

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
(Bacharelado)

**PROTÓTIPO DE APOIO A AVALIAÇÃO DE PRODUTOS
DE SOFTWARE UTILIZANDO O MÉTODO
*QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

SANDRO NIEHUES

BLUMENAU, DEZEMBRO/2001

2001/2-45

PROTOTIPO DE APOIO A AVALIAÇÃO DE PRODUTOS DE SOFTWARE UTILIZANDO O MÉTODO *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)*

SANDRO NIEHUES

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO, FOI JULGADO ADEQUADO
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Everaldo Artur Grahl — Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva — Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Everaldo Artur Grahl

Prof. Wilson Pedro Carli

Prof. Ricardo Alencar Azambuja

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado dando apoio e forças para que eu seguisse o caminho sempre adiante, principalmente nos momentos de dificuldade onde a vontade de desistir era maior.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me dado forças e saúde para que eu pudesse passar por mais esta etapa em minha vida.

Ao Professor Everaldo Artur Grahl pela orientação e atenção dispensada durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos colegas e todos aqueles que de alguma forma me ajudaram, não só na realização deste trabalho, mas também em todo o decorrer do curso, por compartilhar conhecimentos, pelo companheirismo e bons momentos vividos, dos quais jamais esquecerei e com certeza sentirei saudades.

E um agradecimento especial para Chaiene M. da Silva Minella por ter ficado sempre ao meu lado me incentivando e dando todo apoio possível.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA.....	III
AGRADECIMENTOS	IV
RESUMO	XI
ABSTRACT	XII
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 OBJETIVOS.....	2
1.2 ESTRUTURA	2
2 <i>QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT</i>	3
2.1 HISTÓRICO.....	3
2.2 DEFINIÇÕES PARA O <i>QFD</i>	4
2.3 ABORDAGEM DO <i>QFD</i>	5
2.4 DEFININDO O CLIENTE E MEDINDO SUA SATISFAÇÃO.....	7
2.4.1 COMO OBTER A VOZ DO CLIENTE	7
2.5 AS FASES DO <i>QFD</i>	9
2.5.1 CASA DA QUALIDADE.....	9
2.5.1.1 REQUISITOS DO CLIENTE: ‘O QUE’	10
2.5.1.2 REQUISITOS DE PROJETO: ‘COMO’	11
2.5.1.3 MATRIZ DE RELACIONAMENTOS	11
2.5.1.4 GRAU DE IMPORTÂNCIA	12
2.5.1.5 QUALIDADE PLANEJADA.....	14
2.5.2 DESDOBRAMENTO DO PROJETO.....	15
2.5.2.1 REQUISITOS DE PROJETO ‘O QUE’S’	15

2.5.2.2	CARACTERÍSTICA DO COMPONENTE “COMO’S”	15
2.5.2.3	MATRIZ DE RELACIONAMENTOS	16
2.5.2.4	VALORES DAS CARACTERÍSTICAS DAS PARTES.....	16
2.5.2.5	CAPACIDADE DA PARTE	16
2.5.2.6	GRAUS DE IMPORTÂNCIA.....	16
2.5.3	PLANEJAMENTO DO PROCESSO.....	16
2.5.3.1	CARACTERÍSTICAS DAS PARTES “O QUE’S”	17
2.5.3.2	PARÂMETROS DO PROCESSO “COMO’S”	17
2.5.4	PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO	18
2.5.4.1	PARÂMETROS DO PROCESSO “O QUE’S”	18
2.5.4.2	REQUISITOS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO “COMO’S”	19
2.6	FERRAMENTAS EXISTENTES	20
2.6.1	QFDCAPTURE	20
2.6.2	QFDQPB.....	22
2.6.3	QFD SCOPE	24
2.6.4	COMPARATIVO ENTRE AS FERRAMENTAS	25
3	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	27
3.1	REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA	27
3.1.1	PROCESSO PARA EFETUAR UMA AVALIAÇÃO.....	27
3.2	ESPECIFICAÇÃO	28
3.2.1	DIAGRAMA DE CASO DE USO	28
3.2.2	DIAGRAMA DE CONTEXTO.....	29
3.2.3	D.E.R. LÓGICO.....	29
3.2.4	DICIONÁRIO DE DADOS.....	31
3.3	OPERACIONALIDADE	32

3.3.1 PRINCIPAIS TELAS	33
3.3.2 RELATÓRIOS	38
3.4 CONSIDERAÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO	39
4 CONCLUSÕES	41
4.1 EXTENSÕES	41
ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO	42
ANEXO 2 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO.....	43
ANEXO 3 – CÓDIGO FONTE CÁLCULO MATRIZ	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Abordagem do método <i>QFD</i>	6
Figura 2 - Metodologia para desenvolvimento e uso de questionários para medição da satisfação do cliente.....	8
Figura 3 - Fases do <i>QFD</i>	9
Figura 4 - Casa da Qualidade	10
Figura 5 - Matriz de relacionamentos – O Que X Como	11
Figura 6 - Valores das correlações	12
Figura 7 - Grau de importância dado pelo cliente	13
Figura 8 - Peso absoluto	14
Figura 9 - Passos da qualidade planejada	15
Figura 10 - Planejamento do processo.....	17
Figura 11 - Matriz de Planejamento da produção.....	18
Figura 12 - Tela principal da ferramenta <i>QFDCapture</i>	21
Figura 13 - Tela lista de entradas.....	21
Figura 14 - Matriz de relacionamentos.....	22
Figura 15 - Tela principal do <i>QFDQPB</i>	23
Figura 16 - Matriz de relacionamentos.....	23
Figura 17 - Relatório gráfico	24
Figura 18 - Diagrama de caso de uso para o protótipo.....	28
Figura 19 - Diagrama de contexto	29
Figura 20 - Diagrama Entidade-Relacionamento lógico	30
Figura 21 - Diagrama Entidade-Relacionamento físico	30

Figura 22 – Tabelas no Access	32
Figura 23 - Tela principal do protótipo	33
Figura 24 - Cadastro de avaliadores	34
Figura 25 - Cadastro de softwares	34
Figura 26 – Registro de avaliações.....	35
Figura 27 – Seleção da Matriz.....	35
Figura 28 – Matriz de avaliação	36
Figura 29 – Matriz de Avaliação	37
Figura 30 – Tela help do protótipo	38
Figura 31 - Relatório das Avaliações registradas	38
Figura 32 - Relatório de avaliadores cadastrados.....	39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparativo das ferramentas existentes no mercado	27
--	----

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo sobre o método conhecido como Desdobramento da Função Qualidade (QFD). Este método é utilizado para planejamento de novos produtos e também na avaliação e melhoria de produtos existentes usando como princípio básico a opinião do cliente. Com base nisto, foi elaborado um roteiro em conjunto com um protótipo que auxilia na aplicação deste método para avaliação de produtos de software. O protótipo permite que sejam elaboradas as matrizes utilizadas pelo QFD e efetua todos os cálculos utilizados pela mesma.

ABSTRACT

This work presents a study on the known method as Quality Function Deployment (QFD). This method is used for planning of new products and also in the evaluation and improvement of existing products using as basic principle the opinion of the customer. With base in this, a route was elaborated together with a prototype that assists in the application of this method for evaluation of software products. The prototype allows that the arrays used for the QFD are elaborated and effects all the calculations used for the same one.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade e produtividade são conceitos amplos que representam uma filosofia de gestão, que visa conduzir as organizações a uma postura de melhoria de seus processos, por meio do compromisso de seus dirigentes e empregados. Tal postura assegura produtos e serviços com desempenho, preço e disponibilidade adequados, totalmente orientados para as aspirações do cliente. Entretanto, os profissionais do setor de software ainda possuem pouco treinamento formal em técnicas avançadas para o desenvolvimento de programas de computador e também para a avaliação da qualidade dos mesmos (Kival, 1999). Entre as técnicas utilizadas para a avaliação da qualidade e que podem ser aplicadas na avaliação de produtos de software encontra-se o *QFD* (*Quality Function Deployment*), que no Brasil é conhecido pela mesma sigla e traduzido como Desdobramento da Função Qualidade.

O *QFD* teve início há mais de 20 anos no Japão como um sistema de qualidade voltado para a entrega de produtos e serviços que satisfizessem o cliente. O *QFD* é uma ferramenta de planejamento multifuncional usada para garantir que a “voz do cliente” seja ouvida e desdobrada através das fases de planejamento do produto e projeto (Bondarczuk, 1997). Segundo Cheng (1995), esta técnica pode ser aplicada tanto a produto (entendido como bens e serviços) da empresa, quanto a produto intermediário entre cliente e fornecedor interno. Pode ser aplicado também tanto para remodelagem ou melhoria de produtos existentes quanto para produtos novos às empresas. A implantação do método *QFD* objetiva duas finalidades específicas: auxiliar o processo de desenvolvimento do produto, buscando, traduzindo e transmitindo as necessidades e desejos do cliente e garantir qualidade durante o processo de desenvolvimento do produto.

O processo do *QFD* está constituído basicamente de quatro grandes fases. O Planejamento do produto, o Desdobramento do projeto, o Planejamento do projeto e o Planejamento da produção. Estas fases são representadas através de uma série de matrizes e gráficos, que traduzem os Requisitos do Cliente em Requisitos de Projeto, desde o planejamento do produto até o planejamento da produção, passando pelo desdobramento dos componentes e do processo (Bondarczuk, 1997).

Hoje no mercado, existem algumas ferramentas, como o *QFDCapture*, *QFDqpb* e *QFDscope*, que auxiliam na aplicação desta técnica nas mais diversas áreas. Estas

ferramentas têm como característica básica facilitar a construção e cálculos das matrizes do *QFD*. Permitem também várias seqüências de desdobramento de matrizes partindo da voz do cliente e podendo chegar até o controle do processo produtivo, passando pela concepção do produto, projeto do produto e projeto de processo.

Considerando que para um software ter maior sucesso no mercado é necessário dentre outras coisas suprir da melhor maneira possível as necessidades dos clientes, optou-se por utilizar a abordagem *Quality Function Deployment (QFD)* uma vez que a mesma traduz de maneira muito mais eficaz os requisitos que conduzirão ao maior nível de satisfação do cliente.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho teve por objetivo principal o desenvolvimento de um protótipo de apoio a avaliação de produtos de software a partir do método *Quality Function Deployment (QFD)*.

Os objetivos específicos são:

- a) facilitar a construção e os cálculos de matrizes utilizadas no método *QFD*;
- b) avaliar a utilização do método *QFD* no desenvolvimento de software.

1.2 ESTRUTURA

A seguir serão descritos brevemente cada capítulo do trabalho.

O capítulo inicial apresenta uma introdução ao tema, incluindo objetivos e organização do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a abordagem *Quality Function Deployment (QFD)*, sua origem, conceitos, definições e sua estrutura. Ainda neste capítulo são apresentadas algumas ferramentas existentes no mercado que auxiliam na utilização do *QFD*.

O terceiro capítulo apresenta o desenvolvimento do protótipo, começando pela especificação e seguindo até a implementação, demonstrando sua operação e funcionalidade. Neste capítulo encontra-se também o roteiro que auxiliará na aplicação do método *QFD* em uma avaliação de software.

No quarto capítulo encontram-se as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

2 QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT

Neste capítulo será apresentado o assunto principal do trabalho que é a abordagem *Quality Function Deployment (QFD)*, falando de sua origem, conceitos e aplicação.

2.1 HISTÓRICO

Pode-se dizer que a história do *QFD* começa após a Segunda Guerra Mundial, quando o setor químico do Japão implantou o Controle Estatístico da Qualidade (SQC), pretendendo assegurar a qualidade do produto nos estágios de fabricação. Desde a segunda metade da década de 1950, o Padrão Técnico de Processo (*QC Process Chart*) já vinha sendo utilizado para definir os melhores pontos para controle da qualidade durante as fases de fabricação do produto. Isto significava que, mesmo com o desenvolvimento cada vez maior de novos produtos, a qualidade final ainda estava sendo obtida através de melhorias nas linhas de produção, já iniciado o processo de fabricação. Na década de 1960, com o grande crescimento industrial do Japão, representado pela indústria automobilística, a necessidade de mudanças mais constantes dos modelos de automóveis exigiu que a garantia da qualidade não mais se limitasse às fases de produção, expandindo-se para o estágio de desenvolvimento do projeto (Tavares, 1999).

