

# Método QFD na Gestão de Projetos de Aplicações de Baixa Plataforma: Uma Abordagem para Gestão e Aferição da Qualidade de Produtos de Software

Fernando Rodrigues Castanho – [fc.castanho@uol.com.br](mailto:fc.castanho@uol.com.br)

Álvaro Azevedo Cardoso, PhD – [azevedo@unitau.br](mailto:azevedo@unitau.br)

Dr. Carlos Alberto Chaves – [carloschaves@yahoo.com.br](mailto:carloschaves@yahoo.com.br)

Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica – Área de Concentração: Produção

UNITAU - Universidade de Taubaté

## RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar os resultados da utilização do método QFD (Desdobramento da Função Qualidade) na gestão de projetos de aplicações de baixa plataforma com uma abordagem para aferição da qualidade de produtos de software. O modelo conceitual desenvolvido através da utilização do QFD teve como premissa a identificação das expectativas do cliente no respectivo desdobramento da qualidade em atributos de software. Os atributos de software permitiram coletar medidas quantitativas e criar uma base de dados históricos, que pode ser usada para melhorar continuamente a qualidade dos produtos desenvolvidos. O trabalho aponta para a adoção de métodos e técnicas que apóiam a definição clara e precisa do escopo de um projeto de software de baixa plataforma, bem como a priorização e aderência dos requisitos do produto com as necessidades do cliente já nas fases iniciais do projeto permitindo garantir a qualidade do produto final, reduzindo custos de retrabalho e expectativas inadequadas. Os resultados mostraram também que utilização do modelo conceitual proposto de aplicação do QFD permitiu a aferição da qualidade esperada pelo cliente em medidas, possibilitando acompanhar a qualidade do produto de software de baixa plataforma desde as fases de levantamento, construção até a entrega ao cliente.

Palavras-chave: Gestão de Projetos. Qualidade de Software. QFD (Desdobramento da Função Qualidade). Aplicação de Baixa Plataforma.

## 1. INTRODUÇÃO

Com o acirramento da concorrência na área de desenvolvimento de software, a preocupação com qualidade é fator preponderante, uma vez que pode ser um diferencial para as empresas. A garantia da qualidade, esperada pelo usuário, é uma atividade dispendiosa e, muitas vezes, dependente da experiência da organização para definir as medidas para realizá-la. Os projetos de software de baixa plataforma, devido a sua natureza, estão sujeitos a uma série de incertezas e riscos relacionados com custos, escopo/requisitos, recursos humanos e materiais, prazos, expectativas do cliente, da equipe, do investidor, dentre outros (CAPELLO, 2007).

Porém, na maioria das vezes, a qualidade não é a principal preocupação no desenvolvimento de software. Uma empresa fornecedora costuma priorizar o cumprimento do prazo de entrega e a produtividade do projeto, em detrimento da qualidade esperada pelo usuário. Ao invés de acompanhá-la durante a execução do projeto, é, muitas vezes, somente no final que se verifica se a qualidade do produto está adequada. A correção das falhas para adequar o produto causa atrasos no projeto, e conseqüentemente, a insatisfação do cliente. Portanto, é importante acompanhar a qualidade do software desde o início do seu desenvolvimento (LIPHAUS, 2006).

Considerando o ciclo de vida de um projeto, as incertezas e riscos relacionados com o escopo do projeto e requisitos do produto são grandes nas fases iniciais do projeto (concepção e planejamento) e tendem a diminuir nas fases posteriores. Por outro lado, os custos envolvidos na identificação de problemas e inconsistências nas fases iniciais de um projeto são muito menores se comparados com os custos na identificação de problemas em fases

posteriores, em virtude dos retrabalhos (NETO,2007).

### 1.1. GESTÃO DE PROJETOS

As empresas progridem em função de suas respectivas habilidades em promover mudanças, avanços e melhorias. É crucial para a competitividade, sobrevivência e prosperidade das empresas sucesso na gestão de seus projetos de desenvolvimento de produtos e serviços (CHENG, *et al.* 2007).

Segundo Brown (2006) mais do que isto, o sucesso no mundo dos negócios depende de profissionais fortemente qualificados na condução destes projetos, para aumentar a probabilidade de se conduzir bons resultados. A gestão de projetos é a combinação de pessoas, técnicas e sistemas necessários à administração dos recursos indispensáveis ao objetivo de atingir o êxito final do projeto. Em projetos de desenvolvimento de aplicações de baixa plataforma, muitas vezes, os prazos de implantação dos sistemas são curtos e pré-definidos pelo cliente, cabendo então uma definição de escopo e requisitos adequada para garantir a qualidade e adequação da expectativa em relação ao produto a ser entregue. Outro ponto crítico está no foco adotado para a gestão de projetos de aplicações de baixa plataforma com foco na tecnologia ou foco no processo de negócio. Considerando o ciclo de vida de um projeto, as incertezas e riscos relacionados com a identificação das expectativas do cliente e requisitos do produto de software são grandes nas fases iniciais do projeto (concepção e planejamento) e tendem a diminuir nas fases posteriores.

### 1.2. QUALIDADE EM SOFTWARE DE BAIXA PLATAFORMA

No contexto de desenvolvimento de software de baixa plataforma, qualidade pode ser entendida como um conjunto de características a serem satisfeitas em um determinado grau, de modo que o produto de software atenda as necessidades explícitas e implícitas de seus usuários ou clientes. Entretanto, não se obtém qualidade do produto de forma espontânea. Ela tem de ser construída. Assim, a qualidade do produto depende fortemente da qualidade do seu processo de desenvolvimento (FALBO, 2002).

Falbo (2002) acrescenta que para avaliar a qualidade, é preciso haver meios de medi-la. Ou seja, é preciso obter uma medida que quantifique o grau de alcance de um atributo de qualidade. Assim para computar um atributo de qualidade, é necessário estabelecer uma métrica capaz de quantificá-la e fazer uma medição para determinar a medida, resultado da aplicação da métrica. Por exemplo, digamos que se deseja saber o tamanho de um determinado produto de software em baixa plataforma. Então, a métrica utilizada poderia ser “número de linhas de código”. A medição poderia ser “contar o número de linhas código, desconsiderando comentários, de cada programa contido no software”. E a medida seria o número obtido na medição, uma quantidade, por exemplo, “5000 linhas de código”.

