

# Desdobramento da Qualidade para Análise de Requisitos no Desenvolvimento de um Novo Produto para o Setor de Telecomunicações

**Mateus Mota Gentilini<sup>a</sup> (mgentilini@ufrgs.br); Julia Lopes de Oliveira Freitas<sup>a</sup> (arq.juliaofreitas@yahoo.com.br); Renato Eduardo Stroieke<sup>a</sup> (stroieke@hotmail.com); Marcia Elisa Soares Echeveste<sup>a</sup> (echeveste@producao.ufrgs.br)**

<sup>a</sup>Laboratório de Otimização em Produtos e Processos, UFRGS, RS – BRASIL

## Resumo

Este trabalho apresenta a aplicação do método de Desdobramento da Função Qualidade (QFD) realizado numa empresa do setor de telecomunicações. O principal objetivo é apresentar o QFD como ferramenta de suporte para o levantamento das demandas e requisitos da qualidade no desenvolvimento de um novo produto voltado para supervisão de redes de telecomunicações. Baseado num modelo conceitual de QFD, este artigo apresenta a aplicação das matrizes da qualidade e do produto na gestão dos requisitos desse produto, seus subsistemas e componentes durante o processo de desenvolvimento do novo produto. Por meio da pesquisa junto a especialistas, clientes internos e externos, os requisitos foram categorizados e priorizados resultando na matriz da qualidade, que foi então desdobrada até chegar à matriz do produto.. Neste estudo de caso observou-se a importância da utilização do método de QFD, pois através deste foi possível entender melhor os requisitos do cliente, definindo de forma mais clara o processo de produção do novo produto, além de orientar as atividades de desenvolvimento e planejamento a partir da organização e hierarquização dos requisitos.

*Palavras-chave: QFD; Telecomunicações; Qualidade; Pesquisa de Mercado; Gestão de Requisitos.*

## 1 Introdução

Numa perspectiva histórica, até meados da década de 1980, o setor de telecomunicações era mundialmente caracterizado pela monopolização nacional dos serviços e operação de telefonia. A estrutura de desenvolvimento tecnológico estava representada pelas operadoras, pelos centros de pesquisa e pelos fabricantes dos equipamentos. As operadoras detinham os centros de pesquisa, responsáveis pela pesquisa inicial, pelo desenvolvimento e testes de protótipos, passando então para os fabricantes, que desenvolviam para fabricação. (FRANSMAN, 2001)

Essa estrutura industrial se altera a partir dos anos 1990, com o fim dos monopólios nos principais países desenvolvidos – Japão, Estados Unidos e Reino Unido. As operadoras de telefonia passaram a transferir gradativamente a responsabilidade pela pesquisa e desenvolvimento de equipamentos de rede para os fabricantes e a negociar com quaisquer dos fornecedores disponíveis, tornando-se assim mais autônomas e autoras de seus produtos. (FRANSMAN, 2001)

No Brasil, com a quebra do monopólio das telecomunicações no final dos anos 90 através da privatização do Sistema Telebrás, possibilitou-se a abertura do mercado e conseqüentemente o surgimento de empresas locais de desenvolvimento tecnológico. (ANATEL, 1999).

O desenvolvimento tecnológico, que sempre foi fundamental no setor de telecomunicações, é hoje um dos principais sustentáculos da indústria. Além do mais, as empresas estão alterando seus comportamentos e estratégias para tornarem-se cada vez mais competitivas, e isso, evidentemente, leva ao aprimoramento das atividades na área de pesquisa e desenvolvimento. (PINTEC, 2008).

Além disso, Sonda et al (2000) pontuam que, num contexto de competitividade, é importante que as empresas consigam manter os preços de seus produtos e cumprir prazos, tudo isso a fim de se obter a satisfação do cliente. Deste modo, o gerenciamento orientado se torna a solução para a sobrevivência das empresas no mercado.

Para buscar atender a esse novo cenário de desenvolvimento tecnológico inovativo e competitivo, as equipes de pesquisa e desenvolvimento de produtos dispõem atualmente de diversas metodologias que objetivam auxiliar os projetistas nas suas tarefas. Back e Forcelini (1997) enumeram várias abordagens como o DFLC (Projeto para o Ciclo de Vida do Produto), o DFC (Projeto para Custo), o IPD (Desenvolvimento Integrado do Produto), o CE (Engenharia Concorrente), o SE (Engenharia Simultânea), entre muitos outros.

Tendo em vista o atendimento ao dinamismo do mercado, estas metodologias se mostram de extrema importância, pois através delas pode-se monitorar e intervir em diversos fatores. Nesse sentido, o desdobramento da função qualidade (QFD), já estudado por diversos autores como Ribeiro et al (2001), Waisarayutt e Siritaweechai (2006), Miguel (2009), Deros et al (2009), Kasim et al (2009), se mostra uma ferramenta muito útil à medida que atua na identificação, priorização e controle dos requisitos importantes do ponto de vista dos clientes, tanto externos quanto internos, caracterizando tarefas-chave no desenvolvimento de novas linhas de produtos quando o foco é justamente atender as reais necessidades desses clientes.

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é apresentar uma sistematização para a gestão dos requisitos no desenvolvimento de uma nova linha de produtos com base no emprego do método de QFD, através de um estudo prático aplicado numa empresa nacional desenvolvedora de produtos de telecomunicações.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na segunda seção é apresentado um breve embasamento teórico sobre o método de QFD; a terceira seção apresenta a metodologia utilizada no trabalho; a quarta seção descreve a pesquisa de mercado, abordando a fase qualitativa e quantitativa; a quinta seção apresenta os requisitos categorizados e priorizados através da matriz da qualidade, a sexta seção apresenta a matriz do produto e a sétima seção traz as considerações finais sobre o estudo

## 2 Embasamento Teórico

O QFD teve início nos anos 70, na indústria automobilística japonesa, como um sistema da qualidade voltado para a entrega de produtos e serviços que satisfizessem o cliente. Seu desenvolvimento tem origem com o Dr. Yoji Akao e outros especialistas em qualidade, que desenvolveram as ferramentas técnicas do QFD e as organizaram em um estruturado sistema da qualidade de fácil compreensão e aplicação de produtos e serviços garantindo assim a qualidade aos seus clientes. (PATRES, 1998).