Segundo Akao (1990), por volta de 1966, o Japão passava da era de CEP (Controle Estatístico de Processo) para a era do TQC (Controle da Qualidade Total), período marcado pelo vertiginoso crescimento da indústria automobilística, com freqüentes mudanças de modelos e intenso desenvolvimento de novos produtos. Na época, apesar de já se pregar a importância da qualidade do projeto, não se sabia ao certo como a mesma deveria ser estabelecida. Embora já utilizasse por longo tempo o Padrão Técnico de Processo (*QC Process Chart*), a sua elaboração ficava a cargo do responsável pela produção, e isto somente após a entrada em fabricação do novo produto. Essa situação levantava algumas dúvidas, pois, uma vez definida a qualidade do projeto, existiriam com certeza pontos prioritários que deveriam ser considerados na garantia de qualidade, para assegurar a referida qualidade. Partindo dessa conjectura, iniciou-se a busca do conceito de Desdobramento da Qualidade, o que, após repetidas tentativas e erros, em 1977 estava praticamente consolidado. O desdobramento da Função Qualidade, que consiste na abordagem do desenvolvimento segundo o modo de projeto, é hoje largamente aplicado como método concreto de

desenvolvimento de novos produtos, uma realidade que está se consolidando rapidamente no mundo (Akao, 1990).

Segundo Cheng (1995), o *QFD* foi criado no Japão, principalmente pelos professores Mizuno e Akao. Desde então, tem sido continuamente aperfeiçoado pelo grupo do professor Akao, hoje com base na Universidade de Tamagawa, em cooperação de empresas japonesas. A caracterização do método e a descrição do conteúdo tiveram a sua origem nos trabalhos de Akao em 1972.

De acordo com Tadashi (1990), a implantação do *QFD* tomou impulso no final da década de 1970 e a partir da década de 1980 passou a ser largamente aplicado na indústria automobilística dos Estados Unidos, tendo na década de 1990 se difundido pelos demais setores industriais.

2.2 DEFINIÇÕES PARA O *QFD*

Akao (1990) identifica duas interpretações para o *QFD*. Num sentido amplo, o *QFD* é o próprio desdobramento da qualidade (*QD*), que ele define como "o desdobramento sistemático envolvendo todas as relações existentes a partir da conversão das exigências dos usuários em características substitutivas (características da qualidade), determinação da qualidade do projeto do produto acabado, determinação da qualidade das peças funcionais, até o nível de qualidade de cada peça ou elemento do processo". Para definir o *QFD* num sentido mais restrito, Akao (1990) preferiu utilizar a definição dada pelo Dr. Shigeru Mizuno: "*QFD* é o desdobramento detalhado por etapas em cada sistema de meios empregados e objetivos de funções ou serviços que formam a qualidade".

Desta forma, o *QFD* deveria ser dividido em *QD* (desdobramento da qualidade, relativo à garantia de qualidade através do projeto) e *QFD* (desdobramento da função qualidade, relativo à garantia da qualidade em todo o sistema, conjunto de processos desde o projeto até a entrega e o pós-venda). Hoje em dia, o *QD* executado para desenvolvimento de novos produtos ou melhoria de suas características tem recebido o nome de *QFD*. Pode-se dizer que atualmente *QD* e *QFD* são tratados como sinônimos na grande maioria dos textos publicados.

Atualmente no Japão se denomina *Quality Function Deployment* (Desdobramento da Função Qualidade) de *Quality Deployment* (Desdobramento da Qualidade), pela sua maior

abrangência, sendo que o Desdobramento da Função Qualidade é considerado apenas uma parte do Desdobramento da Qualidade. Desdobramento da Qualidade refere-se as cartas, tabelas e matrizes descritivas usadas para projetar a qualidade necessária no produto ou serviço, porém no ocidente denomina-se simplesmente por *QFD* (Akao,1990).

O *QFD* é uma forma sistemática de assegurar que o desenvolvimento de atributos, características e especificações do produto, assim como a seleção e o desenvolvimento de equipamentos, métodos e controles do processo sejam dirigidos para as demandas do cliente ou do mercado. O *QFD* é um sistema que traduz as necessidades do cliente em apropriados requisitos para a empresa, em cada estágio do ciclo de desenvolvimento do produto, desde a pesquisa e o desenvolvimento até a engenharia, a produção, o marketing, as vendas e a distribuição (Eureca, 1988).

O *American Supplier Institute* define o *QFD* como: “Um sistema para traduzir os Requisitos do Cliente em requisitos apropriados da empresa, em cada estágio desde a pesquisa e desenvolvimento do produto, serviço ou “software” até a engenharia, fabricação ou operação, Marketing / vendas e distribuição” (Eureca, 1988).

2.3 ABORDAGEM DO QFD

A abordagem básica do *QFD* é conceitualmente semelhante as práticas seguidas pela maioria das empresas americanas de manufatura, o processo começa com os requisitos do cliente, que em geral são características qualitativas definidas sem muita rigidez, tais como “parece bom”, “fácil de usar”, “funciona bem”, “sente-se bem”, “é seguro”, “confortável”, “durável”, “luxuoso”, etc. Essas características são importantes para o cliente, porém não são quantificadas e portanto, são difíceis de operacionalizá-las.

O *QFD* desdobra a voz do cliente, as necessidades do cliente definidas por uma consulta detalhada, o *brainstorming*, mecanismos de *feedback* e pesquisa de mercado, durante todo o processo de desenvolvimento do produto. Isto significa traduzir as necessidades do cliente em requisitos técnicos apropriados a cada estágio do desenvolvimento do produto e da produção. Durante o desenvolvimento do produto, as necessidades dos clientes são convertidas em requisitos internos da empresa, chamados de requisitos de projeto. Tais requisitos costumam

ser características globais do produto (geralmente mensuráveis), que irão satisfazer as necessidades do cliente se apropriadamente executadas (Eureca, 1988).

O QFD, uma vez desenvolvido corretamente, apresenta graficamente de forma clara e concisa um registro da interpretação técnica das expectativas e necessidades do cliente. Essa metodologia é um importante suporte de planejamento, comunicação e documentação do desenvolvimento de novos produtos e melhoria dos já existentes no mercado, os benefícios no desenvolvimento de produtos e serviços que agradam o cliente são muitos (Bondarczuk, 1997).

Segundo Cheng (1995), os benefícios já comprovados pelo uso são: redução do tempo de desenvolvimento, redução do número de mudanças de projeto, redução das reclamações de clientes, redução de custos/perdas, redução de transtornos e mal-estar entre funcionários, aumento de comunicação entre departamentos funcionais, crescimento e desenvolvimento de pessoas através do aprendizado mutuo e maior possibilidade de atendimento a exigências de clientes.

Eureca (1988), define a abordagem do método *Quality Function Deployment* conforme pode ser visto na figura 1:

Figura 1 – Abordagem do método QFD



Fonte: Eureca (1988)

Os itens referentes a abordagem do método QFD apresentados na figura 1 serão explicados nas seções seguintes.

2.4 DEFININDO O CLIENTE E MEDINDO SUA SATISFAÇÃO

Durante o ciclo de desenvolvimento de um produto, desde sua concepção até sua disponibilização no mercado, pode-se identificar um vasto número de clientes, internos e externos a organização, cada um com expectativas, necessidades, desejos e carências a serem satisfeitas. Num ambiente competitivo o detentor do sucesso (vantagem competitiva) é aquele que soube como melhor satisfazer ou exceder aos anseios de seus clientes (Bondarczuk,1997).

Akao (1990) diz que durante o desenvolvimento de um empreendimento existem necessidades de clientes internos e clientes externos à organização que devem ser satisfeitas; estes clientes são diferentes em cada um dos inúmeros passos necessários para se levar um produto ou serviço para o mercado. Clientes internos são as pessoas que trabalham na organização, entre estes estariam os operadores, os projetistas, os engenheiros, e ainda mais para cima poderiam ser a divisão de Marketing e/ou a divisão de Engenharia. A satisfação dos clientes internos funciona como apoio ao objetivo global de satisfazer às necessidades dos usuários finais. Estes, externos à organização, fazem parte do ciclo de vida do empreendimento. Tais clientes externos - também chamados de clientes finais, podem ser também, entre outros: os distribuidores, os vendedores independentes e os proprietários de lojas.

2.4.1 COMO OBTER A VOZ DO CLIENTE

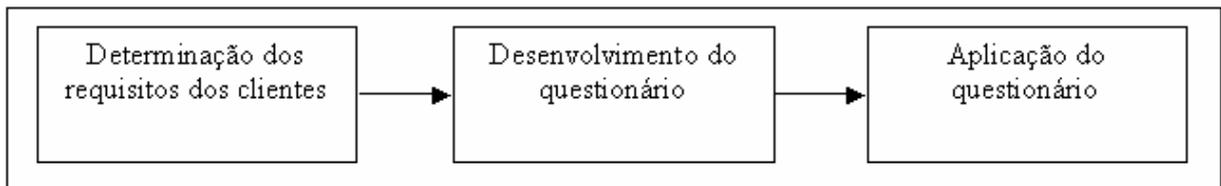
Segundo Cheng (1995), muitas informações sobre as necessidades e desejos dos clientes são encontradas no setor comercial mas, em geral, são transmitidas de forma parcial e desorganizada para o setor de desenvolvimento e melhoria de produtos. É importante que as empresas se esforcem para obter essas informações, sistematicamente por meio de pesquisas de mercado, praticando o verdadeiro sentido de orientação pelo cliente. A seleção da técnica mais apropriada depende da informação desejada e do orçamento disponível.

Como métodos para se colher dados primitivos e dados de atributo, além das pesquisas sobre usuários, feitas através de enquetes e entrevistas, pode-se pensar na utilização de informações de reclamações, cartões de sugestões, informações internas da empresa, ou de

noticiários do meio. Para colher as vozes dos clientes, a melhor maneira é a pesquisa através de enquetes e entrevistas (Tadashi, 1990).

Uma representação do processo de desenvolvimento e aplicação de questionários para medição da satisfação do cliente pode ser vista na figura 2:

Figura 2 - Metodologia para desenvolvimento e uso de questionários para medição da satisfação do cliente



Fonte: Cheng (1995)

Na determinação dos requisitos dos clientes são identificadas as dimensões da qualidade e levantados os requisitos dos clientes. Conhecer os requisitos dos clientes é fundamental para que possa se obter um melhor conhecimento do modo como o cliente percebe a qualidade do produto e obter subsídios para o desenvolvimento do questionário.

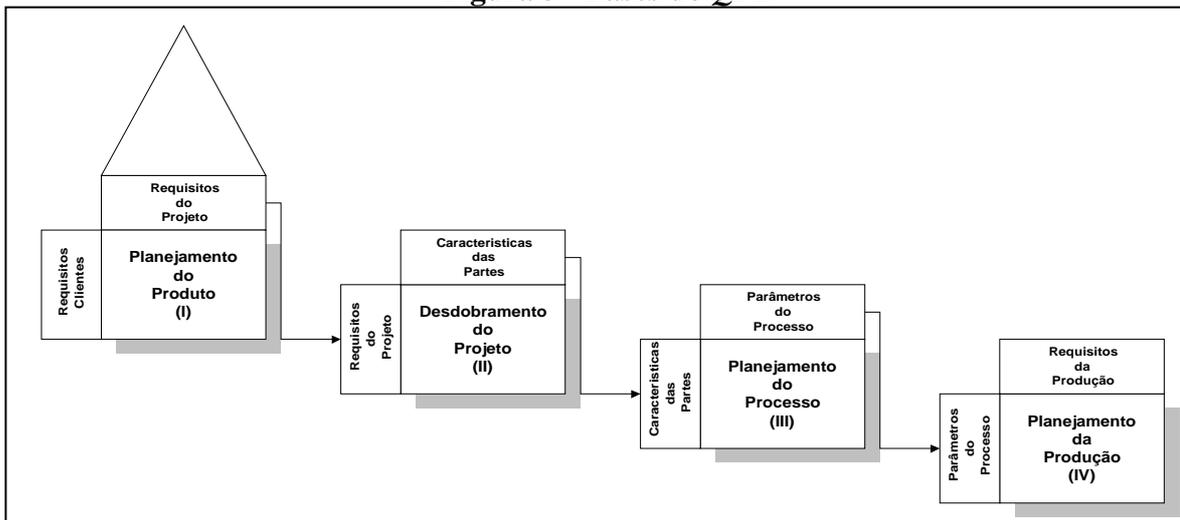
Para o desenvolvimento do questionário, um primeiro passo é obter informações detalhadas sobre a percepção do cliente. Inicialmente, junto às pessoas que fornecem o produto ou serviço são definidas suas dimensões da qualidade e levantados exemplos específicos ilustrando cada dimensão. A seguir, num segundo passo, junto ao cliente, são levantados os incidentes críticos, que são exemplos específicos de desempenho do produto ou serviço sob a perspectiva dos clientes. Num terceiro passo esses incidentes críticos são analisados, reunidos em requisitos, que são frases que descrevem um grupo de incidentes críticos, com um adjetivo ou verbo comuns, sob ponto de vista positivo, os itens de satisfação são agrupados dentro das dimensões da qualidade levantadas no primeiro passo, e por é feita a aplicação do questionário (Cheng, 1995).

