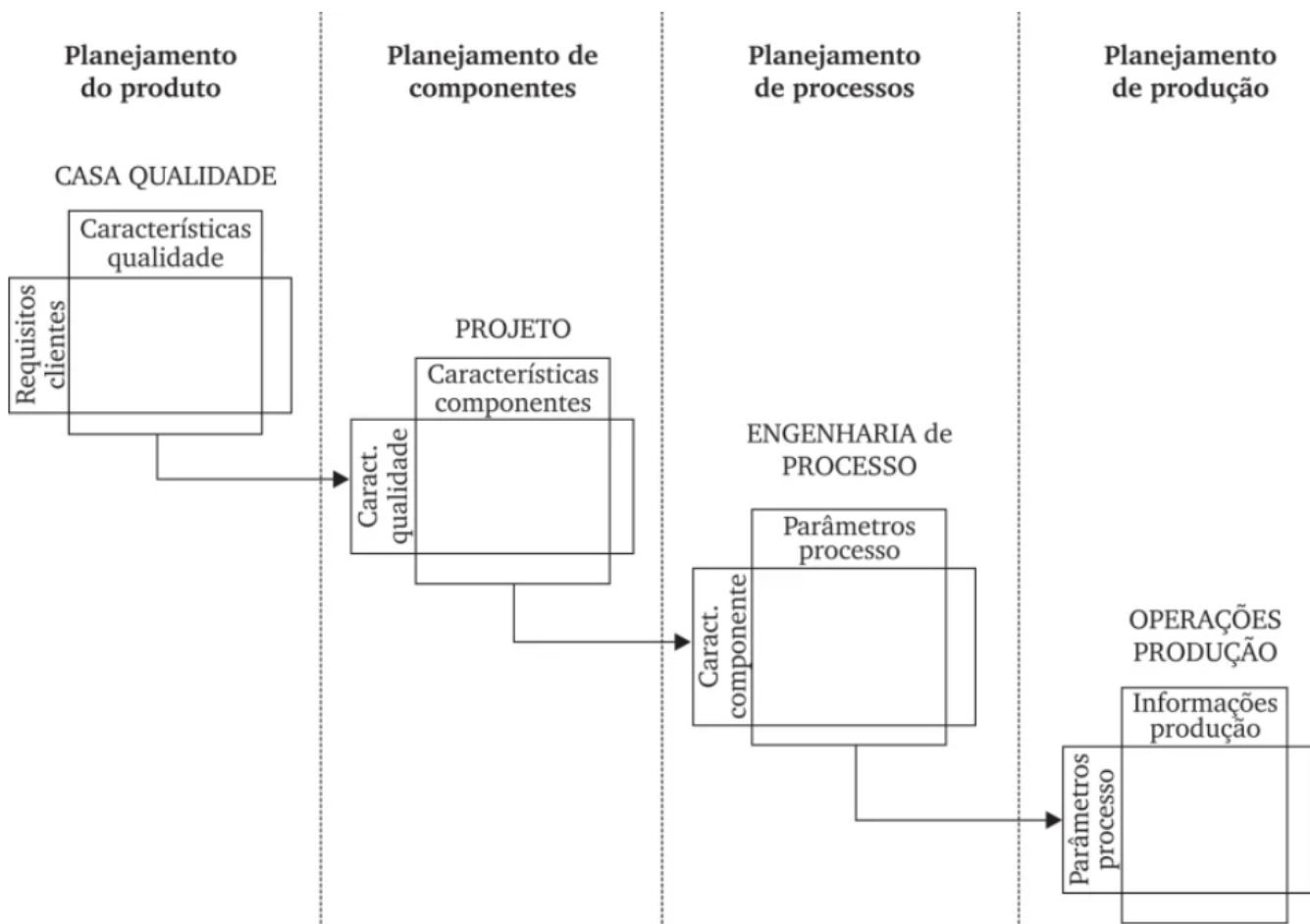


Figura 5.15 Ilustração da versão das Quatro Fases.

Na quarta fase, dão-se a elaboração e a análise da matriz do planejamento operacional da produção, constituída pelo cruzamento da tabela de decisões de processo (entrada) com a tabela de decisões operacionais (saída). Essa fase se ocupa da transferência das informações geradas durante o projeto para o “chão de fábrica”. A matriz de planejamento operacional da produção é utilizada para detalhar as operações necessárias para executar os processos projetados na matriz anterior. Esse detalhamento inclui atividades como especificar os dados organizacionais, determinar as suboperações, determinar o ferramental, determinar máquinas e equipamentos, determinar as condições de trabalho e calcular os tempos de fabricação. A quarta matriz dessa versão tem como resultados os documentos de transmissão de informações, que serão gerados de acordo com o nível de detalhamento necessário ao produto e à empresa. É importante frisar que a matriz de projeto e a matriz de engenharia do processo produtivo são essencialmente semelhantes à matriz da qualidade, embora alguns de seus elementos possam ser suprimidos pela equipe de QFD, no momento da adaptação do QFD às necessidades do produto e da empresa. Aliás, o QFD das Quatro Fases sempre deve ser inteiramente adaptado às condições do produto e da empresa, antes de se iniciarem os desdobramentos.

