

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA  
COMPUTAÇÃO**

**ROSANGELA AGUIAR ADAM**

**ABORDANDO O PROBLEMA DE ANÁLISE DE  
REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS EM ENGENHARIA  
DE SOFTWARE**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos  
requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciência da Computação

Orientador: Prof. Vítório Bruno Mazzola, Dr.

Florianópolis, junho de 2002.

# EPÍGRAFE

"Não escolhi ser uma pessoa comum. É meu direito ser diferente, ser singular, ser incomum, desenvolver os talentos que Deus me deu. Não desejo ser um cidadão pacato, modesto, dependendo sempre de alguém. Quero correr o risco calculado, sonhar e construir, falhar e suceder. Prefiro as intemperanças à vida garantida. Não me acovardo e nem me curvo frente a ameaças. Minha herança é ficar ereto, altivo e sem medo; pensar e agir por conta própria e encarar arrojadamente o mundo."  
(Autor Desconhecido)

# PÁGINA DE OFERECIMENTO

Às minhas filhas Bruna, Luíza, Carolina e  
Laura.

Luíza, Carolina e Laura que com seus  
carinhos me deram forças na caminhada, e  
Bruna que lá do céu me deu coragem para  
enfrentar todos os obstáculos.

# PÁGINA DE AGRADECIMENTO

Agradeço a UNOESC que muito me incentivou e colaborou para a realização deste trabalho.

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1	MOTIVAÇÃO, FOCO E ABRANGÊNCIA DO TRABALHO .....	2
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	3
1.3	RESUMO .....	4
<b>2</b>	<b>ENGENHARIA DE REQUISITOS .....</b>	<b>6</b>
2.1	INTRODUÇÃO .....	6
2.2	UMA ABORDAGEM PARA O DESCOBRIMENTO DE REQUISITOS .....	9
2.3	CONCEITOS E FUNDAMENTOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	19
2.3.1	<i>Engenharia de Requisitos</i> .....	19
2.3.2	<i>Requisitos e Especificações</i> .....	21
2.3.3	<i>Processos de Engenharia de Requisitos</i> .....	24
2.3.4	<i>Técnicas de Engenharia de Requisitos</i> .....	28
2.3.5	<i>Documento de Requisitos</i> .....	29
2.4	DESCOBRIMENTO DE REQUISITOS .....	30
2.5	MENSURAÇÃO DE QUALIDADE DO PROCESSO E DO PRODUTO .....	33
2.6	RESOLUÇÃO DE CONFLITOS .....	37
2.7	RELACIONAMENTO DE REQUISITOS .....	39
2.8	PRIORIZAÇÃO DE REQUISITOS.....	41
2.9	GERENCIAMENTO DE REQUISITOS .....	47
2.10	RESUMO .....	49
<b>3</b>	<b>O CONHECIMENTO DO PROBLEMA EM ENGENHARIA DE REQUISITOS .....</b>	<b>50</b>
3.1	INTRODUÇÃO .....	50
3.2	FOCO NO CONHECIMENTO DO PROBLEMA .....	51
3.2.1	<i>Definição e Características</i> .....	52
3.2.2	<i>Contexto, Fatos e Fenômenos</i> .....	54
3.2.3	<i>Origem e Essência</i> .....	54
3.2.4	<i>Quem Tem e de Quem é a Responsabilidade</i> .....	55
3.2.5	<i>Por quê e Para quê Conhecer</i> .....	55
3.2.6	<i>Qual o Desejo de Solucionar</i> .....	56
3.3	DESCRIÇÃO DE REQUISITOS .....	56
3.3.1	<i>Características da Descrição</i> .....	57
3.3.2	<i>Tipos de Descrição</i> .....	58
3.3.3	<i>Tecnologia e Arquitetura da Descrição</i> .....	62
3.4	QUALIFICAÇÃO DE REQUISITOS .....	62
3.5	RESUMO .....	63
<b>4</b>	<b>MODELO PROPOSTO PARA QUALIFICAÇÃO DO REQUISITO E DA FONTE DE INFORMAÇÃO .....</b>	<b>65</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	65
4.2	O QUE É O MODELO PROPOSTO?.....	66
4.3	TAXONOMIA DOS ELEMENTOS DO MODELO .....	67

4.4	BASE DE REPRESENTAÇÃO DE REQUISITOS.....	69
4.5	HEURÍSTICA PARA EXTRAÇÃO E DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS .....	71
4.6	DEFINIÇÃO DOS CRITÉRIOS DE QUALIFICAÇÃO .....	85
4.6.1	<i>Qualificação da Fonte de Informação.....</i>	86
4.6.2	<i>Qualificação do Requisito .....</i>	89
4.6.3	<i>Cálculo e Ponderação dos Parâmetros de Qualificação .....</i>	92
4.6.4	<i>Determinação do Grau de Risco de implementação.....</i>	100
4.7	POSSIBILIDADES VARIAÇÃO E USO DO MODELO DE QUALIFICAÇÃO .....	104
4.8	RESUMO .....	104
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO DE QUALIFICAÇÃO.....</b>	<b>106</b>
5.1	INTRODUÇÃO .....	106
5.2	BENEFÍCIOS DA APLICAÇÃO .....	106
5.3	ASPECTOS GERAIS DO MODELO .....	107
5.3.1	<i>Considerações sobre o Problema.....</i>	109
5.3.2	<i>Significância para a Engenharia de Requisitos .....</i>	109
5.3.3	<i>Natureza dos Parâmetros Aplicáveis ao Modelo .....</i>	110
5.3.4	<i>Formalismo Adequado e Eficiente para a Descrição.....</i>	110
5.3.5	<i>Técnicas de Captura de Requisitos que Podem Efetivamente ser Aplicadas.....</i>	111
5.3.6	<i>Garantia de Efetividade dos Parâmetros Aplicados.....</i>	111
5.3.7	<i>Custo e Eficiência da Aplicação do Modelo .....</i>	111
5.3.8	<i>Resultados de Validação e Parâmetros Melhor Aplicados.....</i>	112
5.4	CONTRIBUIÇÃO PARA A PESQUISA .....	113
5.5	RESUMO .....	114
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>115</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>116</b>
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>140</b>

# Lista de Figuras

FIGURA 1.1 – UMA ABORDAGEM DE REQUISITOS .....	10
FIGURA 2.1 – REQUISITOS E ESPECIFICAÇÕES NO CONTEXTO DO PROBLEMA .....	23
FIGURA 2.2 – MODELO DE ATIVIDADES DA ENGENHARIA DE REQUISITOS .....	27
FIGURA 2.3 – TRÊS DIMENSÕES DO SUCESSO DO PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS .....	35
FIGURA 2.4 – DIAGRAMA VALOR/CUSTO .....	45
FIGURA 3.1 – FOCO NO CONHECIMENTO DO PROBLEMA.....	52

## Lista de Tabelas

<b>TABELA 2.1 – ESCALA USADA PARA COMPARAÇÕES DE PARES, TÉCNICA AHP .....</b>	<b>42</b>
<b>TABELA 2.2 ESCALA USADA PARA ASSINALAMENTO NUMÉRICO.....</b>	<b>42</b>
<b>TABELA 2.3 ESCALA USADA PARA COMPARAÇÃO EM PARES – REQUISITOS CANDIDATOS .....</b>	<b>43</b>
<b>TABELA 4.1 – QUADRO DEMONSTRATIVO: FONTE DE INFORMAÇÃO E ATRIBUTOS DE QUALIFICAÇÃO .....</b>	<b>87</b>
<b>TABELA 4.2 - QUADRO DEMONSTRATIVO POSSIBILIDADES DE RESPOSTAS DO STAKEHOLDER.....</b>	<b>88</b>
<b>TABELA 4.3 – QUADRO DEMONSTRATIVO: REQUISITO E ATRIBUTOS DE QUALIFICAÇÃO .....</b>	<b>90</b>
<b>TABELA 4.4 - QUADRO DEMONSTRATIVO DE CARACTERIZAÇÃO DE REQUISITO FUNCIONAL .....</b>	<b>91</b>
<b>TABELA 4.5 - OPÇÕES DE ATRIBUIÇÃO DE PESO AO REQUISITO.....</b>	<b>94</b>
<b>TABELA 4.6 – OPÇÕES DE ATRIBUIÇÃO DE PESO À FONTE DE INFORMAÇÃO.....</b>	<b>98</b>
<b>TABELA 4.7 – QUADRO DE AVALIAÇÃO RISCO .....</b>	<b>101</b>

## Lista de Abreviaturas e Siglas

AHP	Analytic Hierarchy Process
BSI	British Standards Institute
CMM	Compability Maturity Model
HCI	Human-Computer Interaction
HF	Human Factors
SSM	Soft Systems Method
QFD	Quality Function Deployment
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ISO	International Standard Organization
LAL	Léxico Ampliado da Linguagem
NBR	Norma Brasileira
OOA	Object-Oriented Approaches
PD	Participatory Design
QFD	Quality Function Deployment
RE	Requirements Engineering
SE	Software Engineering
SSA	Structured Systems Analysis

# RESUMO

As novas tecnologias podem ser alternativas revolucionadoras para o mundo moderno, oportunizando o aparecimento de novos softwares aplicados a todas as áreas. Isto solicita que o desenvolvimento de software seja cada vez mais de qualidade e eficiente, exigindo assim um instrumental mais eficaz na definição dos requisitos.

A definição dos requisitos deve conter clareza na definição do problema, a fim de propiciar o balizamento para uma solução de software compatível com a realidade do ambiente organizacional, e, principalmente, ter a definição de prioridade de implementação dos requisitos, resultante da comparação de relacionamento e interpretação entre eles.

O foco de observação é, primeiro, identificar claramente o papel que a pessoa responsável pela declaração do requisito ocupa no ambiente organizacional como formadora de opinião e quais suas exigências; segundo, identificar a funcionalidade do requisito a partir da informação e qual a sua aplicabilidade.

O conteúdo desta dissertação refere-se à fase inicial do desenvolvimento de software, especialmente centrado no conhecimento do problema. Seu objetivo central é abordar o problema de análise de requisitos não funcionais em Engenharia de Software.

## **ABSTRACT**

The new technologies can be revolutionary options to the modern world, creating the opportunity for new software programmes applied to all areas. It asks that the development of software programmes must be more efficient and have a better quality, claiming for a more efficient tool in the requisite definition. The Software engineering searches for ways of qualifying the requisites in order to allow an early evaluation of the risk grade of their implementation.

The definition of the requisites must be clear in the problem definition, in order to pacify the mark to a software solution suitable with the organizational environment reality, and mainly to have the definition of priority of requisites implementation, result of the comparison between their relationship and interpretation.

The observation focus is, firstly, to identify clearly the function of the responsible person for the declaration of the requisite occupies in the organizational environment as an opinion former and its exigencies; secondly, to identify the functionality of the requisite by the information and which is its application.

The content of this essay refers to the initial stage of the software development, specially centralized in the problem knowledge. Its main object is to board the problem of the non-functional requisite analysis in Software engineering.

# 1 INTRODUÇÃO

As novas tecnologias podem ser alternativas revolucionadoras para o mundo moderno, oportunizando o aparecimento de novos softwares aplicados a todas as áreas. Isto solicita que o desenvolvimento de software seja cada vez mais de qualidade e eficiente.

Procuraremos apresentar princípios, técnicas, propriedades valoritivas e características que compõem as métricas de qualidade, com vistas a alcançar um padrão de qualidade no desenvolvimento de software.

Ao longo deste trabalho, procuraremos focalizar, elaborar e organizar idéias, conhecimentos, parâmetros e recomendações a respeito da importância dos requisitos para a qualidade de software. O objetivo é tornar os produtos de software mais viáveis e mais identificados com seus “clientes”.

Produzir software é um processo que envolve muitas pessoas e consome muitos recursos. O termo software é adotado no trabalho em substituição à palavra sistema, cujo significado é muito abrangente e de aplicação comum a variados contextos. Sendo assim, toda vez em que estiver referido software, entenda-se como uma ferramenta de suporte à solução de problema com o uso da tecnologia de informática.

Pressupõe-se também como verdadeira a afirmação que, independente das características de forma, conteúdo, tecnologia e aplicação, a abrangência da denominação software refere-se à linguagem aplicável à automatização do funcionamento de máquinas.

O processo produtivo pertinente à área denominada Engenharia de Software fundamenta-se em procedimentos sistematizados compostos de métodos, técnicas, normas e padrões, métricas, validação e o gerenciamento de qualidade do produto e do processo.

*“O universo de pessoas envolvidas no processo produtivo, também denominado stakeholder (sh), abrange aqueles que, direta ou indiretamente, influenciam ou são afetados pelo software” [MAC96].* Ou seja, o pessoal envolvido com os processos de definição, criação, desenvolvimento, gerenciamento, comercialização, bem como o pessoal identificado como cliente e usuário contratante do

produto ou serviço.

Os recursos envolvidos na produção de software abrangem investimentos de ordem financeira e tecnológica e de capacitação de recursos humanos. Aplica-se tanto para o processo produtivo quanto para a implantação do software no ambiente operacional de forma integrada ao hardware e aos meios de comunicação.

Embora haja uma oferta incessante de inovações tecnológicas no mercado, os recursos humanos são insuficientes para construir software que possa satisfazer a demanda das necessidades ou desejos de cada cliente. Sendo assim, é necessário o conhecimento das exigências e condições que são essenciais no ambiente organizacional para, de maneira seletiva, priorizar a implementação da solução em atendimento a estas necessidades.

A abordagem sistemática deste conhecimento é apoiada por uma área específica da Engenharia de Software, denominada Engenharia de Requisitos.

## **1.1 Motivação, Foco e Abrangência do Trabalho**

Para o processo de produção de software efetivar-se, é necessário ter a definição clara do que se vai construir. Esta definição deverá estar fundamentada num trabalho inicial de conhecimento do problema, para a proposição das alternativas de solução.

Outro fator importante na negociação do desenvolvimento do serviço é obter a definição de prioridade na abordagem do problema e o consenso das pessoas envolvidas. É uma atividade complexa, que exige tempo e consome recursos e, portanto, de difícil negociação com o responsável pela contratação do produto ou serviço, que está interessado num resultado imediato. É comum ser exigido do engenheiro de requisitos a responsabilidade não somente pela solução técnica, mas o envolvimento na solução dos problemas do negócio.

A atividade de conhecimento do problema com a utilização de métodos e técnicas de aquisição e de representação do conhecimento produz modelos. Estes modelos construídos não garantem a continuidade do processo construtivo, se não estiver clara a finalidade do conhecimento. Para a caracterização de um produto ou serviço, é essencial que se qualifique a fonte de informação e a exigência das

necessidades ou desejos expressos para possibilitar a seleção, priorização e decisão sobre o que desenvolver.

A motivação para a realização deste trabalho foi exatamente o esforço de consolidar a idéia de orientar o estudo e o conhecimento do problema para a definição dos requisitos. Sendo assim, está sendo proposto um modelo que, associado à atividade de captura de requisitos, identifique e qualifique o requisito e a fonte de informação e proceda a aplicação de critérios para identificação do risco de implementação do requisito em relação à participação da fonte de informação nas decisões.

O foco do modelo está orientado ao comprometimento do universo da fonte de informação para definir quem está produzindo ou consumindo informação e com que características, independente do privilégio de posição e poder de decisão na organização.

A abrangência do trabalho tem como ponto forte a satisfação da representatividade da fonte de informação como formadora de opinião na área de interesse respectiva.

A característica específica do modelo é ser uma proposta inovadora na abordagem de análise e validação de requisitos, respeitando a demanda das pessoas sob dois aspectos fundamentais no desenvolvimento de qualquer produto, ou seja, a produção e o consumo. Para isto, é proposta a aplicação de critérios de valor e peso à informação obtida para estabelecer condições de análise e validação dos requisitos do domínio da aplicação.

## **1.2 Estrutura do Trabalho**

Os capítulos estão estruturados de maneira a apresentar gradativamente os conceitos em Engenharia de Requisitos, os processos, as técnicas aplicáveis no descobrimento, análise, negociação e validação de requisitos.

No capítulo dois, as informações são de caráter genérico da área de Engenharia de Requisitos. Nele está relatado o resultado da revisão bibliográfica que fundamentou o desenvolvimento do trabalho. Trata de técnicas de mensuração de qualidade do processo e do produto de descobrimento de requisitos; técnicas de

resolução de conflitos sobre requisitos oriundos das variadas visões da cliente; técnicas de comparação do relacionamento entre os requisitos; técnicas de priorização de requisitos; e uma breve abordagem do processo de gerenciamento de requisitos.

No capítulo três, as informações são de caráter mais específico, voltado para o conhecimento do problema. São apresentados vários enfoques quanto à definição de características, os fatos e fenômenos problema no contexto de requisitos, como se origina o problema, a quem o problema atinge, a responsabilidade pelo mesmo e, principalmente, a necessidade de conhecê-lo e solucioná-lo.

No capítulo quatro, as informações caracterizam a proposta essencial do trabalho, que é um modelo para qualificação de requisito e da fonte de informação (*stakeholder*). É detalhado o que é o modelo proposto e são apresentadas a taxonomia dos elementos que constituem o modelo, as regras de formalização da linguagem de requisitos, a heurística aplicada na extração, documentação e validação e, por fim, os critérios de qualificação aplicáveis ao cálculo do grau de risco de implementação do requisito. Os documentos que fazem parte do modelo estão discriminados nos anexos.

No capítulo cinco é feita uma análise da aplicação do modelo e apresentadas as considerações gerais do modelo proposto, a relevância do trabalho e contribuições.

O capítulo seis, encerrando, apresenta a dimensão do trabalho realizado, as considerações finais e a ligação com o desenvolvimento de trabalhos futuros.

### **1.3 Resumo**

Neste capítulo introdutório foram apresentados a engenharia de requisitos no contexto de desenvolvimento de software; a motivação para a realização do trabalho orientado ao estudo e conhecimento do problema, a importância da representatividade da fonte de informação sob o enfoque de produção e consumo e uma abordagem de requisitos para conhecimento de requisitos de produção de software (um auto-exercício sobre requisitos), os objetivos e a estrutura do trabalho.

No próximo capítulo, é relatada a pesquisa e conceituação em

Engenharia de Requisitos para fundamentação do modelo, através de revisão bibliográfica, vista sob os aspectos dos processos e técnicas aplicáveis ao descobrimento, à análise e à validação de requisitos. Dentre os pontos considerados mais importantes, destacam-se: a mensuração de qualidade do processo e do produto de requisitos, a resolução de conflitos, a determinação do relacionamento e interação de requisitos, a priorização para implementação das especificações de requisitos e uma visão genérica de gerenciamento de requisitos.

## 2 ENGENHARIA DE REQUISITOS

Nesta etapa da dissertação estão detalhadas as várias abordagens de tratamento do requisito em termos de processos e técnicas aplicáveis. Na primeira parte, trata de dados conceituais da Engenharia de Requisitos. Na segunda parte, relata os trabalhos e pesquisas sobre o tratamento de requisitos quanto a técnicas de descobrimento de requisitos, à qualidade do processo e do produto, interdependência e integração de requisitos, importância da seleção e priorização de requisitos para implementação.

### 2.1 Introdução

O campo da Engenharia de Requisitos pesquisa para incorporar uma orientação de engenharia dentro da análise de sistemas.

Segundo Siddiqi [SID96], desenvolvimentos em *RE*, tal como em desenvolvimento de sistemas, vêm em ondas. Disse que a próxima onda, a de técnicas e ferramentas, apontaria para o problema e o contexto de desenvolvimento, para atender a incompletude e reconhecer a natureza evolucionária da Engenharia de Requisitos.

Segundo Berry [BER98], a primeira onda focava sobre escrita de código; a segunda, sobre o desenvolvimento do ciclo de vida na qual a análise de requisitos era a primeira fase, a terceira focava sobre desenvolvimento evolucionário e a implicação que os requisitos são sempre incompletos. Cada estágio envolve identificação de novos requisitos baseado na experiência dos estágios predecessores. Como resultado, hoje é reconhecido que *RE* tem seu próprio ciclo de vida, embora os debates são sobre quais atividades fazem parte dele.

Nas discussões de *RE* permanecem três questões fundamentais, que abrangem quais atividades poderão ser incluídas em *RE*, o que constitui um requisito e quais assuntos práticos necessitam mais atenção. Estas questões são abordadas em Siddiqi[SID96]:

- a) Quais atividades podem ser incluídas em Engenharia de Requisitos? [SID96]. Na década de 80, Herb Krasner citado em [SID96], detalhou cinco fases:

identificação de necessidades e análise de problemas, determinação de requisitos, especificação de requisitos, cumprimento de requisitos e gerenciamento de requisitos;

b) que constitui um requisito? [SID96]

- Requisitos constituem uma declaração completa do que o software irá fazer sem referir-se a como irá fazê-lo. Esta distinção corresponde à relação requisitos e projeto e são interdependentes. Ainda prevalece a distinção de “o quê” (problema) e “como” (solução) e é justificável pelos engenheiros de requisitos para evitar sobreposições de restrições de implementação;
- Outra distinção comum é a separação de requisitos em funcionais (comportamental) e não funcionais (qualidade);
- Há algum tempo, a comunidade de software tem satisfeito a necessidade de quebrar sua visão de requisitos para considerar o contexto dentro do qual o sistema irá funcionar, usando técnicas de modelagem conceitual. Jackson [JAC95a, JAC95b] é um deles. Ele diz que as falhas dos métodos e desenvolvimento de softwares atuais focam sobre as características e estrutura da solução antes do entendimento do problema. Trata software como a máquina a ser construída e requisitos como propósitos e, como tais são encontrados fora da máquina, no contexto do problema;
- Outra caracterização feita é em relação a requisitos e especificações. Na abordagem orientada a problema, os requisitos são visualizados como relacionamentos de fenômenos no domínio (ambiente) e uma especificação são um conjunto restrito de requisitos, assim denominado porque é expresso em termos do domínio dos fenômenos que são compartilhados com o software a ser construído;
- Goguen [GOG96] compartilha com Jackson [JAC95a, JAC95b] a visão de requisitos. Ele argumenta que requisitos são informações e toda informação é contextualizada e estes contextos é que determinam o sentido dos requisitos;
- Para Goguen [GOG96], requisitos emergem de situações de interações entre os usuários do software e o analista. Isto resulta em múltiplos pontos de vista de diferentes *stakeholder*, o que requer atenção para reconciliá-los, para construir uma representação abstrata do sistema;

- Goguen [GOG96] também diz que os métodos atuais de extração de informação tácita, tais como questionários, entrevistas, introspecção e foco sobre grupos são inadequados. Advoga o uso do método etnográfico, abordagem em que o analista reúne informação naturalmente, em situações onde os participantes são engajados ordinariamente nas atividades diárias.
- c) quais assuntos práticos necessitam mais atenção? [SID96]
- Os assuntos práticos mais importantes referem-se a suporte a invenções dirigidas ao mercado (os requisitos não são extraídos de um cliente, mas são criados pela observação de problemas em domínios específicos e pela invenção de soluções);
  - Priorização de requisitos (tentativa de redução do tempo de desenvolvimento e de custos, tratando o que é essencial à organização);
  - Tratamento de incompleteza (abordagem de desenvolvimento evolucionário do software, sobre a dificuldade de decidir o nível de incompleteza em que o desenvolvedor pode conviver e gerenciar os requisitos);
  - Integração de artefatos de projeto (associar a definição de requisitos de novos problemas ao conjunto de projetos existentes), fazer métodos e ferramentas de requisitos mais acessíveis (o esforço de construir métodos mais flexíveis, em módulos e com funções menos complexas, facilitando a aplicação);
  - O foco é de redobrar os esforços no sentido de associar cada vez mais o conhecimento teórico à aplicação prática no processo produtivo. Kop [KOP98] apresenta uma abordagem de interligação entre requisitos e o projeto conceitual.

### **Considerações:**

Conclui-se que existe muita coisa a discutir ainda e que os estudos e pesquisas estão evoluindo rapidamente. Muitas ferramentas estão disponibilizadas, principalmente no que tange à automatização de captura de requisitos, mensuração de qualidade do processo e do produto, assistência automatizada para resolução de conflitos, técnicas de trazer à tona interações entre requisitos e gerenciamento de mudanças dos requisitos, permitindo a rastreabilidade das ocorrências históricas.

Esforço notável também ocorre na representação da informação, com métodos formais e ferramentas de checagem de precisão de especificações. Alguns destes tópicos serão abordados na seqüência deste trabalho, no contexto de estudo do tema da dissertação para balizamento da proposta de qualificação de requisitos.

## **2.2 Uma Abordagem para o Descobrimento de Requisitos**

Para o melhor entendimento do que vem a ser requisito e qual a sua importância no contexto, é detalhada, na seqüência, uma abordagem recursiva (requisitos para o conhecimento dos requisitos de desenvolvimento de software).

Pode ser entendida como um auto-exercício para aplicação dos conceitos tratados e apresentados na continuidade desta introdução.

O contexto de descrição de requisitos, conforme apresentado na figura 1.1, compreende a base do modelo proposto na dissertação. Foram utilizadas figuras geométricas para diferenciar a representação e o significado dos elementos:

- Os círculos representam os quatro elementos fundamentais, quais sejam, ambientes ou domínios da aplicação, problemas, requisitos e stakeholder;
- Os retângulos representam as características associadas aos elementos do modelo;
- O cilindro representa os processos da engenharia de requisitos e a aplicação das técnicas;
- O papiro representa o produto resultante, o documento de requisitos.

## Contexto de Definição de Requisitos

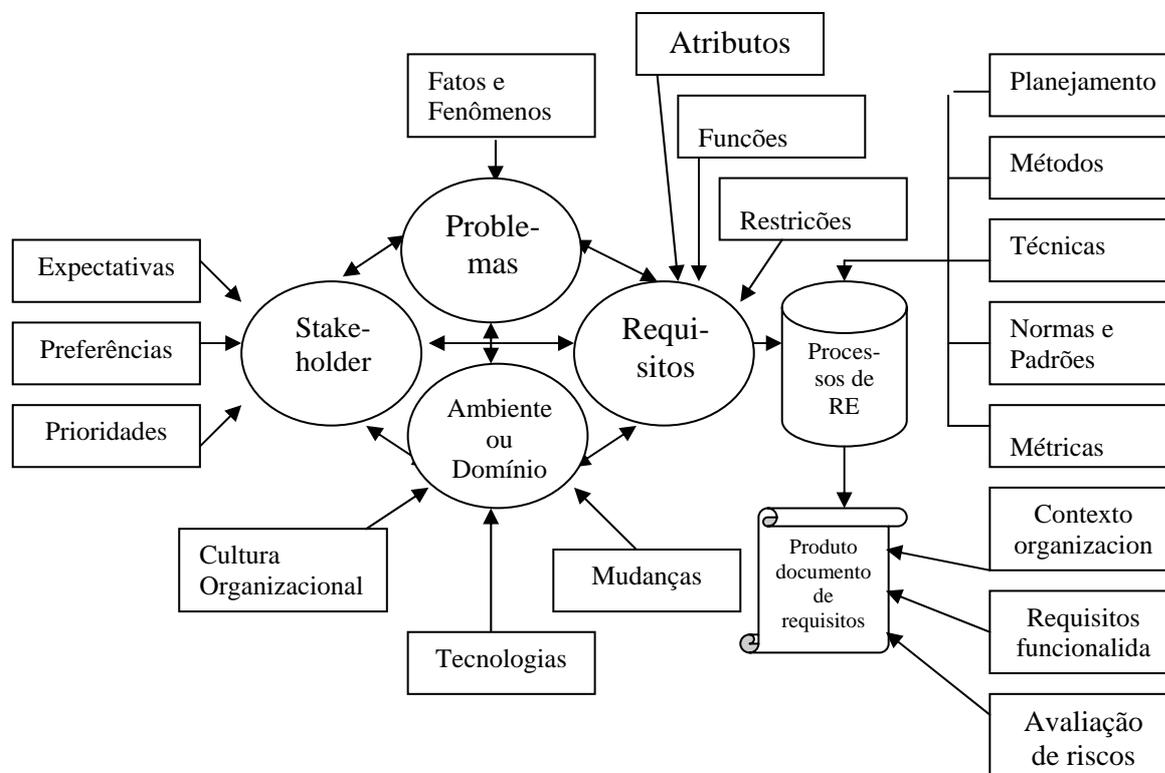


FIGURA 1.1 – UMA ABORDAGEM DE REQUISITOS

A descrição dos elementos da figura 1.1 apresentada a seguir abrange somente os aspectos tratados no modelo de qualificação proposto na dissertação. Os conceitos, características e aplicação dos processos e técnicas da Engenharia de Requisitos são tratados mais detalhadamente no capítulo 2 desta dissertação.

### a) Elementos Fundamentais da Abordagem de Requisitos

#### • Ambiente ou Domínio da Aplicação

*“O ambiente ou domínio da aplicação é onde ocorrem os fenômenos que caracterizam os problemas referentes aos requisitos particulares do cliente [JAC95a]”.*

Segundo Jackson, é o primeiro elemento a ser conhecido e representado pelo engenheiro de requisitos, observando o contexto no qual os fenômenos se fazem presentes e interação:

- A dinâmica social e organizacional do fator humano;
- A universalidade dos fatores econômicos e políticos, tendo como pano de fundo o avanço tecnológico, que impõem ao processo de produção de software um tratamento cada vez mais complexo;
- A competitividade dos fatores produtivos em questões básicas de sobrevivência organizacional do produtor de software, tais como a política de atendimento às mudanças de necessidades ou desejos do contratante do produto ou serviço durante o ciclo de vida do software;
- A exigência do mercado na obtenção de produto adequado, no momento certo e a custo reduzido. Isto se aplica necessariamente também às soluções de software particulares das organizações;
- Os fatores de custos de produção e de benefícios associados aos investimentos em software, hardware e tecnologia de comunicação do ambiente de solução;
- O ambiente de contínuas mudanças, que podem ser traduzidas em oportunidades de negócios ou agregação de novos problemas e restrições. Portanto, a solução de software atual nem sempre estará adequada a demandas futuras. Conseqüentemente, a mudança será inevitável.

É evidente que satisfazer as necessidades vai depender da vontade de solução do problema pelo contratante, entendido como responsável pela contratação do produto ou serviço. Nem sempre o produto ou serviço resultante é um novo software. Pode simplesmente ser uma característica adicional, uma substituição para uma versão mais eficaz da solução existente.

Quando se trata de software dirigido ao mercado, a situação não é diferente. Os ajustes dependerão da disposição do produtor ou provedor da idéia na decisão pelo investimento em mudanças para adequação às tendências do mercado e ao público-alvo a quem se destina o software, ou seja, dependerá de decisão das estratégias de seu negócio.

O software produto ou serviço com certeza deve ser adequado à demanda de quem irá utilizá-lo.