2.5 AS FASES DO QFD

Segundo Eureka (1988), em termos práticos, o *QFD* pode ser visto como um processo dividido em quatro partes: a primeira e a segunda fase estão voltadas para o planejamento e o projeto do produto, e as outras duas, para o planejamento do processo e as atividades de chão de fábrica.

Estas fases são representadas através de uma série de matrizes e gráficos, que traduzem os Requisitos do Cliente em Requisitos de Projeto com eles relacionados, desde o planejamento do produto até o planejamento da produção, passando pelo desdobramento dos componentes e pelo do processo (Bondarczuk, 1997). Esses passos são mostrados sistematicamente na figura 3.

Figura 3 - Fases do QFD



Fonte: Eureka (1988)

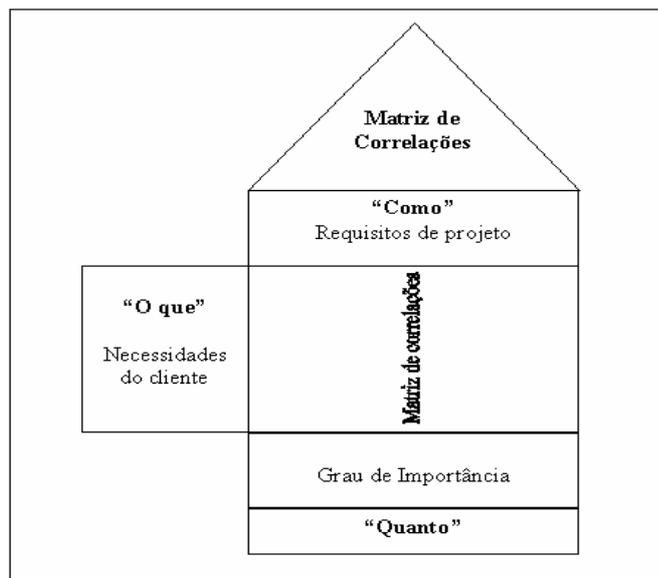
2.5.1 CASA DA QUALIDADE

Atualmente existem muitas versões de QFD publicadas e utilizadas no mundo. Todavia, em qualquer versão de QFD a matriz mais importante é a chamada “Casa da Qualidade” ou Matriz de Planejamento. Ela traduz os requisitos de qualidade do cliente em características de projeto. Este é o ponto de partida para o bom andamento de um projeto e a essência da definição do QFD: traduzir os anseios do cliente “leigo” para a linguagem técnica do fornecedor do bem ou serviço desejado (Bondarczuk, 1997).

A Matriz de Planejamento do QFD é usualmente composta de diversas regiões distintas, podendo divergir em poucos aspectos conforme o registro de diversas publicações sobre o assunto. A variedade de seu formato é facilmente compreendida uma vez que pode ser aplicada a uma vasta gama de projetos e novas adaptações vão surgindo à medida que o conhecimento e a aplicação se aprofundam.

A Casa da Qualidade vista na figura 4, é a primeira matriz do QFD, possui linhas contendo os requisitos do cliente, que também podem ser chamados de demandas da qualidade, objetivos, ou O QUEs da Casa da Qualidade. Os requisitos de projeto encontram-se nas colunas da matriz. Eles são chamados de os COMOs da Casa da Qualidade. É a partir destes O QUEs e COMOs que o resto da matriz é desenvolvido (Akao, 1990).

Figura 4 - Casa da Qualidade



Fonte: Akao (1990)

2.5.1.1 REQUISITOS DO CLIENTE: 'O QUE'

Os requisitos do cliente são identificados na extremidade esquerda da matriz da Casa da Qualidade (linhas) como mostra a figura 4. Eles definem o "O QUE" o Cliente deseja do produto ou serviço. Conforme mencionado anteriormente, estes requisitos são captados através de questionários/entrevistas com o cliente e são de suma importância, uma vez que são eles que devem comandar as decisões de projeto.

2.5.1.2 REQUISITOS DE PROJETO: “COMO”

Uma vez obtida a lista dos requisitos do Cliente, é exigência da metodologia *QFD* a identificação de requisitos técnicos por parte da empresa, visando atender estes requisitos do cliente. Uma lista de “COMO’s”, ou requisitos-chave de projeto é compilada com este fim. Os requisitos devem ser mensuráveis e passíveis de avaliação. Para cada “O QUE” identificado, deve existir pelo menos um “COMO” que o satisfaça conforme mostra a figura 5. Os requisitos de projeto são listados transversalmente (colunas) aos requisitos do cliente na matriz de planejamento do *QFD*.

Figura 5 - Matriz de relacionamentos – O Que X Como

		COMO			
		Área do local	Tipo de carteira	Ar-condicionado	Isolamento acústico
Sala de aula					
O QUE	Conforto ao sentar	▲	●		
	Clima agradável	○		●	
	Local sem distrações	○		▲	●
	Facilidade de leitura		●		▲

Fonte: Bondarczuk (1990)

2.5.1.3 MATRIZ DE RELACIONAMENTOS

Esta matriz é usada para determinar a intensidade dos relacionamentos existentes entre todos os Requisito do Cliente (O QUÊ’s) e todos os Requisitos de Projeto identificado (COMO’s), conforme apresentado anteriormente na figura 5.

Nestes campos são registrados a intensidade do relacionamento entre cada requisito do cliente com cada requisito de projeto identificado. A intensidade do relacionamento entre um “O QUE” e um “COMO” caracterizará a intensidade com que o “COMO” afeta a percepção do cliente sobre aquele “O QUE”. O valor encontrado nesse campo traduzirá esta intensidade (Bondarczuk, 1997).

Segundo Cheng (1995), ao se correlacionar as características da qualidade com as qualidades exigidas, o grupo de *QFD* passa a ter informações importantes sobre a influência de cada item técnico do produto sobre todas as exigências dos clientes. Estes dados são de extrema importância, pois permitem ao avaliador uma visão precisa das implicações de cada nova especificação sobre a satisfação dos consumidores.

Os valores utilizados para as correlações podem ser exibidos através de símbolos ou através de valores numéricos obedecendo a seguinte definição conforme mostra a figura 6.

Figura 6 - Valores das correlações

Correlação	Símbolo	Valores possíveis		
Forte	⊙	4	9	5
Média	○	2	3	3
Fraca	▲	1	1	1
Inexistente	Em branco	0	0	0

Fonte: Cheng (1995)

Correlação forte significa que, com certeza a característica da qualidade avalia diretamente o atendimento à qualidade exigida. Por exemplo, na figura 5, a característica da qualidade “Tipo de carteira” com certeza avalia o atendimento à qualidade exigida “Conforto ao sentar”. A correlação média significa que provavelmente, a característica da qualidade possa avaliar o atendimento à qualidade exigida. Na correlação fraca significa que há uma suspeita de que a característica da qualidade possa avaliar, mesmo que indiretamente, o atendimento à qualidade exigida.

2.5.1.4 GRAU DE IMPORTÂNCIA

O grau de importância dos “O QUÊ’s” é baseado em dados de pesquisa junto aos clientes, trata-se de uma área vertical colocada imediatamente à direita de cada item “O Que”, de modo a refletir a importância relativa de cada requisito para o cliente e não as crenças

internas da companhia. É expresso em uma escala relativa (1 a 5 ou 1 a 10) indicando com os números maiores as importâncias maiores conforme mostra a figura 7 (Eureca, 1988).

Figura 7 - Grau de importância dado pelo cliente

		COMO				
Sala de aula		Grau de importância	Área do Local	Tipo de carteira	Ar-condicionado	Isolamento acústico
O QUE	Conforto ao sentar	2	▲	⊙		
	Clima agradável	3	○		⊙	
	Local sem distrações	4	○		▲	⊙
	Facilidade de leitura	2		⊙		▲

Fonte: Bondarczuk (1990)

A importância técnica absoluta é representada, para cada COMO, pelo valor numérico total obtido pelo somatório da multiplicação dos valores de importância de cada O QUE pelo respectivo peso associado a intensidade do relacionamento na matriz de relacionamentos correspondente ao COMO estudado; ou seja, pode ser calculada considerando-se a coluna de um COMO, tomando cada símbolo nela encontrado e multiplicando-se o valor correspondente desse símbolo pela respectiva importância dada pelo cliente. Ao final faz-se o somatório desses produtos obtendo-se a importância técnica absoluta do COMO. A importância técnica absoluta conforme mostra a figura 8, está localizada na Casa da Qualidade na primeira linha abaixo do último O QUE listado e indica como cada requisito de projeto contribui para a máxima satisfação do cliente.

Figura 8 - Peso absoluto

		COMO				
Sala de aula		Grau de importância	Área do Local	Tipo de carteira	Ar-condicionado	Isolamento acústico
O QUE	Conforto ao sentar	2	▲	⊙		
	Clima agradável	3	○		⊙	
	Local sem distrações	4	○		▲	⊙
	Facilidade de leitura	2		⊙		▲
	Peso absoluto		23	20	19	22

Fonte: Bodarczuk (1990)

2.5.1.5 QUALIDADE PLANEJADA

Há dois pontos de vista quando se vai determinar a qualidade planejada. O primeiro é o do cliente, ou seja, quais são as qualidades mais importantes para os clientes. O segundo é o de sua própria empresa, ou seja, comparando a empresa com uma outra, quais seriam os pontos em que se está melhor ou pior do que a outra. Assim apesar das intensas exigências manifestadas por parte dos clientes, se todas as empresas continuam com baixo nível de qualidade, significa que ao se satisfazer àquelas exigências, este será evidenciado rapidamente pelos próprios clientes (Akao, 1990).

A sugestão de Cheng (1995) para o estabelecimento da qualidade planejada é apresentada na figura 9:

Figura 9 - Passos da qualidade planejada

<p>Passo 1: Construir a Tabela de Desdobramento da qualidade exigida</p> <p>Passo 2: Pesquisar a opinião de uma amostra de público-alvo quanto ao grau de importância que atribui a cada item da qualidade exigida.</p> <p>Passo 3: Pesquisar a opinião de uma amostra de público-alvo quanto à avaliação do desempenho do produto atual da empresa</p> <p>Passo 4: Estabelecer o plano de qualidade da empresa para cada item de qualidade exigida utilizando as informações anteriores.</p> <p>Passo 5: Calcular o índice de melhoria, dividindo o plano da qualidade (Passo 4) pela avaliação atual do produto (Passo 3).</p> <p>Passo 6: Decidir quais itens serão utilizados como argumentos de venda, ou seja, os benefícios estratégicos do produto. Utilizar a classificação 1,5 para Especial, 1,2 para comum e 1,0 para inexistente.</p> <p>Passo 7: Calcular o peso absoluto de cada item de qualidade exigida pela multiplicação: Grau de importância X Índice de melhoria X Argumento de venda</p> <p>Passo 9: Calcular o peso relativo de cada item de qualidade exigida, convertendo o peso absoluto em contribuição percentual do peso total. Os itens com peso elevado serão prioritários na obtenção dos resultados.</p>
--

Fonte: Cheng (1995)

2.5.2 DESDOBRAMENTO DO PROJETO

Esta fase é empregada para o estabelecimento dos materiais e o projeto ótimo. Nesta matriz, as necessidades do cliente e os requisitos do projeto, são descritos em termos técnicos precisos, para o posterior desenvolvimento das avaliações da concorrência e dos objetivos.