#### 5.2.2 O QFD das Quatro Ênfases

O QFD das Quatro Ênfases, criado principalmente pelos Profs. Akao e Mizuno, é a versão original do QFD, criada na Union of Japanese Scientists and Engineers (JUSE), a partir da matriz da qualidade, criada na Mitsubishi Heavy Industries em 1972, e do conceito de desdobramento da função qualidade no sentido restrito, criado por Shigeru Mizuno. O modelo das Quatro Ênfases é composto de dois tipos de desdobramento: o desdobramento da função qualidade no sentido restrito (QFDr) e o desdobramento da qualidade (QD).

O QD é o desdobramento do produto. A partir dos requisitos dos clientes, busca-se identificar as características de qualidade, os mecanismos que compõem o produto, os componentes desses mecanismos, os processos capazes de gerar esses componentes e os parâmetros de controle que garantem o ajuste dos processos de fabricação. Na versão das Quatro Ênfases, o trabalho é iniciado pelo seu próprio planejamento, que é dividido em duas partes: o planejamento dos desdobramentos e o planejamento do trabalho. O primeiro se refere a uma execução antecipada de parte do QD e o segundo se refere à execução do QFDr.

O planejamento dos desdobramentos é feito através da definição do modelo conceitual. O modelo conceitual é a definição das matrizes e tabelas que constituirão os desdobramentos, através da elaboração gráfica do “caminho” que o desenvolvimento deve percorrer. O modelo conceitual é um conjunto de tabelas e matrizes sequenciadas de forma a permitir a visibilidade das relações existentes



entre componentes, mecanismos, processos, matérias-primas etc., com a qualidade projetada para o produto. A Figura 5.16 ilustra o modelo conceitual para o desdobramento da qualidade. Os outros desdobramentos propostos por esse método são: tecnologia, custo e confiabilidade. Os detalhes desse método são apresentados por Akao (1990).

O planejamento do trabalho é feito através do QFDr. O QFDr é a definição das fases, processos e atividades do desenvolvimento do produto, através de desdobramentos sucessivos, utilizando o diagrama em árvore. Desdobramento, aqui, quer dizer detalhamento, ou seja, sair de um nível mais abstrato (primeiro nível de detalhamento) e atingir um nível mais específico (segundo nível). Em seguida, sair do segundo nível e atingir um terceiro nível; e assim sucessivamente. O resultado final do QFDr são dois documentos: o padrão gerencial do desenvolvimento do produto e o plano de atividades do desenvolvimento do produto.