Foram vários os pesquisadores que definiram o conceito de QFD (King, 1987; Akao, 1997; Gustafsson & Johnson, 1997), caracterizando-o como uma ferramenta que prioriza o interesse dos consumidores, desdobrando as relações entre demandas e características de produtos. Sua implementação deve envolver todos os setores da empresa, através de uma rede de relações. Através deste processo, o QFD acelera o desenvolvimento de novos produtos, tornando as empresas mais competitivas.

Segundo Ribeiro *et al* (2001), o QFD possibilita troca de informações entre os diversos setores da empresa, contribuindo para um ambiente de engenharia simultânea e facilitando a difusão do conhecimento e fomentando um espaço para inovações. Dessa forma, pode ser considerado ao mesmo tempo como uma técnica de gestão, pois auxilia no gerenciamento de diversos projetos, e de planejamento, utilizando esforços de engenharia e um método de solução de problemas, listando o que necessita ser feito e como deve ser feito.

O QFD tem sido amplamente utilizado em diversas áreas de conhecimento, principalmente no desenvolvimento de novos produtos. Miguel (2009) utilizou a ferramenta no desenvolvimento de novos produtos em uma empresa fornecedora para o setor de embalagens por meio dos ciclos da pesquisa-ação. Waisarayutt e Siritaweechai (2006) usaram QFD no desenvolvimento de artigos esportivos. Deros *et al* (2009) estudaram a medida de desempenho percebida pelo consumidor, através de um estudo de caso em uma empresa da Malásia. Kasim *et al* (2009) aplicaram a técnica em uma empresa de refrigeração.

As etapas que compõem o desdobramento da qualidade não são rígidas, e podem variar conforme a aplicação. Neste artigo, o desdobramento utiliza o modelo proposto por Ribeiro *et al* (2001)

contemplando as duas primeiras matrizes do modelo. As etapas percorridas foram: (i) Pesquisa de mercado; (ii) Matriz da qualidade, (iii) Matriz do produto, (iv) Plano da Qualidade. Estas fases são detalhadas na sequência conjuntamente com o caso desenvolvido.

### 3 Metodologia

Este trabalho trata-se de pesquisa exploratória aplicada, sendo os conhecimentos gerados aplicáveis em um problema prático. O trabalho possui abordagem tanto qualitativa como quantitativa. A abordagem qualitativa fundamentou a fase de levantamento dos requisitos, em que foram realizadas entrevistas individuais através do questionário aberto, análise do histórico de manutenções da empresa e observação de produtos da concorrência. A abordagem quantitativa ocorreu na medida em que os requisitos foram processados e priorizados, através de aplicação do questionário quantitativo com escalas pré-definidas e do QFD propriamente dito.

Essas duas abordagens serviram para uma melhor análise dos resultados obtidos, seja com a utilização dos dados quantitativos para aprimorar a avaliação das informações provenientes dos clientes ou com a análise qualitativa para levantar e organizar estas informações.

O modelo utilizado neste trabalho é baseado na sistemática proposta por Ribeiro et al (2001), representada na figura 1, na qual os autores propõem a inclusão de indicadores, assim como de novas matrizes ao o modelo tradicional de 4 fases (Clausing, 1993), que contemplava: matriz da qualidade, matriz do produto, matriz do processo e matriz dos recursos.