## • Problemas

*“Um problema é a diferença de algo como desejado em relação a algo como percebido pela fonte de informação, ou seja, do seu ponto de vista [GAU90]”.*

*“Na área de engenharia de software, um problema que persiste é visualizar a tecnologia como solução de problema, sem anteriormente focar intensivamente o esforço em definição e entendimento do problema e a negociação de eventuais conflitos de interesses pela solução [JAC95a]”.*

Para o engenheiro de requisitos pode-se identificar algumas causas de dificuldade na produção de software, que se tornam problema no decorrer do processo:

- Como produzir software no tempo certo, do tamanho exato e a baixo custo, adequado às características de qualidade exigidas para o produto?
- Como atender os *stakeholder*, tendo como cenário as dificuldades inerentes ao contexto organizacional, tais como:
  - Administração de conflitos de interesses e de poder;
  - Definição do que é prioritário no interesse da organização;
  - Delimitação da fronteira de aplicação da solução;
  - Conhecimento do universo de *stakeholder* atual e futuro;
  - Gerenciamento continuado da dinâmica dos requisitos para alinhamento às mudanças organizacionais;
  - Restrições de recursos de produção quer sejam humanos, financeiros ou tecnológicos.
- Como evitar erros típicos na produção de software, relativos a fatos incorretos, omissões, inconsistências e ambigüidades;
- Como captar as mudanças no ambiente em relação ao problema, no momento exato da ocorrência dos fatos, cujo impacto imediato poderá ser a revisão da alternativa de solução adotada e o reinício de estudo do problema.

## • Requisitos

Requisito é uma declaração descritiva de exigências, escrita do

ponto de vista dos *stakeholder*, para os quais serão providos a tecnologia da informação e o compartilhamento de recursos na solução de problemas.

Para o engenheiro de requisitos, devem estar bem claros dois aspectos de sua área de atuação, definir requisitos e sob que condições o fazer:

➤ Por que definir requisitos?

Segundo Shelton [SHE92], porque erros em definição de requisitos são os fatores mais comuns do insucesso de projetos de software, acarretando custos e insatisfação do cliente. Os erros na fase de requisitos são extremamente caros de reparar. Em seu estudo de um projeto da Força Aérea dos EUA (92), os erros foram classificados segundo suas origens. Os erros citados concentram-se na fase inicial de estudos. Destes, 41% referem-se à definição de requisitos, 28% a projeto lógico e varia em torna de 6% a 5% os demais fatores como: dados, interface, ambiente e pessoas envolvidas, ficando a documentação com 2%.

➤ Quais são as condições fundamentais para a definição de requisitos? Segundo Shelton[SHE92]:

- Conhecer o domínio da aplicação, o ambiente onde os requisitos dos clientes são encontrados, a definição do alvo do problema e a abrangência do domínio da solução;
- Identificar o problema a resolver, promovendo o entendimento, a especialização e o domínio do conhecimento, compreendendo: o quê, com quê, para quê e para quem;
- Delimitar o contexto do negócio do cliente, estabelecendo objetivos, dominando assuntos organizacionais, fatores políticos, conflitos de poder, relações de influência, entendendo o histórico e estrutura organizacional e a organização do conhecimento acerca da organização;
- Identificar qual o universo de fonte de informação (*stakeholder*);
- Identificar as exigências e condições para satisfação das necessidades ou desejos do ponto de vista dos *stakeholder*;
- Validar as informações obtidas e o relacionamento entre elas e compatibilizar idéias;
- Administrar, revisar e negociar conflitos de interesse no atendimento às necessidades;

- Priorizar a demanda pela solução dos problemas;
- Documentar os requisitos, com recuperação acessível do ciclo de vida;
- Aperfeiçoar o processo de comunicação;
- Gerenciar as mudanças nos requisitos.

- **Stakeholder**

*“Stakeholder compreende o conjunto de pessoas que, direta ou indiretamente, são afetados pela solução de sistema a ser construída [RYA98]”.*

É para quem o resultado do processo de desenvolvimento de software constitui interesse.

Para o engenheiro de requisitos, o primeiro princípio é conhecer o universo atual de fonte de informação e o potencial futuro; o segundo é contatar e obter informação, se impossível do universo, mas de uma amostra representativa deste universo. Por amostra representativa entende-se as pessoas ou organizações que representam o interesse direto na definição dos requisitos e características do produto ou serviço e na abrangência da aplicação do mesmo.

## **b) Características Associadas ao Ambiente ou Domínio da Aplicação**

As características associadas ao ambiente ou domínio da aplicação referem-se aos aspectos culturais, à dinâmica das mudanças e aos impactos tecnológicos que afetam o ambiente organizacional.

- **Cultura**

Referem-se às regras e normas que regulamentam a organização, comportamentos, hábitos e costumes.

- **Mudanças**

Refere-se à dinâmica social e organizacional do elemento humano como agente de mudança no ambiente.

- **Tecnologias**

Referem-se aos avanços tecnológicos e aos impactos sobre o ambiente e a cultura organizacional.

Cabe ao engenheiro de requisitos, identificar os fatores associados ao ambiente e fazer uso da multidisciplinaridade de conhecimento e domínio de técnicas

no tratamento destas informações.

### c) Características Associadas aos Problemas

As características associadas aos problemas referem-se aos fatos ou fenômenos relativos a um contexto.

- **Fatos ou Fenômenos**

*“Um fato é uma verdade simples acerca do mundo. Um fenômeno refere-se à forma de ver o mundo, depende de interpretação do contexto e do impacto que causa, sob o ponto de vista de quem o interpreta. O conhecimento de ambos e a identificação de quem os relatam são as bases que permitem o entendimento do problema” [JAC95a].*

Cabe ao engenheiro de requisitos, além de conhecer e documentar os fatos ou fenômenos que dizem algo da essência do problema, promover o relacionamento entre o problema e a declaração do requisito, como exigência ou condição a ser observada para solução do problema.

### d) Características Associadas aos Requisitos

As características associadas aos requisitos referem-se à funcionalidade do requisito, aos atributos que compõem o produto ou serviço, observadas as restrições limitadoras próprias do ambiente do negócio.

- **Funções**

As funções são ações nas quais o requisito é declarado. Especificam a produção de algo, a partir de um elemento de entrada e um resultado como produto. Descrevem o que fazer para atender à finalidade proposta.

- **Atributos**

Os atributos são dimensões das características de funcionalidade e de qualidade dos requisitos. Estes devem ser consistentes, confiáveis e completos, com representatividade de pontos de vista das fontes de informação para que se promova a garantia de qualidade do produto descrito.

➤ Quais as características destes atributos?

Os requisitos devem ser qualificados pela funcionalidade, pela área de origem da informação e pela relação de dependência hierárquica com os demais

requisitos.

A fonte de informação (*stakeholder*) deve ser qualificada pelo posicionamento de produtor/consumidor/neutro da informação e pela ocupação funcional na organização ou para que usa a informação com o intuito de proceder à declaração do nível de exigência dos requisitos.

- **Restrições**

*“As restrições são limitações que delineiam o espaço de solução do problema. Tornam-se critérios de aprovação ou recusa para um produto” [GAU89].*

Um dos fatores restritivos mais complexos é que a solução de negócio passa muitas vezes por uma necessidade de novos procedimentos de trabalho, de reestruturação organizacional e por mudanças no relacionamento entre clientes e fornecedores.

Cabe ao engenheiro de requisitos, identificar os fatores associados às funções, atributos e restrições impostas ao produto ou serviço e promover a compatibilização destas informações no conjunto dos requisitos.

## **e) Características Associadas aos Stakeholder**

As características associadas aos *stakeholder* referem-se às preferências pessoais por uma solução particular, às expectativas quanto à solução do problema e ao critério de prioridade no tratamento da solução.

- **Preferências**

*“As preferências são condições desejáveis e particulares do cliente, porém opcionais. São condicionadas à definição prévia dos atributos e das restrições dos requisitos. Ou seja, são circunscritas no espaço de solução do problema [GAU89]”.*

Para o engenheiro de requisitos, optar por uma ferramenta de software para apoio ao processo de descobrimento de requisitos é uma alternativa preferencial em relação ao processo manual. Auxilia o processo de descrever e montar o documento de requisitos, fazer comparações de dependências entre requisitos, tratar critérios e índices de qualificação do requisito e da fonte de informação, prover facilidades para cálculo do grau de risco de implementação dos requisitos, relacionar o nível de representatividade das informações obtidas com o universo do *stakeholder*.

- **Expectativas**

*“As expectativas são declarações do cliente quanto à forma de ver atendida uma demanda. São originadas do conhecimento do problema e do ambiente, cuja satisfação refere-se à solução [GAU89]”.*

Para o engenheiro de requisitos, as expectativas são expressas com o retorno da aplicação do modelo proposto em identificar falhas de representatividade de pontos de vista do universo de *stakeholder*, identificar ambigüidades nas declarações de prioridades de requisitos, obter a qualificação dos requisitos, checando a presença ou ausência de características essenciais de conteúdo, sob os aspectos da definição do domínio da aplicação.

- **Prioridade**

*“A definição do que é prioritário pelo stakeholder é uma condição essencial no processo de desenvolvimento de software. O processo é essencialmente limitado pela disponibilidade de recursos (humanos, financeiras, tecnológicos...) e pelo fator custo de produção” [GAU89].*

Obter o nível de exigência de solução para produtos ou serviços mais prioritários, além de acelerar a entrega do resultado, fazendo antes o que é realmente essencial, contribui para a negociação da forma de trabalho e para a medição de resultado da satisfação do cliente de forma gradativa.

## **f) Aplicação dos Processos e Utilização de Técnicas**

A aplicação dos processos e a utilização de técnicas de Engenharia de Requisitos devem iniciar antes da definição do software a ser construído e basear-se no conhecimento inicial do problema, fase identificada como de descobrimento de requisitos.

As técnicas aplicáveis são discutidas no capítulo 2 desta dissertação, de uma forma genérica, referindo-se a planejamento, métodos, métricas, normas e padrões, etc.

A proposta é utilizar um modelo como citado em Zanlorenzi [ZAN98], que visa incrementar ao conteúdo do requisito parâmetros para qualificação e validação das informações. O foco de observação é sobre os dois elementos, fonte de informação e características do requisito:

- Quanto à fonte de informação, o modelo propõe, primeiro, identificar a pessoa responsável pela declaração do requisito sob o ponto de vista de produtor e/ou consumidor da informação, segundo, visualizar claramente o papel que esta pessoa ocupa na organização (operacional, tático, estratégico) como formadora de opinião e, terceiro, qualificar a exigência do requisito (essencial, expectativa, excedente) para a satisfação do mesmo;
- Quanto ao requisito, a modelo propõe, primeiro, identificar a área de aplicação (operacional, tático, estratégico), segundo, identificar a área de origem do requisito (interno, externo, ordem legal) e, terceiro, identificar a relação de dependência do requisito no contexto em estudo (individual, secundário, grupo).

O procedimento seguinte será a validação de requisitos pelo confronto das informações do requisito com as dos variados pontos de vista das pessoas. Isto é feito através da ponderação (valor) do grau de exigência e conforme necessidade e/ou desejo do *stakeholder* expressos no processo de extração de requisito, em relação ao produto ou serviço.

O elemento de ligação é a qualificação funcional do requisito e a qualificação ocupacional da fonte de informação no contexto organizacional.

Como resultado obtém-se um índice de qualificação do requisito, que permitirá avaliar o grau de risco (alto, médio e baixo) para sua implementação.

### **g) Produto da Abordagem de Descobrimto de Requisitos**

O resultado da aplicação dos processos de engenharia de requisitos caracteriza-se pelo documento de requisitos.

Cabe ao engenheiro de requisitos identificar se o resultado obtido com a documentação dos requisitos está compatível com o escopo definido para o trabalho. Se os problemas identificados estão relacionados e devidamente associadas aos requisitos dos *stakeholder* e se houve representação esperada dos mesmos em relação à finalidade do produto ou serviço objeto do trabalho.

O documento de requisitos além de conter as funcionalidades dos requisitos (que produzem transformação) identificados no contexto organizacional, correspondendo aos problemas, à aplicação do produto e deve agregar os requisitos não-funcionais (que refletem características de qualidade) e a quais atributos, restrições,

preferências e expectativas.

O resultado da aplicação do modelo como citado em Zanlorenzi [ZAN98], é para obter um quadro comparativo de relacionamento e interdependência entre requisitos, um quadro de qualificação de requisitos, um quadro de qualificação da fonte de informação e um mapa geral de resumo dos riscos de implementação de requisitos.

## **2.3 Conceitos e Fundamentos da Engenharia de Requisitos**

Neste tópico, a descrição visa contextualizar a engenharia de requisitos, enfatizar as diversas correntes de definição e uso do conceito de requisitos e de especificações, identificar os processos e as técnicas de engenharia de requisitos e apresentar características do documento de requisitos.

### **2.3.1 Engenharia de Requisitos**

O termo “Requirements Engineering” é traduzido para o português como “Engenharia de Requisitos”. A título de simplificação, no texto é utilizado o termo *RE*.

#### **a) Conceito**

Entende-se engenharia como aplicação de princípios matemáticos e científicos às construções, como técnica construtiva. Construções, no caso de requisitos, equivalem a descrições. Entende-se requisito como condição que se precisa para conseguir certo fim, como exigência legal necessária para certos efeitos.

Engenharia de Requisitos, segundo Zave [ZAV95], é o ramo da engenharia de software preocupada com os objetivos do mundo real, funções e condições sobre software. Também diz respeito ao relacionamento destes fatores para especificações precisas de comportamento de software, para evolução do software com o tempo e cruzamento de famílias de software (compartilhamento de dados e funções).

Engenharia de Requisitos, para Macaulay [MAC96], pode ser definida como o processo sistemático de desenvolvimento de requisitos através de um processo iterativo e cooperativo de análise do problema, de documentação das observações resultantes em uma variedade de formatos de representação e de checagem da precisão do entendimento obtido.

Engenharia de Requisitos, segundo Sommerville [SOM97, KOT98], é um termo relativamente novo que foi inventado para cobrir todas as atividades envolvidas em descobrimento, documentação e manutenção de um conjunto de requisitos para um sistema baseado em computador.

Engenharia de Requisitos, segundo Ryan [RYA98], é o processo de desenvolvimento e uso de tecnologia de custo efetivo (engenharia) para extração, especificação e análise dos requisitos dos stakeholder que serão satisfeitos pelo software.

O uso do termo engenharia implica que técnicas sistemáticas e repetíveis podem ser usadas para assegurar que os requisitos do software sejam completos, consistentes, relevantes, etc.

Segundo Siddiqi [SID96], o campo tradicionalmente conhecido como análise de sistemas foi primeiro aplicado a sistemas de informação e tinha uma orientação à aplicação e ao enfoque organizacional. O campo da Engenharia de Requisitos pesquisa para incorporar uma orientação de engenharia dentro da análise de sistemas.

## **b) Características**

A Engenharia de Requisitos, como área de pesquisa, identifica-se fundamentalmente com a fase que antecede ao processo de desenvolvimento de software. Compreende a definição do que se quer produzir e quais as funções que o produto deve realizar (foco no entendimento do problema no domínio da aplicação), de que forma e sob quais atributos, restrições, preferências e expectativas do cliente, fatores determinantes que delimitam a abrangência do domínio da aplicação (foco na solução do problema com a tecnologia de software).

## **c) Aplicação**

Cabe à Engenharia de Requisitos, como subárea da Engenharia de Software, aperfeiçoar processos de descobrimento, análise, negociação, validação e documentação de requisitos para o gerenciamento do ciclo de vida dos mesmos.

Deve também propor métodos, ferramentas e técnicas que promovam o desenvolvimento do documento de requisitos, para que este produto retrate

o conhecimento do problema em conformidade à satisfação do cliente e aos padrões de qualidade, relacionados ao que se quer produzir com a tecnologia de software para solução do problema.

A engenharia de requisitos, segundo Leite [LEI94], estabelece o processo de definição de requisitos como um processo no qual o que deve ser feito é descoberto, modelado e analisado. Este processo deve lidar com diferentes pontos de vista e usar uma combinação de métodos, ferramentas e pessoal.

O produto deste processo é um modelo do qual um documento denominado de requisitor [LEI94] é produzido. Este processo acontece num contexto previamente definido, chamado de Universo de Informações - UdI [LEI94], sob a perspectiva de multiplicidade de cenários de representação dos fatos e fenômenos identificados.

### **2.3.2 Requisitos e Especificações**

Os requisitos são a expressão declarada da maneira de ver e traduzir as necessidades ou desejos do cliente no ambiente. As especificações são a representação do detalhamento de como implementar a solução de software.

#### **a) Conceito**

Requisito, segundo Macaulay [MAC96], simplesmente pode ser definido como “algo de que um cliente necessita”. Entretanto, do ponto de vista do engenheiro de software, requisito pode também ser definido como “algo que necessita ser projetado”.

Existem inúmeras definições do termo requisitos, uma delas reporta-se a IEEE padrão 610-1990 [MAC96], aplicável de forma geral e a situações que não as específicas de software:

1. Uma condição ou capacidade necessária para um cliente resolver um problema ou realizar um objetivo;
2. Uma condição ou capacidade que deve ser satisfeita ou a propriedade de um software ou componente de software para satisfazer um contrato, padrão, especificação ou outro documento imposto formalmente;
3. Uma representação documentada de uma condição ou capacidade, como em 1 ou

2 acima.

Em contraste ao padrão IEEE, o padrão BSI (British Standards Institute) enfatiza os requisitos do usuário. O BS 6719 [MAC96], guia padrão 1986, aplicável a requisitos de usuários para sistemas baseados em computador, não prove uma definição de requisitos, mas uma base para descrição das necessidades e prioridades do cliente, ou seja, específico para software.

Requisitos, segundo Sommerville [SOM97, KOT98], são descrições de como o software poderá comportar-se, informações do domínio da aplicação, restrições sobre operação de software ou especificações de propriedade ou atributo de um software. Os requisitos são definidos durante os estágios iniciais do desenvolvimento de software como uma especificação do que poderá ser implementado. Requisitos, invariavelmente, contém uma mistura de informação do problema, declarações de comportamento e propriedades do software, condições de projeto e restrições de construção.

Wieringa [WIE98] apresenta, em seu relatório comparativo de métodos de especificação de requisitos, a diferenciação de conceitos entre negócio, requisitos e especificações:

- Chama de negócio o ambiente social consistindo de pessoas que têm desejos e demandas relativas à forma de fazer o negócio;
- Chama de requisitos os desejos e demandas do ambiente do negócio. Um requisito é uma forma de trabalhar no negócio. Software e hardware são introduzidos no negócio para ajudar as pessoas a realizar sua forma desejada de trabalho, ou seja, realizar seus requisitos;
- A adequação do software desejado para realização do trabalho é feita através de especificações de software, que muitos denominam requisitos de software.

Requisitos, segundo Jackson [JAC95a, ZAV97], são fenômenos do domínio da aplicação. São exclusivamente todos os fenômenos do ambiente. É uma propriedade do domínio da aplicação ou ambiente, que o software deve executar. Para representá-los exatamente, descreve-se os relacionamentos acerca aos fenômenos do contexto do problema. Normalmente, são expressos em linguagem natural, diagrama informal ou usando alguma notação que é apropriada para o entendimento do problema.

Particularmente, esta última definição dá ênfase ao domínio do conhecimento sobre o problema, tendo como referência os fenômenos que ocorrem no ambiente de negócio do cliente, onde residem os problemas a serem resolvidos, seja com o uso de computador ou não. A figura 2.1, extraída de [JAC95a], representa o contexto do problema.

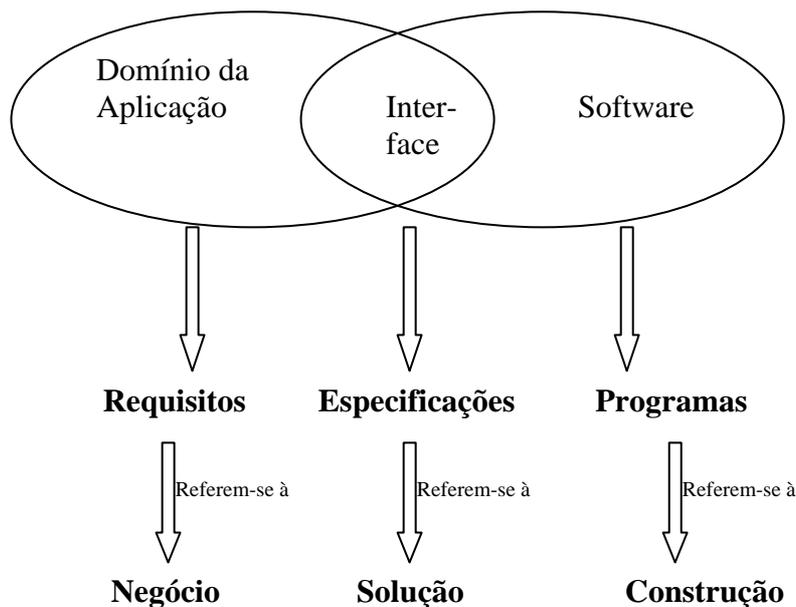


FIGURA 2.1 – REQUISITOS E ESPECIFICAÇÕES NO CONTEXTO DO PROBLEMA

Os requisitos são descrições dos fenômenos do domínio da aplicação, as especificações são as declarações que descrevem as características de interface entre o ambiente e o software e os programas são as descrições do software.

Consolidando as idéias, requisito é uma declaração descritiva de fenômenos, escrita do ponto de vista do cliente, envolvendo o universo da fonte de informação, para os quais será provida a tecnologia da informação e o compartilhamento de recursos na solução de problemas.

## b) Características

Os requisitos evoluem com o tempo e a dinâmica organizacional. São caracterizados sob duas classes: funcional e não-funcional.

Os requisitos funcionais referem-se a condições e exigências de transformação de entradas em saídas.

Os requisitos não-funcionais [KOT98] podem ser classificados em: requisitos de processos, requisitos de produtos e requisitos externos. Referem-se às especificações técnicas de padrões e métodos do processo produtivo, de qualidade do produto e características desejáveis e de políticas aplicáveis ao processo e ao produto gerado.

O software é caracterizado por sua funcionalidade (o que faz) e por sua qualidade (como se comporta com respeito a alguns atributos observáveis como performance, reusabilidade, confiabilidade...). Este ponto de vista, colocada por Franch [FRA98], tem o objetivo de esclarecer seu ponto de vista acerca da não-funcionalidade e distinguir três conceitos fundamentais: atributo não-funcional, comportamento não-funcional e requisito não-funcional. Esta conceituação é utilizada para colocar informação não-funcional de software na definição da arquitetura de software.

### **c) Aplicação**

O propósito do descobrimento de requisitos é determinar o que deve ser feito, a base na qual as futuras ações serão propostas no desenvolvimento de um software. A primeira fase de requisitos termina com acordo obtido sobre os requisitos com o cliente antes da fase de projeto, mas o trabalho de requisitos evolui e é iterativo até que o produto esteja concluído. Requisitos completos, concisos e consistentes é o que se quer obter, mas todo o esforço envolvido no processo deve estar alerta à dinâmica das mudanças organizacionais e ambientais onde o software irá atuar.

## **2.3.3 Processos de Engenharia de Requisitos**

Os processos de *RE* compreendem a sistematização dos procedimentos de descrição de requisitos.

### **a) Conceito**

Um processo, segundo Kotonya [KOT98], é um conjunto organizado de atividades que transforma entradas em saídas. Processos são partes de todos os aspectos da vida e são um mecanismo essencial para reprodução com complexidade. Descrições de processos são muito importantes porque permitem conhecimento para reuso.

Uma vez que se tenha trabalhado como resolver um problema, documentadas as formas em que a solução foi derivada como um processo, isto ajuda outras pessoas a tratar com problemas similares e iniciar suas próprias soluções. Processos são fundamentais para atividades humanas e as pessoas certamente comunicam detalhes destas atividades pela descrição de processos associados.

O processo de engenharia de requisitos, segundo Sommerville [SOM97, KOT98], é um conjunto estruturado de atividades para conhecer requisitos, validar e mantê-los num documento de requisitos. Estas atividades incluem extração, análise e negociação e validação de requisitos. Uma descrição completa inclui quais atividades são destacadas, a estruturação ou escalonamento destas atividades, quem é o responsável, as entradas e/ou saídas para/de e as ferramentas usadas para suportar *RE*. É um conjunto estruturado de atividades que conduz à produção de um documento de requisitos que especifica um software.

O processo de engenharia de requisitos, para Macaulay [MAC96], pode ser entendida como uma série de atividades consistindo de: articulação do conceito inicial, análise de problema, viabilidade e escolha de ações, análise e modelagem e documentação de requisitos. Cada atividade pode resultar em um produto. O produto deverá ser capaz de ser mantido e estar sujeito a controle de qualidade. Cada atividade do processo requererá o uso de técnicas específicas. Diferentes situações requererão diferentes modelos de processos.

## **b) Características**

Na prática, as atividades do processo de *RE* são intercaladas e existe uma grande interação e realimentação de uma para outra atividade. As atividades já citadas são agregadas ao processo de *RE*, as de documentação e de gerenciamento de requisitos:

- Extração - onde os requisitos são descobertos através de consultas aos *stakeholder*, documentos, domínio do conhecimento e estudos de mercado;
- Análise e negociação - onde os requisitos são analisados em detalhe e diferentes *stakeholder* negociam para decidir sobre quais requisitos serão aceitos. Este processo é necessário porque existem, inevitavelmente, conflitos entre os requisitos de diferentes fontes, informações podem estar

incompletas ou os requisitos descritos podem estar incompatíveis com as restrições ambientais;

- Documentação - onde os requisitos acordados são documentados a um nível apropriado de detalhe;
- Validação - onde os requisitos deverão ser checados cuidadosamente para consistência e estarem completos;
- Gerenciamento - onde os requisitos são controlados em função da dinâmica de mudanças ambientais.

### c) Aplicação

Poucas organizações têm um processo de *RE* [KOT98] padronizado e definido explicitamente. A aplicação varia de uma organização para outra, mas muitos processos envolvem as atividades de: extração, análise e negociação, documentação e validação de requisitos. O funcionamento do processo ocorre em forma de espiral, é iterativo e envolve repetição das atividades na geração de versões do documento de requisitos.

Segundo Kotonya [KOT98], existem inúmeros fatores que contribuem para a variabilidade de processos de *RE*, dentre os quais são notórios:

- Maturidade técnica: as tecnologias e métodos usados para *RE* variam de uma organização para outra;
- Envolvimento multidisciplinar: os tipos de disciplinas de engenharia e de gerenciamento envolvidos em *RE* variam de uma organização para outra;
- Cultura organizacional: a cultura de uma organização tem um efeito importante sobre todos os processos de negócios e, como a cultura varia, variam também os processos de *RE*;
- Domínio da aplicação: diferentes tipos de sistemas de aplicação necessitam de tipos diferentes de processos de *RE*.

A variabilidade de processos ocorre com frequência por uma boa razão e, por isto, é desnecessária a definição de algum processo ideal e sua imposição a uma organização. As organizações devem iniciar com um processo genérico, conforme especificada na figura 2.2 extraída de [ROB98], e instanciá-lo para um modelo mais detalhado que seja apropriada as suas próprias necessidades.

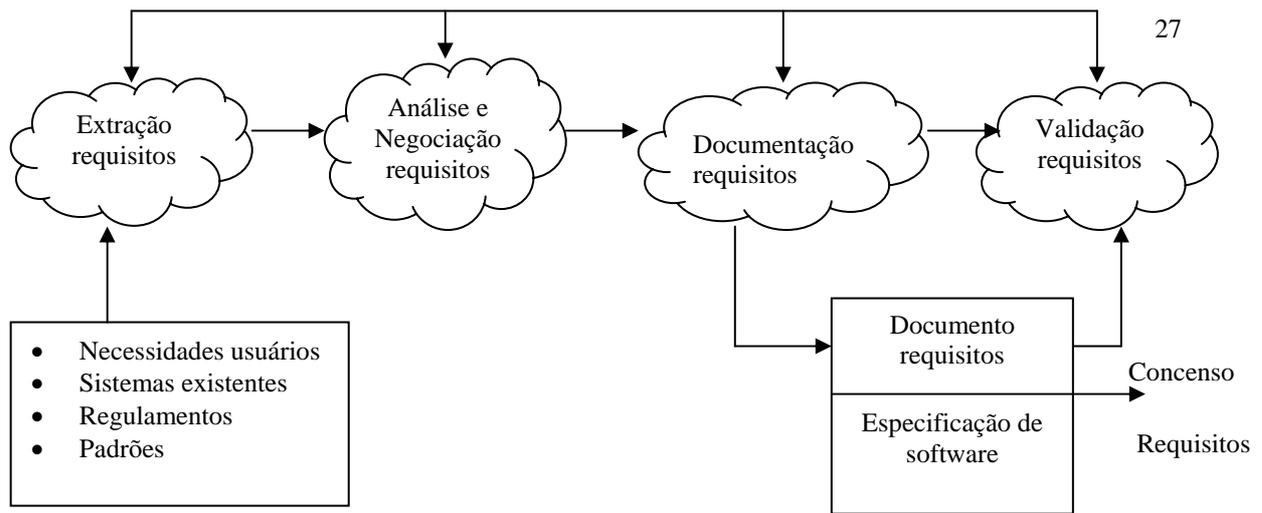


FIGURA 2.2 – MODELO DE ATIVIDADES DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

A representação dos processos na figura 2.2 é feita de forma iterativa. Começa com a atividade de extração de requisitos, constituída da descrição das necessidades dos usuários, da pesquisa dos sistemas existentes, de consulta a regulamentos, normas e padrões. Passa para a fase de análise e negociação de requisitos e a de documentação de requisitos. A validação dos requisitos depende de um documento obtido do consenso dos *stakeholder* pelo conteúdo das informações.

Segundo Sommerville [SOM97, KOT98], o aperfeiçoamento do processo de *RE* é difícil e é mais bem atacado de forma incremental. Organizações que estão interessadas em aperfeiçoar seus processos deverão ter objetivos claros de aperfeiçoamento e um plano incremental para atingir estes objetivos. Para ele, existem quatro questões que deverão ser respondidas pela organização quando do planejamento do processo de aperfeiçoamento:

1. quais são os problemas com os processos atuais?
  - o problema-chave pode ser o entendimento do processo pelas pessoas, pois ninguém realmente conhece quais processos são seguidos;
2. quais são os objetivos do aperfeiçoamento?
  - deverão estar relacionados aos problemas encontrados. É importante que os objetivos sejam realísticos;
3. como introduzir aperfeiçoamento no processo para atingir os objetivos?
  - a partir do conhecimento do problema, faz-se necessária a aplicação de uma diretriz gradativa ao nível de complexidade de aplicação do processo. Sugere-se observar

três tipos de diretriz: um básico, um intermediário e um avançado;

4. como poderá ser controlado e gerenciado o aperfeiçoamento?
  - com aplicação de procedimentos para coletar histórico sobre o aperfeiçoamento, que podem ser mensurações qualitativas do processo ou comentários informais. Poderá ser assegurada que ação é dada em resposta ao histórico para corrigir o problema identificado.

### 2.3.4 Técnicas de Engenharia de Requisitos

As técnicas de *RE* são os recursos utilizáveis como suporte aos processos de *RE*.

#### a) Conceito

Entende-se técnica como o conjunto dos processos de uma arte, de um ofício ou de uma ciência. Em *RE*, as técnicas referem-se a um conjunto de métodos e de ferramentas aplicáveis às atividades dos processos de descobrimento, análise, validação, documentação e manutenção de requisitos.