2.5.2.1 REQUISITOS DE PROJETO “O QUE’S”

O Que’s desta nova matriz, são adquiridos dos requisitos de projeto mais críticos que forem selecionados na primeira matriz.

2.5.2.2 CARACTERÍSTICA DO COMPONENTE “COMO’S”

O nível mais alto lista os sistemas focalizados em seu estudo, o seguinte nível abaixo segmenta os sistemas em partes e o nível mais abaixo identifica as características de cada parte, ou seja, as características físicas de um projeto, tais como: material, tipo, peso, forma ou dimensão.

2.5.2.3 MATRIZ DE RELACIONAMENTOS

Da mesma maneira que na matriz anterior, esta matriz é usada para determinar a intensidade dos relacionamentos existentes entre todas as características das partes/componentes (COMO's) e todos os requisitos de projeto(O QUE's) mediante a avaliação da relevância das especificações físicas para as medidas de satisfação do Cliente

Este relacionamento será feito inserindo na interseção do O QUE com O COMO um dos símbolos apropriados, o qual poderá ser: Forte, Moderada ou Fraca. Nenhum símbolo será introduzido caso não exista relacionamento.

2.5.2.4 VALORES DAS CARACTERÍSTICAS DAS PARTES

É um área onde deve-se entrar com valores que representem as medidas de cada característica e que venham a satisfazer os requisitos de cada característica

2.5.2.5 CAPACIDADE DA PARTE

Os valores a serem introduzidos nesta área devem corresponder às capacidades requeridas pela parte em consideração.

2.5.2.6 GRAUS DE IMPORTÂNCIA

O grau de importância dos O QUÊ's é baseado em dados do grau de importância *absoluta* ou *relativa* dos COMO's da matriz anterior, trata-se de uma área vertical colocada imediatamente à direita de cada item "o que" . É expresso em uma escala relativa (1 a 5 ou 1 a 10) indicando com os números maiores as importâncias maiores.

Por outro lado, o grau de importância dos COMO's, ou importância absoluta, revela a importância relativa de cada um deles no atendimento ao conjunto dos O QUÊ's. Este cálculo é realizado na mesma forma que na matriz anterior, fornecendo a identificação das características das partes que sejam críticos para a execução do projeto.

2.5.3 PLANEJAMENTO DO PROCESSO.

A fase de planejamento do processo representa a transição do projeto para as operações de fabricação, ou seja, é empregada para estabelecer o ajuste ótimo do processo de fabricação do projeto definido na fase anterior conforme apresenta a figura 10.

Figura 10 - Planejamento do processo

Fase III
Planejamento do Processo

Parâmetros do Processo (HOW/s)		Valores das Características das partes	Importância	Process #1			Process #2			Process #3		
Características das Partes (WHAT/s)												
Valores dos Parâmetros do Processo												
Capacidade do Processo												
Importância Absoluta				o	o	o	o	o	o	o	o	o

Fonte: Akao (1990)

2.5.3.1 CARACTERÍSTICAS DAS PARTES “O QUE’S”

O Que's desta nova matriz são trazidos para esta fase, a partir das características das partes mais críticas que forem selecionados da matriz anterior.

2.5.3.2 PARÂMETROS DO PROCESSO “COMO’S”

Os parâmetros do processo são os COMO's desta fase e visam a otimização do processo, descrevem variáveis chaves do processo como: velocidade de alimentação, tempo, temperatura.

A Matriz de Relacionamentos, os Valores dos Parâmetros do Processo, a Capacidade de Processo e os Graus de Importância são preenchidos da mesma forma referida nos itens da fase anterior, concluindo com a determinação dos parâmetros críticos do processo.

2.5.4 PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO

A fase de planejamento da produção transfere as informações geradas nas fases anteriores para o chão da fábrica, ou seja, esta fase é empregada para estabelecer os sistemas necessários a serem implementados para dar suporte aos Processos selecionados na fase anterior conforme pode ser visto na figura 11.

Figura 11 - Matriz de Planejamento da produção

Fase IV
Planejamento da Produção

Requisitos da Produção (HOWs)	Valores dos Parâmetros do Processo	Requisitos do Planejamento							Observações					
		Capacidade do Processo	Importância	Dificuldade	Frequência	Severidade	Detectabilidade	Total de Pontos		Controle de Qualidade	Manutenção	A Prova de Erros	Treinamento	
Parametros do Processo (WHATs)	Process # 1													
Process # 2														

Fonte: Akao (1990)

2.5.4.1 PARÂMETROS DO PROCESSO “O QUE’S”

Os parâmetros de processo selecionados do diagrama da fase anterior são transportados para formar os O QUE’s desta nova fase.

Com relação aos itens mostrados da matriz apresentada na figura 11 tem-se:

- Capacidade do processo: retrata as condições atuais de cada processo, deve existir um valor para cada parâmetro de processo listado como O QUE;
- Importância: avaliar quanto ao grau de importância do parâmetro de processo listado como O Que;

- c) Frequência: avaliar quanto à frequência de problemas esperados durante a operação do processo;
- d) Dificuldades: avaliar a dificuldade de controlar cada operação do processo;
- e) Severidade: para cada parâmetro de processo listado, avaliar quanto à severidade dos problemas, caso eles sejam encontrados, para cada operação do processo;
- f) Detectabilidade: para cada parâmetro de processo listado, avaliar quanto à capacidade de detecção de problemas, caso ocorram, durante a operação do processo;
- g) Total de pontos: nesta área se representa o nível de prioridade de cada parâmetro de processo, mediante a utilização da seguinte fórmula: Total de pontos = (Importância X Dificuldade X Frequência X Severidade X Detectabilidade).

2.5.4.2 REQUISITOS DE PLANEJAMENTO DA PRODUÇÃO “COMO’S”

Os COMO's da fase de planejamento da Produção são estabelecidos visando-se ao controle de Qualidade, Manutenção e Treinamento. Os requisitos de Produção são parâmetros de implementação que devem ser buscados para garantir o sucesso do processo que foi otimizado na fase anterior.

Os requisitos de planejamento são os seguintes:

- a) Controle de Qualidade: Que intensidade possui o relacionamento entre a adoção de um plano de controle e a obtenção de um parâmetro de processo?
- b) Manutenção: Que intensidade possui o relacionamento entre a adoção de passos específicos de manutenção e a obtenção do parâmetro de processo?
- c) À prova de Erros: Com que intensidade a adoção de um programa à prova de erros garante a obtenção de um parâmetro de processo?
- d) Treinamento: Que relacionamento tem o treinamento com a obtenção de controle sobre o parâmetro de processo?.

Esta fase desdobra informações relevantes para uma série de funções. Apesar de representado em quatro fases, esse processo pode abranger o uso de vários diagramas, se necessário. Como outras fases do QFD, pode ser adaptada para satisfazer uma ampla variedade de requisitos. O QFD progride com flexibilidade, e não é utilizado somente em

indústrias de manufatura, mas também em indústrias de serviço, indústrias da construção, indústrias de software para computadores, assim como em outras indústrias. (Eureca, 1988)

A progressão de fase continua até que cada objetivo seja refinado em um nível acionável. Para manter os diagramas em um tamanho gerenciável, deve-se ser muito seletivo na escolha dos itens COMO's a serem transportados para a próxima fase, os quais tornaram-se O QUÊ's desta fase.

Para determinar estes COMO's críticos, utiliza-se o princípio de pareto dando maior atenção aos “poucos e vitais” e menor atenção aos “muitos e triviais”

A seleção pode ser feita de acordo com os seguintes critérios:

- a) Importância relativa;
- b) Dificuldade organizacional;
- c) Grau de novidade;
- d) Correlações negativas (se existirem).

Os “poucos e vitais” devem conter os requisitos mais importantes, os mais difíceis e os mais novos ou inusitados.

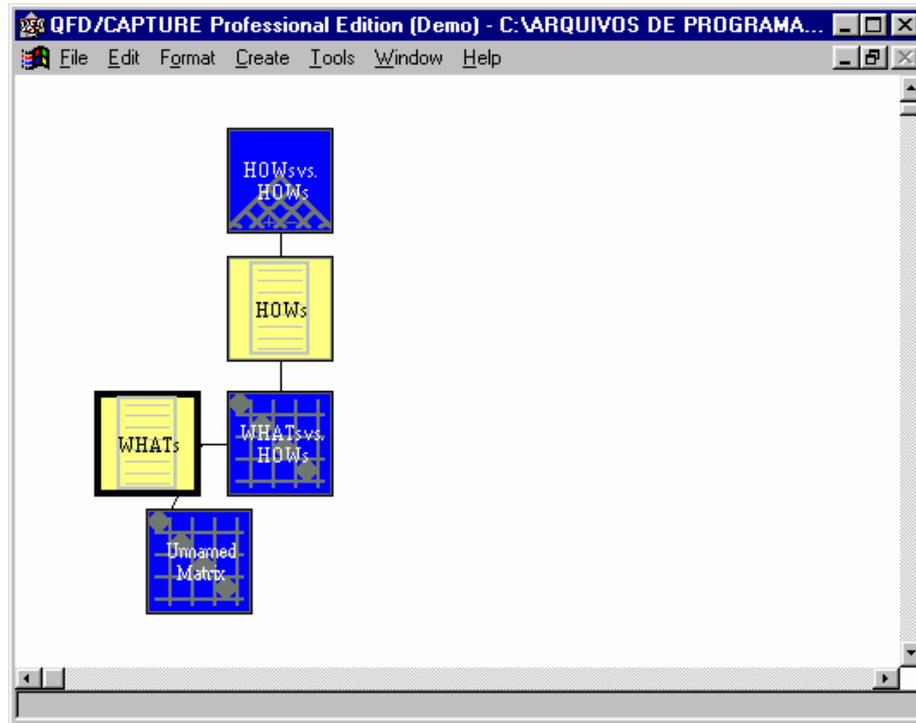
2.6 FERRAMENTAS EXISTENTES

Dentre as ferramentas existentes no mercado que auxiliam na aplicação do método *Quality Function Deployment* encontram-se o QFDCAPTURE, o QFDQPB e o QFD Scope. A seguir será feita uma breve descrição de cada uma dessas ferramentas.

2.6.1 QFDCAPTURE

O *QFDCapture* (Qfdcapture, 2001) é uma ferramenta de apoio utilizada para o processo de decisão no desenvolvimento de novos produtos utilizando a abordagem *Quality Function Deployment*. O software tem um foco do projeto e não só da matriz conforme mostra a figura 12. O projeto é apresentado no formato de um mapa onde são indicadas as ligações entre as matrizes. Os dados que mudam em uma matriz causarão mudanças nas matrizes que estiverem com ela relacionadas.