Mas, Florac *et al.*(2006) esclarece que muitas vezes, atributos de qualidade não podem ser medidas diretamente através de métrica, sendo necessário decompô-las em sub-atributos. Assim, há atributos que são diretamente mensuráveis e outras que são apenas indiretamente mensuráveis. Uma característica diretamente mensurável possui uma métrica correlacionada, à qual, através de uma medição, se aplica uma medida. As características indiretamente mensuráveis podem ser descritas em termos de outras características, sendo calculada, em ultima instancia, via características diretamente mensuráveis.

Processos possuem atributos de qualidade próprios, tais como desempenho, estabilidade, capacidade, mas informações sobre a qualidade do produto podem ser também importantes na avaliação do processo, uma vez que a baixa qualidade do produto pode ser reflexo de falha ou inadequação do processo utilizado. Assim atributos de qualidade do processo podem ser computados a partir de atributos de qualidade do produto. O contrário, contudo, não é possível. Ou seja, atributos de qualidade do produto só podem ser computados a partir de outros atributos de produto (FLORAC, *et al.* 2006).

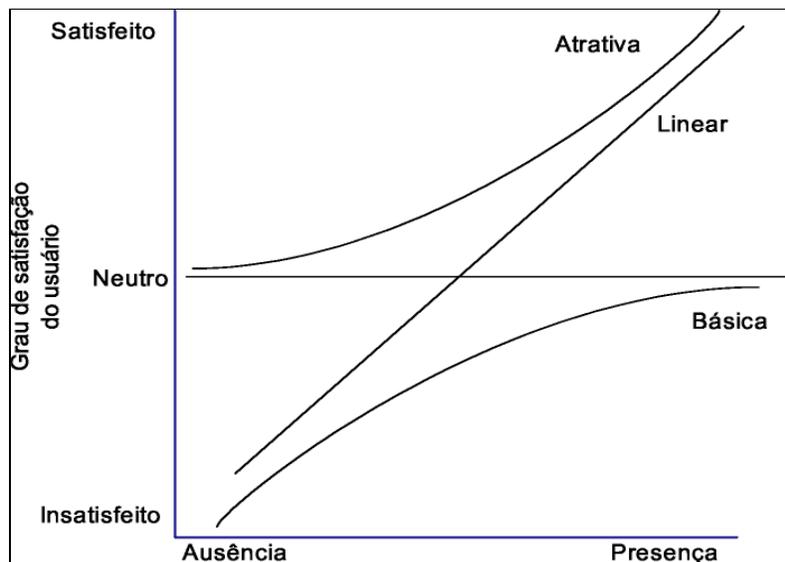
Para levantar a qualidade de forma precisa e padronizada, evitando divagações e

direcionando para os atributos de qualidade pode-se, por exemplo, usar a técnica 5W1H. A técnica define um conjunto de perguntas, Why (Por quê?), What (O que?), Who (Quem?), When (Quando?), Where (Onde?) e How (Como?), que tem por objetivo auxiliar o usuário a identificar os atributos de qualidade, e assim, maximizar sua satisfação.

O aumento da satisfação do usuário depende de quais das suas expectativas foram atendidas pelo produto (KANO, *et al.* 1996). O modelo de Kano *et al.* (1996) descreve que todos os produtos e serviços possuem três curvas de expectativas do usuário relacionadas com sua satisfação: atrativa, linear ou básica. Nesse modelo, mostrada na figura 1, o eixo X representa a presença das expectativas no produto e o eixo Y representa o grau de satisfação do usuário. Para identificar em qual curva as expectativas se encaixam no modelo de Kano, é preciso fazer duas perguntas para o usuário:

- Como você se sente se a expectativa está ausente?
- Como você se sente se a expectativa está presente?

A expectativa está presente na curva básica se a resposta para 1 tende a insatisfeito e para 2 tende a neutro. Por sua vez, a expectativa se enquadra na curva atrativa se a resposta para 1 tende a neutro e para 2 tende a satisfeito. Se a resposta do usuário for “depende”, a expectativa se enquadra na curva linear.



**FIGURA 1 - Expectativas no produto**  
Fonte: Adaptado de (AKAO, 1996)

O modelo de Kano é usado no levantamento da qualidade esperada pelo usuário, do método QFD (AKAO, 1996) como guia na identificação dos atributos de qualidade da Matriz de Qualidade. De acordo Kano *et al.* (1996), o usuário explicita somente as expectativas que estão na curva linear. Para identificar as expectativas que estariam na curva básica ou atrativa, o fabricante poderia usar o histórico da qualidade de outros produtos, se disponível.

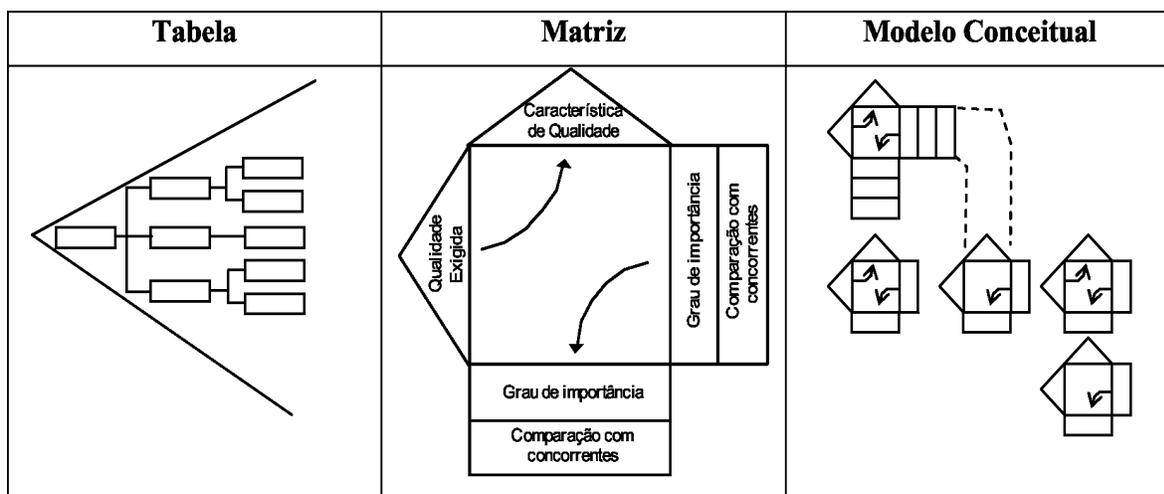
### 1.3. DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

O QFD (Quality Function Deployment) é um método que permite o desdobramento e priorização dos requisitos do cliente nas características e processos de qualidade a serem implementados, garantindo alinhamento com as necessidades do cliente. O QFD orienta a organização dos recursos disponíveis, priorizando-os de acordo com a visão do cliente. (CHENG, *et al.* 2007).