#### b) Características

Macaulay [MAC96] apresenta uma série de abordagens para o entendimento do problema de requisitos. São elas:

- Marketing — interessada no relacionamento entre requisitos e o sucesso de um produto no mercado;
- Psicologia e Sociologia — interessada no relacionamento entre requisitos e necessidades de pessoas como seres inteligentes e sociais;
- Análise Orientada a Objetos (OOA - *Object-oriented Approaches*) — interessada no relacionamento entre requisitos e o processo de desenvolvimento do software, iniciando de uma perspectiva de objetos do mundo real;
- Análise Estruturada (SSA - *Structured Systems Analysis*) — interessada no relacionamento entre requisitos e o processo de desenvolvimento de software, iniciando de uma perspectiva de processos e dados;
- Projeto Participativo (PD - *Participatory Design*) — interessada em requisitos como parte de um processo que permite o envolvimento ativo do usuário no projeto de

software que afeta seu próprio trabalho;

- Interação Computador e Humanos (HCI - *Human-Computer Interaction*) e Fatores Humanos (HF - *Human Factors*) — interessada nos fatores humanos de aceitabilidade de software pelas pessoas, a usabilidade do software, a adequação da interface apresentada, o relacionamento entre requisitos e avaliação do software em uso;
- Sistemas Soft (SSM - *Soft Systems Method*) — interessada no relacionamento entre requisitos e como as pessoas interagem fazendo parte de um sistema organizacional;
- Qualidade, (por exemplo, QFD - *Quality Function Deployment*) interessada no relacionamento entre requisitos e a qualidade de um produto, em relação ao processo de aperfeiçoamento que conduz à satisfação do cliente;
- Representação Formal Ciência da Computação — interessada no relacionamento entre requisitos e a necessidade de precisão da engenharia de software, dependendo da natureza do negócio.

### c) Aplicação

O papel das técnicas de *RE* pode ser sumarizado como necessário para suportar as diferentes fases e atividades do processo de *RE*, tendo como foco a abordagem do relacionamento entre produtor e fornecedor.

As várias técnicas constituem um portfólio de alternativas para seleção da técnica específica ou de um conjunto de técnicas adaptáveis ao processo de *RE*, à comunicação humana, ao desenvolvimento do conhecimento do problema, à documentação e ao gerenciamento dos requisitos.

## 2.3.5 Documento de Requisitos

O documento de requisitos é o produto final do processo de descobrimento de requisitos que reúne necessidades e propósitos demandados pelos *stakeholder*.

### a) Conceito

É uma declaração formal de requisitos de clientes, usuários finais e desenvolvedores de software [SOM97, KOT98].

É uma especificação do que é requerido a um software fazer (não como) [MAC96].

### **b) Características**

Dependendo da organização, o documento de requisitos pode ter diferentes nomes e ser de vários tipos ou níveis de detalhamento. Um documento de requisitos pode ter diferentes papéis e diferentes formas e conteúdo.

Um documento de requisitos, segundo norma IEEE [IEEE96], deverá conter declarações não ambíguas e ser completo, verificável, consistente, modificável, rastreável e usável durante todas as fases do ciclo de vida do requisito.

### **c) Aplicação**

A aplicação do documento de requisitos é para formalizar o registro das necessidades ou desejos dos *stakeholder* em um documento que descreve os produtos e serviços para especificação do software. Segundo Ryan [RYA98], o documento de requisitos é o meio utilizado para descrever as restrições quanto às características do produto e quanto ao processo de desenvolvimento, a interface com outras aplicações, a informação acerca do domínio da aplicação e informações de suporte ao conhecimento do problema, tais como: modelos, termos especializados do negócio, recuperação e gerenciamento de informações em mudança.

Segundo Kaupinen [KAU97], o documento de requisitos tem três principais objetivos: ser um acordo entre cliente e fornecedor sobre o que o software deverá fazer, prover a base de especificação de software e projeto e suportar a verificação e validação do software. O documento de requisitos também suporta o gerenciamento do projeto. O esforço de estimativa preliminar pode ser feito tão logo quanto os requisitos tenham sido definidos. Outro importante benefício é a redução do tempo total e esforço requerido para o desenvolvimento do software. Definindo bem os requisitos antes do início do projeto, é possível evitar posterior reprojetado, recodificação e refazer testes.

## **2.4 Descobrimto de Requisitos**

Gause [GAU89], em seu livro *Exploring Requirements*, faz a

seguinte citação:

*“The discovery is nothing, the discovering (the exploring) is everything”*. Traduzindo-se, “A descoberta é nada: o descobrimento (a exploração) é tudo”.

O uso do termo descobrimento no texto compreende o processo exploratório inicial para capturar e descrever os requisitos, passando por uma atividade de planejamento, cujo foco é o conhecimento do problema.

A *RE* [MIL98] tem tradicionalmente focado ferramentas e técnicas, envolvendo, em grande escala, desenvolvimento de sistemas organizacionais. Raramente têm focado educação, entretenimento, aplicações pessoais e inovadoras. Métodos convencionais de extração de requisitos certamente assumem que o usuário sabe exatamente o que deseja do futuro sistema e conhece o sistema de forma que, uma vez implementado, absorve os impactos sobre a forma de trabalho. Concentra-se sobre funcionalidades do sistema em razão de considerar o contexto em que operam.

Na verdade, qualquer sistema que envolve intervenção humana possui características de ser volátil, não previsível e complexo. Impor hierarquia e rigor matemático para reduzir esta complexidade pode distorcer o entendimento e os elementos não estruturados do sistema técnico-social são deixados de lado.

Uma das grandes dificuldades na exploração inicial de requisitos é o conhecimento do que perguntar. Este conhecimento fundamenta-se sob três aspectos fundamentais: do que se trata (fatos e fenômenos), a quem diz respeito (fonte de informação) e o estabelecimento de uma forma de comunicação entre os *stakeholder* (linguagem para a descobrimento e documentação dos requisitos).

A identificação de fatos ou fenômenos vai depender do conhecimento do ambiente ou domínio da aplicação pelo engenheiro de requisitos. E onde os requisitos dos *stakeholder* são reconhecidos e, para tal, é necessário determinar a foco e a abrangência do tratamento dos fatos. Neste processo, podem ser utilizadas várias técnicas de captura de requisitos, tais como: observação, entrevistas, questionários, reuniões conjuntas e acesso a dados históricos de trabalhos anteriores.

Alguns exemplos de técnicas em uso estão relacionados a técnicas desenvolvidas para crianças e aplicáveis em adultos [MIL98] (com o uso de cenários, quadros de história) e têm realçado a comunicação entre analistas e usuários.

Deve-se ressaltar o desenvolvimento e a aplicabilidade de novas técnicas na captura de requisitos:

- A técnica de observação baseada em estudos etnográficos (comportamentais) [GOG96];
- Técnicas de entrevista [LEI96a];
- Técnicas de análise de ponto de vista [KOT98, LEI89, LEI96a, LEI96b, SOM98];
- Técnicas para estabelecer relacionamento entre requisitos [ROB98];
- Técnicas de descrição de cenários [DOO98, LEI97, SOM97];
- Técnicas de especificações de intenções [LEV98];
- Técnicas de modelagem conceitual de requisitos [LEI93, LEI95];
- Técnicas de organização dos processos de requisitos [FIO98];
- Técnicas de captura de requisitos de múltiplas perspectivas e fontes de informação [NUS96, ROB96].

O esforço de representação dos requisitos está orientado também no registro de demanda de negócio, na identificação das regras do negócio [FIO96, LEI98].

Na abordagem de validação de requisitos, existem técnicas de automação e checagem de requisitos [HEI96].

A identificação da fonte de informação vai depender do conhecimento do universo de abrangência da informação. A estratégia para comprometer o *stakeholder* no processo de descobrimento é conhecer não só o volume atual, mas fazer a projeção futura potencial para que a alternativa de solução seja estruturada de forma a acompanhar e estar preparada para as mudanças previstas ou tendências.

Leite [LEI94] referencia Burstin em relação a heurísticas para identificar *stakeholder* e compor uma estrutura hierárquica a qual denominou *abstract user tree*, relacionando cada usuário na estrutura organizacional a um conjunto de requisitos.

Em [ZAN98], é proposta uma forma de identificação da fonte de informação como fator de qualificação de agente consumidor ou produtor da informação, observando o ponto de vista em relação ao requisito e ao grau de exigência do mesmo, critério utilizado para avaliação de riscos de implementação de requisitos, em função da representatividade do universo dos *stakeholder* e a exigência do requisito.

A forma apropriada de representar os requisitos deve atender ao princípio básico da comunicação do conteúdo e de entendimento comum, na linguagem dos *stakeholder*.

Pela própria natureza dos requisitos e os relacionamentos entre eles, embora se tenha disponível as mais variadas técnicas, a geração do documento de requisitos poderá conter informação que reflita conflitos de requisitos, omissões, inconsistências e, principalmente, o caráter anacrônico dos fatos.

Considerando estes fatores, a pesquisa realizada estendeu-se também aos estudos de mensuração de características de qualidade do processo e do produto de Engenharia de Requisitos, abordagens para resolução de conflitos entre informações dos *stakeholder*, avaliação de impacto dos relacionamentos entre requisitos, técnicas comparativas para seleção e priorização de requisitos e o gerenciamento do ciclo de vida dos requisitos em relação às mudanças ambientais. Estas considerações são relatadas em seguida e referenciam fontes de pesquisa para uma visão genérica do que está acontecendo na área acadêmica e na indústria.

## **2.5 Mensuração de Qualidade do Processo e do Produto**

Qualidade é uma propriedade de um processo ou produto cujas características definidas podem ser mensuradas, a partir dos atributos presentes ou ausentes. Mensurar a qualidade do processo ou do produto, portanto, é identificar a existência ou não das características pré-definidas e contabilizar os resultados obtidos, analisando-os dentro dos parâmetros estabelecidos. Neste particular, são referências às normas e padrões internacionais do processo produtivo ISO9000 e de avaliação do produto ISO/IEC 9126-1991 [ISO91] e sua correspondente em tradução brasileira NBR 13596-1996 [NBR96].

Nas pesquisas realizadas sobre o assunto, foram identificados vários artigos que abordam a mensuração de qualidade do processo e do produto.

Emam [EMA95] trata como mensurar o sucesso do processo de Engenharia de Requisitos, sob os aspectos de qualidade do produto e qualidade do serviço (sucesso e causas de falha). Diz que o sucesso não é unidimensional, pois existem outras dimensões além da qualidade do produto ou serviço, dentre as quais uma delas é a satisfação do cliente/usuário e a outra é a relação de eficácia custo-

produtividade.

Emam [EMA95] apresenta um rol de 34 critérios, na forma de check-list, para medir o sucesso do processo de Engenharia de Requisitos, submetendo-os à apreciação dos *stakeholder* para atribuição de valor. A figura 2.3, que foi extraída de [EMA95], apresenta o resultado da aplicação prática do modelo de mensuração do sucesso da *RE* em relação à medida de preferência dos critérios submetidos para apreciação:

- O custo efetivo do processo *RE* - avalia a quantidade de recursos consumidos durante a fase de *RE* (totalizando a média 0.438);
- A qualidade dos produtos *RE* - relacionada à qualidade dos documentos produzidos de arquitetura e de custo/benefício (totalizando a média 1.126);
- A qualidade do serviço *RE* - relacionada ao serviço provida para os usuários pela equipe *RE* (totalizando a média 1.438).

Das três dimensões resultantes, comparando-se o resultado das médias, conclui que o fator eleito como mais importante é a qualidade dos serviços.

A figura representa o resultado da aplicação de pesquisa respondida sob os três aspectos de dimensão de sucesso de *RE* usados para diferenciar acerca da importância percebida pelos usuários.

A primeira dimensão considera a quantidade de recursos consumidos durante a fase de *RE*. A segunda considera a qualidade dos produtos gerados durante a fase de *RE* relativos à qualidade da arquitetura e de análise de custo/benefício. A terceira considera o serviço provido pelo pessoal de *RE* para os usuários.

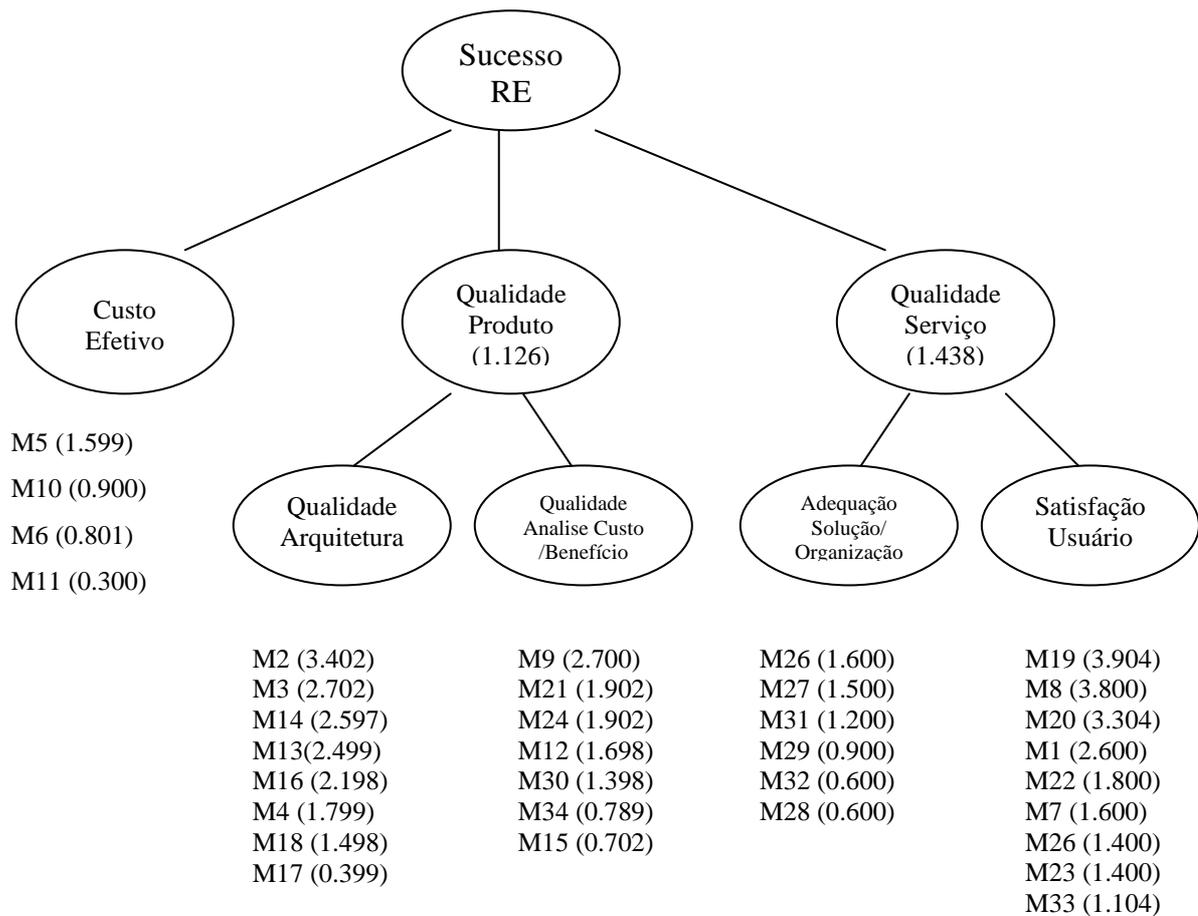


FIGURA 2.3 – TRÊS DIMENSÕES DO SUCESSO DO PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS

### Considerações para [EMA95]:

A proposta para avaliação do sucesso em Engenharia de Requisitos compreende uma tentativa de medir o processo e a produto, incluindo a avaliação da adequação da solução e a satisfação do usuário com o resultado. Não apresenta como medir os indicadores propostos, tais como ausência ou presença do atributo. Explica os processos de tratamento estatístico e os algoritmos em relação à frequência das respostas e o universo pesquisado. Um fator negativo está relacionado à construção dos critérios do check-list, referenciando-se, por exemplo, à clareza das ligações entre o modelo de dados e o de processos, o grau de suporte para gerenciamento de mudanças.

Estas considerações dependem da interpretação pessoal do entrevistado porque são critérios de avaliação subjetivos.

O modelo proposto no capítulo da dissertação propõe a qualificação do requisito pela sua funcionalidade e origem da informação procedente do *stakeholder* particularmente nos aspectos em que este possui conhecimento e domínio do assunto relativo ao negócio no ambiente organizacional.

Emam [EMA96], em outro artigo, trata de um instrumento de medição do sucesso da Engenharia de Requisitos em relação à qualidade do serviço e à qualidade do produto pelo índice de participação do usuário e o fator incerteza gerada por esta participação:

- Conclui que a qualidade do serviço tem sido a dimensão mais importante do sucesso do que a qualidade do produto;
- Isto se explica pela dificuldade de avaliar o grau de utilidade do produto para o engenheiro de software em relação ao volume gerado de produto nos processos de Engenharia de Requisitos.

Como resultado, (extraída de [EMA96]), as conclusões:

- (a) Visão do modelo - a adequação ou congruência entre a participação do usuário e a incerteza do resultado tem um impacto no sucesso da *RE*: quanta maior a congruência, maior será o sucesso;
- (b) A incerteza modera o efeito da participação do usuário no sucesso da *RE* - isto significa que incrementando a participação do usuário torna-se mais efetivo o sucesso como aumenta a incerteza;
- (c) A participação do usuário amortece o efeito da incerteza no sucesso da *RE* - isto significa que como a incerteza aumenta, a maior participação do usuário reduz as conseqüências negativas da alta incerteza de sucesso da *RE*:

### **Considerações para [EMA96]:**

O foco da discussão da participação do usuário no processo de Engenharia de Requisitos, sob o aspecto quantitativo, aumento ou diminuição de participação do usuário, em função da demanda pelo esclarecimento das incertezas geradas pelo processo. Não é discutido o valor qualitativo ou o poder de decisão do usuário no processo. Isto é um ponto ausente.

O modelo proposta no capítulo 4 da dissertação, além de tratar o fator quantitativo da participação da fonte de informação, também defende a qualificação da fonte de informação como referência fundamental para avaliação do requisito.

Hammer [HAM97], em seu relatório, descreve sobre métricas usadas para avaliar o esforço de decomposição de requisitos e identificar riscos potenciais. O objetivo da avaliação dos requisitos é para:

- Determinar como os requisitos estão sendo distribuídos em relação às versões planejadas:
- Determinar em qual versão mais requisitos estão alocados e caracterizar a expansão dos requisitos de um nível para outro.

### **Considerações para [HAM97]:**

As métricas usadas referem-se ao processo de gerenciamento de mudanças de requisitos em projeto de grande escala, avaliando os impactos positivos ou negativos no processo.

O modelo proposto no capítulo 4 da dissertação trata o relacionamento entre requisitos, a partir da caracterização de suas funcionalidades (operacional, gerencial, estratégica) e do grau de hierarquia e dependência entre eles. Apesar de não referenciar o gerenciamento de mudanças, a relação de dependência entre os requisitos, permite num desenvolvimento futuro, incrementar a funcionalidade de gestão.

Nuseibeh [NUS97] defende que um requisito é mensurável se existe uma forma clara e não ambígua de determinar se uma solução dada é adequada ao requisito. Fazendo o requisito mensurável, eles podem ser negociados, comunicados e recuperados por todo o projeto.

## **2.6 Resolução de Conflitos**

Conflitos são fatores inerentes ao processo de descobrimento de requisitos. Apresentam-se de forma mais acentuada quanto maior seja o nível de participação dos *stakeholder* na definição de interesses, necessidades e desejos. Em pesquisas realizadas sobre o assunto, foram identificados vários artigos que abordam

sobre descoberta e resolução de conflitos. Dentre eles, destacam-se Boehm, Nuseibeh e Robinson.

Boehm [BOE96] trata como resolver conflitos e atributos de qualidade de requisito. Segundo os autores, sem um conjunto bem definido de atributos de qualidade do requisito, os projetos de software são vulneráveis a falha.

### **Considerações para [BOE96]**

O modelo de resolução de conflitos proposto e desenvolvido em [BOE96] tem a qualidade de discutir amplamente os fatores comportamentais dos elementos envolvidos na descrição dos requisitos e propor solução para administrar tecnicamente estes conflitos.

Estes conceitos foram a referência do modelo proposto no capítulo 4 da dissertação, especialmente quanto à taxonomia dos elementos do modelo e à heurística aplicada.

Nuseibeh [NUS96] aborda o problema de conflitos entre requisitos sob múltiplos pontos de vista, tornando os requisitos inconsistentes e contraditórios. Nem sempre o cliente está certo e as falhas dos sistemas estão relacionadas às falhas do processo de captura, análise e especificação.

Robinson [ROB96] aborda o tema resolução de conflitos sob o paradigma da análise de sistemas de múltiplas perspectivas. O processo inclui: aquisição de objetivos dos *stakeholder*, troca de informações acerca de *stakeholder*, detecção de conflitos, geração de resoluções, escolha de resoluções e transformação de objetivos em sistemas operacionais.

### **Considerações para [NUS96 e ROB96]:**

O fator importante para Nuseibeh e Robinson [NUS96 e ROB96] é que a análise de múltiplas perspectivas é orientada especialmente para satisfação dos *stakeholder*, com o modelo baseado em aquisição das preferências individuais e derivação de um projeto que maximiza todas as preferências possíveis, além de realizar um balanço aceitável acerca daqueles que não podem ser satisfeitos. Ambos apresentam framework para tratamento da informação.

## 2.7 Relacionamento de Requisitos

Descobrir o relacionamento existente entre requisitos é uma atividade que ajuda a identificar previamente os conflitos que causarão problemas durante o ciclo de vida do software.

Robinson [ROB98] aponta três abordagens de análise: ontológica, metodológica e tecnológica:

- A ontológica é assistida por prover um conjunto de significados de termos que podem especificar relação de conflito entre requisitos (tipos de interação, interação fuzzy, relacionamentos gerais entre requisitos);
- A metodológica é assistida pela aplicação de método que aborda múltiplas visões para recuperar conflitos, também especificados em [MAC96];
- A tecnológica suporta uma metodologia específica com o objetivo de automação de procedimentos para detecção de conflitos entre requisitos (baseada em estrutura, baseada em cenários, mensagens de ambiente, classificação...).

Para trazer à tona os conflitos entre os requisitos, Robinson [ROB98] propõe um modelo de análise de requisitos raiz, que é uma técnica simples baseada na generalização de requisitos para formar requisitos raiz, comparando exaustivamente o requisito raiz com os demais requisitos, obtendo uma matriz de relacionamentos de requisitos.

Os atributos aplicáveis aos relacionamentos são: neutro, conflitante, muito conflitante, sustentado, muito sustentado. A partir da matriz de comparação, pode ser criado um *ranking* de requisitos:

- Para cada requisito, o número de relacionamentos conflitantes em que ele participa pode ser determinado;
- Conflitos podem ser determinados (por exemplo, a percentagem de todos os relacionamentos em que o requisito participa e que estão conflitantes);
- A média potencial de conflito pode ser determinada pelo cruzamento das médias e seus relacionamentos conflitantes;
- Ao final, pode ser ordenado o *rank* dos requisitos para solução dos conflitos.

A técnica chamada Análise de Requisitos Raiz [ROB98] é uma abordagem tecnológica com a distinção que tem um procedimento definido pela seleção de um conjunto de requisitos para análise. As características são:

- Tem como fato importante a análise de todas as interações acerca de todos os requisitos que possam envolver processamento computacional significativo;
- Para  $n$  requisitos, existem  $n(n-1)/2$  relacionamentos binários;
- O procedimento básico é estruturar os requisitos raiz, identificar uma chave do requisito raiz, identificar os relacionamentos chave e resolver iterativamente os conflitos;
- Os requisitos raiz são os nós em uma classificação hierárquica em que os requisitos originais formam as falhas e os nós intermediários são derivados de generalizações dos nós um nível abaixo na hierarquia.

### **Considerações para [ROB98]:**

Como técnica, é uma boa proposta, principalmente a eleição do requisito e a estruturação hierárquica entre eles, diminuindo posteriormente o número de comparações para verificar prioridades. Pode ser uma das alternativas para redução do esforço comparativo de requisitos para definição de prioridade de implementação, preocupação demonstrada no assunto apresentado na seqüência por Karlsson [KAR98c,d,f].

O modelo proposto no capítulo 4 da dissertação utiliza a abordagem da técnica de comparação de relacionamento entre requisitos e de hierarquia entre requisitos, abordada por Robinson, para estruturar o relacionamento de funcionalidade do requisito (estratégica, gerencial, operacional). Para redução do número de comparações, o modelo propõe a separação dos requisitos nos três grupos por funcionalidade do requisito e dá a seqüência ao processo:

- Procede a comparação intragrupo de requisitos para verificar a relação de dependência entre eles (operacional versus operacional, gerencial versus gerencial e estratégico versus estratégico);
- Verifica a interdependência intergrupos, selecionando as comparações: estratégico versus gerencial e gerencial versus operacional;
- Consolida a representação hierárquica entre todos os requisitos;
- Atribui a relação de dependência para cada requisito: grupo, dependente, individual.

## 2.8 Priorização de Requisitos

Priorizar requisitos para implementação é uma estratégia imprescindível para se proceder a negociação na seleção dos requisitos e obter sucesso na solução de problemas também prioritários. Nas pesquisas realizadas sobre o assunto, foram identificados vários artigos que abordam a seleção e a priorização de requisitos.

Karlsson, Ryan and Olsson são estudiosos do assunto priorização de requisitos e apresentam os primeiros estudos de casos em artigos que descrevem partes do método de priorização proposto e relato sobre aplicação em vários projetos industriais, tendo informações detalhadas no site [www.focalpoint.se](http://www.focalpoint.se) [FP98]. Dos artigos relatados, estão disponibilizados:

- Artigo. 1-priorização de requisitos de software [KAR98c];
- Artigo. 2- suporte à seleção de requisitos de software [KAR98a];
- Artigo. 3-uma abordagem de valor-custo para priorização de requisitos [KAR98d];
- Artigo. 4-aperfeiçoamento e suporte prático para priorização de requisitos em larga escala [KAR98b];
- Artigo. 5-uso de um método de priorização para planejamento de projeto [KAR98e].

No artigo. 1, priorização de requisitos de software, segundo Karlsson [FP98, KAR96b, KAR98c, KAR98f], a necessidade de priorização de requisito de acordo com sua importância atribuída é altamente reconhecida na literatura.

Trata-se a forma eficiente e precisa para obter o melhor entendimento de como priorizar requisitos de software, a partir da informação participativa do cliente. Utiliza-se de duas técnicas:

- A técnica de comparação de requisitos em pares (*pair-wise*), baseada no processo de hierarquia analítica (AHP - Analytic Hierarchy Process), estabelece a seleção pelo grau de importância relativa do requisito num rol de requisitos, atribuído numa escala 1 a 9. Isto requer uma pessoa para determinar a importância relativa de todos os pares de requisitos candidatos à seleção;
- A técnica de assinalamento numérico, baseada no princípio que cada requisito tem seu grau de importância absoluta, atribuído numa escala 1 a 5, isto é, a pessoa tem que responder a questão “como o requisito é importante?”;

- O estudo de caso foi aplicado em um projeto da Ericsson Radio Systems AB. As tabelas 2.1 e 2.2, extraídas de [KAR96b, KAR98c], apresentam as escalas de valores aplicáveis para os processos comparativos.

A tabela 2.1 apresenta a escala fundamental usada para comparação de pares de requisitos.

Intensa Importância	Definição
1	Igual importância
3	Importância moderada de um sobre o outro
5	Essencial ou forte importância
7	Muito forte importância
9	Extrema importância
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes
Recíprocos	Se o resultado $i$ tem um dos números assinalados acima quando comparado com o requisito $j$ , então o requisito $j$ tem o valor recíproco quando comparado a $i$

**Tabela 2.1 – Escala Usada para Comparações de Pares, Técnica AHP**

A tabela 2.2 apresenta a escala para atribuição de importância absoluta do requisito.

Intensa Importância	Definição
1	Não faz importância
2	Não importante (o cliente poderá aceitar sua ausência)
3	Preferencialmente importante (o cliente poderá apreciá-lo)
4	Muito importante (o cliente não deseja ficar sem ele)
5	Mandatária (o cliente não pode ficar sem ele)

**Tabela 2.2 Escala Usada para Assinalamento Numérico**

No artigo. 2-suporte à seleção de requisitos de software, segundo Karlsson & Ryan [FP98 e KAR98a], a escolha de requisitos candidatos para implementação é um determinante primário de satisfação do usuário, em virtude da escassez de recursos para desenvolvimento. Sustenta que um conjunto de requisitos, ao ser escolhido, reflete o valor e o custo estimado de cada requisito candidato.

A tabela 2.3, extraída de [KAR98a], representa a escala usada para comparação de pares de requisitos.

Intensa Importância	Definição
1	Ambos requisitos têm igual valor
2	Um requisito é fracamente mais importante
3	Um requisito é fortemente mais importante
4	Um requisito é demonstravelmente ou muito fortemente mais importante
5	Um requisito é absolutamente mais importante

**Tabela 2.3 Escala usada para comparação em pares – Requisitos candidatos**

No artigo. 3-uma abordagem de valor-custo para priorização de requisitos, Karlsson & Ryan [FP98, KAR98d] tratam a abordagem valor-custo para priorização de requisitos, envolvendo a técnica de comparação em pares, em atenção ao valor e custo de implementação do requisito.

Baseadas nas comparações, as distribuições de valor e de custo são calculadas e apresentadas em um gráfico para análise. Defendem que o processo deve ser simples e rápido, preciso e apresentar resultados verdadeiros. Identificam cinco principais aspectos de gerenciamento em desenvolvimento de software e devem ser uma substancial assistência para conhecer as prioridades dos requisitos:

- Satisfação do cliente e usuário;
- Seleção de requisitos;
- Consenso entre *stakeholder* sobre requisitos selecionados;
- Otimização do processo de desenvolvimento e alocação de recursos;
- Planejamento de nova versão.

A priorização de requisitos usando a abordagem valor-custo abrange cinco passos:

- Os engenheiros de requisitos revisam os requisitos candidatos se estão completos e de forma não ambígua;
- Um conjunto representativo de clientes e usuários aplica o método de comparação de pares para atribuir o valor relativo do conjunto completo de requisitos;
- Engenheiros de software experientes usam o método para estimar o custo relativo de implementação de cada membro do conjunto de requisitos candidatos;
- Um engenheiro de software calcula cada valor relativo do requisito candidato e o custo de implementação e aplica os valores em um gráfico (coordenada/abscissa) valor-custo;
- Diferentes *stakeholder* usam o gráfico para analisar e discutir os requisitos candidatos.

Baseados nesta discussão podem efetivamente priorizar os requisitos e decidir quais deles selecionar para implementação atual ou como melhor desenvolver estratégias para planejar versões.

A conclusão apresentada para priorização de requisitos na relação valor-custo, conforme a distribuição no gráfico na figura 2.4, extraída de [RYA98], abrange três áreas: alta, média, baixa.

- Alta, para requisitos com a razão valor-custo excedente de 2;
- Média, para requisitos com a razão valor-custo de 0.5 a 2;
- Baixa, para requisitos com a razão valor-custo abaixo de 0.5.