Figura 12 - Tela principal da ferramenta *QFDcapture*



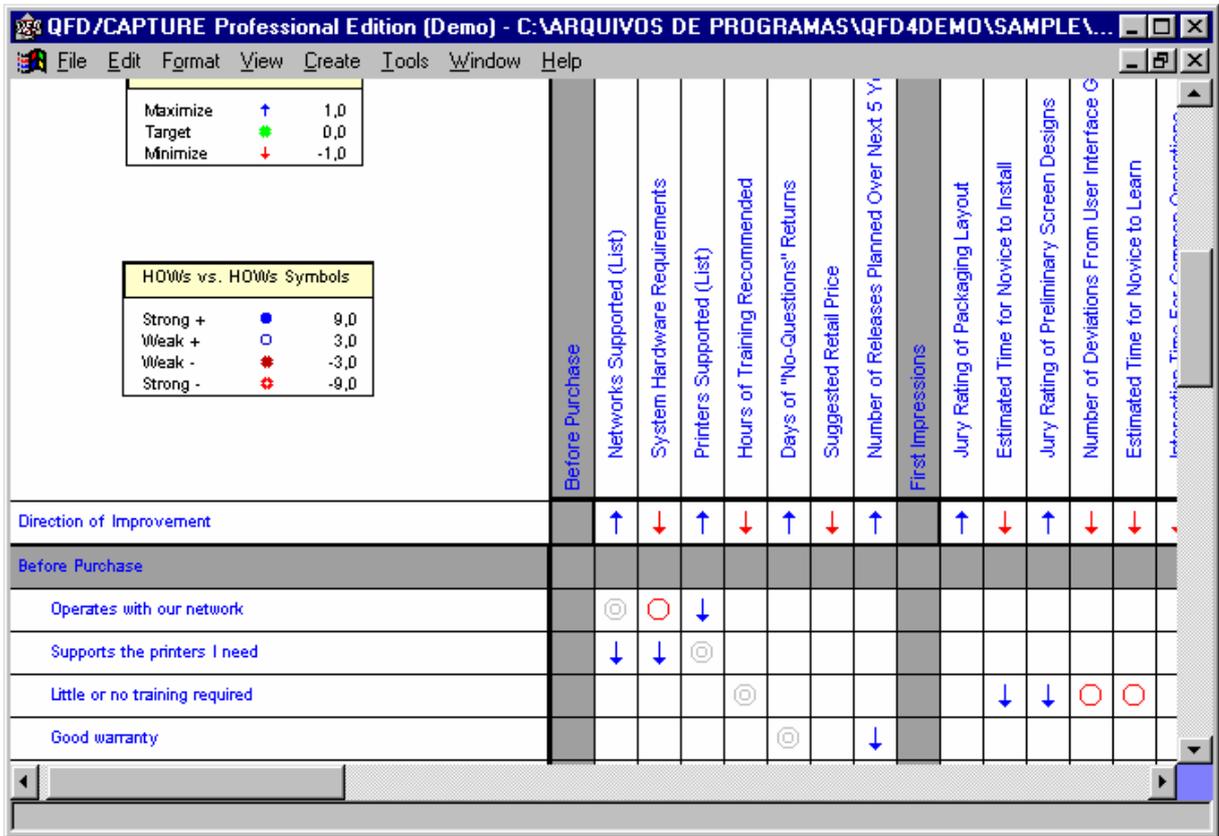
A figura 13 mostra a tela de lista de entradas, os requisitos dos clientes (O Que's) e os requisitos de projeto (Como).

Figura 13 - Tela lista de entradas

	0	1
		Importance to Customers
0		
1	Before Purchase	
2	Operates with our network	
3	Supports the printers I need	
4	Little or no training required	
5	Good warranty	
6	Good price/performance	
7	Product will stay up-to-date	
8	First Impressions	
9	Well packaged	
10	Easy to install	
11	Looks good	
	Looks like some other specifications	

A figura 14 mostra como fica a matriz de relacionamentos dos itens “O QUE” com os itens “COMO”. Nesta janela é que são apresentados os resultados.

Figura 14 - Matriz de relacionamentos

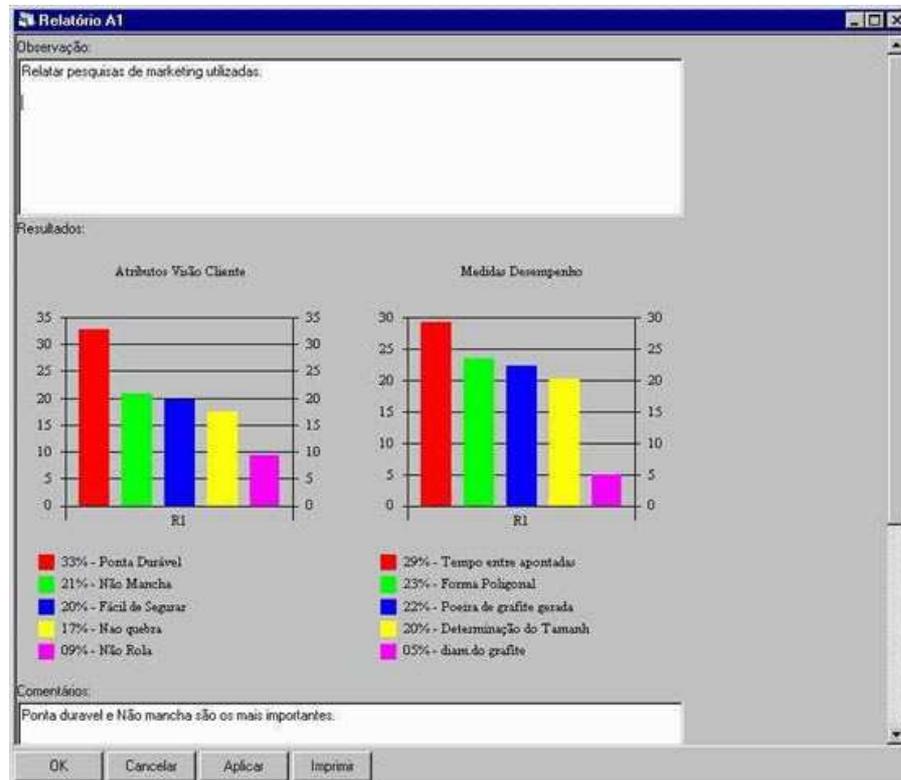


2.6.2 QFDQPB

A ferramenta QFDQPB (Qfdqpb, 1999), também facilita a construção e cálculos das matrizes do *QFD*. Permite várias seqüências de desdobramento de matrizes, que partem daquele princípio de ouvir a voz do cliente. O QFDQPB permite chegar até o controle do processo produtivo, passando pela concepção do produto, projeto do produto e projeto de processo. Na figura 15 pode ser visto a tela principal desta ferramenta.

Os relatórios dos resultados obtidos através dos cálculos executados na matriz mostrada na figura 16, são apresentados graficamente conforme exposto na figura 17.

Figura 17 - Relatório gráfico



O gráfico mais à esquerda da janela (figura 17) mostra o grau de importância de cada item “O QUE” que são os atributos Visão Cliente, e o gráfico mais a direita mostra o grau de importância dos itens “COMO”, ou seja, quais são os itens mais importantes para conseguir atingir um grau de satisfação dos requisitos do cliente.

2.6.3 QFD SCOPE

O *QFD Scope* (Yuchicom, 1999), também utiliza a abordagem *Quality Function Deployment*, sendo que o mesmo é composto por um conjunto de 4 ferramentas que auxiliam a elaboração dos projetos.

A primeira delas é o *QFD Design Tool*, esta ferramenta é utilizada nos estágios iniciais do desenvolvimento do produto. Uma vez decidido que fatores deverão ser considerados, tais como Qualidade Requerida e Características da Qualidade, os mesmos deverão ser relacionados um com outro de acordo com a ordem de importância de cada um deles para a

satisfação de seu cliente. Esta ferramenta determina automaticamente o número de matrizes que serão necessárias para completar os estágios seguintes do desenvolvimento.

A segunda ferramenta é o *QFD Affinity Diagram*, esta ferramenta utiliza os fatores do *QFD Design Tool* e os converte em Diagramas de Afinidades individuais. Estes diagramas ajudam a determinar os detalhes necessários para completar cada fator. Isto permite maior organização e mantém a atenção naquilo que é mais importante no desenvolvimento do produto: o que seus clientes querem e precisam, e como a empresa pode atendê-los.

A terceira ferramenta que é o *QFD TREE*, esta ferramenta também utiliza os fatores do *QFD Design Tool*. Porém, ela os apresenta sob a forma de uma estrutura de árvore, ao invés de Diagramas de Afinidades. É uma forma alternativa de visualização dos dados, que lhe possibilitará reavaliar o relacionamento entre eles e suas ordens de importância.

A quarta e última ferramenta que compõem o *QFD Scope* é o *QFD MULTIPLE-MATRIX*, esta ferramenta é utilizada no estágio final da *Quality Function Deployment*. Com ela é possível comparar numericamente cada fator do diagrama de afinidade e da árvore para determinar que fatores são mais importantes. A ferramenta contém fórmulas que calcularão automaticamente os dados que forem inseridos fornecendo os resultados necessários para a interpretação do usuário.

Maiores informações sobre esta ferramenta e apresentação das telas pode ser encontrado no site da empresa citado em Yuchicom (1999).

2.6.4 COMPARATIVO ENTRE AS FERRAMENTAS

Para facilitar a compreensão dos softwares pesquisados fez-se um comparativo utilizando os seguintes critérios: atividades suportadas, geração de resultados, facilidade de uso, sistema operacional, requisitos de hardware e idioma utilizado.

Quadro 1 – Comparativo entre as ferramentas existentes no mercado

Parâmetros	QfdCapture	Qfdqpb	QfdScope
Atividades suportadas	- elaboração das matrizes - visão global da matriz Casa da Qualidade - cálculo dos resultados	- elaboração das matrizes - cálculo dos resultados	- elaboração das matrizes - cálculo dos resultados
Apresentação dos Resultados	- Interpretação dos dados Matriz	- Gráficos	- Interpretação dos dados na Matriz
Facilidade de uso	- Complexo para usuários inexperientes	- Boa visualização compreensão dos dados na matriz	- Necessários utilização de 4 ferramentas para gerar a matriz
Sistema Operacional	- Windows NT, XP, 2000, 98 e 95	- Não informado	- Windows NT, 95,98, 2000
Hardware mínimo necessário	- Processador Pentium - 16 MB Ram - 12 MB de disco	- Não informado	- Processador 386 ou - Placa video VGA - 40 MB de disco
Idioma	- Inglês	- Português	- Inglês

3 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

Neste capítulo serão apresentados os requisitos principais do problema, a especificação do protótipo e sua operacionalidade.

3.1 REQUISITOS PRINCIPAIS DO PROBLEMA

O objetivo do protótipo é auxiliar a avaliação de produtos de software utilizando o método *Quality Function Deployment (QFD)*, segundo a norma de qualidade da ISO/IEC 9126. Para a elaboração do protótipo foi utilizado o roteiro de avaliação de produtos de software proposto na próxima seção.

O protótipo deve ser capaz de possibilitar ao usuário fazer a elaboração das matrizes que o método *QFD* utiliza e gerar todos os cálculos necessários.

3.1.1 PROCESSO PARA EFETUAR UMA AVALIAÇÃO

Para efetuar uma avaliação de um produto de software sugere-se o conjunto de etapas a seguir, baseado em (Akao, 1990) e (Cheng, 1995):

- a) definir os clientes com os quais será aplicado o questionário;
- b) aplicar o questionário aos clientes para obter os requisitos na visão dos mesmos, ou seja, o grau de importância dos itens “O QUE”. Um exemplo de questionário a ser aplicado pode ser visto no anexo 1;
- c) cadastrar avaliador e software;
- d) registrar os dados referentes à avaliação que será efetuada;
- e) selecionar a matriz padrão que segue a norma ISO/IEC 9126;
- f) informar o grau de importância dos requisitos dos clientes;
- g) informar a posição atual da empresa com relação aos requisitos dos clientes. Esta informação também é através do questionário;
- h) definir a meta planejada de melhoria a ser atingida;
- i) definir os argumentos de venda para cada requisito do cliente;
- j) efetuar os relacionamentos dos itens “O QUE” com os “COMO”;
- k) efetuar os cálculos;
- l) interpretar os resultados.