QFD é dividido em Desdobramento da Qualidade (Quality Deployment - QD) e

Desdobramento da Função Qualidade no sentido restrito. O QD consiste em “converter as exigências dos usuários em características de qualidade, definir a qualidade do projeto do produto acabado, desdobrar esta qualidade em qualidades de outros itens tais como: qualidade de cada uma das peças funcionais, qualidade de cada parte e até os elementos do processo, apresentando sistematicamente a relação entre os mesmos” “O Desdobramento da Função Qualidade, no sentido restrito, consiste no “desdobramento, em detalhes, das funções profissionais ou dos trabalhos que formam a qualidade, seguindo a lógica de objetivos e meios”. Akao, (1996) acrescenta que os objetivos principais do QFD são capturar a voz do cliente, reduzir a perda de informações e fornecer mecanismos a fim de que a equipe de desenvolvimento trabalhe eficientemente para atender os requisitos. Os refinamentos realizados, por meio de modelos conceituais, buscam realizar esses objetivos respondendo às seguintes questões: Quais são as qualidades que os clientes desejam?, As quais funções o produto deveria atender e quais deveriam selecionar para prover o produto ou serviço? e Baseado nos recursos disponíveis, qual o melhor modo de prover o que os clientes querem?

Segundo Marzur (2007) para operacionalizar os desdobramentos ou refinamentos, são utilizadas tabelas, matrizes e modelos conceituais que são denominados de unidades básicas de trabalho (UBTs), mostradas na figura 2 (CHENG, et al. 2005).



**FIGURA 2 – Unidades básicas do QFD**  
**Fonte: Adaptado de (AKAO, 1996)**

A tabela no QFD é considerada a unidade elementar, onde se registra o detalhamento de algo de forma organizada e ordenada em níveis, semelhante a um diagrama em árvore. Essa organização hierárquica é representada graficamente por um triângulo. O seu conteúdo e a origem de informação dependem do propósito para o qual é construída. Por exemplo, na sistematização de tipos de usuários podemos definir uma tabela, cujos dados são extraídos das características dos usuários e tarefas que realizam.

Para confeccionar as tabelas, utilizam-se primeiramente, ferramentas de criatividade e participação como Brainstorming. Em seqüência, utiliza-se o Diagrama de Afinidade (MIZUNO, 1993), de forma a agrupar as contribuições afins sob algum critério de relação.

A partir de duas tabelas (por exemplo, A e B - figura 3) elabora-se uma matriz, com a finalidade de dar visibilidade às relações entre elas. As relações podem ser de três tipos: qualitativa, quantitativa e de intensidade, cujos processos de definição são denominados extração (seta 1 - figura 3), conversão (seta 2 - figura 3) e correlação (seta 3 - figura 3), respectivamente. A tabela C, mostrada na figura 3, representa a importância dos itens da tabela A. Já a tabela D representa o resultado obtido através do processo de conversão. A extração acontece quando elementos de uma tabela são obtidos a partir de elementos de outra

tabela. A conversão consiste em transmitir a importância dos elementos de uma tabela para outros elementos de outra tabela.

Esse processo é posterior ao processo de correlação. A correlação visa identificar as relações entre os elementos desdobrados do último nível das tabelas. O grau ou a intensidade da correlação é indicado por símbolos, tais como Forte, Fraca e Possível. Os valores normalmente usados para indicar esses critérios são  $\sigma = 9$ ,  $\lambda = 3$  e  $\Delta = 1$  (CHENG, et al. 2005). Além da análise de correlação é importante identificar as linhas e colunas em branco. Quando isso acontece, significa que algo foi omitido ou não é relevante.

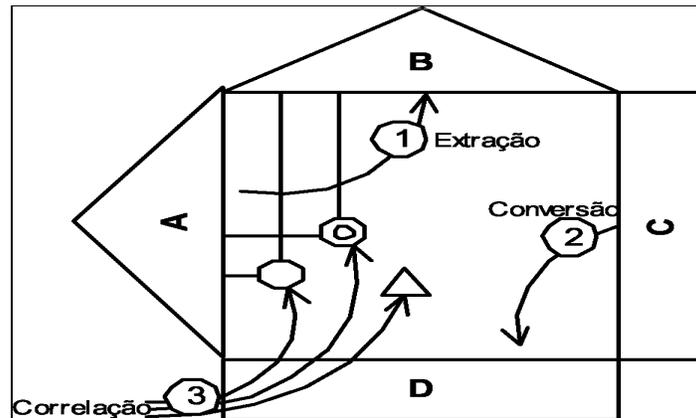


FIGURA 3 – Representação de uma matriz com seus elementos constituintes  
Fonte: Adaptado de (AKAO, 1996)

A Matriz de Qualidade é a matriz mais conhecida e o ponto inicial da maioria das matrizes usadas no QFD. A matriz da Qualidade é constituída pela Tabela de Desdobramento da Qualidade Exigida e Tabela de Desdobramento de Características da Qualidade. A primeira contém as exigências do cliente, de onde se extrai os requisitos técnicos que são organizados na segunda tabela. O modelo conceitual é um conjunto de tabelas e matrizes seqüenciadas de forma a permitir a visibilidade das relações existentes entre os componentes, mecanismos, processos, com a qualidade projetada para o produto. Representa o caminho por onde o desenvolvimento do projeto deve percorrer para atingir as metas estabelecidas. Um modelo conceitual completo contempla quatro dimensões de desdobramento: desdobramento da qualidade, da tecnologia, do custo e da confiabilidade. Entretanto, o tipo de modelo conceitual a ser construído é inteiramente dependente das metas, do tipo de empresa, da natureza do produto e da proximidade aos clientes (MARZUR, 2007).

O SQFD (Software Quality Function Deployment) representa a transferência da utilização do QFD em um ambiente industrial para o mundo do desenvolvimento de software (SPINOLA, 2000). As principais vantagens da utilização do SQFD são:

- Aumento da produtividade no período de programação, por garantia de escopo bem definido;
- Menor necessidade de realizar modificações futuras no software;
- Menor necessidade de manutenção, possibilitando que os recursos sejam destinados para o desenvolvimento de novos projetos.