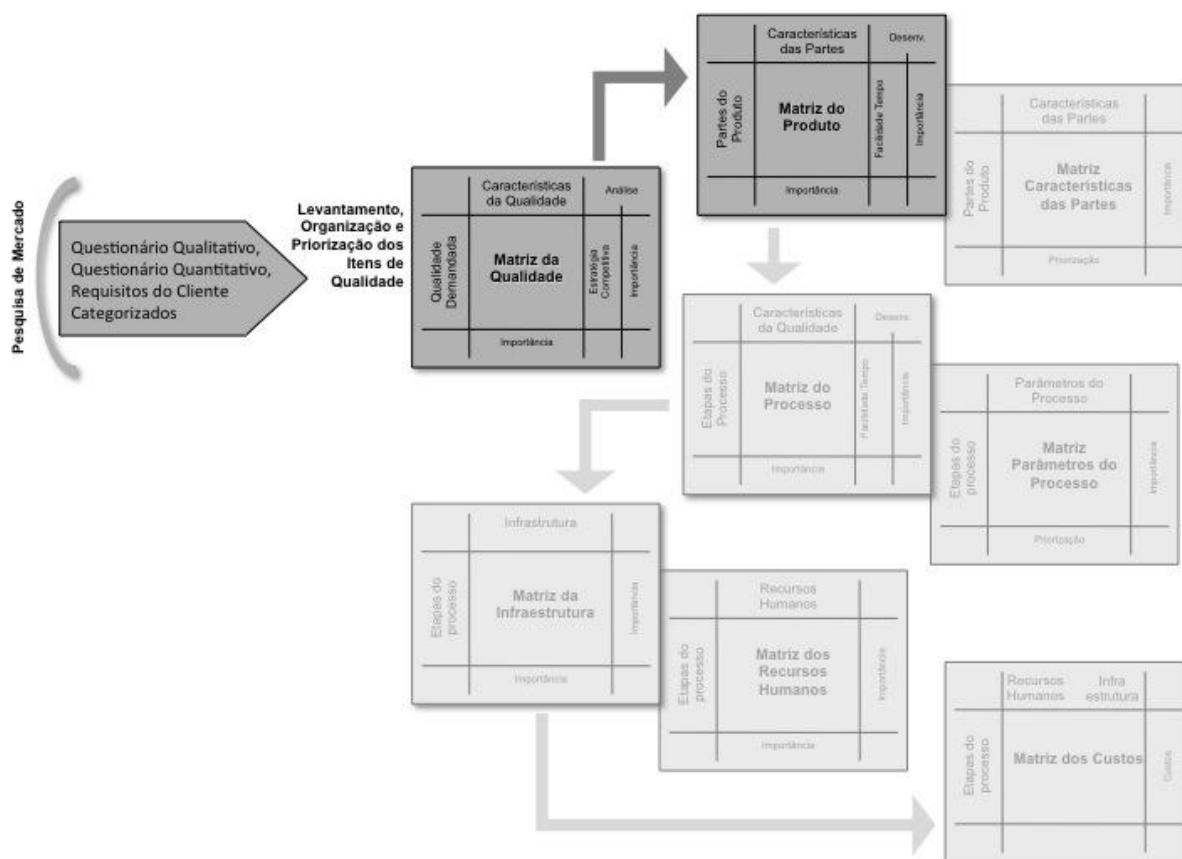


Figura 1. Modelo conceitual do método de QFD proposto por Ribeiro et al (2001) adaptado para a aplicação neste trabalho: Pesquisa de Mercado, Matriz da Qualidade e Matriz do Produto

Os objetivos das principais matrizes são sumarizados a seguir, enquanto os índices utilizados para priorização de cada etapa são explicados no decorrer da apresentação dos resultados.

A **matriz da qualidade** tem como objetivo relacionar as demandas (requisitos do cliente) organizadas e categorizadas com as características que medem a qualidade do produto (requisitos do produto). O resultado desta matriz são os requisitos do produto priorizados que representam quais características estão fortemente associadas ao atendimento de demandas importantes e ou características associadas à muitas demandas. Estas características são consideradas críticas uma vez que, se estiverem fora do valor especificado, podem impactar no atendimento de demandas importantes e consequentemente na percepção de qualidade do cliente. O resultado desta matriz é a entrada para a matriz do produto, a qual relaciona as partes (sistemas e subsistemas) do produto às características de qualidade.

Na **matriz do produto**, a equipe julga o quanto cada parte do produto pode impactar no atendimento à especificação de cada característica de qualidade. Assim, é possível sinalizar a importância de cada parte na qualidade do produto.

A **matriz do processo**, por sua vez, relaciona as etapas do processo de fabricação com as características de qualidade e seus pesos resultantes da matriz de qualidade. O objetivo desta matriz é entender como os processos, se não forem executados corretamente, podem impactar no atendimento às características de qualidade. Nesta matriz, os processos são priorizados de acordo com o grau de relacionamento com as características ponderado pela importância de cada característica associada.

Na sequência, os processos com as respectivas importâncias calculadas na fase anterior são associados com os recursos necessários para sua consecução, formando a **matriz da infraestrutura**. Nesta matriz, o objetivo é entender como os recursos asseguram a execução dos processos, tendo como resultado a priorização dos processos.

Ribeiro *et al* (2001) ainda propõem o desdobramento da matriz da infraestrutura na **matriz dos custos**, relacionando os custos dos recursos humanos e/ou de infraestrutura com as etapas do processo.

Neste artigo, por uma questão de limitação de páginas, serão apresentadas as fases de levantamento e priorização de requisitos do cliente por meio de pesquisa de mercado, seguida da aplicação de QFD para o desdobramento nas matrizes de qualidade e matriz de produto. O desenvolvimento de cada matriz bem como os indicadores de priorização para estimar as importâncias resultantes serão explicados concomitantemente ao caso apresentado, onde aplicou-se o QFD para o desenvolvimento de um novo produto voltado para supervisão de redes de telecomunicações.

## 4 Pesquisa de Mercado

Na empresa em estudo, conforme o planejamento estratégico que incluiu uma análise de portfólio, surgiu a oportunidade de desenvolvimento de um novo produto voltado para a telesupervisão de equipamentos de telecomunicações. Como esse segmento de mercado não estava totalmente dominado pela empresa, foi realizada uma pesquisa para identificar as principais necessidades dos clientes.

O objetivo da pesquisa é a identificação dos fatores mais importantes da nova linha de tele supervisão do ponto de vista do cliente externo, bem como dos clientes internos (P&D, Comercial, Industrial, Processo), visando o entendimento da qualidade demandada no desenvolvimento do novo produto.

As principais questões a serem respondidas são: (i) Quais as necessidades básicas que necessitam ser atingidas? (ii) Quais as restrições de utilização do produto? (iii) Quais as formas que o produto pode ser vendido ou utilizado? (iv) Quais são as expectativas dos clientes quanto ao produto? e (v) Quais as características que fariam o cliente adquirir o produto ?

### 4.1 Fontes de Dados, Tamanho de Amostra e Processo de Amostragem

Como fontes primárias, através da aplicação de questionário, foram consultados o cliente externo e especialistas da empresa, destacando-se os setores de P&D, Comercial, Industrial e Qualidade. A fonte secundária de dados diz respeito ao histórico de reclamações dos clientes existente na empresa, além de uma análise de mercado de produtos concorrentes.

A amostra foi delimitada por conveniência, definida pela disponibilidade dos respondentes. Os respondentes para levantamento dos requisitos do cliente foram escolhidos dentro dos principais

setores envolvidos no processo de desenvolvimento de novos produtos, existindo sempre para cada setor um respondente chave, geralmente um gestor ou responsável de área.

A pesquisa de mercado foi dividida em duas etapas: uma fase qualitativa para levantamento dos requisitos e uma fase quantitativa para priorização destes requisitos. A coleta de dados foi realizada através de disponibilização dos questionários na internet e divulgação por correio eletrônico.