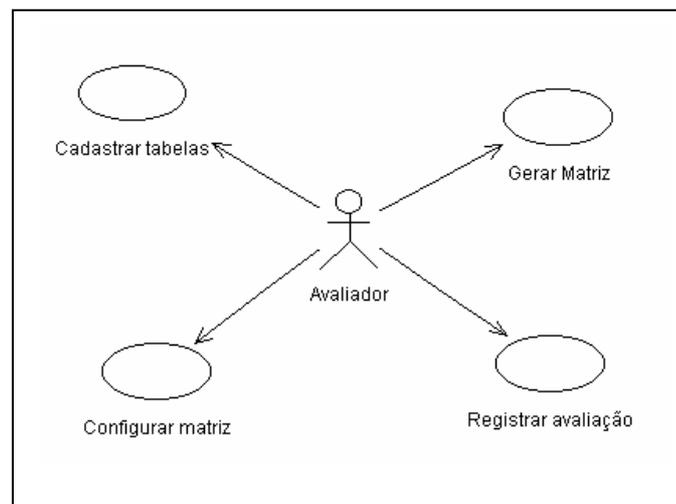
3.2 ESPECIFICAÇÃO

Para a especificação do protótipo utilizaram-se os seguintes diagramas: Caso de Uso, diagrama de contexto, diagrama de entidade e relacionamento lógico, diagrama de entidade e relacionamento físico e dicionário de dados. As ferramentas CASE utilizadas foram o Rational Rose e o Power Designer 6.1.

3.2.1 DIAGRAMA DE CASO DE USO

O diagrama de Caso de Uso descreve a funcionalidade do sistema percebida por atores externos. Para o protótipo este diagrama está apresentado na figura 18.

Figura 18 - Diagrama de caso de uso para o protótipo



Existem quatro casos de uso principais para o avaliador conforme mostra a figura 18 que são: Cadastrar tabelas, Registrar avaliação, Configurar matriz e Gerar matriz.

No Caso de Uso Cadastrar tabelas o avaliador irá informar os dados referentes ao software a ser avaliado, tais como o nome do software, fabricante e categoria.

Outro Caso de Uso é Registrar avaliação, no qual serão informados os dados referentes à avaliação que neste caso são o nome do software a ser avaliado, o nome do avaliador e uma descrição sobre a avaliação.

No Caso de Uso Configurar matriz o avaliador irá inserir os dados que serão os requisitos dos clientes, conhecidos como itens “O Que” no método *QFD* e também irá inserir os dados que serão os requisitos de projeto, conhecidos como itens “Como”. No protótipo essas informações já serão carregadas seguindo o padrão da norma ISO/IEC 9126 sendo que o avaliador tem a possibilidade de incluir ou excluir alguns desses itens caso seja necessário.

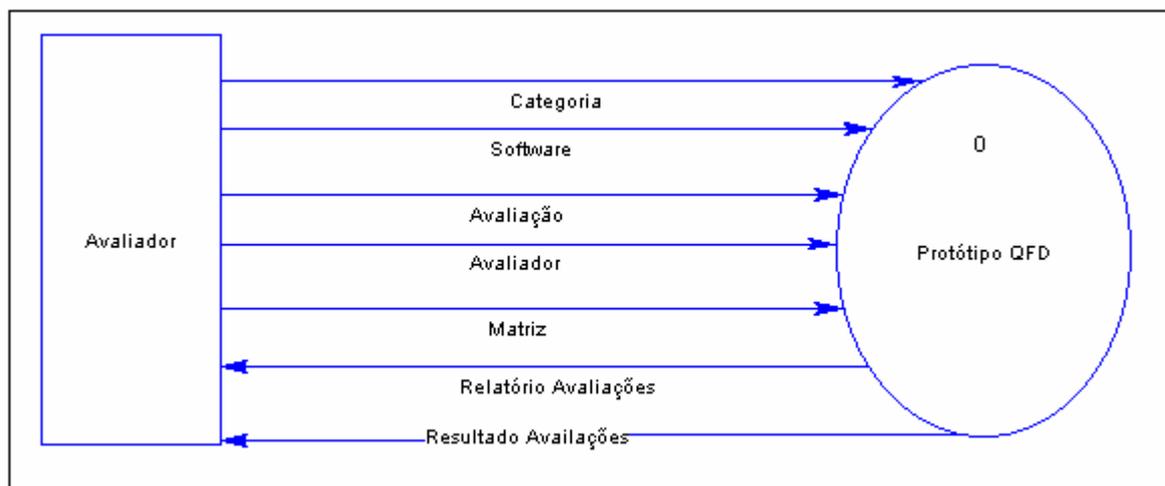
O último Caso de Uso é Gerar matriz no qual o avaliador deverá informar os dados da avaliação, tais como grau de importância dos requisitos do cliente, nível de relacionamento dos itens “O Que” com os itens “Como” e geração dos resultados.

O avaliador é a pessoa que irá efetuar a avaliação informando todos os dados necessários para a elaboração da matriz e geração dos resultados.

3.2.2 DIAGRAMA DE CONTEXTO

Na figura 19 é apresentado o diagrama de contexto. Aqui é possível ter uma visão macro do protótipo como um todo.

Figura 19 - Diagrama de contexto



3.2.3 D.E.R. LÓGICO

O Diagrama Entidade-Relacionamento (DER) é um diagrama utilizado para detalhar as associações existentes entre as entidades de dados do sistema. A figura 20 apresenta o Diagrama Entidade-Relacionamento lógico e a figura 21 apresenta o Diagrama Entidade-Relacionamento físico. Vale a pena salientar que nos diagramas não foram descritas as

informações pertencentes a matriz como por exemplo os itens avaliados, importância e resultado. Essas informações não são provenientes do banco de dados e nem armazenadas nele, as mesmas são salvas em arquivo no formato para utilização no protótipo com possibilidade também de serem visualizadas no aplicativo Microsoft Excel.

Figura 20 - Diagrama Entidade-Relacionamento lógico

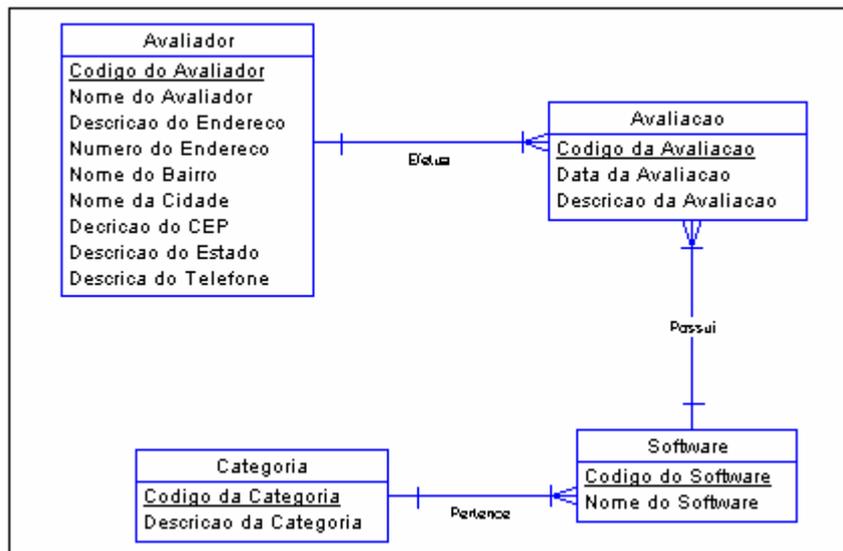
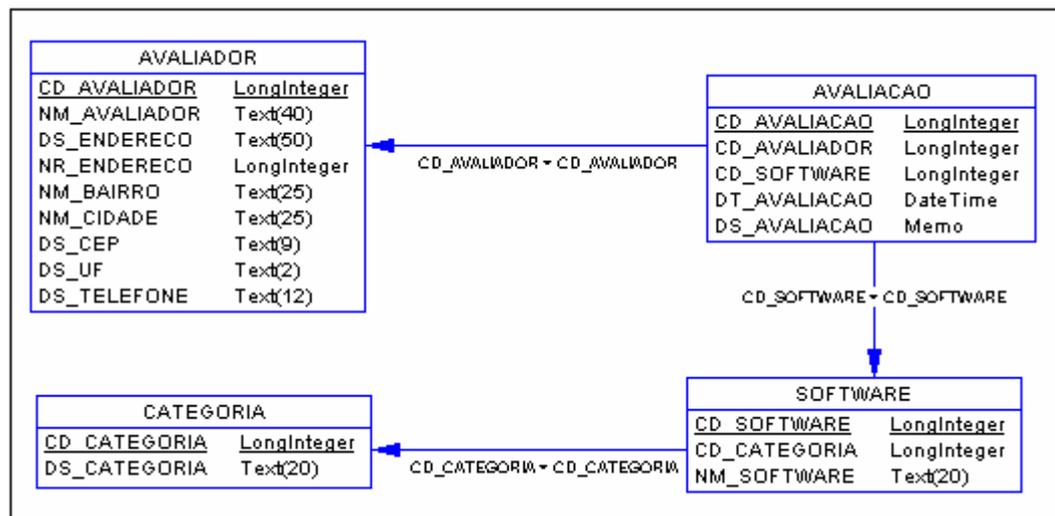


Figura 21 - Diagrama Entidade-Relacionamento físico



3.2.4 DICIONÁRIO DE DADOS

O dicionário de dados consiste em uma descrição das entidades do sistema com seus respectivos atributos.

Para a documentação do Dicionário de Dados foi utilizado o seguinte formato:

- a) A coluna *Name* apresenta uma breve descrição do atributo;
- b) A coluna *Code* apresenta o nome que identifica o atributo na tabela;
- c) A coluna *Type* apresenta o tipo do atributo e seu tamanho;
- d) A coluna *P* identifica se o atributo é chave primária;
- e) A coluna *M* identifica se o atributo é obrigatório da tabela;

Avaliacao

Column List

Name	Code	Type	P	M
Codigo da Avaliacao	CD_AVALIACAO	LongInteger	Yes	Yes
Codigo do Avaliador	CD_AVALIADOR	LongInteger	No	Yes
Codigo do Software	CD_SOFTWARE	LongInteger	No	Yes
Data da Avaliação	DT_AVALIACAO	DateTime	No	Yes
Descricao da Avaliacao	DS_AVALIACAO	Memo	No	No

Avaliador

Column List

Name	Code	Type	P	M
Código do Avaliador	CD_AVALIADOR	LongInteger	Yes	Yes
Nome da Avaliador	NM_AVALIADOR	Text(40)	No	Yes
Descricao do Endereco	DS_ENDERECO	Text(50)	No	No
Numero do Endereco	NR_ENDERECO	LongInteger	No	No
Nome do Bairro	NM_BAIRRO	Text(25)	No	No
Nome da Cidade	NM_CIDADE	Text(25)	No	No
Descricao do Cep	DS_CEP	Text(9)	No	No
Descricao do Estado	DS_UF	Text(2)	No	No
Descricao do Telefone	DS_TELEFONE	Text(12)	No	No

Categoria

Column List

Name	Code	Type	P	M
Código da Categoria	CD_CATEGORIA	LongInteger	Yes	Yes
Descricao da Categoria	DS_CATEGORIA	Text(20)	No	Yes

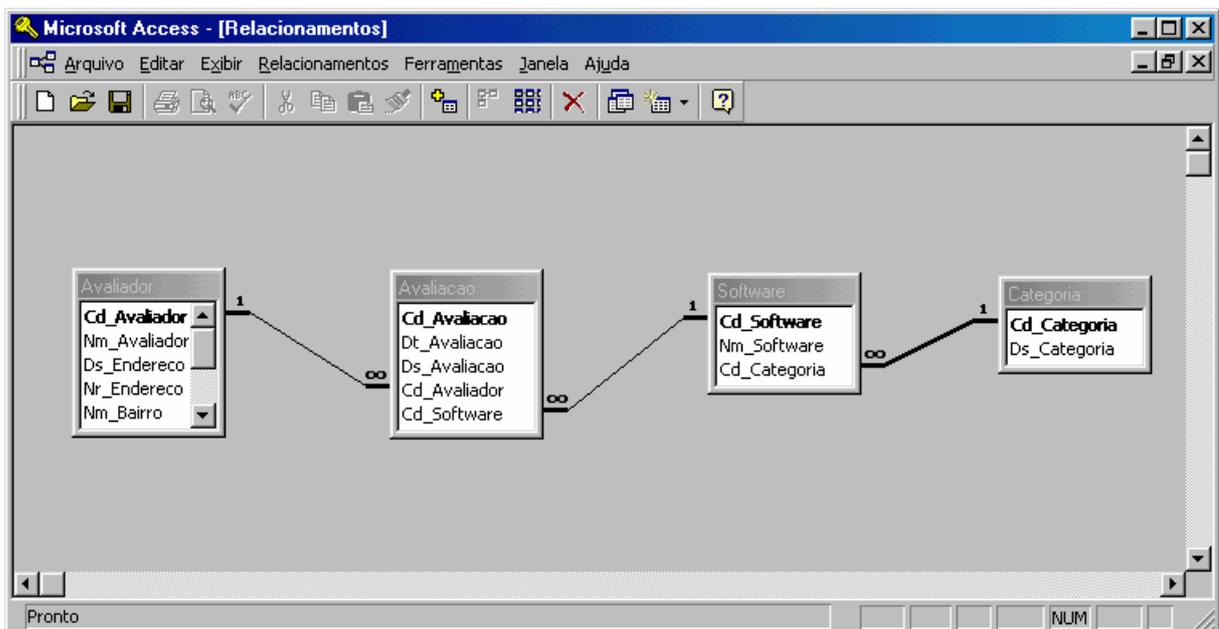
Software

Column List

Name	Code	Type	P	M
Codigo do Software	CD_SOFTWARE	LongInteger	Yes	Yes
Código da Categoria	CD_CATEGORIA	LongInteger	No	Yes
Nome do Software	NM_SOFTWARE	Text(20)	No	Yes

Na figura 22 é apresentada a tela do Microsoft Access no qual podem ser vistas as tabelas que o protótipo utilizará para armazenar os dados

Figura 22 – Tabelas no Access



3.3 OPERACIONALIDADE

Para o desenvolvimento do protótipo foi utilizada programação procedural utilizando o ambiente de programação Visual Delphi 5.0 da *Inprise Corporation* com a linguagem de programação *Object Pascal*. Para o banco de dados foi utilizado o Microsoft Access versão 2000 da *Microsoft Corporation*.