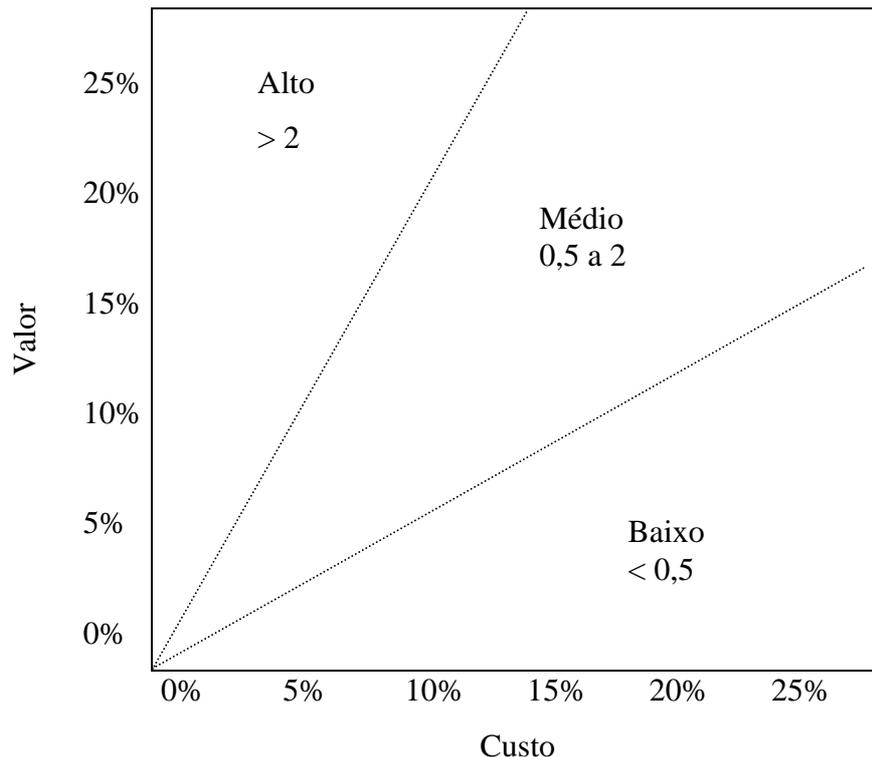


FIGURA 2.4 – DIAGRAMA VALOR/CUSTO

No artigo. 4-aperfeiçoamento e suporte prático para priorização de requisitos em larga escala, Karlsson, Olsson & Ryan [FP98, KAR98b e KAR98f] tratam a abordagem do suporte prático aperfeiçoado para priorização de requisitos em larga escala, com técnicas de redução do número de comparações entre os requisitos, tornando o processo mais eficiente.

É um aperfeiçoamento da proposta do artigo. 3-uma abordagem de valor-custo para priorização de requisitos, apoiado por uma ferramenta automatizada. O motivo da proposta é justificado por uma série de dificuldades encontradas no processo de comparação de requisitos, as quais devem ser administradas:

- Crescimento explosivo do número de comparações;
- Falta de suporte para interdependências entre requisitos;
- Falta de flexibilidade na estruturação de requisitos;
- Falta de ferramenta de suporte ao processo.

O aperfeiçoamento do processo proposto inclui técnicas de:

- Redução do número de comparações, com regras de parada local e

global;

- Gerenciamento de interdependências de requisitos considerando: não existência, existência obrigatória, custo positivo, custo negativo, valor positivo e valor negativo;
- Representação hierárquica dos requisitos.

A ferramenta de suporte para o aperfeiçoamento do processo inclui as características:

- Armazenamento e edição;
- Facilidade de comparações aos pares;
- Extração de resultado de comparações, descritivo ou gráfico;
- Consistência de estimativa resultante do método de comparação;
- Suporte à seleção de requisitos;
- Suporte à comparação incompleta de requisitos;
- Suporte à interdependência de requisitos.

Na proposta de continuidade dos trabalhos realizados por Karlson, são identificados dois aspectos: primeiro, o aperfeiçoamento da abordagem valor-custo em projetos comerciais, ou seja, planejar entrevistas para coleta e análise qualitativa dos dados. Segundo, o aperfeiçoamento da ferramenta de suporte.

No artigo. 5-uso de um método de priorização para planejamento de projeto, Karlsson [FP98, KAR98e] relata experiências com partes do método de priorização para planejamento de atividades executáveis em um projeto comercial.

### **Considerações para [KAR96 a,b; KAR98 a, b, c, d, e, f; RYA98; FP98]:**

O assunto priorização de requisitos é tratado sob dois aspectos básicos: valor absoluto e valor relativo do requisito, conforme exposto e discutido nos artigos enumerados de 1 a 5.

O método proposto nos artigos 2 e 3 determina valor e estima custo. Apresenta um relatório de aplicação de uma experiência industrial. Utiliza a técnica AHP os critérios são especificados na tabela 2.3, extraída de [KAR98a] para seleção de prioridade de requisito e sua importância em relação ao custo. O objetivo é gastar melhor o recurso, optando pela seleção dos requisitos mais prioritários. O número de comparações resultantes corresponde a  $n(n-1)/2$  vezes, onde  $n$  equivale à quantidade

de requisitos existentes.

A atribuição de valor é uma abordagem interessante porque fornece a possibilidade de se ter medidas de exigência do requisito, mas os autores não associam a necessidade de quem é o responsável por esta atribuição de valor e, sem a referência da fonte de informação e para quem é destinada a solução, tem-se o risco de propor uma solução inadequada ao interesse da área destino e ao nível decisório.

Os cinco artigos citados têm em comum a valoração do requisito e a comparação entre eles para permitir a seleção e priorização de implementação. É raro o tratamento de priorização, considerando o custo de implementação do requisito, como Ryan [RYA98] propôs. A solução do custo é por estimativa e feita por uma equipe de custos alheia ao desenvolvimento de requisitos, sem terem sido referenciadas métricas de esforço de desenvolvimento.

O modelo proposto no capítulo 4 da dissertação reconhece a importância das idéias de atribuição de intensidade de exigência do requisito quando se refere à qualificação do requisito pela fonte de informação. Utiliza na qualificação do requisito, uma variação reduzida de escala de três parâmetros para atribuição de exigência da informação. Estes parâmetros correspondem à importância absoluta do requisito: essencial (imediate), expectativa (desejável) e excedente (futurista).

## 2.9 Gerenciamento de Requisitos

Os requisitos são a base para comunicação entre os *stakeholder*. São difíceis de capturar, analisar, gerenciar e mudam frequentemente.

A indústria tem reconhecido o papel importante que os requisitos representam no processo de desenvolvimento. Surgiram alguns modelos da avaliação de maturidade do processo de desenvolvimento, tais como *Software Capability Maturity Model* e *Systems Engineering Capability Maturity Model*, ao lado de padrões como ISO 9000, MILSTD-498 e EIA-632 sobre gerenciamento e rastreamento histórico de requisitos.

No modelo CMM [SEI97], o nível 2 trata do gerenciamento de requisitos como uma das etapas de maturidade organizacional. Isto porque requisitos mudam em natureza, escopo, conteúdo e forma para adequar-se a maior consistência, clareza, precisão e ser completa.

O rastreamento de requisitos [GOT97] refere-se à habilidade para descrever e seguir a vida de um requisito em ambas as direções, para frente e para trás. Isto é, desde a raiz, desenvolvimento e especificação, no subsequente emprego e uso e durante períodos de refinamento e iteração em qualquer das fases relatadas. É uma técnica fundamental para ajudar muitas atividades referentes ao projeto, assegurando que sistemas e software estão em conformidade às mudanças dos requisitos. Entretanto, é citada como uma área problema pelos desenvolvedores.

Segundo Pinheiro [PIN96], a motivação para o rastreamento de requisitos é justificada pelas seguintes observações:

- Os requisitos evoluem durante a vida de um software;
- Os requisitos são contextualizados e dependem de detalhes da situação particular do contexto em que eles surgem;
- A rastreamento de requisitos também é contextualizado. Isto implica que um rastreamento poderá produzir objetos significativos para determinada situação;
- Os requisitos são parte intrínseca do processo de desenvolvimento e o rastreamento de artefatos do projeto é útil por todo o ciclo de vida dos requisitos.

#### **Considerações para [PIN96]:**

Gerenciar o ciclo de vida de requisitos é uma atividade essencial para recuperação das mudanças e avaliação de impacto das ocorrências no software. Constitui uma fase importantíssima na Engenharia de Requisitos, e o que se conclui é que a facilidade de recuperação das informações irá depender da pré-definição de atributos gerenciáveis dos requisitos durante a fase de descobrimento e definição dos mesmos.

O modelo proposto no capítulo 4 da dissertação não trata de gerenciamento de requisitos, mas, durante a captura de requisitos, apropria informações fundamentais ao processo. Podem ser citados como exemplo a área de origem do *stakeholder*, o tratamento qualitativo e quantitativo da fonte de informação, o tratamento de dependência entre requisitos e, principalmente, o relacionamento com o problema de origem.

## **2.10 Resumo**

Neste capítulo, foram apresentadas pesquisas referentes à revisão conceitual em Engenharia de Requisitos e técnicas para garantia de qualidade do produto documento de requisitos completo, consistente e confiável.

A referência a mensurar qualidade do processo e do produto, técnicas de resolução de conflitos, técnicas de representação do relacionamento entre requisitos, priorização e, por fim, gerenciamento de requisitos, contribui com uma vasta composição de critérios para automação de procedimentos na busca de tornar o documento de requisitos completo, consistente e sem ambigüidades. Aliadas à parte teórica das propostas, algumas técnicas apresentadas possuem ferramentas de apoio para acompanhamento dos fatores indicados e obtenção de resultados comparativos.

No próximo capítulo, são abordados os aspectos que caracterizam o foco no conhecimento do problema para Engenharia de Requisitos, com o intuito de contextualizar a origem e discussão do processo de conhecimento e de representação dos requisitos.

# 3 O CONHECIMENTO DO PROBLEMA EM ENGENHARIA DE REQUISITOS

Nesta etapa da dissertação, o foco é enfatizar o conhecimento do problema no domínio da aplicação, como identificar o problema a resolver, como dominar o contexto do negócio e como descrever e tratar a informação.

## 3.1 Introdução

O conhecimento do problema é para onde devem convergir os esforços do engenheiro de requisitos na busca de oportunidades de negócios para a produção de software em atendimento à demanda do cliente.

Um problema que persiste na área de engenharia de software é visualizar a tecnologia como solução de problema, sem anteriormente focar intensivamente o esforço em definição e entendimento do problema e a negociação de eventuais conflitos de interesses pela solução [JAC95a].

A falta de habilidade para discutir problemas tem sido uma das mais flagrantes deficiências da teoria e da prática em software. Muitos autores de métodos de desenvolvimento afirmam oferecer uma proposta de análise de problema, quando, de fato, oferecem somente um contorno de solução, deixando o problema inexplorado e inexplicável [JAC95a].

É abordado o tema em relação à definição e características do problema, aos fatos e fenômenos do ambiente, à origem e essência do problema, quem tem e de quem é a responsabilidade pelo mesmo, por quê e para que é necessário conhecê-lo e solucioná-lo. Abrange também a necessidade de domínio de algumas técnicas de descrição de requisitos, suas características, tipos e tecnologia de uso e uma abordagem sobre a qualificação de requisitos.

## 3.2 Foco no Conhecimento do Problema

O problema no contexto de extração de requisitos é a razão principal para o entendimento, especialização e o domínio do conhecimento, identificar o que é o problema, qual é a definição do problema, quem tem o problema e qual é a essência do problema sob o ponto de vista de quem o tem caracteriza a complexidade do processo.

Segundo Jackson [JAC95a], é necessário distinguir claramente um processo de definição do problema (conhecimento dos requisitos) de um processo de solução do problema (aplicação de ferramentas de software como solução). Já que a fonte de problemas vem de dentro de pessoas, é importante identificar qual o desejo de ter resolvido o problema e se existe realmente o desejo de uma solução.

O foco no conhecimento do problema, segundo Gause [GAU98], envolve o cliente e o engenheiro de requisitos e deve ser observado sob quatro aspectos:

- O que é essencial - conhecido por ambos;
- O que é expectativa do engenheiro de requisitos - desconhecido pelo cliente e que, portanto, torna-se fator surpresa para o cliente e oportunidade de negócio para o fornecedor;
- O que é expectativa do cliente - desconhecido pelo engenheiro de requisitos e que, portanto torna-se oportunidade perdida de negócio para o fornecedor;
- O que nunca será realizável - desconhecido por ambos, cliente e engenheiro de requisitos.

## Foco no Conhecimento do Problema

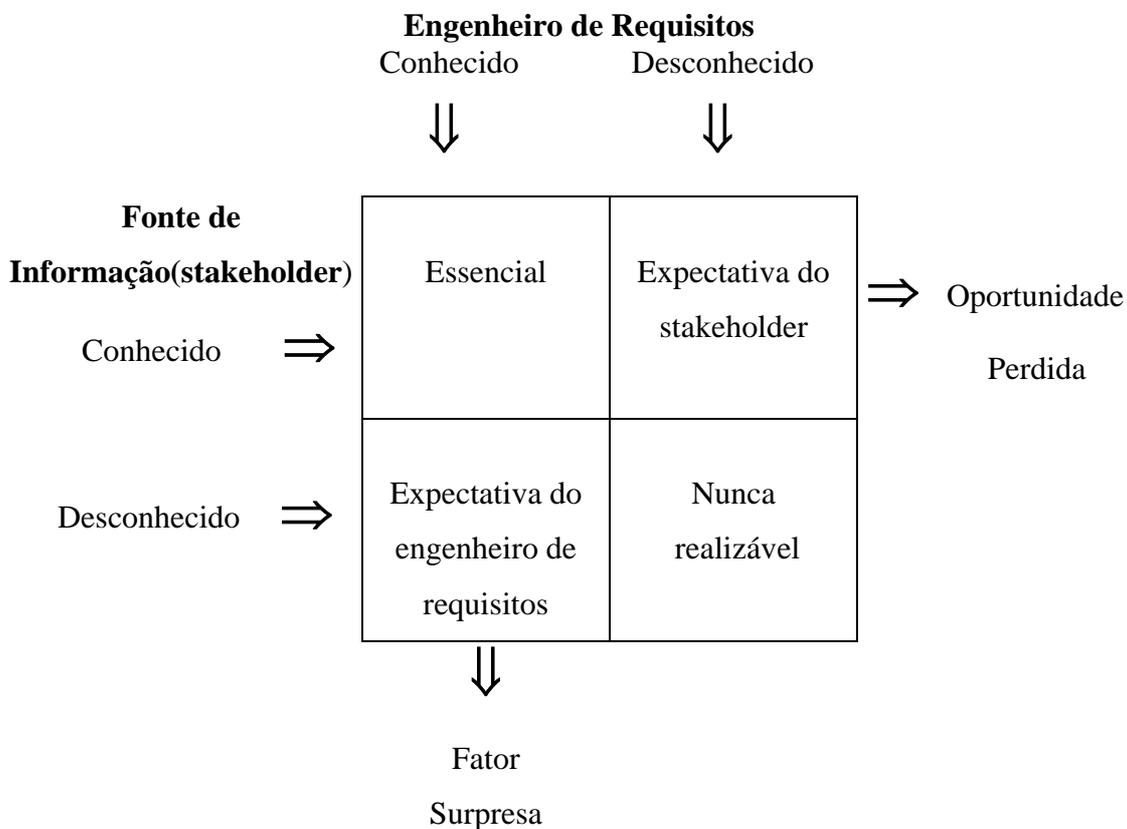


FIGURA 3.1 – FOCO NO CONHECIMENTO DO PROBLEMA

Conhecer o problema viabiliza o incremento de qualidade na solução de software para o cliente e abre o espaço de oportunidade de negócio para o fornecedor. Reduzir a área de desconhecimento do problema, referente ao quadrante de nunca realizável, conforme apresentado na figura 3.1 extraída de [GAU98], é para onde devem convergir os esforços de ambos engenheiros de requisitos e o cliente. Com isso, tenta-se ampliar o universo de realizações no atendimento aos requisitos do cliente.

### 3.2.1 Definição e Características

Segundo Gause & Weinberg [GAU90], um problema é a diferença entre algo como desejado e algo como percebido pelo demandante.

Cabe ao engenheiro de requisitos a perspicácia de entender a discrepância entre o que é desejado na realidade e como está a situação de acordo com a percepção individual.

A palavra problema é de origem grega. Segundo Jackson [JAC95a], os gregos foram os primeiros no mundo ocidental a pensar sistematicamente como resolver problemas. Muitas das palavras usadas para referenciar solução de problema, como análise, síntese, método, sistema, teorema, heurística, são derivadas de palavras gregas. Para os gregos, problemas matemáticos são divididos em duas classes: problemas para provar e problemas para pesquisar. Esta classificação nem sempre é clara e objetiva, pois depende de interpretação do que se quer obter. O problema para provar requer do resolvidor provar algo. O problema para pesquisar requer do resolvidor encontrar ou construir algo.

O matemático G. Polya escreveu o livro *How TO Solve II* [JAC95a], no qual expõe e amplia idéias para solução de problemas matemáticos. As idéias são sugestões interessantes para resolução de problemas de desenvolvimento de software.

Quanto aos problemas para provar algo, Polya sugere:

- Tentar pensar acerca de um teorema familiar com a mesma conclusão ou similar;
- Perguntar se a conclusão, dada a hipótese, é mais próxima a ser falsa ou verdadeira;
- Considerar que outras conclusões seguem das hipóteses.

Quanto aos problemas para pesquisar soluções ou idéias, Polya sugere:

- Dividir a condição em partes;
- Pensar em um problema familiar comparando a um desconhecido similar;
- Checar que estão sendo usados todos os dados;
- Checar que estão sendo usadas todas as condições;
- Pensar em uma variação do desconhecido ou dos dados ou de ambos, a fim de que o novo desconhecido e o novo dado estejam próximos.

O princípio metodológico de entendimento do problema é a utilização de método sensível a problemas que ele pode ajudar a resolver. Se um método não fala sobre problema, como pode ajudar na solução? Alguns métodos não são sensíveis aos problemas porque são expressos em termos de solução mais que em

problemas [JAC95b].

### 3.2.2 Contexto, Fatos e Fenômenos

O contexto do problema [JAC95a] é a parte do mundo em que o software será instalado, na qual os efeitos e benefícios do software serão sentidos e avaliados. Pensar em contexto do problema, inicialmente, é pensar no domínio da aplicação ou ambiente que é a parte do mundo em que o cliente é interessado, a parte que é relevante para um problema particular. Para entender o problema, deve ser entendido o ambiente. Então, dado um contexto de problema, tem-se que descobrir e descrever os requisitos do problema.

A significância do contexto do problema é a abrangência de ambos o software e o ambiente. Deve-se concentrar a atenção sobre o ambiente para aprender o que o problema é e quais são seus requisitos. A distinção entre domínio da aplicação e software é relacionada a o quê e a como. O quê o sistema faz é buscado no ambiente, enquanto que como o sistema faz é buscado no software [JAC95a].

O ambiente abrange fatos e fenômenos [JAC95a]:

- Um fato é uma verdade simples acerca do mundo e a menor unidade de observação ou o menor fenômeno; envolve indivíduos ou instâncias. Qualquer coisa pode ser um indivíduo: uma pessoa, um número, um evento, uma data, uma cor, uma emoção. O que for escolhido para ser tratado como indivíduo dependerá de como se opta para olhar o mundo e para que propósito.

- Um fenômeno é o que parece existir, estar presente, ser caso, quando se observa o mundo ou parte de um domínio. A forma de ver o mundo é personificada através de uma linguagem. A linguagem é adaptada para expressar o que se vê e a visão é condicionada aos conceitos familiares da linguagem aplicada.

### 3.2.3 Origem e Essência

A origem do problema, segundo Gause & Weinberg [GAU90], é natural (procede da natureza) ou é da natureza humana e nada existe a ser feito acerca disto.

Problemas que procedem da natureza são piores por duas razões:

primeiro, o desamparo para fazer algo que é visto vindo de uma fonte remota e desconhecida; segundo, a indiferença do agente natureza em relação aos seres componentes.

Problemas que são de origem humana estão associados a uma fonte humana, um objeto real ou uma ação em que é possível visualizar uma alternativa de solução e ter motivação para associar a um problema.

A essência do problema está relacionada à razão de existir de um negócio ou de uma situação ou ao fato observado em um contexto organizacional.

### **3.2.4 Quem Tem e de Quem é a Responsabilidade**

A propriedade de ter um problema está associada a uma fonte de conhecimento da situação e da necessidade ou desejo de realizar uma ação. De uma maneira prática, é impossível definir naturalmente problemas do dia-a-dia de uma forma simples, única, totalmente não ambígua [GAU90].

Sem algum entendimento do problema, uma solução dada será invariavelmente para o problema errado. Usualmente, o problema será da pessoa que fala mais alto ou mais efetivamente ou quem tem o maior poder de persuasão, quer econômico, financeiro ou social.

A responsabilidade pelo problema deve ser analisada no contexto de atendimento das necessidades ou desejo de tê-lo resolvido, qual o agente causador e quais requisitos são demandados.

### **3.2.5 Por quê e Para quê Conhecer**

Na busca de solução, segundo Gause & Weinberg [GAU90], a lição número 1 na definição de problema para aqueles que presumem resolver problemas para os outros é: “Apesar das aparências, as pessoas raramente sabem o que elas querem até você dar-lhes o que elas procuram”.

Conhecer o problema é o passo inicial para a formalização da solução. É preciso identificar a necessidade associada ao problema para a proposição de alternativas.

### 3.2.6 Qual o Desejo de Solucionar

Segundo Gause & Weinberg [GAU90], numa análise final, nem todas as pessoas na verdade desejam seus problemas resolvidos:

- Por conveniência ou falta de conhecimento e disponibilização de tempo para melhor discutir o assunto, muitos problemas permanecem insolúveis ante a não participação das pessoas a quem a solução deveria ser o maior interesse;
- Nem sempre se tem o tempo suficiente disponível para fazer certo, mas sempre o tempo suficiente para simplesmente fazer e mais que suficiente para lamentar depois.

## 3.3 Descrição de Requisitos

*“Descrever é arte, é saber e ter perícia ao utilizar idéias e executá-las na prática. Descrever é técnica, é ter conhecimento do processo para melhor executar a arte”.*

A todo o momento, o indivíduo defronta-se com a tarefa de representar, na forma falada ou escrita o que quer comunicar, no atendimento às necessidades físicas, emocionais, psíquicas, sociais, econômicas, enfim, existenciais no mundo em que vive.

Comunicar é o fato de tornar comum. É o entendimento recíproco da idéia entre emissor e receptor. O sucesso nem sempre é obtido nessa comunicação. Em sua maioria, a causa é o não entendimento da mensagem pelo receptor, ocorrendo equívoco de destinatário ou, principalmente, o uso de linguagem e simbologia não apropriadas.

Na Engenharia de Software, com o processo de representação do conhecimento não é diferente. As diferentes formas de linguagens de comunicação, quer sejam escritas ou gráficas, dependem fundamentalmente do conhecimento e de uma série de regras comuns de linguagem, para se produzir mensagens comunicativas. Representar o mundo real, o ambiente para o qual se queira construir uma solução, requer o conhecimento de técnicas de descrição por parte do desenvolvedor.

É fato incontestável e admitido por uma grande maioria de desenvolvedores de software a dificuldade de tratar o detalhamento da representação do

conhecimento. Isto é justificado pela falta de habilidade na formulação da escrita dos fenômenos que ocorrem no ambiente.

É mais fácil e rápido partir para uma fase de criar modelos, projetar protótipos de software e tentar a comunicação do resultado com o cliente do que aprofundar o conteúdo com o conhecimento da abrangência do problema ou da demanda requerida. Isto custa tempo e recurso e implica em negociação complexa com o cliente, porque também depende da disponibilidade e do comprometimento do mesmo. A não ocorrência desta fase implica na queima de etapas, o que não permite a maturidade para a ação de proposta de alternativas de solução.

O domínio da aplicação ou ambiente é a porção relevante do mundo real para o projeto de desenvolvimento de software. O software é uma parte da solução baseada em computador que será construída e conectada ao ambiente, como resultado do processo de desenvolvimento [JAC95b, JAC96].

Em engenharia de requisitos, descrever é arte e implica no conhecimento de técnicas aplicáveis no processo de descoberta de conhecimento, a transformação de idéias e a conseqüente comunicação.

### **3.3.1 Características da Descrição**

A descrição é a atividade central do desenvolvimento de software e o meio externamente visível de expressar o pensamento. Apresenta-se na forma escrita ou gráfica para expor, narrar, contar fatos e fenômenos. A razão fundamental é a representação de idéias e de ações e não é exagero dizer que o negócio inteiro de desenvolvimento de software é fazer descrições [JAC95a]. A descrição fundamenta-se em dois aspectos essenciais: o escopo ou alvo e a abrangência de tempo e de espaço do objeto descrito.

O alvo da descrição é sobre “o quê” e “qual” fenômeno do ambiente está sendo descrito. A abrangência da descrição é a parte do mundo onde ela está contida, acerca do “por quê” e “para quê”. Quando se fixa um alvo de descrição, está se colocando um prisma através do qual pode-se ver certos conjuntos de fenômenos do ambiente. O foco é sobre o ambiente completo, mas a visão é muito seletiva. Quando se fixa a abrangência, usualmente focaliza-se a atenção de forma mais narrativa.

Escolher a abrangência certa [JAC95a] para uma descrição é muito

importante. Isto feito, o que se deseja dizer adequasse exatamente dentro daquele espaço e tempo. Uma abrangência pequena pode não permitir dizer tudo o que se deseja e uma abrangência grande pode forçar a dizer muito também. Dizer-se muito em uma descrição faz com que a mesma seja menos independente do contexto do que seria necessário. Isto pode acarretar menos reuso e pode também frustrar uma separação apropriada de conceitos. A correta abrangência não é sempre óbvia. A escolha depende das regras do negócio.

Para uma descrição ser útil, seu alvo deve ser conhecido, qual ambiente e qual parte do universo de interesse está sendo descrito [JAC95a]. Se estiver olhando-se um mapa, é necessário conhecer a representatividade geográfica deste mapa e, a seguir, qual fenômeno do ambiente está sendo descrito.

Por exemplo, se é um mapa de rodovias ou de produção agrícola, diz-se qual fenômeno está descrito pela associação de um conjunto de designações de fenômenos com a técnica de descrição. Para um mapa de rodovias, pode-se designar um fenômeno semelhante a "volume de tráfego de transporte de safra agrícola no trecho rodoviário da área A é v"; para um mapa de produção agrícola, pode-se designar um fenômeno semelhante a "produção de milho por metro quadrado da área B é p".

Para desenvolver software de alguma significância, deve-se fazer muitas descrições. Cada uma será uma descrição parcial, isto é, representará somente uma parte do conceito total, descreverá uma parte do universo completo de interesse. Adicionando-se uma descrição parcial após outra, começa-se a descrever o mundo pelo incremento narrativo, a cada descrição sucessiva.

Evidentemente, quando todas as descrições parciais tenham sido completadas, o resultado final descreve exatamente o mundo de interesse, nem mais, nem menos. Em resumo, uma separação bem sucedida em descrições parciais deve estar baseada em separação de diferentes partes e aspectos do problema, considerando-se as multiperspectivas de pontos de vista dos *stakeholder*.

### **3.3.2 Tipos de Descrição**

Uma descrição, segundo Jackson [JAC95a], estabelece algum relacionamento existente ou requerido sobre certo fenômeno. Por fenômeno entende-se

tudo o que é percebido pelos sentidos ou pela consciência, considerado dentro de um contexto do conhecimento ou ambiente.

Para entender quais os meios de descrição no ambiente, deve-se estar habilitado a identificar o fenômeno. O primeiro passo no entendimento de descrições é reconhecer que existem quatro importantes tipos de descrições:

- Designação;
- Definição;
- Descrição refutável;
- Esboço rudimentar.

#### a) **Designação**

A designação é a atividade de indicar, mostrar, dar a conhecer, simbolizar e classificar fenômenos do ambiente. É identificar as características dos fenômenos. Segundo Zave [ZAV97], designação é uma descrição informal da reunião de características de um elemento atômico que se refere ao ambiente.

Uma designação separa algum conjunto particular de fenômenos que é de interesse. Conta informalmente, em linguagem natural, como reconhecê-lo e dá um nome pelo qual será reconhecido. A designação conecta a descrição com o ambiente e é uma atividade precedente à descrição [JAC95a].

A essência de uma boa designação é os fenômenos que são reconhecidos claramente e de forma não ambígua no ambiente, observando-se as regras de reconhecimento que contam como identificá-los.

Uma designação é sempre informal, porque o mundo onde os fenômenos são reconhecidos é informal, e, para tal, não demandam perfeita precisão em regras de reconhecimento. Um conjunto de designação não é comum como um dicionário de dados, uma enciclopédia de dados ou repositório. Apresenta três características importantes que a tornam específica:

- Refere-se aos fenômenos reconhecíveis no ambiente;
- O objetivo é construir uma ponte entre o ambiente e suas descrições, escrevendo designações para os fenômenos essenciais;
- Um conjunto de designação é local, no sentido que está associado a algum ambiente particular, mas não é amarrado a descrições particulares.

Em resumo, designação é um tipo de descrição que compreende a linguagem de representação dos fatos e fenômenos na forma como são entendidos, categorizados e nominados no ambiente.

### **b) Definição**

A definição enuncia os atributos essenciais e específicos de um objeto ou fenômeno, determinando extensão e área.

Definição é uma descrição formal de um termo atômico, usando outros termos definidos ou designados [ZAV97].

Uma definição dá uma qualificação formal de um termo que pode ser usado por outra descrição. É expressa sobre termos definidos previamente. Uma definição não pode ser verdadeira ou falsa, ela pode estar bem ou mal formulada e ser útil ou não útil [JAC95a].

Cada termo usado na descrição deve estar definido em algum lugar, daí a importância da atividade de definição, pois esclarece os leitores, se os mesmos não conhecem sobre o que se está falando, e garante ao escritor a certeza do que ele está expressando. Em desenvolvimento de software, é necessário suprir um conjunto de definições, uma para cada palavra difícil, quando se está descrevendo um ambiente.

Em resumo, a definição é um tipo de descrição que compreende a linguagem formal, observando a sintática, a semântica e os atributos do termo no contexto sobre o qual se está escrevendo.

### **c) Descrição Refutável**

Uma descrição refutável descreve o ambiente, dizendo algo acerca do que poderia a princípio ser refutado ou desaprovado. Refutabilidade depende do fato de a descrição apresentada referir-se ao fenômeno do ambiente descrito.

Refutar uma afirmação é demonstrar que ela está errada. Não é justo afirmar que há erro na descrição só para acrescentar uma diferença e incentivar a afirmação de competição, mas para demonstrar claramente que ela não se faz adequada ao fato [JAC95a].

Respeitáveis teorias científicas são refutáveis. Um cientista que disponibiliza antecipadamente uma teoria corre o risco que outro cientista pontue algum

conhecimento do fato ou execute um experimento, demonstrando que a teoria está errada. Esta exposição ao risco de refutação é o grande forte das ciências naturais estabelecidas. Respeitáveis desenvolvedores de software dependem de refutabilidade de forma similar:

- Uma descrição do ambiente ou domínio da aplicação afirma como são os pensamentos;
- Uma especificação afirma descrever como os pensamentos devem ser quando o software é instalado e operado.