#### 4.2 Pesquisa Qualitativa

O questionário qualitativo com questões abertas foi elaborado a partir das questões de pesquisa já explicitadas. Essas questões foram desdobradas visando que as suas respostas pudessem retratar com a maior integridade possível os requisitos dos clientes respondentes. Para tanto, foi utilizada a experiência profissional, os dados do histórico de reclamações dos clientes, bem como a bibliografia pertinente. Foram desenvolvidas nove questões abertas, sendo duas destas perguntas-chave que buscaram identificar e comparar os requisitos essenciais e os desejáveis do novo produto a ser desenvolvido.

Através dos resultados obtidos da pesquisa qualitativa, bem como da presença de um especialista do produto desenvolvido, os requisitos foram elencados e agrupados para que pudessem ser mensurados posteriormente no questionário quantitativo, resultando então na árvore da qualidade demandada. Os itens de qualidade obtidos foram agrupados por afinidade e organizados numa árvore lógica através de nível primário e secundário. Os fatores do nível secundário representam os itens da qualidade demandada pelo cliente, sendo estes agrupados e consolidados através dos itens do nível primário. Este nível é composto por: (i) montagem do produto, (ii) transporte do produto, (iii) restrições do produto, (iv) funcionalidades do produto, (v) confiabilidade do produto, (vi) evolução do produto e (vii) venda do produto.

Ainda, através de duas perguntas-chave realizadas no questionário qualitativo, possibilitou-se a criação de duas listas de requisitos, os necessários como padronizáveis e os desejáveis, podendo estes últimos serem fonte de aplicação de ferramentas de customização dentro do QFD em estudos posteriores.

A Tabela 1 apresenta a árvore da qualidade demandada parcial, demonstrando a organização através de níveis primário e secundário.

**Tabela 1.** Árvore da Qualidade Demandada (parcial).

Qualidade Demandada	Nível Primário	Nível Secundário
Instalação	Montagem	Ser modulável Ser compacto Possuir conexões simples e rápidas Possuir variadas formas de instalação
		Transporte
	...	...
Uso	...	...
	Funcionalidades	Possuir gerenciamento diversificado Possuir grandezas monitoráveis Possuir falhas monitoráveis Possuir status monitoráveis Possuir boa documentação Possuir facilidade de migração entre versões
	...	...

#### 4.3 Pesquisa Quantitativa

A partir da categorização dos requisitos (demandas), foi desenvolvido o questionário quantitativo, visando priorizar, através da atribuição de pesos, esses requisitos dentro de cada grupo ou categoria. Dessa forma, pôde-se entender o que é mais importante para o cliente.

O questionário constituiu-se de catorze perguntas, sendo quatro destas destinadas diretamente a requisitos do produto, duas para priorizar características essenciais e desejáveis, restando oito que efetivamente compuseram o desdobramento da qualidade demandada para a matriz da qualidade do QFD. Para estas oito questões e as quatro relacionadas aos requisitos do produto foi solicitado a cada respondente a determinação de importância de cada item através de uma escala *Likert*, numerada de 1 a 10, sendo utilizado a seguinte ponderação: (1-2) pouco importância, (3-5) importância moderada, (6-8) importância forte, (9-10) importância muito forte. Para as questões restantes foi solicitada a priorização dos itens de acordo com uma escala de ordenação prioridade. O questionário foi disponibilizado por link eletrônico através de correio eletrônico para os clientes internos dos setores de P&D, Eng. De Produto, Qualidade, Eng. De Processos e Comercial e um cliente externo relacionado diretamente a necessidade dessa nova linha de produtos. Uma parte das questões realizadas está demonstrado na Figura 2.

**1. Quanto à MONTAGEM do produto, quanto importante é: \***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ser modulável *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ser compacto *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possuir conexões simples e rápidas *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Possuir formas de instalação variadas *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Quanto às FORMAS DE INSTALAÇÃO VARIADAS, quanto importante é: \***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
instalação em rack *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
instalação em parede *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
instalação em container *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
instalação em espaço reduzido *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Figura 2. Trecho do questionário quantitativo aplicado

### 4.3.1 Hierarquização dos Requisitos do Cliente

Para a priorização dos requisitos foram utilizados os requisitos agrupados no nível secundário da árvore de qualidade demandada. Para cada item dentro deste nível foram considerados o valor médio atribuído para cada requisitos ponderado pelo percentual do item secundário a qual ele pertence. O resultado foi denominado como índice de Importância da Qualidade Demandada (*IDi*). A Figura 3 demonstra a forma de obtenção deste índice para os requisitos de montagem, transporte e restrições de produto. Devido a grande quantidade de itens levantados no nível secundário, somente os vinte requisitos com maior peso foram utilizados para a hierarquização dos requisitos do cliente.

	Média do Item	Percentual		Média do requisito	Percentual	Idi
MONTAGEM DO PRODUTO	22	15,71%	Ser modulável	7	23,97%	3,77%
			Ser compacto	8,6	29,45%	4,63%
			Possuir conexões simples e rápidas	7,8	26,71%	4,20%
			Possuir formas de instalação variadas	5,8	19,86%	3,12%
				29,2		
TRANSPORTE DO PRODUTO	12	8,57%	Ser robusto	8,2	35,34%	3,03%
			Ser compacto	5,4	23,28%	2,00%
			possuir embalagem segura	9,6	41,38%	3,55%
				23,2		
FUNCIONALIDADES	32	22,86%	gerenciamento diversificado	8,6	18,94%	4,33%
			grandezas monitoráveis	9,4	20,70%	4,73%
			falhas monitoráveis	9,2	20,26%	4,63%
			status mensuráveis	7,8	17,18%	3,93%
			boa documentação	6	13,22%	3,02%
			facilidade de migração entre versões	4,4	9,69%	2,22%
				45,4		

Figura 3. Priorização dos requisitos do cliente (parcial)

A priorização final dos requisitos do cliente foi calculada levando em conta a importância de cada item da qualidade demandada (IDi), uma avaliação estratégica (Ei), e uma avaliação competitiva (Mi). O índice resultante do conjunto destas importâncias recebe o nome de índice de Importância Corrigido da Qualidade Demanda (IDi\*) e é calculado utilizando a Equação 1.

$$IDi^* = IDi \times \sqrt{Ei} \times \sqrt{Mi} \quad (1)$$

Na avaliação estratégica e competitiva foi utilizada como base a escala apresentada na Tabela 2. A avaliação competitiva visa retratar a importância do item do ponto de vista de ganho de mercado enquanto a escala de avaliação estratégica visa retratar a importância do item do ponto de vista de posição estratégica. Conforme Ribeiro *et al* (2001), o objetivo de utilização destes índices é incorporar ao QFD aspectos que não seriam diretamente revelados pelo cliente. As equações não devem ser pontuadas, conforme mostrado na Equação 1.