3.3.1 PRINCIPAIS TELAS

Seguindo o roteiro proposto na seção 3.1.1, o protótipo desenvolvido fornece apoio a algumas atividades. Inicialmente os passos para definição do cliente e aplicação do questionário (passos “a” e “b”) são executados de forma manual, e para os passos seguintes o usuário terá o auxílio do protótipo conforme será visto a seguir juntamente com a apresentação das telas.

Para melhor exemplificar a utilização do protótipo na avaliação de produtos de software seguindo o roteiro criado, foi simulada uma avaliação do aplicativo Internet Explorer 5.0 da *Microsoft Corporation* para o qual deseja-se saber quais itens deste aplicativo deverão ter maior importância para possíveis melhorias na visão do cliente/usuário.

Na figura 23 é apresentada a tela principal do protótipo, a qual dará acesso aos demais recursos como Cadastros, Avaliações, Consultas, Relatórios e Ajuda.

Figura 23 - Tela principal do protótipo



Para o passo do roteiro que se refere ao cadastro de avaliadores e de softwares (passo “c”), o usuário deverá informar os dados solicitados conforme apresentados nas figuras 24 e 25.

Figura 24 - Cadastro de avaliadores

The screenshot shows a Windows-style window titled "Cadastro Avaliador". The main title bar is blue with the text "Cadastro de Avaliadores" in white. Below the title bar, the form has a light gray background. It contains several input fields: "Código" with the value "3", "Nome" with "Sandro Niehues", "Endereço" with "Rua Carius", "Nr." with "791", "Bairro" with "Velha", "Cidade" with "Blumenau", "UF" with a dropdown menu showing "SC", "CEP" with "89036520", and "Telefone" with "3280157". At the bottom right, there are two buttons: "Confirmar" with a green checkmark icon and "Cancelar" with a red 'X' icon.

Figura 25 - Cadastro de softwares

The screenshot shows a Windows-style window titled "Cadastro de Software". The main title bar is blue with the text "Cadastro de Software" in white. Below the title bar, the form has a light gray background. It contains several input fields: "Código" with the value "1", "Nome Software" with "Internet Explorer", "Fabricante" with "Microsoft Corporation", and "Categoria" with a dropdown menu showing "Navegador Internet". At the bottom right, there are two buttons: "Confirmar" with a green checkmark icon and "Cancelar" with a red 'X' icon.

No passo do roteiro referente a registrar os dados da avaliação (passo “d”) que será efetuada o usuário do protótipo utilizará a tela apresentada na figura 26.

Figura 26 – Registro de avaliações

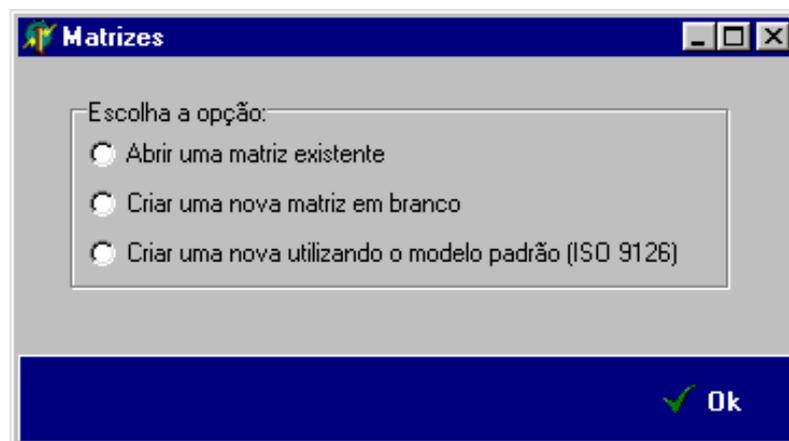


The screenshot shows a dialog box titled 'Avaliação' with a sub-header 'Registrar Avaliação'. It contains the following fields and controls:

- Número:** A text input field containing the value '1'.
- Data:** A date input field containing the value '05/12/01'.
- Nome software:** A dropdown menu with 'Internet Explorer' selected.
- Nome avaliador:** A dropdown menu with 'Sandro Niehues' selected.
- Descrição:** A text area containing the text: 'Avaliação do navegador Internet Explorer para identificar quais itens são mais importantes para melhoria na visão do cliente.'
- Buttons:** Two buttons at the bottom right: 'Confirmar' (with a green checkmark icon) and 'Cancelar' (with a red 'X' icon).

Para auxiliar na seleção da matriz (passo “e”) que é o próximo passo do roteiro, através do sub-menu Configurar Matriz do menu Avaliações da tela principal do protótipo será apresentada a janela vista na figura 27, nela o usuário deverá fazer sua escolha quanto a execução da matriz de avaliação utilizada pelo *QFD*. Dentre as opções disponíveis nesta tela o usuário poderá selecionar Abrir uma matriz existente, Criar uma nova matriz em branco ou utilizar o modelo padrão, que neste caso carrega a matriz com os dados da norma ISO/IEC 9126.

Figura 27 – Seleção da Matriz



The screenshot shows a dialog box titled 'Matrizes'. It contains the following elements:

- Text:** 'Escolha a opção:'
- Radio Buttons:** Three radio buttons with the following labels:
 - Abrir uma matriz existente
 - Criar uma nova matriz em branco
 - Criar uma nova utilizando o modelo padrão (ISO 9126)
- Button:** An 'Ok' button with a green checkmark icon at the bottom right.

A figura 28 apresenta uma parte da tela mais importante do protótipo que é a Matriz utilizada para efetuar as avaliações a qual dará apoio para a entrada de dados conforme a seqüência do roteiro que são o grau de importância (passo "f"), posição atual (passo "g"), meta de melhoria (passo "h") e argumentos de venda (passo "i"). Na figura 28 é possível visualizar a parte da matriz que mostra esses passos do roteiro descritos anteriormente.

Figura 28 – Matriz de avaliação

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Grau (1 a 5)	Pos. atual (1 a 5)	Plano (1 a 5)	Pontos de Venda	Melhoria (%)	Peso absoluto	Peso relativo
2	Facilidade de uso	5	4	5	1,5	1,25	9,38	29,52 %
3	Acurácia	2	2	2	1,0	1,00	2,00	6,29 %
4	Segurança	5	4	5	1,5	1,25	9,38	29,52 %
5	Adaptabilidade	2	2	3	1,0	1,50	3,00	9,44 %
6	Tempo de Respos	4	3	5	1,2	1,67	8,02	25,24 %
7	Total							
8	%							

Os valores informados para o grau de importância e para a posição atual encontrados nas colunas B e C da matriz respectivamente, serão valores obtidos através da pesquisa junto aos clientes. O Plano que é encontrado na coluna D será um grau de importância para quantificar o quanto de melhoria deve ser dado ao item podendo este valor ser definido pelo avaliador. Os pontos de venda são valores referentes ao peso do item quanto ao mercado, o avaliador irá definir os pontos de venda de acordo com a legenda apresentada na figura 28. Maiores detalhes quanto a definição desses valores pode ser encontrado no capítulo 2. Já os valores vistos nas colunas F, G e H serão gerados pelos cálculos que o protótipo efetua ao final da avaliação (passo "k").

A figura 29 mostra a parte da matriz na qual o usuário deverá fazer os relacionamentos (passo "j") dos itens "O QUE"(Coluna A) com os itens "COMO" (linha 1). Para efetuar o relacionamento deve-se utilizar os valores exibidos na legenda Relacionamentos que aparece no canto superior esquerdo da tela. Para maiores detalhes sobre os relacionamentos pode consultar o capítulo 2 do trabalho.

Figura 29 – Matriz de Avaliação

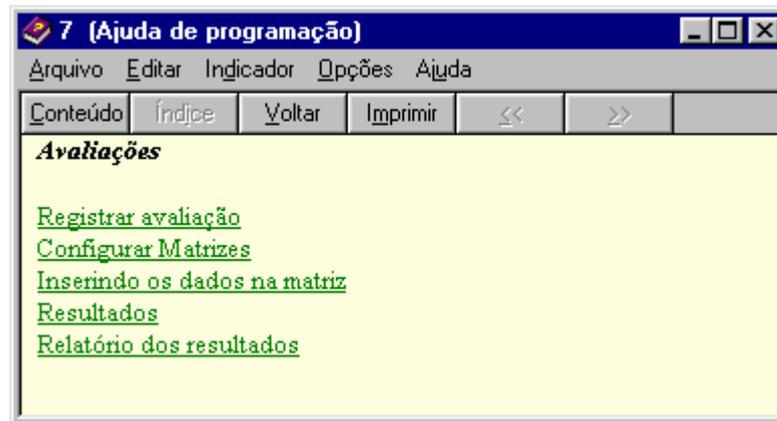
	A	I	J	K	L	M	N	O
1		Inteligibilidade	Aprensibilidade	Operacionalidade	Comp. em rel. ao t	Comp. em rel. recu	Modularidade	Modifi
2	Facilidade de uso	5	5	5		3		
3	Acurácia							
4	Segurança			1	1			
5	Adaptabilidade						5	5
6	Tempo de Respos			1	5			
7	Total	25	25	34	25	15	10	10
8	%	10,04 %	10,04 %	13,65 %	10,04 %	6,02 %	4,02 %	4,02 %

Através dos resultados da coluna G e H conforme apresentado na figura 28 será possível identificar quais são os requisitos do cliente mais importantes para se trabalhar (passo “1”), ou seja, quanto maior o peso, maior será o grau de satisfação do cliente se este item for melhorado.

Já com os resultados vistos na linha 8 da matriz conforme apresentado na figura 29 será possível identificar quais serão os itens de requisitos de projeto mais importantes (passo “1”) e que deverão ser melhorados para que se consiga atender mais facilmente os requisitos do cliente. Estes resultados podem ser visualizados em forma de relatório conforme apresenta o anexo 2, sendo que para gerá-los o usuário deverá acionar um botão chamado Relatório existente na tela da Matriz conforme visto na figura anterior.

A figura 30 apresenta a tela de help do protótipo a qual dará apoio ao usuário durante a utilização do mesmo.

Figura 30 – Tela help do protótipo



3.3.2 RELATÓRIOS

A seguir são apresentados os relatórios básicos gerados pelo protótipo através do menu principal Relatórios mostrando suas telas e seus resultados. A figura 30 apresenta o relatório da Relação de Avaliações registradas e a figura 31 mostra o relatório de avaliadores cadastrados.