Ambos devem ser refutáveis. A descrição de ambiente deve enfrentar o risco de que possa ser dito: “Aquilo não é verdade - existe um contra-exemplo”. E a descrição de requisito deve processar dois riscos, pois o cliente poderá dizer: “Não, isto não é o efeito requerido”, ou então: “Sim, isto é o que foi requerido, mas o software não está realizando algo, segundo o que apresenta aqui” [JAC95a].

Para atingir refutabilidade, é necessário explicitar designações. Escreve-se uma designação a cada conjunto básico de fenômeno, descrevendo como reconhecê-lo no domínio e dá-se o nome que será usado na descrição.

A escolha de fenômeno e designações é severamente restritiva: o fenômeno deve ser com certeza reconhecível e não ambíguo. Isto é muito importante porque possibilita exclusão da maior causa de ambigüidade, aquilo que não é de domínio comum [JAC95a].

#### **d) Esboço Rudimentar**

Um esboço rudimentar é uma tentativa de descrição de algo que está em processo de exploração ou de invenção. A definição característica de um esboço rudimentar é sua imprecisão. Esta imprecisão é inevitável quando se desenvolve o foco inicial.

Usar termos indefinidos para registrar idéias vagas e mal formuladas. Isto registra imprecisão, idéias meio formadas e representa um estágio em que se deseja dizer: “bem, algo mais ou menos igual a isto pode estar certo”, sem devotar muito tempo ou esforço para dizer exatamente o que se tem em mente. Pode-se ter uma idéia rudimentar e esboçar rapidamente antes que se esqueça. Muita precisão poderá ser prejudicial, não útil no momento da captação e poderá inibir o fluxo de idéias

[JAC95a].

O esboço rudimentar tem uma utilidade própria em desenvolvimento de software, mas é limitada. Ele pertence somente à ligação preliminar de cada estágio do desenvolvimento.

Em cada caso, o esboço deve progredir para a descrição precisa. Deve-se conservar o esboço somente para a consulta sobre o caminho do desenvolvimento ou motivação ou para recuperá-lo em descrição precisa ou, ainda, descartá-lo como andaime de construção após conclusão da obra. Se mais que 25% da descrição são esboços, então o projeto é trivial e não importante e não se está fazendo a coisa correta [JAC95a].

### **3.3.3 Tecnologia e Arquitetura da Descrição**

A tecnologia da descrição requer uma abordagem específica para cada caso em estudo. Inicialmente, utiliza-se da designação para dar a conhecer o fenômeno e simbolizá-lo, para, numa fase seguinte, classificá-lo na categoria dos fenômenos descritos.

Na seqüência, a definição conceitual formará uma base sólida de referência aos atributos dos fenômenos. A etapa seguinte deverá observar o alvo da descrição, o que norteará o foco de estudo e, em paralelo, será necessário identificar a abrangência da descrição.

Para se chegar ao nível de qualidade exigido de uma descrição precisa, que é o objetivo final, o uso de tipos intermediários de descrição irá auxiliar no processo de desenvolvimento.

Descrições parciais e esboços fazem parte de uma estratégia de apoio para complementação da descrição, através de refinamentos sucessivos do material descrito.

## **3.4 Qualificação de Requisitos**

Para a qualificação de requisitos [ZAN98], é necessário contextualizar vários fatores e considerações relatados nas pesquisas bibliográficas que

são de interesse para a defesa do processo; a caracterização de um problema, como a diferença entre o que é desejado e o que é percebido pelo demandante; portanto o problema é algo que tem origem na exteriorização dos sentidos humanos:

- Partindo do princípio anterior, a análise e avaliação de um problema dependem da reunião de múltiplas perspectivas de pontos de vista;
- O entendimento dos pontos de vista está associado ao contexto que a informação representa e, particularmente, descrito sob a perspectiva de um cenário, envolvendo atores, episódios e os relacionamentos entre eles;
- A participação dos atores nos episódios é definida por papéis que possuem ações definidas por uma linguagem;
- A adequação dos desejos ou necessidades dos atores em relação ao resultado é determinada pelo nível de exigência dos requisitos dos atores no domínio da atuação respectivo;
- A linguagem de comunicação que permitirá o entendimento entre os *stakeholder*.

A qualidade dos requisitos documentados deve estar associada à confiabilidade e representatividade da fonte de informação *stakeholder*, pelo papel exercido, pelo nível de ocupação no contexto organizacional e pela definição do nível de exigência pela informação.

Ao mesmo tempo, o requisito deve ser qualificado pela funcionalidade, pela origem da demanda e relação de dependência entre eles. Com estes fatores devidamente caracterizados, é possível, numa fase posterior, facilitar a definição de prioridade de implementação dos requisitos.

A qualificação dos requisitos possibilita a efetivação dos processos iterativos de negociação de conflitos e resolução de inconsistências na análise do problema.

### **3.5 Resumo**

Neste capítulo foi abordado o conhecimento do problema como foco do descobrimento de requisitos. Foram discutidas, a origem e essência do problema, quem tem e de quem é a responsabilidade pelo mesmo, por quê e para que é

necessário conhecê-lo e solucioná-lo. Foram abordados algumas técnicas de descrição de requisitos, características, tipos e tecnologia de uso e uma abordagem sobre a qualificação de requisitos.

No próximo capítulo, é apresentada a forma base de representação e a heurística do modelo de qualificação de requisitos aplicável ao processo de extração de requisitos para qualificação e validação dos mesmos.

## **4 Modelo Proposto para Qualificação do Requisito e da Fonte de Informação**

Nesta etapa da dissertação está documentada a proposta central do trabalho. É constituída de um modelo de descrição e qualificação de requisitos, aplicável à análise e validação das informações obtidas da fonte de informação (stakeholder). As informações recebem valor e peso atribuídos pelo modelo proposto e são avaliadas através dos critérios determinados para apuração do grau de risco de implementação do requisito.

### **4.1 Introdução**

A abordagem de conhecimento do problema requer a adoção de um modelo de extração da informação. Utiliza-se de técnicas múltiplas e interdisciplinares e sempre orientadas pela sistematização de procedimentos e princípios científicos na construção das descrições de requisitos.

As descrições baseiam-se no universo das informações contextualizadas em determinado ambiente e proporcionadas pelos agentes fonte de informação. Tem como fundamento o processo de descobrimento e de representação destas informações, de forma a proporcionar o entendimento comum obtido sobre o assunto.

O entendimento comum entre os stakeholder, nesta fase inicial, requer uma forma de comunicação mais natural possível, respeitando as particularidades e terminologia da linguagem e a diversidade de domínio técnico de cada pessoa envolvida no processo.

A proposta do modelo para aquisição e representação formal de requisitos fundamenta-se em linguagem natural, de forma a criar versões evolutivas das discussões e entendimentos. É operacionalizada através do documento [anexo.1], descrição do requisito na forma de sujeito + verbo + objeto + complemento, gerando um padrão de comunicação.

Para melhor divulgação e entendimento da proposta do trabalho, a

forma de exposição do modelo de qualificação é detalhada, primeiro, pela definição do que é o modelo e qual a sua aplicação; segundo, pela descrição da taxonomia representativa dos elementos constituintes do modelo; terceiro, pela definição da representação aplicável à descrição do requisito, correspondendo ao uso de uma linguagem mais natural e comunicativa possível; quarto, pela descrição da heurística aplicável ao modelo de qualificação, evidenciando um processo evolutivo em forma de espiral, ou seja, versões mais detalhadas; quinto, pela apresentação dos critérios de qualificação de requisito e da fonte de informação e a sua aplicabilidade; e, sexto, pela possibilidade de variação e uso do modelo.

## **4.2 O que é o Modelo Proposto?**

O modelo constitui a proposta básica do trabalho de dissertação aqui apresentado. Representa uma abordagem para consolidar a idéia de orientar o estudo sobre o foco do problema para o conhecimento dos requisitos.

Para o conhecimento do problema, dá evidência à importância da escolha e representatividade do stakeholder a ser envolvido no estudo do problema e o condiciona a emitir opinião dentro de seu domínio do conhecimento e da função ocupacional que exerce no ambiente organizacional, principalmente na definição da exigência do atendimento ao requisito descrito.

O tratamento da fonte de informação considera a importância da pessoa comprometida com as informações prestadas, sem distinção da figura do cliente e do usuário. O enfoque de cliente e usuário é substituído pelo de agente consumidor, produtor ou conhecedor da informação na determinação do produto ou serviço.

Concomitantemente, o requisito originado de uma descrição inicial e devidamente complementado com a atuação dos stakeholder nos processos iterativos de descobrimento, negociação e consolidação das idéias também tem seu papel importante no contexto. Deve ser muito bem caracterizado em sua funcionalidade, identificada a origem da informação e, especialmente, focado o relacionamento de dependência entre os requisitos.

A partir destas condições, são estabelecidos critérios para qualificação do requisito e da fonte de informação e são aplicados valores e pesos para cálculo de média que possibilite a apuração de riscos de implementação do requisito,

qualificados como: baixo, médio e alto.

O indicador de risco baixo representa que o processo de descrição do requisito teve na qualificação do requisito da fonte de informação uma participação efetiva do stakeholder no processo em termos de representatividade do universo do stakeholder e da exigência do requisito.

O indicador de risco médio representa um resultado satisfatório, mas não o suficiente em termos de discussão e de representatividade do universo do stakeholder no processo para a validade do requisito. As causas podem ser: a amostra das pessoas escolhidas para o trabalho ou o requisito não ser representativo da vontade das pessoas. É necessária a revisão detalhada.

O indicador de risco alto representa um resultado crítico e significa possíveis problemas futuros sem a devida revisão do conteúdo dos requisitos em conjunto com os stakeholder. É essencial que se refaça todo o processo de descrição do requisito.

O modelo proposto, portanto, constitui-se numa abordagem inovadora, considerando ambos, requisito e fonte de informação como elementos qualificáveis para análise e validação da informação.

### **4.3 Taxonomia dos Elementos do Modelo**

A classificação dos elementos componentes do modelo de qualificação fundamenta-se nos aspectos do ambiente ou domínio da aplicação (Universo de Discurso, [LEI94]), da fonte de informação, stakeholder [BOE96], da visualização do problema [JAC95a, GAU90] e da definição do requisito [JAC95a, RYA98].

A representação do modelo de qualificação está fundamentada na proposta de abordagem de requisitos apresentada no capítulo 1, com sua respectiva descrição de elementos.

Nesta etapa somente estão detalhados os elementos que fazem parte da qualificação da fonte de informação e do requisito para prover a avaliação de riscos de implementação do requisito.

O ambiente ou domínio da aplicação é a parte do contexto onde os

fatos e os fenômenos ocorrem. Eles são designados ou denominados como passo inicial na definição dos problemas. À abrangência da fronteira do ambiente é determinada pela definição dos objetivos e do foco do problema em estudo.

A fonte de informação é o corpo constituinte do qual são obtidas as informações. O stakeholder interage com o ambiente e expressa seu ponto de vista sobre problemas, define os requisitos e os critérios das essências. A compatibilidade de informações entre os requisitos é efetivada a partir do momento em que se qualifica o requisito pela sua funcionalidade, pelo produto esperado e a sua respectiva aplicação. As possíveis divergências e conflitos serão negociados à medida que se faz a análise das informações para geração do documento de descrição de requisitos. A contribuição também é requerida sob os aspectos de definição de preferências, expectativas e restrições no atendimento aos requisitos. O principal enfoque da participação do stakeholder é como elemento produtor ou consumidor das informações processadas pelo software produto. Desempenha uma função no ambiente organizacional (operacional, gerencial ou estratégica) e o diferencial no processo de qualificação da fonte de informação é a emissão de opinião sobre a exigência do requisito (essencial, expectativa ou excedente).

O problema é um elemento que faz parte do ambiente. A natureza do problema é aqui declarada como de origem humana. E, sob este enfoque, o problema só existe sob a perspectiva dos sentidos humanos na percepção dos fatos e fenômenos ambientais que não estão sintonizados com a vontade e o querer do elemento humano como agente social no contexto em que está situado.

O requisito é a condição ou exigência expressa para satisfação dos objetivos relacionados ao problema. Sob o ponto de vista de funcionalidade, abrange funções na organização nos aspectos operacional, gerencial e estratégico. A funcionalidade do requisito tem origem na demanda (interna, externa ou de ordem legal).

O diferencial no processo de qualificação do requisito é o relacionamento entre os requisitos, representado na interdependência entre os mesmos (item grupo, dependente de item grupo ou independente). O requisito é um produto que tem aplicação para gerar um resultado, possui atributos de qualidade e características de restrição.

O modelo tem basicamente dois blocos de informação: o stakeholder e o requisito. A interligação dos elementos que compõem o modelo é representada de um lado, pela hierarquia ocupacional da fonte de informação na organização com a funcionalidade do requisito e, de outro, pela relação do requisito com a definição de exigência do mesmo.

#### **4.4 Base de Representação de Requisitos**

A base de representação das informações deve ser um meio que permita a comunicação mais facilitada para o entendimento do problema. A linguagem adotada para esta representação deve fazer parte do contexto, referir-se ao assunto que se está tratando. A simbologia adotada deve corresponder à utilizada no ambiente. O treinamento prévio a ser feito deverá ser o do engenheiro de requisitos para se adequar ao ambiente e prover a leitura e interpretação. Enfim, o que estiver documentado deve representar e ser interpretado à luz do ambiente cultural que o originou. A linguagem é a expressão do contexto, com seus sinais e símbolos. Para promover o entendimento comum é necessário prover a comunicação recíproca entre as partes.

Segundo Leite [LEI94], o Léxico Ampliado da Linguagem (LAL), é uma técnica que procura descrever os símbolos de uma linguagem. A idéia central é a existência de uma linguagem da aplicação. A representação da linguagem fundamenta-se em dois aspectos: a noção dos fatos ou fenômenos do ambiente e os impactos decorrentes da aplicação destes elementos.

No processo de descoberta dos requisitos além de observar-se a linguagem é necessária representá-la na forma de registro escrito e interpretável pela fonte de informação como sua expressão verdadeira.

A opção adotada pelo modelo proposto é representar requisitos através de sentenças simples em linguagem natural. A princípio, talvez se tenha um grande volume, com ambigüidades a eliminar e dados a complementar. No entanto, por motivo da abordagem de tratamento da informação ser orientada ao tratamento de problemas, isto deve facilitar o surgimento de idéias de forma mais espontânea.

A estrutura da Linguagem adotada pelo modelo na representação da informação tem um rigor maior nas sentenças que descrevem os requisitos. Baseia-se na

funcionalidade do requisito que representa a transformação de uma entrada em saída ou uma mudança de estado.

A forma de expressão do requisito é proposta no modelo pelo Documento de Descrição de Requisitos [anexo.1 item 1.07], representado abaixo. Deve seguir a estrutura: nome (sujeito) + verbo (ação) + objeto (sobre o quê) + complemento que caracterize a funcionalidade do requisito associada ao problema.

O Documento de Descrição de Requisito [anexo.1] é a base de formação do Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3].

<b>Anexo.1</b>	
<b>DOCUMENTO de DESCRIÇÃO de REQUISITO</b>	
1.01	Identificação do Requisito: ___ (número seqüencial nnn, atribuição para uso análise)
1.02	Domínio da Aplicação (foco e abrangência): <u>Uso da informação pelos técnicos</u> Responsável pela informação: <u>Lucas Evangelista</u> área: <u>diretoria</u> data: <u>06/02/2002</u>
1.03	Qualificação Funcional: ( <u>3</u> ) (1) operacional (2) gerencial (3) estratégico
1.04	Área de Origem: ( <u>1</u> ) (1) interna (2)externa (3) ordem legal
1.05	Universo de Abrangência da Fonte de Informação: ( <u>t</u> ) (t) total (e) estimada
1.06	Quantidade Total ( <u>1</u> ) Estimada ( ___ ) (1) 01-03 (2) 31-100 (3) > 100
1.07	Descrição do Requisito [descrever na forma (sujeito+verbo+objeto funcional)] <u>A Empresa quer maximizar o uso da informação da biblioteca</u> .
1.08	Problema Identificado: <u>Desconhece-se o uso da informação disponível na Biblioteca</u> .
1.09	Produto: <u>Informação quantitativa e qualitativa de utilização da Biblioteca</u> .
1.10	Aplicação: <u>Racionalizar o uso da informação pelo corpo funcional da Empresa</u> .
1.11	Atributos: <u>Contador de informação retornada ao usuário (encontrada e de não encontrada)</u> .
1.12	Restrições: <u>Limitações do acervo (ex. Quantidade de exemplar, não possuir a informação ...)</u> .
1.13	Preferências: <u>Fácil recuperação da informação</u> .
1.14	Expectativas: <u>Ter informação em tempo adequado à necessidade de suporte técnico</u> .

No Documento de Descrição de Requisito, o enfoque é o questionamento e a discussão do "por quê" do problema (1.08) e qual é o requisito (1.07) do stakeholder a ser atendido no contexto do domínio da aplicação (1.02). Na seqüência, deve ser identificado qual produto (1.09), qual a aplicação (1.10) e para quem. As demais informações são complemento, caracterizadas como requisitos não-funcionais, incluindo as características de qualidade: quais condições e atributos (1.11), restrições (1.12), preferências (1.13) e expectativas (1.14).

## **4.5 Heurística para Extração e Documentação de Requisitos**

O processo de descobrimento e documentação de requisitos pode ser estruturado em várias atividades distintas, iterativas, distribuídas em varias etapas do processo, gerando versões complementares do documento de requisitos.

A princípio, o modelo propõe onze etapas, cada qual gerando um documento intermediário. Inicialmente, correspondendo à etapa.0, deve-se ter planejado os prazos, produtos e recursos de contratação, para, em seguida, compor o planejamento das etapas de captura do conhecimento de domínio dos stakeholder.

A etapa 4 concentra as atividades procedentes das etapas 1 2 e 3, para depois seguir à etapa 5. A iteração com as etapas precedentes se dá pela necessidade de listar os requisitos a partir do contato inicial com as pessoas e encadear a ligação de novos conhecedores do assunto. A continuidade do processo só é viabilizada se identificados os stakeholder e contatados para em conjunto com o engenheiro de requisitos, viabilizarem a discussão sobre os problemas, necessidades e expectativas que comporão a definição dos requisitos.

Na etapa 5 pode-se detectar a necessidade de complementação de informações, requerendo a participação dos stakeholder para listar novos requisitos ou esclarecer os já descritos, antes de seguir para a etapa 6.

Nas etapas 7 e 8, pode ocorrer iteração com a etapa 6 na qualidade de recomposição do documento descritivo dos requisitos, oriundo da qualificação do requisito e da fonte de informação.

**Etapa.0**

Planejar o processo de descobrimento de requisitos para composição do plano de trabalho e o detalhamento de recursos.

<b>Resumo da etapa 0</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Negociar contratação	Definição do foco e abrangência do trabalho	Responsável pela definição do produto ou serviço	Nos contatos iniciais de negociação	Planejamento de atividades	Plano de trabalho e recursos a serem alocados

**Etapa.1**

Acessar o material disponível na organização em relação aos softwares existentes e aos dados da estrutura organizacional formal, para a obtenção de uma base conceitual e descritiva do ambiente ou domínio da aplicação [DOO98].

<b>Resumo da etapa 1</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Conhecer o ambiente ou domínio da aplicação	Embasamento teórico dos trabalhos a serem desenvolvidos	Legislação, regimento interno da organização, documentos	Nos contatos iniciais de negociação	Pesquisa de material existente	Material de sistemas e documentação da organização

**Etapa.2**

Identificar os stakeholder componentes da estrutura organizacional formal para, a partir daí, compor a amostra inicial de pessoas a serem envolvidas no processo:

- Esta técnica é apontada por Leite, em [LEI94], referindo-se a Burstin com uma série de heurísticas para identificar usuários e compor uma árvore a que denominou abstract user tree, utilizada para mapeamento de usuários envolvidos no processo;

- O modelo proposto parte de uma exigência de representatividade dos três aspectos organizacionais: operacional, gerencial e estratégico, para composição do grupo inicial de stakeholder;
- O objetivo básico é de representar inicialmente as demandas e necessidades de uma visão interna da organização, identificando as opiniões de ponto de vista de produtor, consumidor ou interessado pela informação;
- A amostra é assim referida porque nem sempre é possível, numa fase inicial, comprometer todo o quadro de pessoal da organização para discutir um problema, lacuna esta que pode ser suprida nas etapas 7 e 8, descritas na seqüência.

<b>Resumo da etapa 2</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Compreender o universo da fonte de informação interna à organização	Prover representatividade interna na participação da definição do problema e dos requisitos	Responsável pela contratação do produto ou serviço na organização	No processo de planejamento de reuniões de trabalho	Identifica stakeholder interno	Lista interna de stakeholder e agenda de compromissos com o processo

### **Etapa.3**

Identificar os stakeholder externos à estrutura organizacional formal para, a partir daí:

- Compor a amostra de pessoas com a visão externa à organização a serem envolvidas no processo de descobrimento;
- Aplicar o modelo proposto tendo uma exigência do posicionamento dos stakeholder na função ocupada em seu ambiente organizacional ou qual o uso que faz da informação (operacional, gerencial ou estratégico);
- Atender ao objetivo básico que é representar inicialmente as demandas e necessidades de uma visão externa da organização, enriquecendo as opiniões de

ponto de vista de produtor, consumidor ou interessado pela informação.

<b>Resumo da etapa 3</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Comprometer o universo da fonte de informação externa à organização	Prover representatividade externa na participação da definição do problema e dos requisitos	Responsável pela contratação do produto ou serviço na organização	No processo de planejamento de reuniões de trabalho	Identifica stakeholder externo	Lista externa de stakeholder e agenda de compromissos com o processo

#### **Etapa.4**

Listar os requisitos a partir do ponto de vista dos *stakeholder* sobre problemas existentes. Nesta etapa, deve ser preenchido, de maneira mais livre possível, individualmente, o Documento de Descrição de Requisitos [anexo.1], fonte inicial de discussão sobre um problema, conforme representado tópico 4.4.

<b>Resumo da etapa 4</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Descrever os problemas e os requisitos funcionais e não-funcionais	Registrar formalmente os fatos e fenômenos do ambiente em estudo	Stakeholder interno e externo	Durante a fase de captura de requisitos	Descrição de requisitos associados a problemas existentes	Anexo.1 Documento de Descrição de Requisitos (revisado)

## Etapa.5

Estruturar dados de requisitos obtidos da etapa.4:

- Implica em verificar ambigüidades, ausências de informações e de representantes das áreas de interesse;
- Abrange a tarefa de verificar o conteúdo e o preenchimento do Documento de Descrição de Requisitos [anexo.1] os critérios e expectativas declaradas.

<b>Resumo da etapa 5</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Analisar dados dos requisitos descritos	Identificar ausência de representatividade da fonte de informação	Stakeholder e engenheiro de requisitos	Após a etapa.4, descrição dos requisitos internos e externos	Verificar conteúdo de informação e a quem está associada	Anexo.1 Documento de Descrição de Requisitos (revisado)

## Etapa.6

Compor o documento de requisitos, associando os relacionamentos dos requisitos e o universo de stakeholder que forneceu informações:

- É uma etapa que exige um trabalho exaustivo do engenheiro de requisitos e onde ocorre maior grau de interação com os stakeholder;
- O resultado da etapa corresponde ao Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3], que deverá ser objeto de estudo e discussão, aberto a um grupo mais abrangente possível de stakeholder para emissão de opiniões;

**QUADRO DESCRITIVO de REQUISITOS [anexo.3]**

Requisito Funcional							Contexto Organizacional			Requisito Não Funcional			
3.01	3.02	3.03	3.04	3.05	3.06	3.07	3.08	3.09	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14
Idrq	Dprq	Func	Orig	Fi	Qtde	Descrição requisito	Problema	Produto	Aplicação	Atributos	Restrições	Preferências	Expectativas

O Documento Descritivo de Requisitos [anexo.3] derivado do documento [anexo.1] é especificado por:

- 3.01 - Identificação numérica do requisito;
- 3.02 - Qualificação de dependência entre requisitos, a ser completado na etapa 7;
- 3.03 - Funcionalidade do requisito (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégica);
- 3.04 - Origem da informação (1-in-interna, 2-ex-externa, 3-lg-ordem legal);
- 3.05 - Identificação do universo da fonte de informação: total ou estimado;
- 3.06 - Quantidade componente total ou estimada do universo da fonte de informação;
- 3.07 - Descrição formal do requisito (frase = sujeito + verbo + objeto + complemento);
- 3.08 - Descrição do problema associado ao requisito;
- 3.09 - Identificação do produto desejado: qual;
- 3.10 - Definição da aplicação do produto: para que e para quem;
- 3.11 - Descrição dos atributos do produto: forma e conteúdo;
- 3.12 - Descrição das restrições do requisito: limitações;
- 3.13 - Descrição das preferências do stakeholder: atendimento do requisito;
- 3.14 - Descrição das expectativas do stakeholder: quanto à solução.

<b>Resumo da etapa 6</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Obter versão inicial do documento de requisitos	Para estruturar as idéias sobre requisitos	Engenheiro de requisitos	Após etapa.5, da descrição e comparação dos requisitos	Compõe versão do documento de requisitos	Anexo.3 Quadro Descritivo de Requisitos

### **Etapa.7**

Qualificar o Requisito constitui-se numa etapa exaustiva para se obter consenso e gerar o Documento de Qualificação de Requisito [anexo.4].

### **DOCUMENTO de QUALIFICAÇÃO do REQUISITO [anexo.4]**

Requisitos		Qualificação: Requisito		
4.01	4.02	4.03	4.04	4.05
Id.rq	Universo	Qlfica.função	Origem	Dependência
001	T1	1	1	1

O Documento Qualificação do Requisito [anexo.4] representa a classificação dos elementos a partir do requisito. A qualificação do requisito é expressa por:

- 4.01 - Identificação numérica do requisito;
- 4.02 - Observação sobre o universo da fonte de informação t = total, e = estimado acrescido do número quantitativo do universo conhecido;
- 4.03 - Qualificação ponto de vista ( 1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégico)
- 4.04 - Qualificação origem da informação (1-in-interna, 2-ex-externa,

3-1g-ordem legal)

4.05 - Qualificação dependência requisitos (1-gr-grupo, 2-dp-dependente, 3-in-individual)

- O requisito, neste momento, deve estar bem esclarecido e conceituado, quanto a sua funcionalidade, sua origem e relacionamento de dependência em relação aos demais, Robinson [ROB98] mostra a relevância do relacionamento entre requisitos;
- A comparação entre os requisitos, um a um, resulta num quantitativo expressivo de procedimentos que se torna na ordem de grandeza  $[n(n-1) / 2]$  comparações, em que n compreende a quantidade descrita de requisitos;
- Para minimizar este esforço, é proposto que, antes de se proceder à comparação entre os requisitos, estes devem ser agrupados pela respectiva característica de funcionalidade (estratégica, gerencial e operacional), reduzindo o universo e a quantidade de comparações;
- A proposta é que se considere a relação entre requisitos intracategoria e intercategorias e não de todo o universo, requisito a requisito;
- O relacionamento intercategorias deve ser restrito à relação estratégico versus gerencial e gerencial versus operacional.
- O resultado da comparação pode ser relacionamento múltiplo, ou seja, o requisito ser um item grupo e ao mesmo tempo dependente de outro requisito. Para fins de qualificação, é adotada a caracterização de item grupo com precedência, ficando a relação de dependente ligada ao item grupo superior hierárquico;
- A documentação do resultado da comparação é representada no Documento de Comparação de Dependência de Requisito, visualizando o número requisito na linha e o número requisito na coluna e as respectivas dependências, de acordo com a legenda: gr = grupo, dp = dependente e iv = individual;

**DOCUMENTO de COMPARAÇÃO de DEPENDÊNCIA de REQUISITO  
[anexo.2]**

Idq r	00 1	00 2	00 3	00 4	00 5	00 6	00 7	00 8	00 9	01 0	01 1	01 2	01 3	01 4	01 5	01 6	01 7	.. .
001	Gr																	
002		Iv																
003	Dp		Gr															

O documento de comparação de dependência de requisito [anexo.2] ilustra a partir de uma matriz de requisitos linha x coluna, as possibilidades de relacionamento entre eles, cuja leitura deve ser feita linha/coluna pelo número do requisito. Por exemplo, o requisito 001 com requisito 001 é uma relação para representar um item grupo, pois possui dependentes, no caso o requisito 003; o requisito 002 com requisito 002 é uma relação individual, pois não possui relação de dependência com item grupo e nem com item dependente.

<b>Resumo da etapa 7</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Obter a qualificação do requisito e a relação de dependência entre eles	Associar ao requisito critérios de avaliação	Engenheiro de requisitos e o stakeholder	Após montagem do documento de descrição de requisitos	Qualifica funcionalidade do requisito e define a relação de dependência entre eles	Anexo.4 Documento de Qualificação de Requisitos Anexo.2 Documento de Comparação de Dependência de Requisito

## Etapa.8

Qualificar a fonte de informação:

- Consiste na etapa mais importante de envolvimento do *stakeholder*, pois é nesta fase que o requisito é avaliado pelo grau de exigência, o que pode definir e facilitar o processo de priorização do mesmo em relação à implementação;
- A qualificação do requisito pela fonte de informação (*stakeholder*) é efetuada pelo preenchimento individual do Documento de Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5];

### DOCUMENTO de QUALIFICAÇÃO da FONTE de INFORMAÇÃO [anexo.5]

Requisitos		Qualificação Fonte Informação		
5.01	5.02	5.03	5.04	5.05
Id.rq	Observação adicional	Pessoa	Ocupação	Exigência
001		1	2	1

O Documento Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5] representa a classificação dos elementos a partir do stakeholder. A qualificação da fonte de informação é expressa por:

- 5.01 - Identificação numérica do requisito;
- 5.02 - Observação adicional sobre os requisitos;
- 5.03 - Qualificação ponto de vista (1-pr-produtor, 2-co-consumidor, 3-ne-neutro);
- 5.04 - Qualificação ocupação funcional (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3 -es-estratégica);
- 5.05 - Qualificação exigência informação (1-ss-essencial, 2-xp-expectativa, 3 -xc-excedente)

- Aplicável ao requisito, para o qual o *stakeholder* encontre-se em condições de formular opinião e contribuir para o processo, sempre considerando a qualificação da funcionalidade do requisito, a partir do conteúdo do Quadro Descritivo de



A Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de Informação [anexo.6] é preenchida, por requisito, a partir da apuração das respostas dos *stakeholder*.