**Tabela 2.** Escala de Ponderação para os Itens da Qualidade Demandada. Adaptado de Ribeiro *et al* (2001).

	Avaliação Competitiva (Mi)	Avaliação Estratégica (Ei)
Escala	Descrição	Descrição
2,0	Muito acima da concorrência	Alta importância estratégica
1,5	Similar à concorrência	Importante
1,0	Abaixo da concorrência	Moderado
0,5	Muito abaixo da concorrência	Baixa Importância

Os itens priorizados na demanda da qualidade foram os relacionados a confiabilidade e as funcionalidades do produto. A Figura 4 apresenta a priorização dos itens.

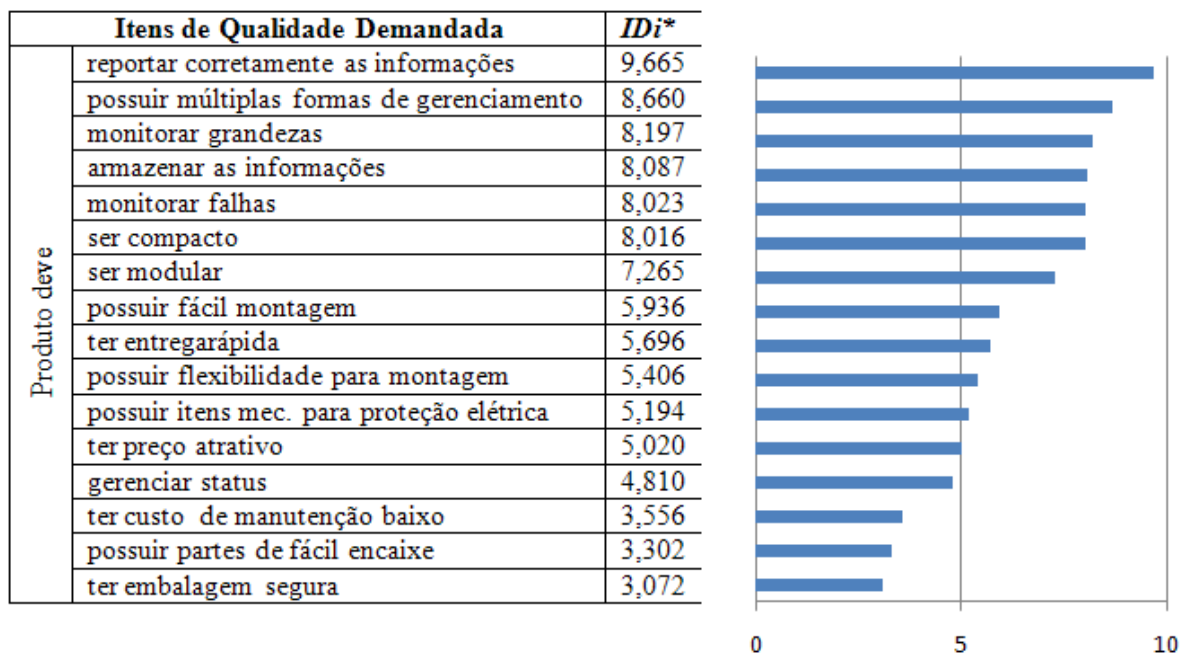


Figura 4 – Priorização dos requisitos do cliente

## 5 Matriz da Qualidade

A matriz da qualidade foi elaborada utilizando as relações entre as características de qualidade (requisitos técnicos do produto) e os itens de qualidade demandada (requisitos do cliente). As características de qualidade estabelecidas através do entendimento da equipe de desenvolvimento do novo produto e que representam aspectos mensuráveis, foram organizadas em: (i) Flexibilidade: relacionado as possibilidades de montagem, representa o mínimo de formas de montagem que o produto deve possuir; (ii) Design: relacionado ao dimensional do produto, representa o tamanho máximo que produto deve ter, (iii) Montagem: como o próprio nome identifica, representa o número de pontos de fixação que o novo produto deve possuir; (iv) Telemetria: número de grandezas analógicas monitoráveis; (v) Telecontrole: número de sinais de controle gerenciáveis e monitoráveis; (vi) Monitoramento: número de situações de monitoramento; (vii) Gerência: número de formas de gerenciamento do equipamento; (viii) Confiabilidade: relacionado as medidas analógicas do equipamento, é o valor de acurácia que as medidas do equipamento deve atender; (ix) Armazenamento de Dados: relacionado a confiabilidade e segurança, representa o quantidade de horas que o equipamento deve reter as informações coletadas; (x) Segurança: também relacionado a confiabilidade, representa o número de mínimo de dispositivos para proteção elétrica do equipamento; (xi) Manutenção: tempo para o reparo dos equipamentos; (xii) Embalagem: representa a mínima rigidez mecânica que a embalagem deve suportar; (xiii) Preço: relacionado ao preço máximo do produto e (xiv) Entrega: tempo médio para entrega dos produtos no cliente.

A esquematização da montagem da matriz da qualidade é apresentada na Figura 5, enquanto por razões de limitação de espaço, a matriz da qualidade do estudo de caso é apresentada no anexo A.