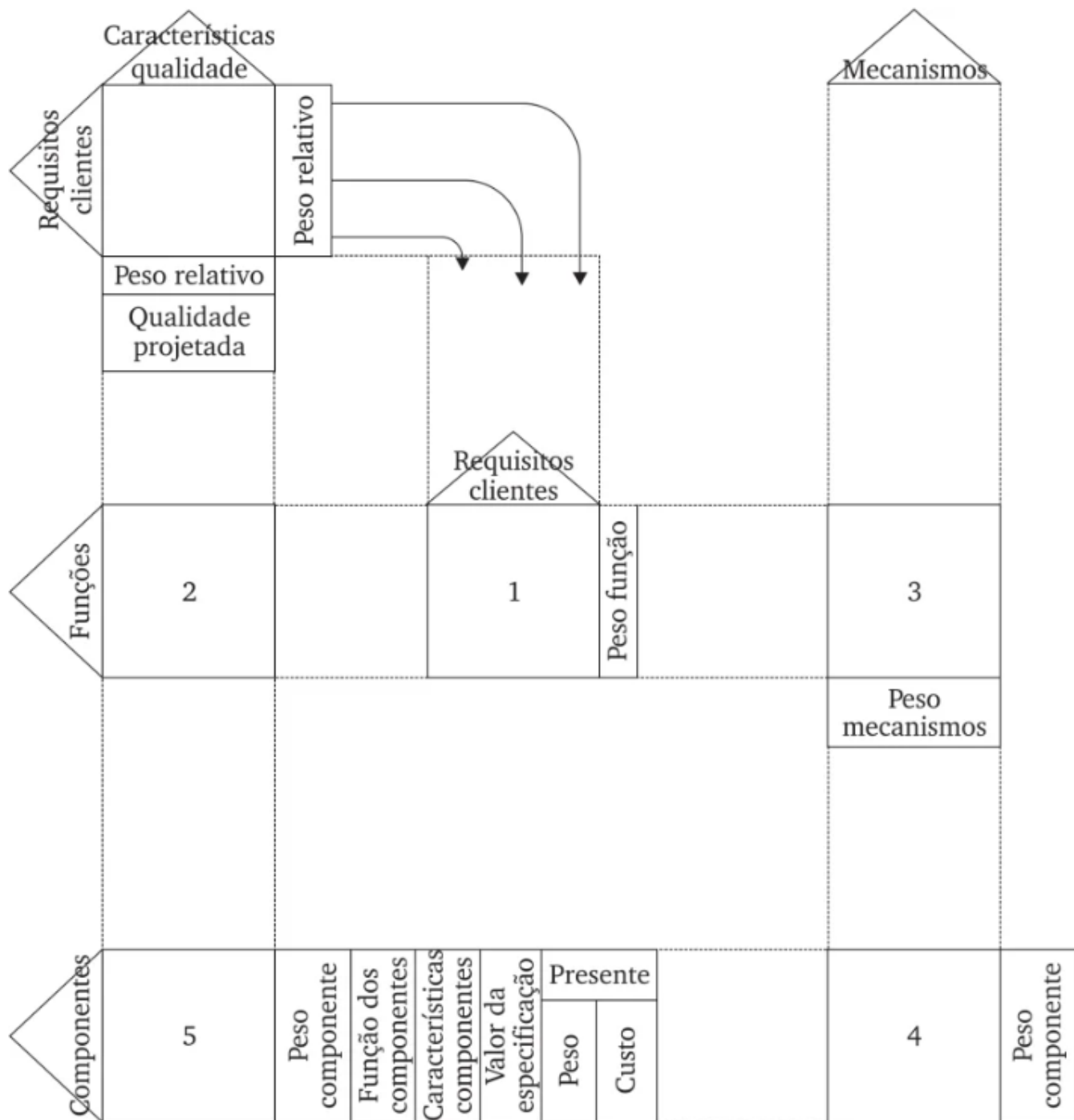


Figura 5.16 Desdobramento da qualidade segundo Cheng (1995).

### 5.3 Aplicações e benefícios do QFD

A literatura específica relata aplicações do método QFD no desenvolvimento de produtos tanto na indústria como na área de serviços. Existem comunidades internacionais que disseminam a prática do QFD, discutem e estudam o desenvolvimento de aplicações das mais variadas. Mesmo assim, é evidente uma maior aplicação da matriz da qualidade apenas, não incluindo as outras matrizes previstas nos métodos vistos anteriormente.

Entre os benefícios apontados pelos usuários do método, podem-se destacar o foco no cliente e no mercado, o esforço de análise comparativa, o registro de informações em tabelas e matrizes. Além disso, seu formato visual ajuda a dar foco para a discussão do time de projeto, organizando a discussão. O processo de elaboração das matrizes leva a uma melhor compreensão da situação e a um maior comprometimento com as decisões tomadas.

No entanto, o QFD só levará aos benefícios esperados se houver primeiramente comprometimento e integração de times multifuncionais. Além disso, uma dificuldade intrínseca ao QFD é a atribuição de notas para priorização, relação e conversão de importâncias. Essas notas, em atributos essencialmente subjetivos e dependendo do grau de experiência da equipe, pode levar a distorções e dúvidas. Finalmente, alguns críticos argumentam que o excesso de formalismo e burocracia pode aumentar demasiadamente o tempo de desenvolvimento, sem uma contrapartida significativa de benefício.

### **Leitura complementar**

AKO, Y. (Ed.) Quality function deployment: integrating customer requirements into product design. Trad. de Glenn H. Mazur. Cambridge, Productivity Press, 1990.

CHENG, L. C. et al. QFD: planejamento da qualidade. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Engenharia, Fundação Cristiano Otoni, 1995.

OHFUJI, T.; ONO, M.; AKO, Y. Métodos de desdobramento da qualidade. Trad. de Zelinda Tomie Fujikawa. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, Fundação Cristiano Otoni, 1997.

### **Questões**

1. Quais das ferramentas descritas no Capítulo 4 são ou podem ser usadas na construção da matriz da qualidade do QFD?
2. Quais são as principais etapas de desenvolvimento da matriz da qualidade?
3. Quais as principais dificuldades para a construção de uma matriz da qualidade? E os principais benefícios?
4. Construa uma casa da qualidade para um produto industrial.
5. O QFD pode ser usado para o desenvolvimento de serviços? Pesquise sobre casos de aplicação do QFD para o desenvolvimento de serviços.