A representação das informações é expressa por:

- 6.01 - tipo de resposta para o requisito (ocorrências de 01 a 27);
- 6.02 - quantidade de respostas para o requisito;
- 6.03 - percentual do tipo de resposta sobre o total de respostas;
- 6.04 - qualifica ponto de vista (1-pr-produtor, 2-co-consumidor, 3-ne-neutro);
- 6.05 - qualifica ocupação funcional (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégica);
- 6.06 - qualifica exigência informação (1-ss-essencial, 2-xp-expectativa, 3-xc-excedente);
- 6.07 - valor atribuído ao tipo de resposta para classificação (tabela 4.2);
- 6.08 - peso atribuído ao tipo de resposta em relação ao requisito (tabela 4.6);
- 6.09 - produto resultante [6.02 (quantidade) x 6.07 (valor) x 6.08 (peso)];
- 6.10 - médiaR resultante  $\{ \xi [6.02 (\text{quantidade}) \times 6.07 (\text{valor}) \times 6.08 (\text{peso})] / [6.02(\text{qtde})] \}$   
médiam resultante  $\{ \xi [6.02 (\text{quantidade}) \times 6.07 (\text{valor}) \times 6.08 (\text{peso})] / 792 \}$

<b>Resumo da etapa 9</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Obter o cálculo resultante do enquadramento das respostas dos stakeholder para os requisitos	Cálculo da média de respostas obtidas para o requisito	Engenheiro de requisitos	Após a etapa.8, qualificação da fonte de informação	Aplica tabela de atribuição de valor e de ponderação sobre as respostas obtidas e calcula a qualificação da fonte de informação	Anexo.6 Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de Informação

**Etapa. 10**

Compor quadro de avaliação de risco de implementação de requisitos corresponde à última etapa de um ciclo de discussão que tende a ocorrer sempre em forma de espiral, ou seja, evolutiva de versões do Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3] (etapa.6), abordagem esta bem discutida por Boehm [BOE98] e Ryan [RYA98]:

- de posse das informações do Documento de Qualificação do Requisito [anexo.4] da (etapa.7) e da Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de Informação [anexo.6] da (etapa.9), a tarefa desta etapa é montar a Planilha de Apuração de Riscos de Implementação do Requisito [anexo.7], modelo representado a seguir, que irá apresentar o grau de risco de implementação de requisitos;
- as informações a serem completadas correspondem às colunas 7.13 e 7.14;

**PLANILHA de APURAÇÃO de RISCOS na IMPLEMENTAÇÃO do REQUISITO****[anexo.7]**

Requisitos							Fonte Informação					Grau	
7.0 1	7.02	7.0 3	7.04	7.0 5	7.0 6	7.07	7.0 8	7.09	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14
Id.r q	Fun c	Orig	Dp.r q	Vlr	Peso	Resul -tado	Qtd e	Uni v	Produ -to	Media R	Media M	Risco R	Risco M
001	Es	In	Gr	8	9	72.00	T	1	392	49.00	49.49	Baixo	Baixo

A Planilha de Apuração de Riscos na Implementação do Requisito [anexo.7], a partir da transcrição das informações do Documento de Qualificação de Requisito [anexo.4] e da Planilha de Apuração de Respostas [anexo.6]

7.01 - identificação numérica do requisito;

7.02 - funcionalidade do requisito (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégica);

- 7.03 - área de origem do requisito (1-in-interna, 2-ex-externa, 3-lg-ordem legal);
- 7.04 - dependência entre requisitos (1-gr-grupo, 2-dp-dependente, 3-in-individual);
- 7.05 - valor atribuído para classificação do grupo de informação (grupo,  $8 = 2^3$ ; dependente,  $4 = 2^2$ ; individual,  $2 = 2^1$ );
- 7.06- - peso atribuído, qualificação pela funcionalidade requisito 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 correspondendo à terceira linha da tabela 4.5;
- 7.07 - cálculo do produto 7.05 por 7.06, corresponde ao valor médio do requisito;
- 7.08 - identificação do universo de stakeholder t=total ou e=estimado;
- 7.09 - quantificação do universo de stakeholder;
- 7.10 - produto obtido do peso e valor atribuídos ao requisito no total do anexo.6;
- 7.11 - média obtida do produto total pelo número de respostas obtidas do anexo.6;
- 7.12 - média obtida do produto fixo 792 pelo produto total do anexo.6;
- 7.13 - grau de risco do requisito;
- 7.14 - grau de risco em relação à média de respostas.

- O risco em relação ao requisito 7.13 corresponde à média apurada das respostas obtidas dos *stakeholder* em relação à qualificação do requisito e da fonte de informação. Compreende o resultado da comparação das colunas 7.07 (requisito) e 7.11(fonte de informação), conforme os critérios comparativos do valor de risco representados na tabela 4.7 abaixo;
- O risco em relação à média das respostas do requisito 7.14 corresponde ao produto (penúltima linha 7.10 / 792) referente à soma de uma ocorrência para todas as possibilidades de respostas, ou seja, um *stakeholder* de cada tipo. Compreende o resultado da comparação do conteúdo das colunas 7.07(requisito) e 7.12(fonte de informação) conforme os critérios comparativos do valor de risco representadas na tabela 4.7.

Comparação	x)fonte de informação		
y)requisito	(<20) 1	(>=20<40) 2	(>=40) 3
(<=20) 1	Alto (2)	Alto (3)	Médio (4)
(>=20<40) 2	Alto (3)	Médio (4)	Baixo (5)
(>=40) 3	Médio (4)	Baixo (5)	Baixo (6)

Tabela 4.7 – Quadro de Avaliação Risco

<b>Resumo da etapa 10</b>					
O quê	Para quê	Quem ou fonte	Quando	Processo	Produto
Obter o mapa de avaliação de riscos de implementação do requisito	Avaliar a representatividade das respostas obtidas	Engenheiro de requisitos	Após etapa.9, apuração de planilha de respostas dos stakeholder	Comparar as médias obtidas em relação aos parâmetros	Anexo.7 Quadro de Avaliação de Risco

## 4.6 Definição dos Critérios de Qualificação

Os critérios de qualificação definidos no modelo proposto visam incrementar ao conteúdo do requisito parâmetros para validação das informações. O foco de observação é sobre dois elementos: fonte de informação e características do requisito.

Quanto à fonte de informação, o modelo propõe, primeiro, identificar a pessoa responsável pela declaração do requisito sob o ponto de vista de produtor e/ou consumidor da informação; segundo, visualizar claramente o papel que esta pessoa ocupa no ambiente organizacional (operacional, gerencial, estratégico) como formadora de opinião; e, terceiro, qualificar a exigência (essencial, expectativa, excedente) para a satisfação do requisito.

Quanto ao requisito, o modelo propõe, primeiro, identificar a área de aplicação (operacional, gerencial, estratégico); segundo, identificar a área de origem do requisito (interno, externo, ordem legal); e, terceiro, identificar a relação de dependência do requisito no contexto em estudo (individual, dependente grupo, grupo).

A validação dos requisitos dar-se-á pelo confronto das informações do requisito com as dos variados pontos de vista das pessoas, através da ponderação (valor) do grau de exigência e conformidade com a necessidade e/ou desejo do cliente

expresso no processo de extração de requisito, em relação ao produto ou serviço.

Como resultado, obtém-se um índice médio de qualificação do requisito, que permitirá ao engenheiro de requisitos avaliar o grau de risco (alto, médio e baixo) para a implementação do requisito.

#### **4.6.1 Qualificação da Fonte de Informação**

Nem sempre é possível quantificar de forma exata o universo da fonte de informação, principalmente a inclusão dos possíveis stakeholder potenciais atuais e futuros dos produtos ou serviços de informática. Entretanto, qualificá-la é imprescindível ao processo de descobrimento de requisitos.

Para a produção de software com característica de maior resistência e flexibilidade aos impactos das mudanças ambientais, faz-se necessário obter a identificação da fonte de informação e sua respectiva representatividade e poder de decisão no contexto do domínio da aplicação.

Segundo Constantine [CON98], os usuários são os participantes mais importantes no processo de descobrimento de requisitos. Abordando o foco centrado no uso da informação, todo esforço deve ser feito para assegurar que os usuários participantes devam ser representativos do grupo de usuários finais. No processo de descobrimento de requisitos, desde que os papéis do usuário tenham sido identificados, todos os papéis determinados poderão, se possível, ser representados pelos usuários participantes.

Sendo assim, se a abrangência total de envolvimento do universo de informação não é viável, ou seja, se a quantidade não é absoluta, pelo menos o universo envolvido no processo deve ser qualitativamente representativo das vontades e exigências respectivas.

Goguen [GOG93] lembra que, para a informação estar bem situada em seu meio, seus símbolos devem ser interpretados de forma particular, numa situação concreta, por um grupo social particular. Ele conclui com a definição de uma lista de qualidades da informação.

A forma de qualificação e validação da fonte de informação proposta define três aspectos que caracterizam e personalizam o stakeholder como agente da informação: o ponto de vista, a qualificação ocupacional na organização e a

exigência da informação.

Primeiro, o ponto de vista em relação à informação deve enfatizar três categorias: produtor, consumidor ou nem produtor nem consumidor, mas um observador neutro com experiência em qualquer área da organização e que foi convocado para o processo de extração de requisito. Segundo, a qualificação ocupacional em relação à função ocupada na organização ou que uso fará da informação, se operacional, gerencial ou estratégica. Terceiro, a exigência da informação em relação ao que é considerado essencial sob o aspecto funcional da organização, o que é expectativa de implementação e o que é excedente ou futurista para a realidade atual.

A tabela 4.1 é a referência para a qualificação da fonte de informação. Apresenta a relação de seus atributos e categorias de qualificação. São considerados como atributos o ponto de vista, a qualificação ocupacional na organização e a exigência da informação. Estes atributos são categorizados e aplicados conforme o posicionamento do stakeholder no processo de qualificação como fonte de informação.

Fonte Informação (atributo x categoria)	Categoria.1	Categoria.2	Categoria.3
Ponto de vista do sh quanto à informação	Produtor (pr)	Consumidor (co)	Neutro (ne)
Qualificação ocupacional do sh	Operacional (op)	Gerencial (ge)	Estratégica (es)
Exigência da informação pelo sh	Essencial (ss)	Expectativa (xp)	Excedente (xc)

**Tabela 4.1 – Quadro Demonstrativo: Fonte de Informação e Atributos de Qualificação**

O conjunto de atributos e categorias constitui um rol de combinações alternativas de respostas procedentes do stakeholder, do qual se pode compor o quadro demonstrativo completo, totalizando 27 (vinte e sete) colunas de possibilidades, conforme exposto na tabela 4.2, na combinação de todas as categorias 3 a 3.

O quadro de possibilidades de resposta para um requisito



dos stakeholder de maneira equilibrada em três grupos distintos, delimitados pela atribuição do peso maior valor = 9 em relação aos valores 8, 4, 2.

Nesta parte do modelo é que se procede a atribuição do valor da informação para a qualificação dos dados obtidos da fonte de informação.

Por exemplo, as colunas de possibilidades sinalizadas com \* na 3<sup>a</sup> linha da tabela 4.2 representam que a qualificação da fonte de informação foi obtida do ponto de vista de:

- um produtor de informação (1), que exerce a ocupação operacional (1) e considera a exigência de atendimento do requisito como essencial (1); este conjunto de critérios recebe a atribuição de valor da informação = 8 ( $2^3$ );
- na coluna seguinte, repete-se o ponto de vista (1) e a ocupação (1), mas muda a exigência de atendimento do requisito como expectativa (2); este conjunto de critérios recebe a atribuição de valor da informação 4 ( $2^2$ );
- na seqüência, repete-se o ponto de vista (1) e a ocupação (1), mas também muda a exigência de atendimento do requisito como excedente (3); este conjunto de critérios recebe a atribuição de valor da informação 2 ( $2^1$ ).

A cada combinação de atributos está associado um valor pelo grau de importância da informação no contexto, cuja representatividade é direcionada pela exigência da informação. Estes valores determinam o diferencial para o cálculo posterior dos índices de risco de implementação do requisito.

#### 4.6.2 Qualificação do Requisito

Para efeito de validação da demanda pelos stakeholder, no modelo proposto, o requisito é considerado pela sua funcionalidade no domínio da aplicação, ou seja, aquele que representa um processo de transformação de entrada em saída. À especificação de características e atributos constituem critérios de qualidade inerentes ao requisito e, portanto, fazem parte também do requisito, mas não são considerados para qualificação.

A forma de qualificação e validação do requisito proposta define três aspectos que caracterizam e personalizam os requisitos: a qualificação funcional, a área de origem e a relação de dependência entre eles.

Primeiro, a qualificação do requisito em relação ao caráter

funcional na organização, se operacional, gerencial ou estratégica. Segundo, a identificação da área de origem do requisito em atendimento à funcionalidade interna (área origem produto), externa (área destino produto) ou ordem legal. Terceiro, a caracterização da relação de dependência do requisito: se é considerado o próprio item grupo, integrante de um grupo e dependente dele ou individual (exclusivo).

A tabela 4.3 apresenta para o requisito a relação de seus atributos e categorias de qualificação. São considerados atributos inerentes ao requisito a qualificação funcional, a área de origem do requisito e a relação de dependência entre os requisitos. Estes atributos são categorizados e aplicados conforme o posicionamento no processo de qualificação do requisito.

Requisito Funcional (atributo x categoria)	Categoria.1	Categoria.2	Categoria.3
Qualificação funcional do requisito	Operacional (op)	Gerencial (ge)	Estratégica (es)
Área de origem do requisito	Interno (in)	Externo (ex)	Ordem legal (lg)
Relação de dependência de requisitos	Grupo (gr)	Dependente (dp)	Individual (iv)

**Tabela 4.3 – Quadro Demonstrativo: Requisito e Atributos de Qualificação**

O conjunto de atributos e categorias constitui um rol de combinações alternativas de respostas para o requisito, do qual se pode compor o quadro demonstrativo completo, totalizando 27 (vinte e sete) colunas de possibilidades, conforme exposta na tabela 4.4 que é a combinação de todas as categorias 3 a 3.

O quadro de possibilidades de caracterização para o requisito corresponde à combinação das categorias dos atributos, representados na tabela 4.3 pelos códigos (1, 2, 3), observando a hierarquia de enquadramento do requisito.

Quadro demonstrativo da qualificação do Requisito, Identificação da Área de Origem e Dependência																															
Qualifica – Requisito Funcional		Caracterização do Requisito Funcional: área origem, relação dependência																													
	⇒	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2		
	⇒	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7			
	⇒	*																													
Qlif.Funcional	Operacional	1	1	1	1	1	1	1	1	1																					
	Gerencial										2	2	2	2	2	2	2	2	2												
	Estratégico																					3	3	3	3	3	3	3	3		
Área origem	Interno	1	1	1							1	1	1								1	1	1								
	Externo				2	2	2							2	2	2									2	2	2				
	Ordem legal							3	3	3								3	3	3								3	3	3	
Dependência	Grupo	1			1			1			1			1				1			1			1			1				
	Depen grupo		2			2			2			2			2			2			2			2			2				
	individual			3			3			3			3			3			3			3			3			3			
Atribuição de valor relativo		8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2

**Tabela 4.4 - Quadro Demonstrativo de Caracterização de Requisito Funcional**

Nesta parte do modelo é que se procede a atribuição do valor da informação para a qualificação dos dados obtidos do requisito.

Considerando-se um modelo genérico para aplicação em um determinado produto ou serviço, a definição do relacionamento entre requisitos (grupo-8, dependente-4, individual-2), conforme apresentada na última linha da tabela 4.3, é que dirige a tomada de decisão, na hierarquia da área de origem do requisito e sob o ponto de vista da qualificação funcional do requisito.

Por exemplo, as colunas de possibilidades sinalizadas com \* na 3ª linha da tabela 4.4 representam que a qualificação das características do requisito foi

obtida de:

- funcionalidade operacional (1), de origem interna (1) e é considerado um requisito (chave) grupo (1); este conjunto de critérios recebe a atribuição de valor da informação = 8 ( $2^3$ );
- na coluna seguinte, repetem-se a funcionalidade (1) e a origem (1), mas muda a relação de dependência em relação aos demais requisitos, come dependente de outro (2); este conjunto de critérios recebe a atribuição de valor da informação = 4 ( $2^2$ );
- na seqüência. repetem-se a funcionalidade (1) e a origem (1), mas também muda a relação de dependência em relação aos demais requisitos, é individual (3); este conjunto de critérios recebe a atribuição de valor da informação  $2(2^1)$ .

A cada combinação de atributos está associado um valor pelo grau de importância da informação no contexto. Em resumo, cada coluna representa um valor relativo ao grau de importância atribuído ao requisito. Estes valores determinam o diferencial para o cálculo posterior dos índices de risco de implementação do requisito na distribuição da frequência das respostas obtidas e na aplicação dos pesos.

### 4.6.3 Cálculo e Ponderação dos Parâmetros de Qualificação

A aplicação do modelo compreende a apropriação dos resultados das etapas de qualificação do requisito, qualificação da fonte de informação e o comparativo dos resultados para avaliação dos riscos.

#### a) Ponderação do Requisito

A apuração da qualificação do requisito é feita pelo engenheiro de requisitos na Planilha de Apuração de Riscos na Implementação do Requisito [anexo.7, colunas 7.01 a 7.06], a partir da transcrição das informações do Documento de Qualificação de Requisitos [anexo.4] e com as informações sobre o conhecimento que se obteve no processo de extração de requisitos.

#### DOCUMENTO de QUALIFICAÇÃO do REQUISITO [anexo.4]

Requisitos		Qualificação: Requisito		
4.01	4.02	4.03	4.04	4.05
Id.rq	Universo	Qlfica.função	Origem	Dependência
001	T1	3	1	1

A qualificação do requisito é expressa por:

- 4.01 - identificação numérica do requisito;
- 4.02 - observação sobre o universo da fonte de informação t=total, e=estimado, acrescido do número quantitativo do universo conhecido;
- 4.03 - qualificação ponto de vista (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégico);
- 4.04 - qualificação origem da informação (1-in-interna, 2-ex-externa.3-lg-ordem legal);
- 4.05 - qualificação dependência requisitos (1-gr-grupo, 2-dp-dependente, 3-iv-individual).

**PLANILHA de APURAÇÃO de RISCOS de IMPLEMENTAÇÃO do REQUISITO [anexo.7]**

Requisitos							Fonte Informação					Grau	
7.01	7.02	7.03	7.04	7.05	7.06	7.07	7.08	7.09	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14
Id.rq	Func	Orig	Dp.rq	Vlr	Peso	Resul- tado	Qtde	Univ	Pro- duto	MediaR	MédiaR	RiscoR	RiscoM
001	Es	In	Gr	8	9	72.00							

- 7.01 - identificação numérica do requisito;
- 7.02 - funcionalidade do requisito (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégica);
- 7.03 - área de origem do requisito (1-in-interna, 2-ex-externa, 3-lg-ordem legal);
- 7.04 - dependência entre requisitos (1-gr-grupo, 2-dp-dependente, 3-iv-individual);
- 7.05 - valor atribuído para classificação do grupo de informação (grupo.8 =  $2^3$ ; dependente 4 =  $2^2$ ; individual 2 =  $2^1$ );
- 7.06 - peso atribuído, qualificação pela funcionalidade requisito 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 correspondendo à terceira linha da tabela 4.5;
- 7.07 - cálculo do produto 7.05 por 7.06, corresponde ao valor médio do requisito.

O resultado [anexo.7, coluna 7.07] será correspondente ao valor atribuído, única opção do rol das 27 (vinte e sete) colunas representadas na última linha da tabela 4.4 transcritas para a 2ª linha da tabela 4.5. Em seguida, deve ser aplicado o peso relativo a enquadramento do requisito, conforme a 4ª linha da tabela 4.5 (respectivamente operacional, gerencial e estratégico). O cálculo ponderado resultará em um valor único intervalo que varia de 2 a 72, que corresponde ao produto do elemento da 2ª linha pelo elemento da 4ª linha para cada coluna obtendo o valor final para o requisito, conforme a coluna em que foi enquadrado.

	Requisito	Operacional									Gerencial									Estratégico										
01	Possibilidades de qualificação req	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
02	Valor atribuído	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8
03	⇒	*								*										*										
04	Peso requerido	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	
05		7	3	1	5	2	0	2	0	0	7	3	1	4	2	0	2	0	0	7	3	1	4	2	0	2	0	0	7	
		2	2	4	6	0	8	4	8	2	2	2	4	8	0	8	4	8	2	2	2	4	8	0	8	4	8	2	2	

**Tabela 4.5 - Opções de Atribuição de Peso ao Requisito**

Outro fator importante é a ênfase à relação hierárquica de dependência entre os requisitos, dando-se relevância ao item grupo como concentrador de esforços, à relação de dependência com os demais e à individualidade funcional do requisito.

A atribuição do peso da 4ª linha da tabela 4.5 foi adotada do intervalo de 1 a 9, considerando-se a importância da funcionalidade do requisito, com isso aplicável sempre em ordem decrescente, partindo da combinação (1,1,1 = operacional), (2,1,1 = gerencial), (3,1,1 = estratégico), da ordem dos requisitos internos depois para os externos e os legais.

#### **b) Ponderação da Fonte de Informação**

A apuração da qualificação da fonte de informação é feita pelo engenheiro de requisitos, primeiro, na Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de Informação [anexo.6], a partir das informações dos stakeholder no documento de qualificação da fonte de informação [anexo.5]; segundo, na Planilha de Apuração de

Riscos na Implementação do Requisito [anexo.7, colunas 7.08 a 7. 12], a partir da transcrição das informações da Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de informação [anexo.6].

**DOCUMENTO de QUALIFICAÇÃO da FONTE de INFORMAÇÃO [anexo.5]**

Requisitos		Qualificação Fonte de Informação		
5.01	5.02	5.03	5.04	5.05
Id.rq	Observação adicional	Pessoa	Ocupação	Exigência
001		1	1	1

A qualificação da fonte de informação é expressa por:

- 5.01 - identificação numérica do requisito;
- 5.02 - observação adicional sobre o requisito;
- 5.03 - ponto de vista (1-pr-produtor, 2-co-consumidor, 3-ne-neutro);
- 5.04 - ocupação funcional (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégica);
- 5.05 - exigência informação (1-ss-essencial, 2-xp-expectativa, 3-xc-excedente).

O conteúdo da tabela 4.6 é mais bem entendido se comparado, por requisito, ao representado na planilha [anexo.6], da seguinte forma:

Tabela 4.6 (abaixo)

Planilha [anexo.6] (a seguir)

Linha.1

Coluna 6.01

Linha.2

Coluna 6.02

Linha.3

Coluna 6.07

Linhas 5, 8, 11

Coluna 6.08 varia com a funcionalidade requisito.

**PLANILHA de APURAÇÃO de RESPOSTAS da FONTE de INFORMAÇÃO  
[anexo.6]**

Requisito – 001 (estratégico)

Requisitos			Qualificação Fonte Informação			Atribuição		Resultado	
6.01	6.02	6.03	6.04	6.05	6.06	6.07	6.08	6.09	6.10
Tipo.rp	Qtde.rp	%resp	Pessoa	Ocupação	Exigência	Valor	Peso(*)	Produto	Média
01	2	25.00	1	1	1	8	7	112	
02			1	1	2	4	4		
03			1	1	3	2	1		
04			1	2	1	8	8		
05			1	2	2	4	5		
06			1	2	3	2	2		
07			1	3	1	8	9		
08			1	3	2	4	6		
09			1	3	3	2	3		
10	2	25.00	2	1	1	8	7	112	
11	1	12.50	2	1	2	4	4	16	
12			2	1	3	2	1		
13	1	12.50	2	2	1	8	8	64	
14			2	2	2	4	5		
15			2	2	3	2	2		
16	1	12.50	2	3	1	8	9	72	
17			2	3	2	4	6		
18			2	3	3	2	3		
19			3	1	1	8	7		

20	1	12.50	3	1	2	4	4	16	
21			3	1	3	2	1		
22			3	2	1	8	8		
23			3	2	2	4	5		
24			3	2	3	2	2		
25			3	3	1	8	9		
26			3	3	2	4	6		
27			3	3	3	2	3		
MediaR	8	100	-	-	-	-	-	392	49.00
MediaM	27	100	-	-	-	-	-	792	49.49

(\*) a aplicação do peso varia em função da qualificação funcional do requisito, tabela4.6

A apuração das respostas é expressa por:

- 6.01 - tipo de resposta para o requisito (ocorrências de 01 a 27);
- 6.02 - quantidade de respostas para o requisito;
- 6.03 - percentual do tipo de resposta sobre o total de respostas;
- 6.04 - qualifica ponto de vista (1-pr-produtor, 2-co-consumidor, 3-ne-neutro);
- 6.05 - qualifica ocupação funcional (1-op-operacional, 2-ge-gerencial, 3-es-estratégica);
- 6.06 - qualifica exigência informação (1-ss-essencial, 2-xp-expectativa, 3-xc-excedente);
- 6.07 - valor atribuído ao tipo de resposta para classificação (tabela 4.2);
- 6.08 - peso atribuído ao tipo de resposta em relação ao requisito (tabela 4.6);
- 6.09 - produto resultante [6.02 (quantidade) x 6.07 (valor) x 6.08 (peso)];
- 6.10 - médiaR resultante  $\{\xi[6.02 \text{ (quantidade)} \times 6.07 \text{ (valor)} \times 6.08 \text{ (peso)}] / [6.02 \text{ (qtde)}]\}$   
- médiaM resultante  $\{\xi[6.02 \text{ (quantidade)} \times 6.07 \text{ (valor)} \times 6.08 \text{ (peso)}] / 792\}$

A distribuição dos valores dos pesos segue uma ordem comandada pela funcionalidade do requisito, com o peso maior sempre coincidente com a ocupação funcional da fonte de informação.

O peso de 1 a 9 é dividido em três grupos: a(9,6,3), b(8,5,2) e c(7,4,1) para as possibilidades de respostas dos stakeholder. O requisito operacional comanda a atribuição de peso, na ordem de funcionalidade (a.b.c): operacional, gerencial e estratégico. O requisito gerencial atribui o peso (b,a,c): gerencial, operacional e estratégico. O requisito estratégico atribui o peso (c,b,a): operacional, gerencial e estratégico.

	Fonte Informação	Produtor									Consumidor									Neutro										
01	Possibilidades de qualificação fonte	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
02	Qtde respostas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
03	Valor atribuído	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8	8	4	2	8	4	2	8	4	2	8
04	⇒	*									*										*									
05	Peso operacional	9	6	3	8	5	2	7	4	1	9	6	3	8	5	2	7	4	1	9	9	6	3	8	5	2	7	4	1	9
06	⇒ resultado	7	2	0	6	2	0	5	1	0	7	2	0	6	2	0	5	1	0	7	7	2	0	6	2	0	5	1	0	7
		2	4	6	4	0	4	6	6	2	2	4	6	4	0	4	6	6	2	2	2	4	6	4	0	4	6	6	2	2
07	⇒			*									*										*							
08	Peso gerencial	8	5	2	9	6	3	7	4	1	8	5	2	9	6	3	7	4	1	8	8	5	2	9	6	3	7	4	1	8
09	⇒ resultado	6	2	0	7	2	0	5	1	0	6	2	0	7	2	0	5	1	0	6	6	2	0	7	2	0	5	1	0	6
		4	0	4	2	4	6	6	6	2	4	0	4	2	4	6	6	6	2	4	4	0	4	2	4	6	6	6	2	4
10	⇒						*									*											*			
11	Peso estratégico	7	4	1	8	5	2	9	6	3	7	4	1	8	5	2	9	6	3	7	7	4	1	8	5	2	9	6	3	7
12	⇒ resultado	5	1	0	6	2	0	7	2	0	5	1	0	6	2	0	7	2	0	5	5	1	0	6	2	0	7	2	0	5
		6	6	2	4	0	4	2	4	6	6	6	2	4	0	4	2	4	6	6	6	6	2	4	0	4	2	4	6	6

**Tabela 4.6 – Opções de Atribuição de Peso à Fonte de Informação**

Corresponde ao parecer da exigência do requisito sob a ótica do ponto de vista individual. São agrupadas e totalizadas todas as respostas correspondentes ao requisito e aplicado o peso relativo ao enquadramento da fonte de informação, tendo como referência a funcionalidade do requisito (operacional, gerencial, estratégico), conforme linhas 5, 8, 11 da tabela 4.6.

Da somatória no documento Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de Informação de todas as opções por coluna, quantidade de respostas (coluna 6.02) e também do produto (coluna 6.09), obtêm-se os acumulados a serem utilizados

para o cálculo da média.

Da somatória do total de pareceres ponderados do [anexo.6], obtém-se a média simples dividindo-se o total (coluna 6.09) pelo número de pessoas participantes (coluna 6.02), que é o resultado final correspondendo ao valor médio do requisito (médiaR, coluna 6.10) na penúltima linha.

Para melhor adequar o resultado, aplica-se também o cálculo do valor médio relativo ao produto médio fixo “792”, que corresponde á somatória de ocorrência de uma resposta para todas as 27 possibilidades e envolvimento de um stakeholder.

Dividindo-se a somatória do produto da (coluna.6.09) pela constante 792, obtém-se a média relativa (mediam, coluna 6.10) na última linha, que será o segundo referencial para cálculo do grau de risco de implementação.

**PLANILHA de APURAÇÃO de RISCOS de IMPLEMENTAÇÃO do REQUISITO [anexo.7]**

Requisitos							Fonte Informação					Grau	
7.01	7.02	7.03	7.04	7.05	7.06	7.07	7.08	7.09	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14
Id.rq	Func	Orig	Dp.rq	Vlr	Peso	Resul- tado	Qtde	Univ	Pro- duto	MediaR	MédiaR	RiscoR	RiscoM
							1	1	392	49.00	49.49		

A apuração de riscos na implementação do requisito [anexo.7], a partir da transcrição das informações do Documento de Qualificação da Fonte de Informação expressa por:

- 7.08 - identificação do universo de stakeholder t=total ou e=estimado;
- 7.09 - quantificação do universo de stakeholder;
- 7.10 - Produto obtido do peso e valor atribuídos ao requisito no total do anexo.6;
- 7.11 - Média obtida do produto total pelo número de respostas obtidas do anexo.6;
- 7.12 - Média obtida do produto fixo 792 pelo produto total do anexo.6;
- 7.13 - grau de risco do requisito;
- 7.14 - grau de risco em relação à média de respostas.

#### **4.6.4 Determinação do Grau de Risco de implementação**

Determinar o grau de risco na implementação do requisito é a fase final da aplicação do modelo de qualificação proposto no trabalho.

O intervalo de domínio definido para os grupos de risco alto, médio e baixo resultou do cálculo da aplicação dos valores atribuídos (8,4,2) às informações e, aos pesos (1 a 9) aplicáveis aos valores dependendo da qualificação de respostas obtidas.

O produto resultante do valor sobre o peso tem a distribuição de 02 a 72, sendo que o início do domínio de cada intervalo definido pelos produtos (2\*9), (4\*9) e (8\*9), resultando nos intervalos (<20), (de 20 a < 40), (>40), melhor apresentados na tabela 4.7.

O resultado obtido, ou seja, a Planilha de Apuração de Riscos de Implementação de Requisito [anexo.7], com os indicadores de risco para todo e qualquer requisito relacionado, é o balizador de avaliação no processo de captura de requisitos, da representatividade do universo de stakeholder envolvido no processo e, principalmente, da qualidade do produto resultante, o documento de requisitos.

Em conjunto com o Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3], é a referência para negociação da continuidade do trabalho, quando os graus de risco não se enquadrarem no índice baixo.

Como descrito na heurística para extração de requisitos, as atividades devem ser iterativas e, sempre que necessário, reiniciar pelo processo de planejamento e completar tantos ciclos quanto necessários para se produzir um documento de requisitos completo e conciso.

As etapas de determinação do grau de risco de implementação do requisito estão especificadas em três fases: detalhamento da tabela de comparação entre média de requisito e de fonte de informação, aplicação do processo de comparação e avaliação do resultado.

##### **a) Detalhamento da Tabela 4.7 para os Intervalos de Comparação**

O quadro de avaliação de riscos, apresentado na tabela 4.7, resume

os parâmetros de comparação propostos pelo modelo de qualificação. É composto por intervalos definidos pela distribuição em três combinações de limites: 1, 2 e 3. Ambos são aplicáveis ao requisito e à fonte de informação.