## 2. OBJETIVO

Este artigo objetiva analisar os resultados da aplicação do método QFD através do modelo proposto para projetos de aplicação de baixa plataforma como ferramenta de gestão e aferição da qualidade desde as fases iniciais do projeto, desenvolvimento do projeto e entrega do produto de aplicação de software. Abordam-se os aspectos de apoio na minimização dos riscos e das incertezas referentes à definição de escopo e de requisitos para desenvolvimento

de software, com enfoque especial para projetos de aplicações de baixa plataforma onde se discute os resultados obtidos através de estudo de caso para Internet Banking.

### 3. METODOLOGIA

Os meios utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram a pesquisa bibliográfica e documental. Foram realizadas pesquisas bibliográficas de conceito e dados, no qual se incluem livros, artigos científicos, dissertações e internet. Para demonstração do método adotado, é apresentado o estudo de caso real aplicado a uma empresa do setor financeiro, onde o método foi utilizado na definição dos requisitos e acompanhamento de um projeto de desenvolvimento de software de baixa plataforma para Internet Banking.

### 4. MÉTODO PROPOSTO PARA AFERIÇÃO DA QUALIDADE

O método para aferição da qualidade de produtos de software tem o objetivo de prover medidas para mensuração da qualidade durante o desenvolvimento do software, por meio do desdobramento da qualidade esperada pelo usuário. A mensuração da qualidade durante o desenvolvimento do produto, antecipa a descoberta de falhas e quanto mais cedo elas são identificadas, menor o custo de sua correção (NIST, 2002). Através da correção dessas falhas, espera-se que o desenvolvimento do produto possa obter a qualidade esperada pelo usuário, contribuindo para o custo e o prazo sob controle.

A figura 4 apresenta um modelo conceitual, conforme proposto na metodologia QFD, que utiliza quatro matrizes correlacionadas, sendo elas, respectivamente, Matriz de Qualidade do Usuário, Matriz de Qualidade em Uso, Matriz de Qualidade Externa e Matriz de Qualidade Interna. O modelo é utilizado para desdobrar a qualidade esperada pelo usuário em medidas e também para conferir uma padronização aos atributos de qualidade.

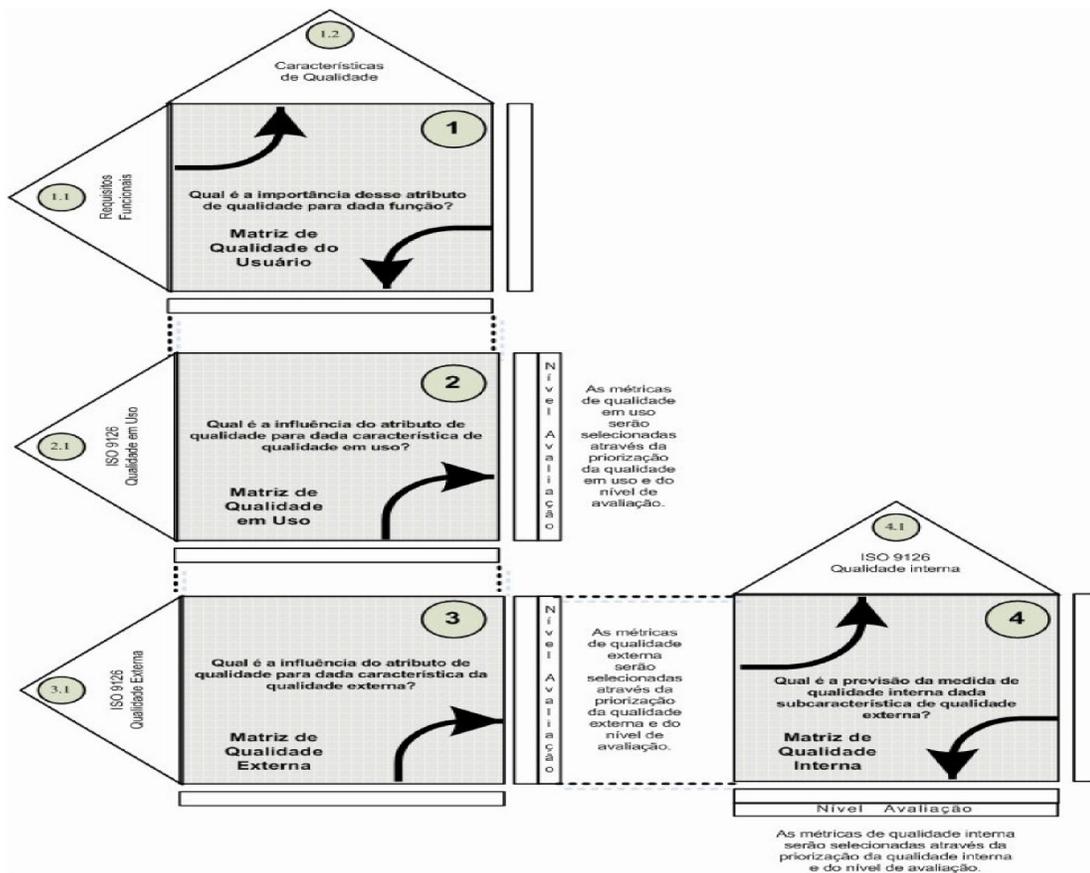


FIGURA 4 – Modelo conceitual para aferição de qualidade para produtos de software  
 Fonte: Adaptado de (VIVEIROS, 2006)

A Matriz de Qualidade do Usuário (Matriz 1-figura 4) correlaciona as funções do produto com os atributos de qualidade esperados pelo usuário. Os atributos de qualidade são também conhecidos como requisitos não-funcionais na área de Engenharia de Software. O objetivo da matriz de qualidade do usuário é determinar, desde o início do projeto, os atributos de qualidade mais importantes para o usuário, o que é feito através de sua correlação com as funções do produto. A Matriz de Qualidade em Uso (Matriz 2-figura 4) correlaciona os atributos de qualidade esperados pelo usuário com as características de qualidade. O objetivo dessa atividade é priorizar as características de qualidade em uso e transferir a padronização de qualidade em uso do produto de software aos atributos de qualidade, do ponto de vista do usuário. A Matriz de Qualidade Externa (Matriz 3-figura 4) correlaciona os atributos de qualidade esperados pelo usuário com as características de qualidade externa, visando à transferência da padronização da qualidade externa do produto de software aos atributos de qualidade levantados com o usuário. A Matriz de Qualidade Interna (Matriz 4-figura 4) correlaciona as características de qualidade externa com as medidas de qualidade interna do desenvolvimento do produto. O objetivo dessa matriz é priorizar as medidas internas que possam auxiliar na previsão da qualidade externa do produto.