Figura 31 - Relatório das Avaliações registradas

Número	Data	Software	Avaliador	Descrição
1	21/11/01	Internet Explorer	Sandro Niehues	Avaliação do navegador Internet Explorer
2	25/11/01	Rational Rose	João da Silva	Avaliação do software Rational Rose
3	26/11/01	Norton Anti-Vírus	Maria Aparecida	Avaliar grau de satisfação do software pelos usuários

Page 1 of 1

Figura 32 - Relatório de avaliadores cadastrados

Código	Nome	Endereço	Bairro	Cidade
1	Sandro Niehues	Rua Carius 791	Velha	Blumenau
2	João da Silva	Rua Blumenau 50	Centro	Blumenau
3	Maria Aparecida	Rua Joinville 99	Vila Nova	Blumenau
4	Edson A. do Nascimento	Rua 7 de Setembro 1000	Centro	Blumenau
5	João da Silva	Rua São Paulo 350	Centro	Blumenau

Os relatórios referentes aos resultados das avaliações são gerados a partir da matriz de avaliação conforme já comentado no final da seção anterior.

3.4 CONSIDERAÇÕES DA IMPLEMENTAÇÃO

Para a implementação das matrizes foi utilizado um componente do Delphi que permite que as matrizes também sejam salvas no formato Microsoft Excel, possibilitando assim que as informações das mesmas tais como os itens “O QUE” e os itens “COMO” juntamente com os resultados, possam ser manipulados de outras maneiras como por exemplo na criação de vários tipos de gráficos de acordo com a necessidade do usuário. No restante da implementação foi sempre utilizado os componentes padrões que o Delphi oferece.

Na parte de banco de dados uma vez que o protótipo não necessitou de manipulações complexas de dados optou-se por utilizar o banco de dados Microsoft Access 2000 para a criação e manutenção das tabelas.

O código fonte utilizado para o cálculo dos resultados gerados pela matriz podem ser vistos no anexo 3. A taxa de melhoria é obtida através da divisão entre os valores informados na coluna Plano e os da coluna Posição atual. Para obtenção do peso absoluto dos requisitos

do cliente é feita uma multiplicação do Grau de importância, taxa de melhoria e argumento de venda. O peso relativo é obtido através da divisão do Peso absoluto pelo somatório dos pesos. Para o total de pontos das colunas é feito um somatório dos graus de importância multiplicado pelo valor dos relacionamentos.

Fazendo uma comparação do protótipo desenvolvido com as ferramentas existentes apresentadas no capítulo 2, o mesmo mostrou-se similar aos demais, isso levando-se em conta o aspecto principal para o qual ele foi desenvolvido, que é o de auxiliar na criação das matrizes e efetuar os cálculos necessários.

Uma das principais limitações do protótipo é que na matriz os dados colocados na primeira linha ficam na posição horizontal, se os mesmos ficassem na posição vertical facilitaria bastante a visualização das informações tornando-a mais ampla, pois da maneira como está apresentada faz com que o usuário tenha que ficar rolando a tela para efetuar os relacionamentos e com isso acaba não permitindo ter visão dos itens da coluna A, os quais devem ser utilizados para fazer o relacionamento com os demais.

4 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho que foi desenvolver um protótipo de apoio a avaliação de produtos de software utilizando o método *Quality Function Deployment* foi alcançado. O protótipo desenvolvido auxilia na avaliação de produtos de software através do suporte na elaboração das matrizes. O usuário irá se preocupar mais com a obtenção dos dados que serão inseridos nas matrizes não precisando se preocupar com os cálculos utilizados pelo método *QFD*. O protótipo traz todos os resultados necessários bastando ao avaliador fazer a interpretação dos mesmos.

Nas fases do *QFD*, o principal auxílio obtido com a utilização do protótipo desenvolvido é que o mesmo identifica claramente através de seus resultados os itens com mais ou menos importância na avaliação.

O *QFD* mostrou ser útil nos processos envolvendo qualidade de software. Este método não somente é útil para avaliação de produtos de software, mas também pode ser estendido para outras atividades do ciclo de vida de software como levantamento de dados e especificação de requisitos. Além disso o protótipo pode ser utilizado como ferramenta de apoio ao ensino em disciplinas de qualidade de software.

4.1 EXTENSÕES

Como extensão deste trabalho pode-se implementar o *QFD* para utilização não só para avaliação, mas para o planejamento de novos produtos de qualquer área fazendo a utilização de todas as fases que o *QFD* apresenta.

Pode-se também ampliar o emprego da metodologia desenvolvida, estudando sua aplicação em diversos exemplos reais e fazendo uma comparação dos resultados obtidos no *QFD* com outras abordagens de avaliação de qualidade de produtos, não só de softwares mas também de produtos de outras áreas. Outra sugestão seria a implementação do Cubo de Decisão na análise e visualização dos dados gerados pela matriz do protótipo.

ANEXO 1 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO

Questionário										
a) Identificação										
Sexo: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F										
Idade: _____ anos										
Profissão:										
b) Avaliação de produtos de software (Norma ISO/IEC 9126)										
Item a ser avaliado	Grau de Importância					Posição Atual				
	Nenhuma Importância	Pouca Importância	Alguma Importância	Importante	Muito Importante	Péssimo	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
1) Facilidade de uso	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
2) Acurácia	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
3) Segurança	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
4) Adaptabilidade	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
5) Tempo de Resposta	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
c) Observações										

ANEXO 2 – RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

Resultado da Avaliação			
Requisitos do Cliente	Importância	Peso Absoluto	Peso Relativo
Facilidade de uso	5	9,38	29,52 %
Acurácia	2	2,00	6,29 %
Segurança	5	9,38	29,52 %
Adaptabilidade	2	3,00	9,44 %
Tempo de resposta	4	8,02	25,24 %
Requisitos do projeto	Total	Perc.	
Inteligibilidade	25	10,04 %	
Apreensibilidade	25	10,04 %	
Operacionalidade	34	13,65 %	
Comp. em rel. ao tempo	25	10,04 %	
Comp. em rel. recursos	15	6,02 %	
Modularidade	10	4,02 %	
Modificabilidade	10	4,02 %	
Testabilidade	10	4,02 %	
Maturidade	10	4,02 %	
Tolerância de falhas	15	6,02 %	
Recuperabilidade	10	4,02 %	
Adequação	0	0,00 %	
Segurança de acesso	25	10,04 %	
Acurácia	10	4,02 %	
Instalação	25	10,04 %	
Conformidade	0	0,00 %	
Capacidade de subst.	0	0,00 %	

ANEXO 3 – CÓDIGO FONTE CÁLCULO MATRIZ

```

procedure TFormMatriz.sbCalcularClick(Sender: TObject);
var
  iLin,iCol,iV1,
  iV2,iV3, iRes,
  iSoma          : integer;
  dTaxa, dPerc,
  dSoma, dPesoAbs,
  dPesoRel, dV1, dV2  : Double;
begin

  //calculo da taxa de melhoria
  //(Plano / Pos. atual)
  for iLin:=2 to Grid.RowCount-1 do
    begin
      iV1:= StrToInt(Grid.Cells[4,iLin]);
      iV2:= StrToInt(Grid.Cells[3,iLin]);
      dTaxa:= iV1/iV2;
      Grid.Cells[6,iLin]:= Format('%3.2f',[dTaxa]);
    end;

  //calculo do peso absoluto
  //(grau * taxa melhoria * argumento venda)
  for iLin:=2 to Grid.RowCount-1 do
    begin
      iV1:= StrToInt(Grid.Cells[2,iLin]);
      dV1:= StrToFloat(Grid.Cells[5,iLin]);
      dV2:= StrToFloat(Grid.Cells[6,iLin]);
      dPesoAbs:= iV1 * dV1 * dV2;
      Grid.Cells[7,iLin]:= Format('%3.2f',[dPesoAbs]);
    end;

  //calculo do peso relativo
  //(Peso absoluto/Soma dos pesos)*100
  dSoma:= 0;
  for iLin:=2 to Grid.RowCount-1 do
    dSoma:= dSoma + StrToFloat(Grid.Cells[7,iLin]);
  for iLin:=2 to Grid.RowCount-1 do
    begin
      dPesoRel:= (StrToFloat(Grid.Cells[7,iLin])/dSoma)*100;
      Grid.Cells[8,iLin]:= Format('%3.2f',[dPesoRel])+' %';
    end;

  // calculo do total de pontos das colunas
  // é o somatório (Graus * Valor relacionamento)
  for iCol:=9 to Grid.ColCount - 1 do //antes era col:=3
    begin
      iRes:=0;
      for iLin:=2 to Grid.RowCount do
        begin
          if (Grid.Cells[iCol,iLin]<> '') then
            begin
              iV1:= StrToInt(Grid.Cells[iCol,iLin]);
            end;
        end;
      end;
    end;
  end;

```

```
        iV2:= StrToInt(Grid.Cells[2,iLin]);
        iRes:= iRes + (iV1 * iV2);
    end;
end;
Grid.Cells[iCol,(Grid.RowCount)]:= IntToStr(iRes);
end;
Grid.RowCount:=Grid.RowCount+1;
Grid.Cells[1,(Grid.RowCount-1)]:= 'Total';

// calculo do percentual do total das colunas
// (Linha Total/Somatório Linha Total)*100
iLin:= Grid.RowCount - 1;
iSoma:= 0;
for iCol:=9 to Grid.ColCount - 1 do
    iSoma:= iSoma + StrToInt(Grid.Cells[iCol,iLin]);
end;
for iCol:=9 to Grid.ColCount - 1 do
    begin
        dPerc:= StrToFloat(Grid.Cells[iCol,iLin])/iSoma;
        Grid.Cells[iCol,(iLin+1)]:= Format('%3.2f',[dPerc*100])+ ' %';
    end;
end;

Grid.RowCount:=Grid.RowCount+1;
Grid.Cells[1,(Grid.RowCount-1)]:= '%';
sbCalcular.Enabled := False;
end;
```

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKAO, Yoji. **Introdução ao desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Textron, 1990.
- BONDARCZUK, Beniamin Achilles. **Programação linear aplicada ao desdobramento da função qualidade**. 1997. Tese de Mestrado (Mestre em Ciências em Sistemas de Computação) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.
- CANTU, Marcos. **Dominando o delphi 5.0: a bíblia**. São Paulo: Makron books, 2000.
- CHENG, Li Chih; et al. **QFD – planejamento da qualidade**. Belo Horizonte: Littera Maciel Ltda, 1995.
- EURECA, William E., RYAN, Nancy E. **Perspectivas gerenciais do desdobramento da função qualidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1988.
- KIVAL, Weber Chaves; ROCHA, Ana Regina Cavalcanti. **Qualidade e produtividade em software**. São Paulo: Makron Books, 1999.
- MORO, Mirella Moura. **Tutorial básico sobre rational rose**. Rio Grande do Sul, dez. [2000]. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/~mirella/cmp102/index.html#tutorial>>
- QFDCAPTURE. **Qfdcapture professional edition**. Estados Unidos, jan. [2000]. Disponível em: <<http://qfdcapture.com/products/professional.asp>>. Acesso em: 12 ago. 2001.
- QFDQPB. **Qfdqpb -qualidade produtividade e competitividade**. São Paulo, out. [1999]. Disponível em: <<http://www.qpb.com.br/principa.htm>>. Acesso em: 15 ago. 2001.
- SONNINO, Bruno. **Desenvolvendo aplicações com delphi 5**. São Paulo: Makron Books, 2000.
- TADASHI, Ohfuji; MICHITERU, Ono; AKAO, Yoji. **Métodos de desdobramento da qualidade**. Belo Horizonte: Textron, 1990.
- TAVARES, Márcio. **QFD – quality function deployment**. dez. [1999]. Disponível em: <<http://www.kmpress.com.br/pormar01.htm>>. Acesso em: 11 ago. 2001.

VIESCAS, John. **Microsoft access 97: guia autorizado microsoft**. São Paulo: Makron Books, 1998.

WEINBERG, Gerald M. **Software com qualidade**. São Paulo: Makron Books, 1994.

YUCHICOM. **QFD scope for windows**. Rio de Janeiro, dez. [1999]. Disponível em: <<http://www.yuchicom.com/soft/qfd.htm>>. Acesso em: 09 ago. 2001.