Desdobramento da Qualidade Demandada	Desdobramento das Características da Qualidade	$ID_i$	$E_i$	$M_i$	$ID_i^*$
	Relacionamento da Qualidade Demandada com as Características da Qualidade ( $DQ_{ij}$ )	Importância	Avaliação Estratégica	Avaliação Competitiva	Priorização
	Especificações Atuais				
	Importância Técnica ( $IQ_j$ )				
	Avaliação Competitiva ( $D_j$ )				
	Dificuldade de Atuação ( $B_j$ )				
Priorização das Características da Qualidade ( $IQ_j$ )					

Figura 5 – Organização da Matriz da Qualidade. Adaptado de Ribeiro *et al* (2001).

Para ponderar as relações entre as características de qualidade e os itens de qualidade demandada ( $DQ_{ij}$ ), foi utilizada a seguinte escala: Relação Muito Forte (9), Forte (6), Média (3) e Fraca (1). As relações que não foram significativas não foram pontuadas.

Da ponderação das relações entre as características de qualidade e os itens de qualidade demandada, foi determinada a importância de cada característica de qualidade ( $IQ_j$ ). Além dessa importância, foi relacionado a importância corrigida da qualidade demandada. A Equação 2 demonstra o cálculo utilizado.

$$IQ_j = \sum ID_i^* \times DQ_{ij} \quad (2)$$

Complementando a importância ( $IQ_j$ ), foi utilizado uma correção com a utilização de informações sobre a dificuldade de atuação ( $D_j$ ) e avaliação competitiva ( $B_j$ ) relacionado as características da qualidade. Foi utilizada uma escala de 0,5 a 2,0, com significado dos pesos igual ao apresentado na tabela 3.

**Tabela 3.** Escala de Ponderação para as Características de Qualidade. Adaptado de Ribeiro *et al* (2001).

	Avaliação Competitiva ( $B_j$ )	Avaliação Dificuldade Atuação ( $D_j$ )
Escala	Descrição	Descrição
2,0	Muito acima da concorrência	Muito Difícil
1,5	Similar à concorrência	Difícil
1,0	Abaixo da concorrência	Moderado
0,5	Muito abaixo da concorrência	Fácil

A priorização das características da qualidade é obtida através da utilização desses índices e calculada pela Equação 3.

$$IQ_j^* = IQ_j \times \sqrt{D_j} \times \sqrt{B_j} \quad (3)$$

A Figura 6 apresenta um gráfico ordenado com as características da qualidade.

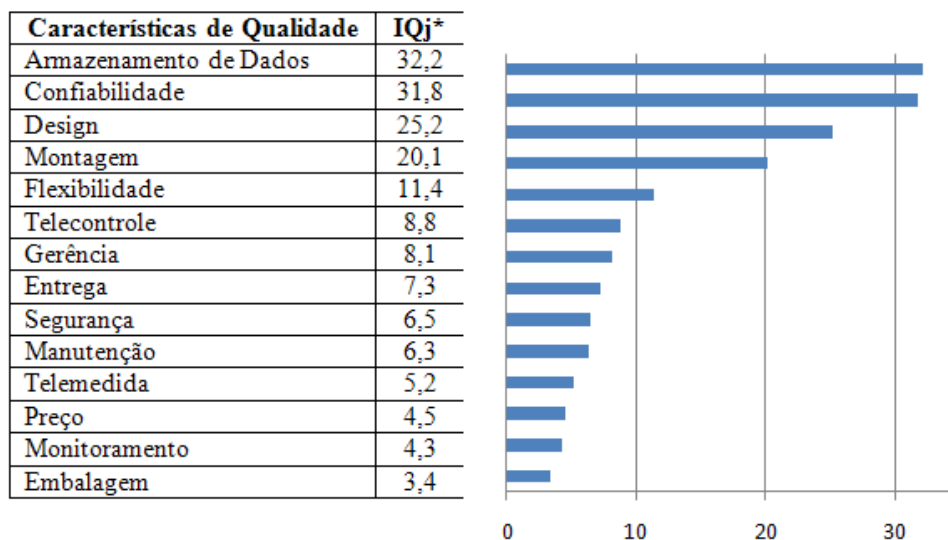


Figura 6 – Priorização das características da qualidade.

Os itens priorizados entre as características da qualidade foram relacionados ao armazenamento das informações, a confiabilidade das medidas e aos aspectos mecânicos do produto.

## 5 Matriz do Produto

A matriz do produto faz o desdobramento de todos os componentes que formam o produto. Essa matriz foi elaborada a partir do grau de relacionamento entre as partes do produto e as características de qualidade, anteriormente priorizadas na matriz de qualidade. Esta matriz desdobra os sistemas e subsistemas sendo importante no projeto conceitual e detalhado do produto na qual se toma a decisão de desenvolver, terceirizar ou reutilizar subsistemas existentes. Nesta matriz é possível indicar a importância de cada parte ou subsistema para a qualidade, no sentido de sinalizar quais partes se não estiverem atendendo aos valores especificados (especificações dos SSC's Sistemas, Subsistemas e Componentes) podem impactar no atendimento das características de qualidade (especificações dos requisitos do produto). Para a construção desta matriz, foi utilizado o índice de dificuldade de implantação de melhorias (Fi), que relaciona valores à dificuldade de implantação de melhorias e a avaliação de tempo de implantação de melhorias (Ti), ambos seguindo uma escala de 0,5 a 2,0, conforme explicitado na tabela 4.

**Tabela 4.** Escala de Ponderação para as melhorias e serem implantadas. Adaptado de Ribeiro *et al* (2001).

	Dificuldade Implantação (Fi)	Tempo de Implantação (Ti)
Escala	Descrição	Descrição
2,0	Fácil	Pequeno
1,5	Moderada	Moderado
1,0	Difícil	Grande
0,5	Muito Difícil	Muito Grande

A importância de cada parte foi definida segundo a Equação 4:

$$IP_i = \sum PQ_{ij} \times IQ_j^* \quad (4)$$

Onde:

IP<sub>i</sub> = importância da parte *i*; PQ<sub>ij</sub> = intensidade do relacionamento entre a parte *i* e a característica da qualidade *j*; IQ<sub>j</sub>\* = índice de importância corrigido das características de qualidade *j*.