O encadeamento das matrizes, acima citadas, define o modelo conceitual de aferição de qualidade proposto neste trabalho. Esse modelo conceitual irá guiar o desdobramento da qualidade esperada pelo usuário auxiliando a definição de medidas para o desenvolvimento do produto de software. Além da definição de medidas, o desdobramento da qualidade pode auxiliar no planejamento das atividades de construção do produto de software de baixa plataforma (VIVEIROS, 2006).

A definição das medidas para cada característica de qualidade, definida, é auxiliada pelo seu Nível de Avaliação. Cada característica de qualidade é priorizada de acordo com a qualidade esperada pelo usuário e pode ser mensurada através da coleta de medidas durante o desenvolvimento do produto. O Nível de Avaliação foi combinado com o modelo conceitual proposto para permitir uma melhor priorização das medidas da qualidade.

## **5. APLICAÇÃO DO MÉTODO: CASO INTERNET BANKING**

Para demonstração do método adotado, a seguir é apresentado o estudo de um caso real aplicado a uma empresa do setor financeiro citada neste trabalho como empresa ABC, onde o método foi utilizado na definição dos requisitos de um projeto de desenvolvimento de um projeto de software de baixa plataforma de Internet Banking.

Este modelo foi construído em conjunto com os departamentos de negócio e de tecnologia da referida empresa, tomando por base os processos reais do mundo físico e os processos levantados através de benchmarks realizados com outros sistemas de Internet Banking concorrentes. O método de levantamento das Tabelas de Requisitos Funcionais e Qualidade não será apresentado neste trabalho, porém os requisitos levantados através de entrevistas e questionários são utilizados como premissas e contribuindo para a aplicação e análise dos resultados do método.

A seguir será descrita e discutida a aplicação do método proposto. Para construir o restante da matriz, mostrada na figura 5, foi considerado a correlação de todas as funções com os atributos de qualidade do produto.

Características da Qualidade													
Requisitos Funcionais	Grau de Importância	Negócio	Segurança	Infraestrutura	Desenvolvimento	Operação	Total	IDi	Ei	Mi	IDi*		
												Negócio	9
Segurança	6	6	9	6	6	1	34	0,5	2	1	0,7071		
Infra-estrutura	6	6	9	6	6	1	34	0,25	2	2	0,5000		
Desenvolvimento	6					9	15	0,125	1	1,5	0,1531		
Operação	6	6	6				18	0,5	1,5	1,5	0,7500		
Total		19	30	15	15	11		1,50	7,00	6,50	2,17		

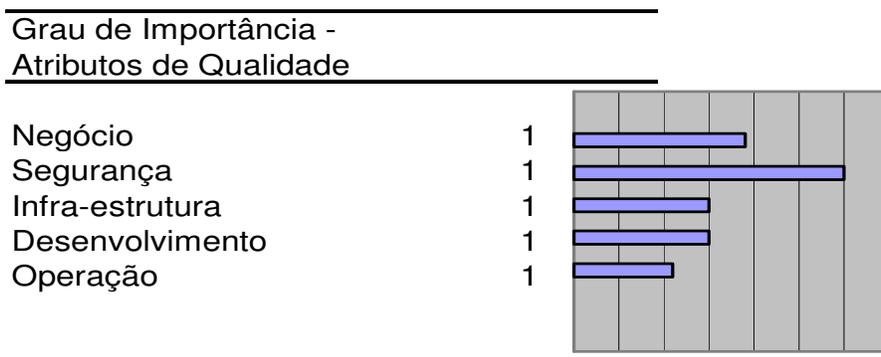
Importância das CQ (IQj)		5,3	8,1	4,0	4,0	2,6	5,8
Avaliação das dificuldades (Dj)		0,5	0,5	1	1	0,5	1,5
Avaliação competitiva (Bj)		1	2	2	2	1	0,5
Importância corrigida (IQj*)		3,75	8,09	5,66	5,66	1,87	5,04

**FIGURA 5 – Matriz de qualidade do usuário para o produto Internet Banking**

Depois da correlação realizada na Matriz de Qualidade do Usuário, é calculado o grau de importância dos atributos de qualidade. Na matriz exibida na figura 5 os atributos de qualidade já estão ordenados pelo grau de importância calculado.

Através da correlação das funções com os atributos de qualidade podem-se verificar quais os atributos de qualidade são prioritários para o usuário do produto. O gráfico de importância obtido para todos os atributos de qualidade do Internet Banking está mostrado na figura 6.

Nesse gráfico o atributo de qualidade mais importante é “Tempo de operação de pesquisa de 10s” e o menos importante é “Segurança”. Isso demonstra que o usuário do Internet Banking está mais preocupado com a segurança conforme os resultados das pesquisas são retornados, e assim, esse atributo de qualidade deve ser priorizado na fase de Construção do produto.



**FIGURA 6 – Gráfico de importância dos atributos de qualidade**

A Matriz de Qualidade em Uso foi construída para o Internet Banking com o objetivo de conferir padronização à qualidade esperada pelo usuário. A Tabela de Características de Qualidade e a Tabela de Qualidade em Uso foram correlacionadas exemplificando a

construção da Matriz de Qualidade em Uso para o produto Internet Banking.

A Tabela de Características de Qualidade é composta pela lista priorizada dos atributos de qualidade, proveniente da Matriz de Qualidade do Usuário. Já a Tabela de Qualidade em Uso é formada pelas características de qualidade em uso.

A correlação dos atributos de qualidade do Internet Banking com as características de qualidade em uso está mostrada na figura 7.