Toma-se como referência do requisito a linha (y) e, da fonte de informação, a coluna (x), procedendo as comparações cabíveis, conforme apresentadas no quadro comparativo de riscos (z).

x) na qualificação da fonte de informação	y) na qualidade do requisito
1º caso – a média varia de < 20	1º caso – a média varia de < 20
2º caso – a média varia de 20 a < 40	2º caso – a média varia de 20 a < 40
3º caso – a média varia de $\geq 40$	3º caso – a média varia de $\geq 40$

z) Quadro comparativo de riscos

Comparação	x) fonte de informação		
y) requisito	(<20) 1	(20 <sup>a</sup> <40) 2	( $\geq 40$ ) 3
(<20) 1	Alto (2)	Alto (3)	Médio (4)
(20 <sup>A</sup> <40) 2	Alto (3)	Médio (4)	Baixo (5)
( $\geq 40$ ) 3	Médio (4)	Baixo (5)	Baixo (6)

**Tabela 4.7 – Quadro de Avaliação Risco**

Cada parâmetro tem seu valor absoluto respectivo, correspondendo ao número de caso. Do posicionamento da matriz (linha x coluna), obtêm-se os dois valores que, somados, indicam o enquadramento em um dos três critérios possíveis: alto, médio, baixo.

Os resultados possíveis:

1 + 1 = 2	1 + 2 = 3	1 + 3 = 4
2 + 1 = 3	2 + 2 = 2	2 + 3 = 5
3 + 1 = 4	3 + 2 = 5	3 + 3 = 6

Correspondem ao intervalo:

(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Alto	Alto	Médio	Baixo	Baixo

## b) Aplicação

A determinação do grau de risco de implementação do requisito será obtida pelo confronto das informações da Planilha de Apuração de Respostas da Fonte de Informação [anexo.7].

### PLANILHA de APURAÇÃO de RISCOS de IMPLEMENTAÇÃO do REQUISITO [anexo.7]

Requisitos							Fonte Informação					Grau	
7.01	7.02	7.03	7.04	7.05	7.06	7.07	7.08	7.09	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14
Id.rq	Func	Orig	Dp.rq	Vlr	Peso	Resul- tado	Qtde	Univ	Pro- duto	MediaR	MédiaR	RiscoR	RiscoM
001	Es	In	Gr	8	9	72.00	8	T1	392	49.00	49.49	Baixo	Baixo

O resultado da comparação é proporcional à qualificação do requisito e da fonte de informação. Ambos podem ser enquadrados em três faixas limite 1= (<20), 2=(20a<40) e 3=(>40). A soma dos resultados de enquadramento dá origem à classificação do risco para o requisito.

A primeira comparação refere-se ao conteúdo das colunas 7.07 e 7.11 [anexo.7], cujo resultado obtido será a referência de risco considerando somente as respostas do requisito.

Comparação	x) fonte de informação		
y) requisito			49,00(3) 7.11
72,00 (3) 7.10			Baixo (6) 3 + 3

A segunda comparação refere-se às colunas 7.07 e 7.12 [anexo.7], cujo resultado obtido será a referência de risco considerando a média relativa.

Comparação	x) fonte de informação		
y) requisito			49,49(3) 7.12
72,00 (3) 7.07			Baixo (6) 3 + 3

### c) avaliação do resultado

Os graus de riscos, riscoR (7.13) e riscoM (7.14), podem resultar divergentes. A ocorrência deste fato aponta a variação da participação das pessoas no trabalho fora do contexto de sua atuação.

### PLANILHA de APURAÇÃO de RISCOS de IMPLEMENTAÇÃO do REQUISITO [anexo.7]

Requisitos							Fonte Informação					Grau	
7.01	7.02	7.03	7.04	7.05	7.06	7.07	7.08	7.09	7.10	7.11	7.12	7.13	7.14
Id.rq	Func	Orig	Dp.rq	Vlr	Peso	Resultado	Qtde	Univ	Produto	MediaR	MédiaR	RiscoR	RiscoM
001	3	1	1	8	9	72.00	8	T1	392	49.00	49.49	Baixo	Baixo

De posse do resultado, o que se tem a fazer é analisar para os riscos médio e alto, as causas que determinaram o enquadramento:

- Para o requisito, a média (coluna 7.07) está evidenciando a análise de relacionamento entre os demais requisitos. Requisitos individuais devem ser reavaliados na relação de dependência e descartados ou negociados para revisão:
- Para a fonte de informação, a média (colunas 7.11 e 7.12) está evidenciando a exigência do requisito como expectativa e/ou adiável. Requisitos com alto índice de existência adiável devem ser descartados ou negociados para uma nova versão do produto.

## **4.7 Possibilidades Variação e Uso do Modelo de Qualificação**

O modelo de qualificação é direcionado no sentido de compor os aspectos organizacionais de um ambiente, com a visão estratégica, a gerencial e a operacional para o mapeamento da diversidade de pontos de vista sobre o problema. Isto é posto como uma condição essencial de conhecimento do problema. O intuito é obter o maior grau de informação e divulgação das necessidades e vontades dos stakeholder para proceder-se à avaliação de representatividade na formação de opinião.

O mesmo critério foi adotado com a atribuição do valor da informação e o peso respectivo, relacionando a funcionalidade do requisito à demanda pelo stakeholder.

O sucesso da aplicação do modelo vai depender do planejamento do envolvimento do universo de stakeholder ou de uma amostra proporcional de todas as áreas produtoras e consumidoras do produto informação a ser gerado pelo software.

A amostra deve sempre privilegiar a participação de quem realmente exerce a atividade e a indicação deve partir de quem conhece o problema.

Os critérios de atribuição de valor e de pesos do modelo estão ajustados à abordagem padrão de um sistema voltado para uma organização. Em produtos voltados para o mercado a ponderação deve ser reforçada sobre a opinião do consumidor.

## **4.8 Resumo**

Neste capítulo foi apresentado o modelo proposto, objeto central do trabalho, com a finalidade de tratamento dos requisitos sob o enfoque do conhecimento do problema no contexto do domínio da aplicação. Foram detalhados a definição e aplicação do modelo, a taxonomia do tratamento da informação, o léxico da linguagem para representação de requisitos, a heurística para extração de requisitos e a definição das características de qualificação do requisito e da fonte de informação, para se obter medidas do grau de risco de implementação do requisito. Ao final, apresenta um resumo das possibilidades de variação e de uso do modelo proposto.

No próximo capítulo é feita a análise da aplicação do modelo e são apresentados os benefícios da aplicação, as dificuldades encontradas, os aspectos gerais do modelo e um relato da contribuição para a pesquisa.

# **5 Análise da Aplicação do Modelo de Qualificação**

Nesta etapa da dissertação é feita uma análise dos aspectos gerais do modelo de qualificação e sua aplicabilidade.

## **5.1 Introdução**

Cabe neste momento uma análise da aplicação do modelo com o intuito de consolidação da proposta efetuada para obtenção de requisitos completos confiáveis, consistentes e representativos da vontade, do querer e do fazer acontecer pelos stakeholder, mais que a simples necessidade de se obter resposta ao atendimento da demanda.

Os parâmetros definidos e aplicados no modelo refletem a preocupação do engenheiro de requisitos em obter um documento descritivo de requisitos com o interesse em resolver o problema de definição de requisitos associado ao grau de interesse do responsável pela contratação do produto ou serviço por uma solução de informática.

A negociação com o contratador do serviço deve requerer maturidade para permitir o envolvimento do maior número de stakeholder do universo da informação e, de forma representativa, opinar pela melhor solução para a organização.

## **5.2 Benefícios da Aplicação**

O fator mais importante de aplicação do modelo de qualificação de requisito foi a abordagem de tratamento da informação. Define-se um requisito quando se tem um problema e a vontade de solucioná-lo.

Isto exige um empenho particular do engenheiro de requisitos em motivar o responsável pela contratação do serviço a interessar-se pelos problemas e, principalmente, conhecê-los. Também negociar o comprometimento de uma amostra de pessoas que são fundamentais como fonte de informação no processo de descobrimento

de requisitos.

### **5.3 Aspectos Gerais do Modelo**

A expectativa das vantagens a serem obtidas com a aplicação prática do modelo é, principalmente, identificar os conflitos de interesses das pessoas na definição do problema no contexto organizacional e, com isto, possibilitar o estabelecimento de pontos de negociação de interesse essencial para a organização em detrimento dos interesses particulares de poder e domínio da informação.

A possibilidade de se promover a análise dá-se em duas fases. A primeira é no momento da descrição do requisito quanto à aplicabilidade do requisito e o produto esperado e qual o uso. A segunda é no momento da avaliação dos riscos pelo resultado do processo de qualificação. Se a média resultante indicar risco médio ou baixo, volta-se à origem a fonte de informação e reavalia-se novamente a problemática relatada e o requisito relacionado.

No processo iterativo de melhoria da descrição de requisitos, a forma de negociação é apresentar os resultados obtidos do processamento das informações relativos ao grau de risco apresentado e identificar os pontos que devem ser revistos antes de dar seqüência ao processo de desenvolvimento.

Requisito válido é pré-condição para posterior priorização de implementação.

O modelo proposto restringe-se aos pontos declarados, conforme apresentados na tabela 4.1 e tabela 4.3.

E restritivo no que se refere à exigência de obrigatoriedade de preenchimento de todos os três aspectos de quesitos, tanto para qualificação da fonte de informação como para o requisito. O usuário externo à organização, ou seja, o produtor ou consumidor da informação que não pertença ao quadro funcional, também irá se posicionar nas mesmas qualificações de ocupação funcional: operacional, gerencial e diretivo, ou seja, como faz uso ou produz a informação. Esta exigência aproxima a adequação da demanda à solução do problema.

Fonte Informação (atributo x categoria)	Categoria.1	Categoria.2	Categoria.3
Ponto de vista do sh quanto à informação	Produtor (pr)	Consumidor (co)	Neutro (ne)
Qualificação ocupacional do sh	Operacional (op)	Gerencial (ge)	Estratégica (es)
Exigência da informação pelo sh	Essencial (ss)	Expectativa (xp)	Excedente (xc)

Tabela 4.1 – Quadro Demonstrativo: Fonte de Informação e Atributos de Qualificação

A estrutura do modelo, conforme tabela 4.1. hierarquiza a obrigatoriedade da informação para a fonte de informação, quando exige o enquadramento da pessoa nos atributos de ponto de vista (categoria: produtor, consumidor ou neutro interessado), de ocupação funcional da pessoa (categoria: operacional, gerencial ou estratégica) e de posicionamento quanto à exigência da informação (categoria: essencial, expectativa, excedente).

Requisito Funcional (atributo x categoria)	Categoria.1	Categoria.2	Categoria.3
Qualificação funcional do requisito	Operacional (op)	Gerencial (ge)	Estratégica (es)
Área de origem do requisito	Interno (in)	Externo (ex)	Ordem legal (lg)
Relação de dependência de requisitos	Grupo (gr)	Dependente (dp)	Individual (iv)

Tabela 4.3 – Quadro Demonstrativo: Requisito e Atributos de Qualificação

A estrutura do modelo, conforme tabela 4.3, hierarquiza a obrigatoriedade da informação para o requisito, quando exige o enquadramento do requisito nos atributos de qualificação funcional (categoria: operacional, gerencial ou estratégica), de origem da informação (categoria: interna, externa ou legal) e de

posicionamento quanto à relação de dependência do requisito (categoria: grupo, dependente, individual).

A abordagem quanto ao valor da informação proposto no modelo é visualizar o produto, sua funcionalidade e para quem.

Os valores e pesos atribuídos são parte de uma proposta padrão. Podem ser ajustados em função do produto que se deseja obter (por exemplo, software dirigido ao mercado).

### **5.3.1 Considerações sobre o Problema**

O maior problema para o engenheiro de requisitos na tarefa de descobrir o que é desejado consiste na dificuldade de interpretação das vontades omitidas ou não claras da fonte de informação.

Um fato notório é que se obtêm mais facilmente do stakeholder informações sobre como ele faz determinado procedimento, às vezes sem justificar o porquê, o quê faz e para quê. Por isso, o modelo não se propõe a discutir modelagem da informação e sim montar um documento inicial de requisito, que possibilite registrar as considerações sobre os problemas identificáveis com a possibilidade e definir requisitos viáveis de serem implementados para a solução dos problemas.

### **5.3.2 Significância para a Engenharia de Requisitos**

Do ponto de vista prático, a significância está alinhada aos princípios defendidos Engenharia de Requisitos sobre o foco no conhecimento do problema e a busca aproximação da teoria com a prática, tema largamente abordado nas conferências eventos.

Os esforços em qualificar as informações obtidas no processo de descobrimento aproximam o responsável pela contratação do produto ou serviço, para a importância a dada ao fator opinião, obtenção de consenso e a tomada de decisão sobre o que realmente é essencial para uma organização ou negócio.

### **5.3.3 Natureza dos Parâmetros Aplicáveis ao Modelo**

Os parâmetros e ponderações definidos para qualificação das informações são oriundos de uma perspectiva de medição da proporcionalidade do comprometimento do stakeholder com o resultado final do trabalho de definição de requisito.

Na primeira etapa, a abordagem é privilegiar a existência da informação e o grau de importância dado pelo modelo para ambos, requisito e fonte de informação:

- atribuindo valores múltiplos (dobro) a partir de 2 (2,4,8).

Na segunda etapa, a abordagem é classificar a informação em três grupos distintos para ambos, requisito e fonte de informação:

- a partir de limites construídos pela aplicação de pesos. (9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1), aos valores obtidos na primeira etapa:
  - observando a funcionalidade do requisito.

O enfoque adotado para o posicionamento do stakeholder como produtor ou consumidor reforça a idéia de que o que se constrói deve ter uma aplicação ou um destino. Se isto não ocorre, o produto pode não ser justificável ou útil. Estes conceitos são largamente defendidos nas normas de qualidade do processo produtivo e do produto [ISO91, NBR96].

Como produtor, defende os requisitos de produção para um mercado consumidor, como consumidor, defende os requisitos de consumo com as características de qualidade apropriadas.

### **5.3.4 Formalismo Apropriado e Eficiente para a Descrição**

A adoção de um formalismo para representação do requisito com uma linguagem natural é apropriada para a fase inicial a que se propõe o modelo, ou seja, de descobrimento de requisitos, a partir do conhecimento de problemas. Sob este ponto de vista, só é adotada uma estrutura formal para descrever o requisito em forma de sentença simples declarando a funcionalidade, conforme citado no Documento de Descrição de Requisitos [anexo.1].

As demais informações contidas no Quadro de Descrição de Requisitos [anexo.3] ficam livres de formalismo para representar opiniões e condições,

como registro complementar e de possível reuso posterior.

### **5.3.5 Técnicas de Captura de Requisitos que Podem Efetivamente ser Aplicadas**

O processo de descobrimento de requisitos compõe-se de uma série de atividades que contribuem para o entendimento das informações e permitem decompor os níveis de complexidade do problema.

Segundo Mariana [FRE98], através da técnica de coleta de dados, como a leitura de documentos e entrevistas, o engenheiro de requisitos registra frases e palavras que parecem ter significado especial para a aplicação. Nesta etapa, descrevem-se as noções (significado) e os impactos (os efeitos do uso e ocorrências do elemento na aplicação) de cada palavra ou frase.

Para o caso específico, a qualificação de requisitos, o primeiro passo é usar técnicas de captura de requisitos e a subsequente comparação para identificar o relacionamento entre os requisitos (hierarquia de funcionalidade: estratégica, gerencial e operacional), além de fazer uso de técnicas de negociação de prioridades e da exigência da informação no confronto de múltiplos pontos de vista.

### **5.3.6 Garantia de Efetividade dos Parâmetros Aplicados**

Partindo do princípio que a fonte de informação é a referência do conhecimento a ser descoberto e estruturado, a qualificação de quem é a fonte de informação e qual seu ponto de vista sobre a exigência dos requisitos é o ponto fundamental para a garantia de efetividade dos parâmetros aplicados no modelo.

Os parâmetros de qualificação estão alinhados com maior ponderação associada à funcionalidade do requisito e à função ocupada pelo stakeholder na organização.

### **5.3.7 Custo e Eficiência da Aplicação do Modelo**

O processo de qualificação gera um custo adicional de tempo ao trabalho de análise, pela exigência da participação dos stakeholder basicamente em todas as fases do processo. Mas, sistematizado e bem entendido, o processo pode ser agilizado desde que o engenheiro de requisitos aproveite a disponibilidade dos

stakeholder, dispense a burocracia de agendar com muita antecedência e controle o tempo requerido para as fases repetitivas de reavaliação dos requisitos, utilizando objetividade sobre o que quer de resposta.

Na 1ª fase, no preenchimento do Documento de Descrição de Requisito [anexo.1], o processo pode tornar-se mais demorado, porque depende de um tempo de reflexão e estímulo à criatividade na definição de um requisito associado a um problema. A aplicação é efetuada sob a orientação da estrutura formal da organização para identificar as áreas envolvidas e integradas ao problema.

Já a partir da 2ª fase, na qualificação do requisito [anexo.4], comparando os requisitos em relação interdependência [anexo.2] e na seguinte qualificação da fonte de informação [anexo.5], o processo tende a ser mais crítico e construtivo, porque parte de algo anteriormente descrito e motiva para complementação dos dados e contribuição com novas idéias. A aplicação é efetuada genericamente, na busca do universo de stakeholder, sem o enfoque da estrutura formal da organização, ou seja, aplicável interáreas e ao ambiente externo à organização. Com esta visão de abrangência, os elementos envolvidos podem contribuir com uma visão crítica do processo e do produto.

A eficiência da aplicação do modelo tende a ser efetiva sob os aspectos:

- A maior diversidade de participação dos stakeholder sobre um ponto polêmico permite a visualização de interesses individuais;
- A maior concentração dos stakeholder sobre um ponto comum eleva o índice de média que enquadra o requisito como de baixo risco;
- O posicionamento dos stakeholder na área de seu domínio, ou seja, opinar sobre o que é de seu conhecimento consolida o consenso dos pontos de vista sobre o problema.

### **5.3.8 Resultados de Validação e Parâmetros Melhor Aplicados**

Os efeitos do processo de qualificação serão sentidos à medida que o documento de requisitos reflita um resultado de consenso entre os stakeholder sobre o entendimento e a exigência do requisito. Quanto maior a concentração das áreas afins no tratamento informação, melhor oportunidade ter-se-á de discussão para um produto

final.

A distribuição das respostas no processo de apuração da qualificação da fonte informação (anexo.6), (coluna 6.02), é um indicador participação dos stakeholder. Dependendo da funcionalidade do requisito e qualificação da fonte de informação, a quantidade das respostas concentra a aplicação dos pesos e gera o diferencial para o cálculo da média. Por exemplo, se a funcionalidade do requisito for operacional e as pessoas envolvidas com a avaliação do requisito ocupem a função operacional, o modelo qualifica estas informações com maior valor peso, refletindo numa média final maior.

## 5.4 Contribuição para a Pesquisa

Comparando com as publicações pesquisadas, o modelo de qualificação proposto utiliza a abordagem de Karlsson & Rvan [FP98], na técnica de assinalamento numérico para enquadramento da importância absoluta do requisito (no caso, a exigência do requisito). No entanto, vai além porque enfatiza o ponto de vista do stakeholder como produtor e/ou consumidor da informação gerada.

A proposta do modelo enfatiza a qualificação da fonte de informação e requisito como um procedimento que precede a priorização ou seleção de requisito.

Nas pesquisas sobre priorização e seleção de requisitos para implementação o critério de formulação da questão apresentou dois aspectos:

- A importância absoluta do requisito (tabela 2.2) - tem-se a atribuição de assinalamento numérico da intensidade de importância num intervalo de 1 a 5;
- A importância relativa do requisito (tabela 2.1) - tem-se a seleção da intensidade de importância num intervalo de 1 a 9, comparado aos demais, dois a dois:

Em ambos, não é tratado formalmente quem é o stakeholder e o que ele representa no ambiente organizacional, daí a dúvida para saber se o resultado é representativo. O modelo proposto viabiliza a recuperação da informação, principalmente para um futuro gerenciamento de requisitos.

Um fato importante do modelo em relação à priorização de requisitos é o resultado da média obtida (anexo.7), (colunas 7.07 e 7.1), tanto para o requisito quanto

para a fonte de informação e constitui um parâmetro que prioriza a informação.

Nas pesquisas sobre relacionamento de requisitos onde é tratada a hierarquia de requisitos, um referencial importante é a utilização da abordagem de Robinson [ROB98] na técnica o tratamento de requisitos e a relação de dependência entre eles. Neste particular, o modelo de qualificação é proposto que se identifique a funcionalidade (operacional, gerencial, estratégica) do requisito e determine-se a estrutura hierárquica de como os requisitos estão relacionados pela funcionalidade, reduzindo o número de comparações entre si. Além disso, permite a checagem da estrutura da informação que eles representam.

No processo de descobrimento de requisitos, independente do uso de técnicas de reuniões conjuntas, a proposta prevê uma participação individual e exclusiva do agente da informação ao emitir parecer. O resultado será apropriado para o rol de informações sobre o requisito e comporá a média sobre a qual incidirá a ponderação que quantificará o grau de risco de representatividade do requisito.

Entende-se que a meta é atingir uma participação e colaboração efetiva do maior número de representantes de fonte de informação que são afetados pelo requisito ou que o definem. Por esta razão, a qualificação da fonte de informação e das características do requisito, durante o processo de descobrimento, constitui-se fator essencial para a validação do requisito.

Para a área de pesquisa, é um assunto inovador no tratamento do software como produto, pois evidencia a quantificação e a qualificação de dois enfoques importantes: produção e consumo.

## **5.5 Resumo**

Neste capítulo foram relatados os resultados obtidos do trabalho de pesquisa. Foram também apresentadas as considerações gerais sobre o modelo proposto e um relato da contribuição para a pesquisa.

No próximo capítulo, o de conclusão, será tratada a dimensão do trabalho de pesquisa, relatadas as considerações finais sobre o esforço pelo conhecimento do problema no descobrimento e na documentação dos requisitos, além de destacar ligações do trabalho atual com o desenvolvimento de trabalhos futuros.

## 6 Conclusão

O domínio do conhecimento de requisitos com o enfoque para solução de problemas, objeto da engenharia de requisitos, requer um processo iterativo de descobrimento, análise, negociação de conflitos, documentação e validação de requisitos. Para sustentação e promoção do processo, é necessária a utilização de técnicas de descrição e de aplicação de métricas para avaliação do nível de qualidade do produto final, ou seja, o documento de requisitos.

Com este trabalho conclui-se que o processo de descobrimento e o embasamento do documento de requisitos são fundamentais para a proposta de solução de problemas, antes do início do processo de desenvolvimento de software. Daí o objeto final deste trabalho ser o esforço em produzir o documento de requisitos que reflita as informações exigidas pelo universo de *stakeholder* comprometido com a solução do problema e pela representatividade dos mesmos no processo.

São inúmeros os tópicos que se integram à área de interesse e enfatizam a interdependência de fatores no desenvolvimento do ciclo de vida de requisitos e complementam o modelo proposto de qualificação de requisitos, como destacados no capítulo 2: métricas para medição de qualidade do processo e do produto, técnicas e ferramentas para resolução de conflitos, para determinação de relacionamentos de requisitos, para priorização de requisitos e para gerenciamento de requisitos.

Outro tópico de muito interesse é a aplicação prática do modelo de qualificação com um estudo sobre os benefícios e as dificuldades da aplicação.

Outro fator importante a ser agregado ao modelo é o relacionamento quantitativo do universo de informações com o universo de fonte de informação utilizado no processo de extração de requisitos. A relação de proporcionalidade da representatividade da fonte de informação será também um qualificador do requisito descrito.

Outra possibilidade é o desenvolvimento de rotina automática de análise e interpretação de resultados com critérios e parâmetros variáveis, utilizando recursos de inteligência artificial.

## **7 ANEXOS**

## ANEXO.1 - DOCUMENTO DE DESCRIÇÃO DE REQUISITO

1.01	Identificação do Requisito: ____ (número seqüencial nnn, atribuição para uso análise)
1.02	Domínio da Aplicação (foco e abrangência): _____ Responsável pela informação _____ área: _____ data: _____
1.03	Qualificação Funcional: ( _____ ) (1) operacional (2) gerencial (3) estratégico
1.04	Área de Origem: ( _____ ) (1) interna (2) externa (3) ordem legal
1.05	Universo de Abrangência da Fonte de Informação: ( _____ ) (t) total (e) estimada
1.06	Quantidade Total ( _____ ) Estimada ( _____ ) (1) 01-03 (2) 31-100 (3) > 100
1.07	Descrição do Requisito [descrever na forma (sujeito+verbo+objeto funcional)]
1.08	Problema Identificado:
1.09	Produto:
1.10	Aplicação:
1.11	Atributos:
1.12	Restrições:
1.13	Preferências:
1.14	Expectativas:

## DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **DOCUMENTO DE DESCRIÇÃO DE REQUISITO**

Este documento é o meio definido para a descrição das informações no processo captura dos requisitos:

os itens 1.01 a 1.06 correspondem a dados coletados e analisados sob a responsabilidade do engenheiro de requisitos, com o apoio da fonte de informação, após o preenchimento do documento;

os itens 1.07 a 1.14 correspondem a dados oriundos de informação exclusiva da fonte de informação;

- as informações de 1.07 a 1.10 são características exigíveis para descrever o contexto e fundamentar o entendimento do problema;

as informações de 1.11 e 1.12 são características opcionais inerentes ao requisito para descrever o produto e suas limitações;

as informações 1.13 e 1.14 são características opcionais que antecipam particularidades da fonte de informação em relação à solução do problema.

### 1.1 Identificação do Requisito

Corresponde ao número atribuído para controle e referenciamento do requisito, em ordem seqüencial de registro.

### 1.2 Domínio da Aplicação

O ambiente ou domínio da aplicação é onde ocorrem os fatos e os fenômenos que caracterizam os problemas referentes aos requisitos particulares do cliente. Para descrevê-los é necessária a fixação do foco e a definição da abrangência que delimitam o estudo e as propostas de solução:

Responsável pela informação: é a identificação de quem está prestando a informação: nome, área e em que data, informações estas que permitirão numa fase posterior o rastreamento do requisito.

### 1.3 Qualificação Funcional do Requisito

Corresponde à identificação da funcionalidade do requisito:

(1) op - operacional. (2) ge - gerencial. (3) es - estratégica

A caracterização da funcionalidade do requisito depende da definição da origem do problema (1.08), do tipo de produto (1.09) e do objetivo da aplicação do produto (1.10) no contexto organizacional.

#### 1.4 Área de Origem

Corresponde á identificação da área de origem do requisito, a área demandante:

(1) in - interna. (2) ex - externa. (3) lg - ordem legal.

#### 1.5 Universo de Abrangência da Fonte de Informação Corresponde à identificação do universo da fonte de informação (stakeholder):

(t) – total, quantitativo real do universo da informação, conhecido.

(e) – estimada, código representativo da faixa de universo estimada.

O universo da fonte de informação é para quem o resultado do processo de desenvolvimento de software constitui interesse. O primeiro princípio é conhecer o universo atual e o universo potencial futuro. O segundo princípio é contatar e obter informação, se impossível do universo, mas de uma amostra representativa deste universo.

#### 1.6 Quantidade Total(\_\_\_\_) ou Estimativa (\_\_\_\_)

Corresponde à quantificação do universo da fonte de informação:

para total - tem-se o quantitativo real do universo conhecido

para estimada - tem-se o código da faixa de universo estimada de:

(1) 01 a 30, (2) 31 a 100, (3) maior que 100 ou universo desconhecido.

#### 1.7 Descrição do Requisito [descrever na forma (sujeito+verbo+objeto), (funcional)].

Refere-se à descrição do requisito funcional, de forma clara e comunicativa. É a condição ou exigência expressa pela fonte de informação para satisfação dos objetivos relacionados ao problema. O requisito deve ser consistente, confiável e completo, relativo ao ponto de vista da fonte de informação que detém o conhecimento para que se promova a garantia de qualidade do produto descrito.

#### 1.8 Problema Identificado

Refere-se ao problema sob a perspectiva dos sentidos humanos na percepção dos fatos e fenômenos ambientais que não estão sintonizados com a vontade e o querer da pessoa, como agente no contexto em que está situada (o que é, por que).

### 1.9 Produto

Refere-se ao conteúdo do que se deseja obter para a satisfação do requisito (qual). Corresponde ao resultado que se quer obter com o requisito para resolver o problema.

### 1.10 Aplicação

Refere-se à forma de aplicação do produto da demanda do requisito (para que, para quem). Corresponde a forma de solução para um problema específico.

### 1.11 Atributos

Refere-se à forma e/ou conteúdo do produto para atendimento ao requisito. Os atributos são dimensões das características de funcionalidade e de qualidade dos requisitos no domínio da aplicação.

### 1.12 Restrições

Refere-se às restrições de ordem social, política, econômica organizacional legal, que delimitam o atendimento ao requisito demandado.

As restrições são limitações que delineiam o espaço de solução do problema. As mais comuns referem-se às limitações para o conhecimento da informação e ao acesso ao universo de fonte de informação atual e potencial futuro.

### 1.13 Preferências

Refere-se às preferências do cliente, quanto ao atendimento do requisito (do que). As preferências são condições desejáveis e particulares do cliente, porém opcionais. São condicionadas à definição prévia dos atributos e das restrições. Ou seja, são circunscritas no espaço de solução do problema.

### 1.14 Expectativas

Refere-se às expectativas a serem atendidas no domínio conhecido pelo cliente (para quando, tipo de satisfação). As expectativas são formas de expressão de desejo do cliente. São originadas do conhecimento do problema e do ambiente, cuja satisfação refere-se à esperança de solução.



DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **DOCUMENTO de COMPARAÇÃO de  
DEPENDÊNCIA de REQUISITOS**

Este documento é o meio definido para a comparação e definição do relacionamento de dependência entre os requisitos.

A comparação entre os requisitos, dois a dois, resulta num quantitativo expressivo de procedimentos que se toma na ordem de grandeza  $[n(n-1) / 2]$  comparações, em que  $n$  compreende a quantidade descrita de requisitos.

Para minimizar este esforço, é proposto que, antes de se proceder à comparação entre os requisitos, estes devem ser agrupados pela respectiva característica de funcionalidade: estratégica, gerencial e operacional.

O procedimento de comparação fica delimitado à relação hierárquica pela categoria do requisito (estratégico, gerencial e operacional) reduzindo o universo e a quantidade de comparações. A proposta é que se considere a relação entre requisitos intracategoria e intercategorias e não de todo o universo, requisito a requisito. O relacionamento intercategorias deve ser restrito à relação estratégico versus gerencial e gerencial versus operacional. O resultado da comparação pode ser relacionamento múltiplo, ou seja, o requisito ser um item grupo e ao mesmo tempo dependente de outro requisito. Para fins de qualificação é adotada a caracterização de item grupo com precedência, ficando a relação de dependente ligada ao item grupo superior hierárquico.

A documentação do resultado da comparação é representada no Documento de Comparação de Dependência de Requisito, visualizando o número requisito na linha e o número requisito na coluna e as respectivas dependências, de acordo com a legenda:

*gr* = grupo, *dp* = dependente e *iv* = individual.



## DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **QUADRO DESCRITIVO de REQUISITOS**

Este documento é o meio definido para documentar as informações obtidas via o Documento de Descrição de Requisitos [anexo.1] no processo de captura de requisitos. Tem acrescido, por requisito, o resultado dos procedimentos de comparação de dependência entre os requisitos descritos no Documento de Comparação de Dependência de Requisito [anexo.2].

Os itens numerados 3.01 e de 3.03 a 3.14 correspondem ao conteúdo do [anexo.1] e o item 3.02 corresponde ao conteúdo do [anexo.2].

### 3.1 Identificação do Requisito

Número atribuído para controle e referenciamento do requisito, em ordem seqüencial de registro.

### 3.2 Dependência do Requisito

Resultado da comparação de requisitos do documento [anexo.2]: número requisito linha (*nrl*) versus número requisito coluna (*nrc*) com *gr* (grupo), *dp* (dependente), *iv* (individual).

### 3.3 Qualificação Funcional do Requisito

Corresponde à identificação da funcionalidade do requisito:

(1) *op* – operacional, (2) *ge* – gerencial, (3) *es* - estratégico.

### 3.4 Área de Origem da informação do requisito

Corresponde ao código de identificação da área de origem do requisito:

(1) *in* – interna, (2) *ex* – externa, (3) *lg* - ordem legal.

### 3.5 Universo de Abrangência da Fonte de Informação

Corresponde à identificação do universo da fonte de informação

(t) - total, quantitativo real do universo da informação conhecido.

(e) – estimada, código representativo da faixa de universo estimada.

### 3.6 Quantidade Total ou Estimativa

Corresponde à quantificação do universo da fonte de informação para (t) - tem-se o quantitativo real do universo da informação conhecido para (e) - tem-se o código da faixa de universo representada por: (1) 01 a 30, (2) 31 a 100, (3)

maior que 100 ou universo desconhecido.

3.7 Descrição do Requisito [descrever na forma (sujeito+ verbo+objeto), (funcional)]:

Refere-se à descrição do requisito funcional, de forma clara e comunicativa. É a condição ou exigência expressa pela fonte de informação para satisfação dos objetivos relacionados ao problema.

3.8 Problema Identificado

Refere-se ao problema sob a perspectiva dos sentidos humanos na percepção dos fatos e fenômenos ambientais que não estão sintonizados com a vontade e o querer do elemento humano como agente social no contexto que está situado (o que é, por que).

3.9 Produto

Refere-se ao conteúdo do que se deseja obter para a satisfação do requisito (qual). Corresponde ao resultado que se quer obter com o requisito para resolver o problema.

3.10 Aplicação

Refere-se à forma de aplicação da demanda do requisito (para que, para quem) Corresponde a forma de solução para um problema específico.

3.11 Atributos

Refere-se à forma e/ou conteúdo para atendimento ao requisito. Os atributos são dimensões das características de funcionalidade e de não-funcionalidade dos requisitos no domínio da aplicação.

3.12 Restrições

Refere-se às restrições de ordem social, política, econômica, organizacional, legal... que delimitam o atendimento ao requisito demandado.

As restrições são limitações que delineiam o espaço de solução do problema.

3.13 Preferências

Refere-se às preferências do cliente, quanto ao atendimento do requisito (do que). As preferências são condições desejáveis e particulares do cliente, porém opcionais. São condicionadas à definição prévia dos atributos e das restrições, ou seja, são circunscritas no espaço de solução do problema.

3.14 Expectativas

Refere-se às expectativas a serem atendidas no domínio conhecido pelo cliente (para quando, tipo de satisfação). As expectativas são formas de expressão de desejo do cliente. São oriundas do conhecimento do problema e do ambiente, cuja satisfação refere-se à esperança de solução.

**ANEXO.4 - DOCUMENTO DE QUALIFICAÇÃO DO REQUISITO**

Requisitos		Qualificação: Requisito		
4.01	4.02	4.03	4.04	4.05
Id.rq	Universo	Qlfica.função	Origem	Dependência
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
...				

## DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **DOCUMENTO de QUALIFICAÇÃO do REQUISITO**

Este documento é o meio definido para qualificar o requisito e registrar as características obtidas, via o Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3] e do Documento de Comparação de Dependência de Requisito [anexo.2].

O procedimento de qualificação do requisito é seletivo. O stakeholder emite a opinião somente do requisito que diz respeito a seu domínio do conhecimento.

### 4.1 Identificação do Requisito

Registra a identificação obtida do documento [anexo.3 (coluna 3.01)].

### 4.2 Universo de Abrangência da Fonte de Informação

Informa o código de identificação do universo e o quantitativo real ou o estimado da fonte de informação, sob o ponto de vista do informante, no formato [universo, quantidade]:

t = total, quantitativo real do universo da informação conhecido

e = estimada, código representativo da faixa de universo estimada (1) 01 a 30, (2)31 a 100, (3) maior que 100 ou desconhecido.

O universo da fonte de informação é para quem o resultado do processo de desenvolvimento de software constitui interesse.

### 4.3 Qualificação Funcional do Requisito

Identifica a qualificação funcional do requisito, segundo o ponto de vista da fonte:

(1) op - operacional (condição ou exigência para geração: produto ou serviço)

(2) ge - gerencial (condição ou exigência de gestão: processo, produto ou serviço)

(3) es - estratégica (condição ou exigência de negócio: produto ou serviço)

### 4.4 Área de Origem do Requisito

Identifica a área de origem do requisito:

(1) in - interna (da organização)

(2)ex - externa (cliente do produto ou serviço)

(3) lg - legal (de normas, padrões e legislação específica do negócio).

#### 4.5 Relação de Dependência do Requisito, com os demais requisitos

Registra a relação de dependência do requisito resultante do processo descrito [anexo.2]

(1) gr - grupo (encadeia outros requisitos) - alta complexidade

(2) dp - dependente de grupo (depende de outro requisito, identificar qual) - média complexidade.

(3) iv - individual (independe de outro requisito) - baixa complexidade

**ANEXO.5 - DOCUMENTO DE QUALIFICAÇÃO DA FONTE DE  
INFORMAÇÃO**

Requisitos		Qualificação Fonte Informação		
5.01	5.02	5.03	5.04	5.05
Id.rq	Observação adicional	Pessoa	Ocupação	Exigência
001				
002				
003				
004				
005				
006				
007				
008				
009				
...				

## DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **DOCUMENTO de QUALIFICAÇÃO da FONTE de INFORMAÇÃO**

Este documento é o meio definido para qualificar a fonte de informação e registrar a exigência de atendimento do requisito, a partir do Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3].

O procedimento de qualificação da fonte de informação é seletivo. A pessoa emite a opinião somente do requisito que diz respeito a seu domínio do conhecimento.

### 5.1 Identificação do Requisito

Registra a identificação obtida do documento [anexo.3 (coluna 3.01)].

### 5.2 Informação Adicional

Completar com o detalhamento necessário para esclarecimentos sobre o requisito.

### 5.3 Qualificação do Cliente Fonte de Informação

Identifica a pessoa, segundo o posicionamento, em relação ao requisito:

- (1)*pr* - produtor (gerador dos produtos e/ou serviços)
- (2)*co* - consumidor (usuário dos produtos e/ou serviços)
- (3)*ne* – neutro, interessado no assunto (tem conhecimento para contribuição).

### 5.4 Qualificação Funcional da Fonte de Informação

Identifica a ocupação da pessoa na organização:

- (1)*op* - operacional (área produtiva)
- (2)*ge* - gerencial (área chefia)
- (3)*es* - estratégica (área diretiva).

### 5.5 Qualifica, de acordo com o ponto de vista da pessoa, a exigência do requisito:

- (1)*ss* - essencial (razão de ser do negócio, aspecto funcional da organização)
- (2)*xp* - expectativa (é interessante ter, implementação desejável)
- (3)*xc* - excedente (supera a expectativa, é futurista para a realidade atual).



DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **PLANILHA de APURAÇÃO de RESPOSTAS da FONTE de INFORMAÇÃO**

A partir do Documento de Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5], preenchido pela pessoa selecionada, confecciona-se a planilha de apuração de respostas da fonte de informação [anexo.6] para cada requisito selecionado. No cabeçalho do documento deve ser identificado o número do requisito [anexo.5, coluna 5.01] e a funcionalidade obtida do Quadro Descritivo de Requisitos [anexo.3, coluna 3.03], seguida da descrição do requisito [anexo.3, coluna 3.07].

6.1 Identificação do Tipo de Resposta

Constitui-se de um conjunto das 27 possibilidades de enquadramento de resposta dada pelo usuário no momento da qualificação da fonte de informação.

6.2 Quantidade de Respostas para o Requisito

Constitui-se na totalização quantitativa de respostas, segundo o enquadramento descrito anteriormente, no item 6.01. Cada informação descrita no [anexo.5] correspondente ao requisito, contabiliza uma resposta específica.

6.3 Percentual da Resposta em relação ao Total de Respostas para o Requisito

Calculado o percentual de resposta, após o fechamento do requisito.

$$\text{qtde.rp (6.02)} * 100 / \sum (\text{qtde.rp (6.02)}) \Rightarrow \text{percentual resposta do requisito sobre o total}$$

6.4 Qualificação do Ponto de Vista da Fonte de Informação

A informação é referenciada no Documento de Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5, coluna 5.03].

Identifica a pessoa, segundo o posicionamento, em relação ao requisito:

(1) pr - produtor (produtor dos produtos/serviços)

(2) co - consumidor (usuário dos produtos e/ou serviços)

(3) ne – neutro, interessado no assunto (tem conhecimento para contribuição).

6.5 Qualificação Ocupacional da Fonte de Informação

A informação é referenciada no Documento de Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5, coluna 5.04]

Identifica a ocupação da pessoa na organização:

- (1) op - operacional (nível produtivo)
- (2) ge - gerencial (nível chefia)
- (3) es - estratégica (nível diretivo).

#### 6.6 Exigência da Informação

A informação é referenciada no Documento de Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5, coluna 5.05]

Qualifica, de acordo com o ponto de vista da pessoa, a exigência do requisito:

- (1) ss - essencial razão de ser do negócio, aspecto funcional da organização)
- (2) xp - expectativa (é interessante ter, implementação desejável)
- (3) xc - excedente (supera a expectativa, é futurista para a realidade atual).

#### 6.7 Atribuição de Valor Relativo da Informação

A informação é referenciada na Tabela 4.2. última linha.

Considerando-se um modelo genérico para aplicação em um determinado produto ou serviço, a definição da exigência da informação (essencial-8, expectativa-4, excedente-2), é que dirige a tomada de decisão, na hierarquia da ocupação funcional e sob o ponto de vista do informante em relação ao produto.

A cada combinação de atributos está associado um valor pelo grau de importância da informação no contexto, cuja representatividade é direcionada pela exigência da informação. Estes valores determinam o diferencial para o cálculo posterior dos índices de risco de implementação do requisito.

#### 6.8 Atribuição do Peso Correspondente à Funcionalidade do Requisito

A informação é referenciada na Tabela 4.6. específica para o requisito.

A distribuição dos valores dos pesos segue uma ordem comandada pela funcionalidade do requisito, com o peso maior sempre coincidente com a ocupação funcional da fonte de informação.

Os pesos de 1 a 9 são divididos em três grupos: a (9, 6, 3), b (8, 5, 2) e c (7, 4, 1) para as possibilidades de respostas dos stakeholder. O requisito operacional comanda a atribuição de peso, na ordem de funcionalidade (a, b, c): operacional, gerencial e estratégico. O requisito gerencial atribui o peso (b, a, c): gerencial, operacional e estratégico. O requisito estratégico atribui o peso (c, b, a): operacional, gerencial e estratégico.

## 6.9 Cálculo do Resultado do Produto

Correspondente ao produto entre quantidade de respostas (coluna 6.02), o valor atribuído (coluna 6.07) e o peso atribuído (coluna 6.08).

$$\text{qtde.rp (6.02)} * \text{valor (6.07)} * \text{peso (6.08)} = \text{produto}$$

## 6.10 Cálculo do Resultado da Média do Requisito (médiaR), penúltima linha

Corresponde à quantidade de respostas da coluna 6.02, indicada na penúltima linha e ao produto obtido da coluna 6.09, indicado na penúltima linha.

$$\sum \text{produto (6.09)} / \sum \text{qtde.rp (6.02)} \Rightarrow \text{média requisito}$$

Cálculo do Resultado da Média do Mínimo de Respostas (rnédiaM), última linha.

$$\sum \text{produto (6.09)} * 100 / 792 \Rightarrow \text{média mínima}$$

a constante 792 foi obtida da totalização de uma resposta para cada uma das 27 possibilidades [apêndice.6].



## DESCRIÇÃO EXPLICATIVA: **PLANILHA de APURAÇÃO de RESPOSTAS da FONTE de INFORMAÇÃO**

A partir do Documento de Qualificação da Fonte de Informação [anexo.5], preenchido pela pessoa designada e do Documento de Qualificação do Requisito [anexo.4], confecciona-se a planilha de apuração de respostas da fonte de informação [anexo.6] para cada requisito selecionado.

### 7.1 Identificação do Requisito

Registra a identificação obtida do documento [anexo.3 (coluna 3.01)].

### 7.2 Qualificação Funcional do Requisito

Identifica a qualificação funcional do requisito, segundo o ponto de vista da fonte:

(1)op - operacional (condição ou exigência para geração: produto ou serviço)

(2)ge - gerencial (condição ou exigência de gestão: processo, produto ou serviço)

(3)es - estratégico (condição ou exigência de negócio: produto ou serviço).

### 7.3 Área de Origem do Requisito

Identifica a área de origem do requisito:

(1)111 - interna (da organização)

(2)ex - externa (cliente do produto ou serviço)

(3)lg - legal (de normas, padrões e legislação específica do negócio).

### 7.4 Relação de Dependência do Requisito, com os demais requisitos

Registra a relação de dependência do requisito [anexo.2]

(1)gr - grupo (encadeia outros requisitos) - alta complexidade

(2)dp - dependente grupo (depende de outro requisito) - média complexidade

(3)hiv - individual (independe de outro requisito) - baixa complexidade.

### 7.5 Atribuição de Valor Relativo de Funcionalidade do Requisito A informação é referenciada na Tabela 4.2. última linha.

Considerando-se um modelo genérico para aplicação em um determinado produto ou serviço, a definição da exigência da informação (essencial-8,

expectativa-4, excedente-2), é que dirige a tomada de decisão, na hierarquia da ocupação funcional e sob o ponto de vista do informante em relação ao produto

#### 7.6 Atribuição do Peso Correspondente à Funcionalidade do Requisito

A informação é referenciada na Tabela 4.6. específica para o requisito

A distribuição dos valores dos pesos segue uma ordem comandada pela funcionalidade do requisito, com o peso maior sempre coincidente com a ocupação funcional da fonte de informação.

Os pesos de 1 a 9 são divididos em três grupos: a (9.6.3). b(8.5.2) e c(7.4.1) para as possibilidades de respostas dos stakeholder. O requisito operacional comanda a atribuição de peso, na ordem de funcionalidade (a.b.c): operacional, gerencial e estratégico. O requisito gerencial atribui o peso (b, a, c): gerencial, operacional e estratégico. O requisito estratégico atribui o peso (c.b.a): operacional, gerencial e estratégico.

#### 7.7 Cálculo do Resultado da Qualificação do Requisito

Correspondente ao resultado da qualificação do requisito (coluna 7.07), da relação valor atribuído (coluna 7.05) e o peso atribuído (coluna 7.06).

resultado valor (7.05) \* peso (7.06) > resultado (7.07)

#### 7.8 Quantidade de Respostas da Fonte de Informação para o Requisito

Constitui-se na totalização quantitativa de respostas transportada de [anexo.6, coluna 6.02, penúltima linha].

#### 7.9 Universo de Abrangência da Fonte de Informação

Constitui-se na totalização do universo e o quantitativo real ou o estimado da fonte de informação, transportado de [anexo.4, coluna 4.02, para o requisito específico].

#### 7.10 Cálculo do Produto da Qualificação da Fonte de Informação

Constitui-se na totalização do produto, transportado de [anexo.6 coluna 6.09, penúltima linha].

#### 7.11 Cálculo do Resultado da Média do Requisito (médiaR)

Constitui-se na média do requisito, transportada de [anexo.6, coluna 6.10, penúltima linha]

#### 7.12 Cálculo do Resultado da Média Mínima do Requisito (médiaM)

Constitui-se na média mínima do requisito transportada de [anexo.6, coluna

6.10, última linha].

#### 7.13 Atribuição do Grau de Risco do Requisito

Tendo-se o conteúdo do resultado do requisito [anexo.7, coluna 7.07], encontra-se em qual linha se enquadra o valor na tabela 4.7. obtendo o código correspondente. Tendo-se o conteúdo da médiaR do requisito [anexo.7, coluna 7.11], encontra-se em qual coluna se enquadra o valor na tabela 4.7. obtendo-se o código correspondente. Somando-se os dois códigos. obtém-se o resultado que corresponde ao grau de risco de implementação do requisito.

#### 7.14 Atribuição do Grau de Risco Médio do Requisito

Tendo-se o conteúdo do resultado do requisito [anexo.7, coluna 7.07], encontra-se em qual linha se enquadra o valor na tabela 4.7. obtendo o código correspondente. Tendo-se o conteúdo da médiaR do requisito [anexo.7, coluna 7.11]. encontra-se em qual coluna se enquadra o valor na tabela 4.7. obtendo-se o código correspondente. Somando-se os dois códigos. obtém-se o resultado que corresponde ao grau de risco de implementação do requisito.

## 8 Referências Bibliográficas

- [BER98] BERRY, Daniel M, LAWRENCE, Brian. **Requirements Engineering**, 1ed, USA, IEEE Software, 1998, março/abril, p26-29.
- [BOE96] BOEHM, Barry; IN. Hoh, **Identifying Quality-Requirement Conflicts**. 1ed, USA, IEEE Software, 1996, março, p 25-35.
- [BOE98] BOEHM, Barry. **Software Model Conflicts and How to Avoid Them**, XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software 1ed. Brasil: SBC, Maringá, Paraná, Anais 1998, outubro, 80 p.
- [CON98] CONSTANTINE, Larry L. **Joint Essential Modeling: Collaborative User Requirements Modeling for Usability**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1998, abril, 25 p.
- [DOO98] DOORN, Jorge H, KAPLAN, Gladys, HADAD, Graciela, LEITE, Júlio C.S.P. **Inspección de Escenarios**. SBES98, XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, WER'98, I Workshop de Engenharia de Requisitos, 1ed. Brasil; SBC. Maringá, Paraná, Anais 1998, outubro, vol.1, n.1, p57-69.
- [EDA02] Edna Pacheco Zanlorenzi, **Descrição e qualificação de requisitos: um modelo aplicável à análise e validação da informação**, 1999
- [EMA95] EMAM, Khaled El, MADHAVJI. Nazim H. **Measuring the Success of RE Processes**, Second International Symposium on Requirements Engineering, 1ed. USA, 1995, março p204-211
- [EMA96] EMAM. Khaled El, QUINTIN, Soizic, MADHAVJI, Nazim H, **User Participation in the RE Processes: An Empirical Study**, 1ed, England, Springer-Verlag London Ltd, London, Journal RE 1996, 26p
- [FIO96] FIORINI, Soeli T, LEITE, Júlio C.S.P, SOARES, T.Diana L.V.de M, **Integrating Business Processes with Requirements Elicitation**, Workshop on Enabling Technologies Infrastructure for Collaborative Enterprises, 1ed, USA, 1996, p226-231
- [FIO98] FIORINI, Soeli T, LEITE, Júlio C.S.P.LUCENA, Carlos J.P,

- Organizando Processos de Requisitos**, XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, I Workshop de Engenharia de Requisitos, 1ed, Brasil, SBC, Maringá, Paraná, Anais 1998, outubro, Vol.1, p 1-8.
- [FP98] FOCALPOINT, **Prioritizing Requirements, “What we want always exceeds what we can afford”**
- [FRA98] FRANCH, Xavier, BOTELLA, Pere, **Putting Non-Functional Requirements into Software Architecture**, Ninth International Workshop on Software Specification and Design, 1ed, USA, 1998, abril, p60-67.
- [FRE98] FRESNO, Mariana, MAUCO, Virginia, RIDAO, Marcela, DOORN, Jorge RIVERO, Laura, **Derivación de objetos utilizando LEL y Escenarios en un caso real**, XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software I Workshop de Engenharia de Requisitos, 1ed, Brasil, SBC, Maringá, Paraná, Anais 1998, outubro, vol.I, n1, p89-98
- [GAU89] GAUSE, Donald C. WEINBERG, Gerald M, Exploring Requirements (Quality Before Design), 1ed, USA, Dorset House Publishing Co, 1989, 300 p.
- [GAU90] GAUSE, Donald C. WEINBERG, Gerald M, **Are Your Lights On? How to Figure Out What the Problem Really Is**, 1ed, USA, Dorset House Publishing Co. mc. 1990, 157 p.
- [GAU98] GAUSE, Donald C, **Seeing Customer Requirements: Defining Quality Before Design, Assuring Quality During Design, Improving Quality After Design**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1998, abril, 22p.
- [GOG93] GOGUEN, Joseph A, **Towards a Social Theory of Information**, 1ed, UK Oxford University Center for Requirements and Foundations Programming Research Group, 1993,15 p.
- [GOG96] GOGUEN, Joseph A, **Formality and Informality in Requirements Engineering**, Second International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1996, abril, 15p.

- [GOT97] GOTTEL, Orlena, FINKELSTEIN, Anthony, **Extended Requirements Traceability Results of an Industrial Case Study**, Third International Symposium on Requirements Engineering, Annapolis, Maryland, USA, 1ed, USA, 1997, Janeiro, p169-178.
- [HAM97] HAMMER, T. ROSEMBERG, L. HUFFMAN, L. HYATT, L. **Requirement Metrics, Value Added**, Third International Symposium on Requirements Engineering, Annapolis, Maryland, USA, 1ed, USA, 1997. Janeiro, p141
- [HEI96] HEITMEYER, Constance .L, JEFFORDS, Ralph D., LABAW, Bruce G, **Automated consistency checking of requirements specifications**, 1ed, USA, ACM, Association for Computing Proceedings 1996, julho, p231-261.
- [IEEE96] IEEE. Institute: ANSI. Institute. IEEE Std 1233-1996, **IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications**. 1ed, USA, Computer Society, Piscataway, NJ, Guide, 1996, 24 p.
- [ISO91] ISO/IEC, International Standard Organization, JTC 1 - Joint Technical Committee, ISO/IEC 9126-1991. **Information Technology Software Product Evaluation Quality Characteristics and Guidelines for their use**, 1ed, Switzerland, ISO/IEC, 1991, dezembro, 10p.
- [JAC95a] JACKSON, Michael, **Software Requirements and Specifications: A Lexicon of Practice, Principles and Prejudices**, 1ed, USA, Massachusetts, Addison-Wesley, Reading, 1995, 228p.
- [JAC95a] JACKSON. Michael. Problems and Requirements, ISRE'95 Second International Symposium on Requirements Engineering. (York. England. UK), 1ed. USA: IEEE CSP, Los Alamitos, CA. Proceedings. 1995, março. p2-8.
- [JAC96] JACKSON, Michael, **Conectando Viewpoint by Shared Phenomena**, ISAW-2 International Workshop on Multiple Perspectives in Software Development, San Francisco, CA, USA, 1ed, USA, ACM, Joint Proceedings SIGSOFT'96, 1996, p180-183.
- [KAR96a] KARLSSON, Joachim, RYAN Kevin, **Supporting the Selection of Software Requirements**, Eighth International Workshop Specification

and Design, 1ed, USA, IEEE CSP, 1996, março, pl46-149.

- [KAR96b] KARLSSON, Joachim, **Software Requirements Prioritizing**, Second International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1996, abril, 6p.
- [KAR98a] KARLSSON, Joachim, RYAN, Kevin, **Supporting the Selection of Software Requirements**.
- [KAR98b] KARLSSON. Joachim; OLSSON. Stefan; RYAN. Kevin, **Improved Practical Support for Large-scale Requirements Prioritizing**
- [KAR98c] KARLSSON, Joachim, **Software Requirements Prioritizing**.
- [KAR98d] KARLSSON, Joachim, RYAN, Kevin, **A Cost-Value Approach for Prioritizing Requirements**.
- [KAR98f] KARLSSON, Joachim, **A Systematic Approach for Prioritizing Software Requirements**.
- [KAU97] KAUPPINEN, Maijo, SULONEN, Reijo, **A Practical Framework for Requirements Engineering**, Third International Symposium on Requirements Engineering, 1ed, USA, 1997, Janeiro, p59-64.
- [KOP98] KOP, Christian, MAYR, Heinrich C. **Conceptual Predesign Bridging the Gap between Requirements and Conceptual Design**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1998, abril, p90-98.
- [KOT98] KOTONYA, Gerald; SOMMERVILLE, Ian, **Requirements Engineering (Processes and Techniques**, 1ed, England, John Wibeve & Sons Ltd, 1998, 282p.
- [LEI89] LEITE, Júlio C.S.P. **Viewpoint Analysis: A case Study**, Fifth International Workshop on Software Specification and Design. (Pittsburgh, Pennsylvania, USA, 1ed, USA, ACM Sigsoft Engineering Proceedings, 1989, maio, p11-119.
- [LEI93] LEITE, Júlio C.S.P, FRANCO, Ana P.M, **A Strategy for Conceptual Model Acquisition**, First International Symposium on Requirements Engineering, San Diego, USA, 1ed, USA, 1993, Janeiro, p243-246.
- [LEI94] LEITE, Júlio C.S.P, **Engenharia de Requisitos** 1ed, Brasil, PUC-RIO, Rio de Janeiro, R.J, 1994, 63p.

- [LEI95] LEITE, Júlio C.S.P, OLIVEIRA, Antonio P.A, **A Client Oriented Requirements Baseline**, Second International Symposium Requirements Engineering, 1ed, USA, 1995, março, p08-115.
- [LEI96a] LEITE, Júlio C.S.P: GIL VAZ, Ana P.P, **Requirements Elicitation Driven by interviews: the use of viewpoint**. Eighth International Workshop Software Specification Design, 1ed, USA, 1996, março, p87-94.
- [LEI96b] LEITE, Júlio C.S.P, **Viewpoints on Viewpoints**, 2 International Workshop on Multiple Perspectives in Software Development, San Francisco, CA, USA, 1ed, 1996, p285-288.
- [LEI97] LEITE, Júlio, C.S.P, ROSSI, Gustavo, BALAGUER, Federico, MAIORANA, Vanesa, KAPLAN, Gbadys, HADAD, Graciela OLIVEROS, Alejandro, **Enhancing a Requirements Baseline with Scenarios**, Third International Symposium on Requirements Engineering, Annapolis, Maryland, USA, 1ed, USA, 1997, janeiro, p 44-53.
- [LEI98] LEITE, Júlio C.S.P, LEONARDI, Maria C, **Business Roles as Organizational Policies**, Ninth International Workshop on Software Specification Design, ISE-Shima, Japan, 1ed, 1998, abril, p68-76.
- [LEV98] LEVESON, Nancy G, **Intent Specifications: An Approach to Building Human-Centered Specifications**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, 1998, abril, p204-213.
- [MAC96] MACAULAY, Linda A. **Requirements Engineering**, 1ed, Great Britain, Springer-Verlag London Limited, 1996, 202p.
- [MIL98] MILLARD, Nicola, LYNCH, Paula, TRACEY, Karina. **Child's Play: using Techniques Developed to Elicit Requirements from Children with Adults**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA 1993, abril, p66-73.
- [NBR96] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13596-1996. Tecnologia da Informação - Avaliação de Produto de Software - Características de Qualidade e Diretrizes para seu uso**, 1ed, Brasil,

- ABNT, normas, 1996, maio, 10p.
- [NUS96] NUSEIBH, Bashar, **Conflicting Requirements: When the Customer is not Right** led, England, Springer-Verlag London Ltd, London. Journal RE.1996, 26p
- [NUS97] NUSEIBH, Bashar, ROBERTSON, Suzanne, **Making Requirements Measurable**, Third International Symposium on Requirements Engineering, Annapolis, Maryland, USA, 1ed, USA, 1997, janeiro, p10.
- [PIN96] PINHEIRO, Francisco A.C., GOGUEN, Joseph A, **An Object-Oriented Tool for Tracing Requirements**, 1ed, USA, 1996, março, p52-64.
- [R0B98] ROBINSON, William N., PAWLOWSKI, Suzanne, **Surfacing Root Requirements Interactions from Inquiry Cycle Requirements Documents**. Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1998, abril, p82-89.
- [ROB96] ROBINSON. William N. **Automated Assistance for Conflict Resolution in Multiple Perspective Systems Analysis and Operation**, ISAW-2 International Workshop on Multiple Perspectives in Software Development, San Francisco, CA, USA, 1ed, USA, ACM, Joint Proceedings SIGSOFT'96, 1996, p197-201.
- [ROB98] ROBINSON. William N. **Surfacing Root Requeriments Interations from Inquiry Cycle Requirements Documents**, Third International Symposium on Requirements Engineering, Colorado Srings, Colorado, USA, 1998, abril, p82-89.
- [RYA98] RYAN, Kevin, **Requirements Engineering - getting value for money**, XII Simpósio Brassiere de Engenharia de Software 1ed, Brasil, SBC Maringá, Paraná, 1998, outubro, 55 p.
- [SEI97] SEI - Software Engineering Institute. **Capability Maturity Model**, 1ed, USA, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, Pennsylvania, 1997.
- [SHE92] SHELDON, Fetai, **Reliability Measurement from Theory to Practice**, 1ed, USA, IEEE Software, 1992, julho, p10.
- [SID96] SIDDIQI, Jawed, SHEKARAN, M.Chandra, **Requirements Engineering: the emerging wisdom**, 1ed, USA, IEEE Software, 1996,

março, p15-19.

- [SOM97] SOMMERVILLE, Ian, SAWYER, Pete, **Requirements Engineering (A Good Practice Guide**, 1ed, England, John Wiley & Sons Ltd, 1997, 391p.
- [SOM98] SOMMERVILLE, Ian, SAWYER, Pete: VILLER. 5, **Viewpoint for requirements elicitation: a practical approach**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1998, abril, p74-81.
- [WIE98] WIERINGA, Roel, **Advanced Structured and Object-Oriented Requirements Specification Methods**, Third International Conference on Requirements Engineering, Colorado Springs, Colorado, USA, 1ed, USA, 1998, abril, 50p.
- [ZAN98] ZANLORENCI, Edna P., BURNETT, Robert C. **Modelo para qualificação da fonte de informação cliente e de requisito funcional**, XII Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, 1 Workshop de Engenharia de Requisitos, 1ed, Brasil, SBC, Maringá, Paraná, Anais 1998, outubro, vol.1, p39-43.
- [ZAV95] ZAVE, Pamela, **Classification of Research Efforts to Requirements Engineering**, Second International Symposium on Requirements Engineering, York, England, USA, Proceedings, 1995, março, p14-16
- [ZAV97] ZAVE, Pamela, JACKSON, Michael. **Four dark corners of requirements engineering**, 1ed, USA, ACM, mc - Association for Computing – Proceedings, 1997, Janeiro, vol.6, n.1, p1-30