A priorização das partes foi obtida através da Equação 5, que relaciona os índices  $IPI$  com  $Fi$  e  $Ti$  :

$$IPI^* = IPI \times \sqrt{Fi} \times \sqrt{Ti} \quad (5)$$

A matriz do produto é apresentada na Figura 7 e o gráfico ordenado com a priorização dos itens é apresentado na Figura 8.

Matriz de Produto	Características de qualidade													IPI*	Fi	Ti	IPI*	
	Flexibilidade	Design	Montagem	Telemetria	Telecontrole	Monitoramento	Gerência	Contabilidade	Armazenamento dos Dados	Segurança	Manutenção	Embalagem	Preço					Entrega
Partes do Produto	11,4	25,2	20,1	5,2	8,8	4,3	8,1	31,8	32,2	6,5	6,3	3,4	4,5	7,3	IPI	Fi	Ti	IPI*
Componentes Eletrônicos				6	6	6		9	3	3					51	1,5	1,5	77
Base, Tampa e painéis mecânicos	9	9	6							9	3	6			55	1,0	1,5	67
Parafusos, Terminais e Encaixes		3	6							1	9				26	1,0	0,5	18
Transdutores				9		6	1	9	3	3	3				50	1,5	1,0	62
Cabos e Adaptadores	6	3	9					1		1	6				40	0,5	1,5	35
Placa de Circuito Impresso			1	6	6	6	3	9	3	6	1				58	1,0	1,0	58
Conectores			6	3	3	3				1	6				22	0,5	1,0	16
Software				6	6	6	9	9	9						76	1,0	1,5	93
Teste de Fábrica		3		6	6	6	6	9		6	3				58	2,0	2,0	116
Documentação			6						3		9				27	1,5	1,0	34
Embalagem												9			3	1,0	1,0	3
Preço													9		4	2,0	2,0	8
Entrega														9	7	0,5	0,5	3

Figura 7 – Matriz do Produto

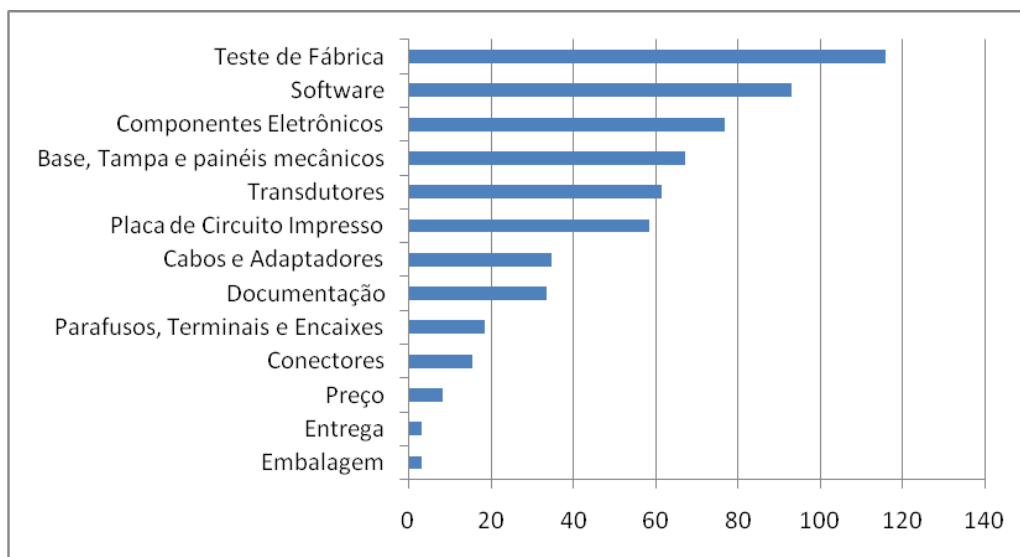


Figura 8 – Priorização das partes dos produtos

Na priorização das partes, os itens que receberam maior importância foram o teste de fábrica, software e aspectos voltados aos componentes eletrônicos do produto.

## 5 Considerações Finais

O objetivo deste trabalho foi apresentar a aplicação do método de QFD para sistematização dos requisitos no desenvolvimento de um novo produto de tele supervisão numa empresa de telecomunicações. A utilização desse método em um caso real voltado para a percepção da qualidade, seja do ponto de vista do cliente externo ou interno, mostrou-se de extrema importância para empresa, principalmente pela clareza de aplicação e verificação de resultados.

Este artigo apresentou a primeira parte do desenvolvimento do QFD onde os requisitos do cliente são

levantados, categorizados e priorizados. Num mercado competitivo e inovativo como o de telecomunicações, o levantamento destes requisitos desde a concepção do projeto torna-se extremamente valioso, tendo sido possível, neste estudo de caso, o direcionamento, planejamento e desenvolvimento do novo produto de acordo com a percepção de qualidade do cliente.

O QFD permite uma troca de conhecimento entre a equipe de desenvolvimento de produtos, à medida que propicia o armazenamento de informações e decisões, garantindo uma rastreabilidade dessa informação desde a etapa inicial do processo até chegar a etapas mais avançadas, aonde já podem ser identificadas as características críticas para o atendimento da qualidade. Conhecendo as partes críticas do processo, pode-se controlar mais fortemente as escolhas e mudanças requeridas durante o desenvolvimento de determinado produto. A equipe está munida, dessa forma, de informações que levam em conta todo o ciclo de vida do produto (aquisição, desempenho, uso, descontinuidade, etc), bem como o atendimento a normas, regulamentos, mercado, com a possibilidade de incorporação de novas tecnologias.

Como resultado da aplicação dessa ferramenta espera-se ter obtido os principais critérios de priorização, resultando em maior adequação das necessidades do cliente e por consequência maior aceitação do novo produto pelo mercado de telecomunicações.