Características de Qualidade em Uso											
Características de Qualidade	Grau de importância	Produtividade	Efetividade	Satisfação	Velocidade resposta	Acuracidade	Total	IDi	Ei	Mi	IDi*
Segurança	9	6	9	9	6	1	40	0,5	2	1	0,7071
Infra-estrutura	6	3	1	6	9	1	26	0,25	2	2	0,5000
Desenvolvimento	6					9	15	0,125	1	1,5	0,1531
Operação	9	6	6		6		27	0,5	1,5	1,5	0,7500
<b>Total</b>		16	22	18	30	11		1,50	7,00	6,50	2,17
Importância das CQ (IQj)		4,5	6,0	4,9	7,9	2,6	6,5				
Avaliação das dificuldades (Dj)		0,5	0,5	1	1	0,5	1,5				
Avaliação competitiva (Bj)		1	2	2	2	1	0,5				
Importância corrigida (IQj*)		3,19	5,95	6,88	11,17	1,87	5,66				

FIGURA 7 – Matriz de qualidade em uso para o produto Internet Banking

A construção da Matriz de Qualidade em Uso possibilita verificar quais características de qualidade são mais importantes para o usuário. Com o resultado da matriz, exibido no gráfico da figura 8, percebe-se que a construção do Internet Banking deve priorizar Velocidade resposta.

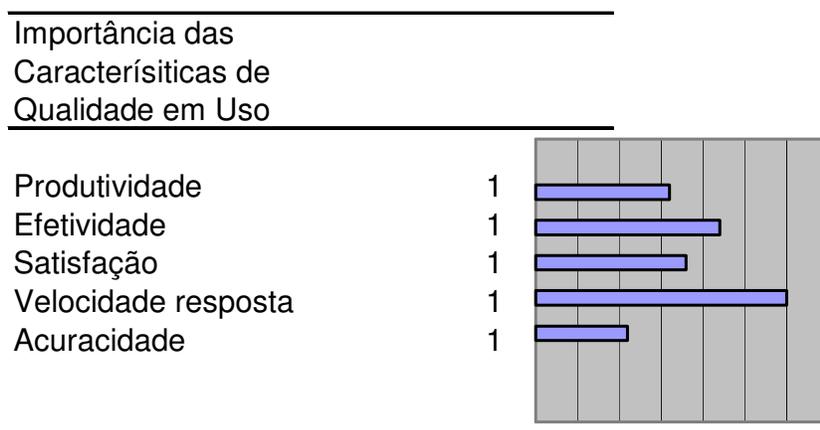


FIGURA 8 – Gráfico de importância das características de qualidade em uso

A Matriz de Qualidade Externa é construída para o produto Internet Banking com o objetivo de exemplificar a padronização na qualidade esperada pelo usuário. Essa matriz é composta pela Tabela de Características de Qualidade, proveniente da Matriz de Qualidade do Usuário, e pela Tabela de Qualidade Externa.

A Tabela de Qualidade Externa é formada pelas subcaracterísticas de qualidade externa definidas. Essa tabela é organizada colocando a letra inicial da característica na frente de cada subcaracterística na tabela para mostrar o relacionamento das subcaracterísticas com sua característica. A correlação de todas subcaracterísticas de qualidade para o produto Internet Banking está ilustrada na figura 9.

Características da Qualidade Externa																		IDi	Ei	Mi			
Características de Qualidade	Grau de Importância	U - Operacionalidade	F - Acurácia	E - Recursos	U - Apreensibilidade	C - Maturidade	F - Segurança de Acesso	E - Comportamento em relação tempo	F - Conformidade	C - Tolerância a Falha	F - Adequação	F - Interoperabilidade	C - Recuperabilidade	C - Conformidade	M - Analisabilidade	M - Modificabilidade	M - Estabilidade	M - Testabilidade	P - Adaptabilidade	Total			
	Negócio	6	1	6	3	9	9	3	6	6	1	6	6	3	3	6	9	6	3	71	0,125	0,5	0,5
Segurança	9	6	9	9	6	1	9	9	1	6	9	9	9	1	9	9	9	9	1	121	0,5	2	1
Infra-estrutura	6	9	1	6	1	1	6	1	1	3	1	1	6	1	6	1	1	6	53	0,25	2	2	
Desenvolvimento	6	9	6	6	6	9	3	9	9	6	6	6	6	9	6	9	6	9	66	0,125	1	1,5	
Operação	9	6	6	6	6	6	1	6	6	6	6	6	6	6	6	9	6	9	73	0,5	1,5	1,5	
Total		31	22	18	22	11	22	31	11	16	22	22	18	11	18	22	37	22	28		1,50	7,00	6,50
Importância das CQ (IQj)		8,2	6,0	4,9	5,8	2,6	5,9	8,0	2,6	4,5	6,0	6,0	4,9	2,6	4,9	6,0	9,6	6,0	7,3	18,1			
Avaliação das dificuldades (Dj)		0,5	0,5	1	1	0,5	1,5	0,5	0,5	1	2	0,5	1	2	2	1	1,5	1	2	2			
Avaliação competitiva (Bj)		1	2	2	2	1	0,5	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1			
Importância corrigida (IQj*)		5,80	5,95	6,88	8,15	1,87	5,07	5,69	1,87	6,37	11,91	4,21	4,87	3,75	9,73	8,42	11,75	5,95	10,30	25,65			

FIGURA 9 – Matriz de qualidade externa para o produto Internet Banking

As subcaracterísticas de qualidade foram priorizadas de acordo com sua relação com os atributos de qualidade de software. A priorização dessas subcaracterísticas é mostrada no gráfico apresentado na figura 10 e é utilizada para priorizar as medidas de qualidade coletadas no desenvolvimento. Contudo, é importante salientar que a priorização não significa que as subcaracterísticas de qualidade menos importantes não devam ser mensuradas.

Importância de sub-característica de qualidade externa

- U - Operacionalidade 1
- F - Acurácia 1
- E - Recursos 1
- U - Apreensibilidade 1
- C - Maturidade 1
- F - Segurança de Acesso 1
- E - Comport. Tempo 1
- F - Conformidade 1
- C - Tolerância Falha 1
- F - Adequação 1
- F - Interoperabilidade 1
- C - Recuperabilidade 1
- C - Conformidade 1
- M - Analisabilidade 1
- M - Modificabilidade 1
- M - Estabilidade 1
- M - Testabilidade 1
- P - Adaptabilidade 1

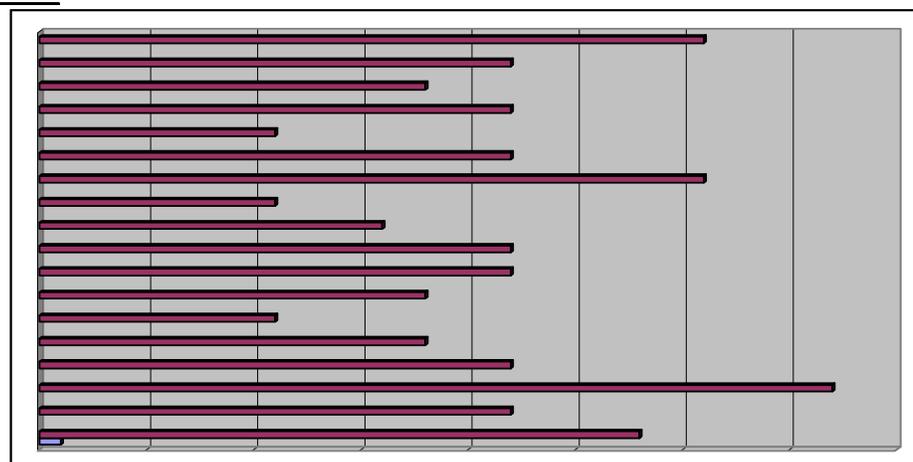


FIGURA 10 – Gráfico de importância das subcaracterísticas priorizadas de qualidade externa

A Matriz de Qualidade Interna tem o objetivo de auxiliar na priorização das medidas de qualidade interna, que serão coletadas durante o desenvolvimento do produto. Essa matriz é composta pela Tabela de Qualidade Externa, proveniente da Matriz de Qualidade Externa, e a Tabela de Qualidade Interna.

Esta última tabela é formada pelas medidas de qualidade do produto Internet Banking e

pelas medidas de qualidade interna. As medidas de qualidade interna foram selecionadas de forma que cada subcaracterística de qualidade externa possuísse, pelo menos, uma medida de qualidade interna.

As medidas de qualidade interna selecionadas do produto Internet Banking são: Quantidade de Defeitos de Revisões, Quantidade de Defeitos de Testes de aceitação, Quantidade de Defeitos de Avaliação pelo usuário e Quantidade de Defeitos de auditoria de qualidade.

Algumas medidas do produto Internet Banking são acompanhadas durante o desenvolvimento, porém não estão ligadas diretamente com a qualidade interna, como por exemplo, medidas de tamanho e esforço. Por exemplo, as medidas de tamanho são utilizadas para normalizar os dados das medidas de qualidade coletados entre projetos, não sendo utilizadas para construção da Matriz de Qualidade Interna.

Para completar a Tabela de Qualidade Interna foi escolhida pelo menos uma medida de qualidade interna para cada subcaracterística, sendo: E = Tempo de Resposta, U = Validação de Entrada de Dados, F = Acurácia, E = Utilização de Memória, U = Qualidade de Descrição, C = Remoção de Erro, F = Rastreabilidade, F = Validação Funcional, U = Documentação de Usuário, U = Interatividade, U = Validação da Utilização, C = Mitigação, F = Adequação Funcional conforme demonstrado na figura 11.

Características Qualidade Externa	Métricas de Qualidade Interna																Total	IDi	Ei	Mi	IDi*
	Grau de Importância	E = Tempo de Resposta	Defeitos de Avaliação pelo Usuário	Defeitos de Testes de Aceitação	U = Validação de Entrada de Dados	F = Acurácia	E = Utilização de Memória	U = Qualidade de Descrição	C = Remoção de Erro	F = Rastreabilidade	F = Validação Funcional	U = Documentação de Usuário	U = Interatividade	U = Validação da Utilização	C = Mitigação	F = Adequação Funcional					
U - Operacionalidade	9	9	6	6	9	9	9	6	6	6	1	9	9	6	6	70	0,125	0,5	0,5	0,0625	
F - Acurácia	9	6	9	9	6	1	9	9	1	6	9	9	9	9	9	75	0,5	2	1	0,7071	
E - Recursos	6	9	1	6	1	1	6	1	1	3	1	1	6	1	6	45	0,25	2	2	0,5000	
U - Apreensibilidade	3		9																		
C - Maturidade	6	9		9						1											
F - Segurança de Acesso	9		9	9	9	9									6						
E - Comportamento em relação tempo	1					9				6			1								
F - Conformidade	6						9			6											
C - Tolerância a Falha	9	9	3					9		3		3									
F - Adequação	6	9			6						9				1						
F - Interoperabilidade	1	9																			
C - Recuperabilidade	1	6																			
C - Conformidade	1										6										
M - Analisabilidade	1																				
M - Modificabilidade	1				6											6					
M - Estabilidade	1	9	9																		
M - Testabilidade	1																				
M - Adaptabilidade																					
Total		75	46	39	37	20	27	25	8	31	11	22	10	2	21	20	0,88	4,50	3,50	1,27	
Importância das CQ (IQ)		10,5	6,6	5,9	5,2	2,7	4,4	3,9	1,2	4,5	2,1	2,9	1,6	0,4	3,6	2,6	8,0				
Avaliação das dificuldades (D)		0,5	0,5	1	1	0,5	1,5	0,5	0,5	1	2	0,5	1	2	2	1	2				
Avaliação competitiva (B)		1	2	2	2	1	0,5	1	1	2	2	1	1	1	2	2	1				
Importância corrigida (IQ*)		7,39	6,56	8,38	7,39	1,88	3,80	2,76	0,83	6,43	4,18	2,02	1,59	0,53	7,28	3,71	11,30				

FIGURA 11 – Matriz de qualidade Interna para o produto Internet Banking

A conversão, realizada na Matriz de Qualidade Interna, e o Nível de Avaliação auxilia na priorização das medidas de qualidade interna. Por simplificação, foram utilizados os mesmos Níveis de Avaliação da Matriz de Qualidade Externa. Essa priorização, ilustrada no gráfico da figura 12, permite o acompanhamento e controle da qualidade com objetivo de alcançar a qualidade externa do produto esperada pelo usuário. Porém, a seleção das medidas internas deve considerar também outros aspectos da organização, como por exemplo, o custo envolvido na coleta das medidas.