## Referências

AKAO, Y. Desdobramento das diretrizes para o sucesso do TQM. Editora Bookmam, São Paulo, 1997.

ANATEL. *Relatório Anual – Exercício 1999*. Brasília, 1999. Disponível em: <www.anatel.gov.br>. Acesso em: 20 de maio de 2011.

BACK, N., FORCELINI, F. *Projeto de Produtos*. Apostila do curso de pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, 1997.

CLAUSING, D. *Total Quality Development: A Setp-By-Step Guide To World-Class Concurrent Engineering*. The American Society Of Mechanical Engineers, USA, 1993.

DEROS, B. M.; RAHMAN, N.; RAHMAN, M. N. A.; ISMAIL, A. R.; SAID, A. H. *Application of Quality Function Deployment to Study Critical Service Quality Characteristics and Performance Measures*. European Journal of Scientific Research. EuroJournals Publishing, Inc., p.398-410, 2009

FRANSMAN, M. *Evolution of the Telecommunications Industry into the Internet Age*. Communications & Strategies, No 43, 3rd Quarter, p. 57-113, 2001.

GUSTAFSSON, A. & JOHNSON, M.D. *Bridging the quality satisfaction gap*. Quality Management Journal, v.4, n.3, p. 27-43, 1997.

KASIM, M.; ZUHAIR, A. A.; AMER, A. M. *An Intelligent Quality Function Deployment (IQFD) for Manufacturing Process Environment*. Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. Volume 3, Number 1, March. 2009. p. 23- 30, 2009

KING, R. *Listening to the Voice of the Costumer: Using the Quality Function Deployment System*. National Productivity Review, New York, v.6, n.3, p.277-281, 1987.

MIGUEL, P. A. C. *QFD no desenvolvimento de novos produtos: um estudo sobre a sua introdução em uma empresa adotando a pesquisa-ação como abordagem metodológica*. Produção, v. 19, n. 1, jan./abr. 2009, p. 105-128, 2009.

PATRES, G. A. *Ecodesign utilizando QFD, métodos Taguchi e DFE*. Florianópolis, 1998. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

PINTEC. *Pesquisa de Inovação Tecnológica: 2008*. IBGE, 2010. Disponível em <www.ibge.gov.br> Acesso em: 20 de maio de 2011.

RIBEIRO, J.L.D.; ECHEVESTE. M. E.; DANILEVICZ, A.M. *QFD - Desdobramento da Função Qualidade*. Série Monográfica. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. UFRGS, 2001

SONDA, F. A.; RIBEIRO, J. L. D.; ECHEVESTE, M. E. *A aplicação do QFD no desenvolvimento de software: um estudo de caso*. Revista Produção, São Paulo, v. 10, n. 1, Junho 2000 . Disponível em <[www.scielo.br](http://www.scielo.br)> . Acesso em: 20 de maio de 2011.

WAISARAYUTT, C.; SIRITAWEECHAI, S. *Application of Quality Function Deployment in Sport Bra Product Development*. Kasetsart Journal. (Natural Science) 40 (Suppl.) : p. 172 – 180, 2006

## Anexo A – Matriz da Qualidade

Desdobramento da qualidade demandada	IDI	Desdobramento das características de qualidade												Mi	Ei	IDI*							
		Flexibilidade	Design	Montagem	Telemedida	Telecontrole	Monitoramento	Gerência	Confiabilidade	Armazenamento dos Dados	Segurança	Manutenção	Embalagem				Preço	Entrega					
ser compacto	4,628%	6	9	6														0,5	1,5	8,016%			
possuir fácil montagem	4,198%	3	3	9														2,0	1,0	5,936%			
possuir flexibilidade para montagem	3,121%	9	6	6														1,5	2,0	5,406%			
ter embalagem resistente	3,547%		3															1,5	0,5	3,072%			
ter custo de manutenção baixo	2,053%		1															1,5	2,0	3,556%			
possuir múltiplas formas de gerenciamento	4,330%																	2,0	2,0	8,660%			
monitorar grandezas	4,733%				9													1,5	2,0	8,197%			
monitorar falhas	4,632%					9												1,5	2,0	8,023%			
gerenciar estatísticas	3,927%																	1,5	1,0	4,810%			
reportar corretamente as informações	4,833%																	2,0	2,0	9,665%			
armazenar as informações	4,241%																	1,0	1,5	5,194%			
possuir itens mecânicos para proteção elétrica	4,044%		6	3														2,0	2,0	8,087%			
ser modular	3,632%		9	3														2,0	2,0	7,265%			
possuir partes de fácil encaixe	3,302%		1	9														0,5	2,0	3,302%			
ter entrega rápida	3,798%																	1,5	1,5	5,696%			
ter preço atrativo	3,550%																	2,0	1,0	5,020%			
<b>Especificações</b>	IOj	Mínimo prover duas formas de montagem	16,1	25,2	20,1	7,4	7,2	4,3	11,5	22,5	22,8	6,5	5,2	2,8	4,5	5,1							
		Máximo largura de 19"	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Máximo de 10 pontos de fixação	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,5	1,0	0,5	2,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Monitorar no mínimo duas grandezas físicas	5,2	8,8	7,4	7,2	4,3	11,5	22,5	22,8	6,5	5,2	2,8	4,5	5,1								
IOj*	Análise Competitiva	Mínimo de 14 situações de falha	8,8	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Gerenciar no mínimo quatro situações de severidade	4,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Mínimo de duas formas de gerenciamento	8,1	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Mínimo de 1% de acurácia nos valores analógicos medidos	31,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0						
IOj*	Dificuldade de atuação	Mínimo de 24 horas de armazenamento das informações	32,2	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0							
		Possuir no mínimo dois dispositivos de proteção elétrica	6,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Tempo máximo de reparo de 4 horas em campo	6,3	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
		Suportar no mínimo queda de 1m sem provocar danos ao	3,4	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						
IOj*		Máximo R\$ 10.000,00	4,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0							
		Máximo 5 dias úteis	7,3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0						