Priorização das Medidas da  
Qualidade Interna

E = Tempo de Resposta	1
Defeitos de Avaliação pelo Usuário	1
Defeitos de Testes de Aceitação	1
U = Validação de Entrada de Dados	1
F = Acurácia	1
E = Utilização de Memória	1
U = Qualidade de Descrição	1
C = Remoção de Erro	1
F = Rastreabilidade	1
F = Validação Funcional	1
U = Documentação de Usuário	1
U = Interatividade	1
U = Validação da Utilização	1
C = Mitigação	1
F = Adequação Funcional	1

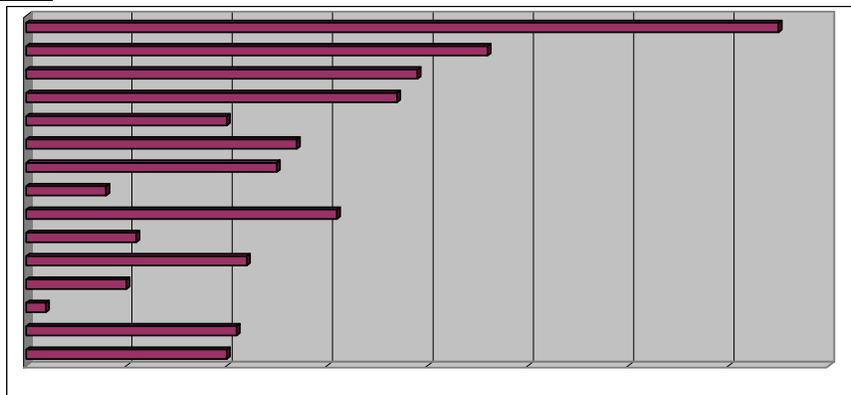


FIGURA 12- Gráfico da priorização das medidas internas de qualidade

## 6. ANÁLISE DE RESULTADOS

O estudo de caso apresentado garantiu um alinhamento dos requisitos com as necessidades do solicitante, bem como a organização e planejamento para o desenvolvimento simultâneo da solução de Internet Banking. Entre as dificuldades de uso desta abordagem destacam-se: entendimento e levantamento do processo de negócio.

A aplicação do método QFD possibilitou a criação de um método de aferição de qualidade, que desdobra a qualidade esperada pelo usuário em medidas. Com essas medidas é possível acompanhar a qualidade do produto desde a sua especificação, pela fase de sua construção até a entrega ao cliente. O acompanhamento, através das medidas, auxilia na identificação de falhas no produto e por consequência aumenta a satisfação do seu usuário. Além disso, a mensuração da qualidade desde o início do desenvolvimento antecipa a descoberta de erros, diminuindo o custo de suas correções.

O desdobramento da qualidade esperada pelo usuário através da aplicação do método QFD possibilitou a priorização das atividades de garantia da qualidade. A importância desta priorização deve ser ressaltada, pois no desenvolvimento de software o investimento em qualidade precisa ser planejado para não extrapolar custos e alcançar seus objetivos de satisfazer as expectativas do usuário. O método proposto através do estudo de caso auxilia na definição das medidas adequadas a qualidade esperada pelo usuário possibilitando assim uma melhor priorização das atividades de garantia da qualidade.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem de gestão e aferição da qualidade de produtos de software apresentada neste trabalho incorpora técnicas e ferramentas que permitem minimizar as incertezas e riscos de um projeto de software, podendo ser utilizada nas fases iniciais do projeto, durante o seu desenvolvimento até a entrega do produto de software..

Entre as vantagens desta abordagem, destaca-se: redução dos tempos de entrega, desenvolvimento evolutivo e simultâneo; alinhamento do sistema de software com o processo de negócio; esforços direcionados às necessidades dos clientes redução dos custos decorrentes de retrabalho e garantia de maior completeza dos requisitos do projeto.

No entanto, alguns pontos críticos podem ser destacados para utilização destas ferramentas, como a dificuldade de aplicação do QFD quando a quantidade de requisitos for muito grande

Recomenda-se ainda que o gerenciamento e a negociação com o cliente quanto a

tratada cuidadosamente; a visão do todo, da integração e gerenciamento das expectativas e a postura de gestão forte e constante durante todo o projeto.

## 8. REFERÊNCIAS

- AKAO, Y. Introdução ao Desenvolvimento da Qualidade: Tradução de Zelinda Tomie Fujikawa. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.
- BROWN, A. W. Large-Scale, Component-Based Development. EUA. Prentice Hall PTR. 2006.
- CAPELLO, A.M. Desenvolvimento de Fornecedores Utilizando a Metodologia QFD. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Taubaté. Universidade de Taubaté, 2007.
- CHENG, L.C., FILHO, L.D.R.M. et al. QFD: Desdobramento da Função Qualidade na Gestão de Desenvolvimento de Produtos. São Paulo. Editora Bluquer, 2007.
- CHENG, L.C. et al. QFD: Planejamento da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.
- FALBO, R. A. Integração de Conhecimento em Ambiente de Desenvolvimento de Software. Tese de Doutorado. COPPE/UFRJ, 2002
- FLORAC, W.A., CARLETON, A.D. Measuring the Software Process. EUA. Addison-Wesley, 2006
- KANO, N., SERAKU, N., TAKAHASHI, F. AND TSUJI, S. Attractive quality and must be quality. In The best on quality, edited by John D. Hromi. Volume 7 of the BookSeries of the International Academy for Quality. Milwaukee:ASQC Quality Press, 1996.
- LIPHAUS, E.E. Desenvolvimento de produto em pequenas empresas com a utilização do método QFD. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Taubaté. Universidade de Taubaté, 2006.
- MARZUR, G.H. QFD for Services Industries: From Voice of customer to Task Deployment. In the Fifth Symposium on QFD. USA. Disponível em <http://www.marzur.net/publishe.htm>, Acesso em 02 de agosto de 2007.
- MIZUNO, S. Gerência para Melhoria da Qualidade: As Sete Novas Ferramentas de Controle da Qualidade. LTC. RJ, 1993.
- NETO, P.L.O.C. Decisões na Gestão da Qualidade: Qualidade e Competências nas Decisões, São Paulo. Editora Bluquer, 2007.
- NIST, The International Institute of Standards and Technology. The Economic Impacts of Inadequate Infrastructure for Software Testing. EUA, 2002.
- SPINOLA, M. M.; CARDOSO, L. A.; Aplicação de QFD para a Especificação de um Sistema de Informações. In: 2 Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. São Carlos, 2000.
- VIVEIROS, S. P. Utilização do método QFD na definição de medidas de qualidade de produtos de software. Dissertação de Mestrado em Ciência da Computação. Belo Horizonte. UFMG, 2006.