

**MICHELLE RIBEIRO DOS SANTOS**

**ESTUDO COMPARATIVO DOS PROCESSOS UTILIZADOS NA  
ENGENHARIA DE REQUISITOS**

**MONOGRAFIA SUBMETIDA AO PROGRAMA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA  
DA ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO COMO  
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE  
ESPECIALISTA EM TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.**

São Paulo

2007

MBA/TI  
2007  
S59e

DEDALUS - Acervo - EPEL



31500017586

M2007W

## FICHA CATALOGRÁFICA

**Santos, Michelle Ribeiro dos**

**Estudo comparativo dos processos utilizados na engenharia de requisitos / M.R. dos Santos. -- São Paulo, 2007.**

**54 p.**

**Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Programa de Educação Continuada em Engenharia.**

**1.Sistemas de informação 2.Engenharia de software 3.Engenharia de requisitos I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.**

Dedico este trabalho aos meus pais.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Luiz e Marlene, sem cuja perseverança, esta realização não seria possível.

Aos amigos Daniela Assis, Jim Meadows, Maira Ayub, Carlos Lança, Ricardo Silva, Carlos Eduardo Santini Jr. e Marcio Kaneko, pela presença que tiveram em momentos muito especiais.

Ao Professor Dr. Jorge Becerra Risco pela orientação e por acreditar que eu conseguiria. E a todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

## RESUMO

---

Engenharia de Requisitos é uma disciplina inserida no contexto da Engenharia de Software e relaciona-se ao estudo dos requisitos, sua especificação, documentação, validação e negociação entre todos os “*stakeholders*”<sup>1</sup> de um sistema. Neste estudo propõe-se fazer um comparativo entre os processos de elicitação, análise, especificação e validação da Engenharia de Requisitos. Para isso, serão abordados conceitos básicos da disciplina, e apresentar-se-á argumentos sobre a importância do processo de requisitos.

É esperado que se estabeleça uma comparação entre:

- BPMN dos processos de Engenharia de Requisitos sugerido pelo IEEE
- BPMN dos processos de Engenharia de Requisitos empresarial

Como resultado desta comparação será elaborada uma análise por meio de uma matriz SWOT dos processos da Engenharia de Requisitos empresariais, que irá definir estratégias para manter pontos fortes, reduzir a intensidade de pontos fracos, aproveitando oportunidades e protegendo-se de ameaças.

**Palavras-chave:** Engenharia de Requisitos, requisitos, processo de requisitos, requisitos de “*software*”, especificação de “*software*”.

---

<sup>1</sup> *Stakeholder* é uma referência ampla para cliente, comprador, operador, ou usuário.

## ABSTRACT

---

Requirements Engineering is a discipline of Software Engineering and is concerned with the study of requirements, their specification, documentation, validation and negotiation among all stakeholders of a system. In this work, it is proposed to compare the Requirements Engineer processes, like elicitation, analysis, negotiation, specification, and validation. To achieve that, the basics concepts of the subject will be approached, and will be presented arguments about the Requirements Engineer importance.

It has been expected that a comparison between:

- The BPMN of the suggested Requirements Engineer processes;
- The BPMN of the Enterprise Requirements Engineer processes.

As the result of this comparison, a SWOT matrix of the Requirements Engineer processes will be created, and it will define strategies in order to maintain “strengths”, to reduce “weaknesses”, to take advantage of the “opportunities” and to protect the enterprise against the “threats”.

**Keywords:** Requirements engineering, requirements, requirements process, *software* requirements, *software* specification.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

Figura 1 - Defeitos abertos por mês.....	12
Figura 2 - Requisitos como base da Engenharia de <i>Software</i> .....	16
Figura 3 - Modelo Espiral dos processos de Engenharia de Requisitos .....	17
(KOTONYA 1998) .....	17
Figura 4 – BPD do Processo de Análise de Requisitos 6.1 IEEE 1220-2005. ....	30
Figura 5 – BPD do Processo de Validação de Requisitos 6.2 IEEE 1220 - 2005. ....	31
Figura 6 – BPD do Processo de Solicitação de Mudança .....	32
Figura 7 – BPD do Processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível. ....	33
Figura 8 – BPD do Sub processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível. ....	34
Figura 9 – BPD do Processo de Elaboração de Estimativas de Custo de Alto Nível.	35
Figura 10 – BPD do Processo de Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado.....	36
Figura 11 – BPD do Sub processo de Elaboração de Requisitos Nível Detalhado. ..	37
Figura 12 – BPD do Processo de Elaboração de Estimativas de Custos Nível Detalhado. ....	38
Figura 13 – BPD do Processo de Análise de Requisitos (6.1) Comparado. ....	40
Figura 14 – Subgrupo de processos realizados em outra fase do projeto. ....	42
Figura 15 – Subgrupo de processos inexistentes .....	43
Figura 16 - Matriz SWOT .....	45
Figura 17 - Mapa Estratégico Objetivo 1.....	47
Figura 18 - Mapa Estratégico Objetivo 2.....	48
Figura 19 - Mapa Estratégico Objetivo 3.....	49
Figura 20 - Mapa Estratégico Objetivo 4.....	50
Figura 21 - Mapa Estratégico Objetivo 5.....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SIGLA	SIGNIFICADO
BPD	<i>Business Process Diagram</i>
BPEL4WS	<i>Business Process Execution Language for Web Services</i>
BPMI	<i>Business Process Management Initiative</i>
BPMN	<i>Business Process Modeling Notation</i>
CMU/SEI	<i>Carnegie Mellon University /Software Engineering Institute.</i>
IDEF	<i>Integrated Definition for Function Modeling</i>
IEEE	<i>International Electrical and Electronics Engineering</i>
ISO/IEC	<i>International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission</i>
JAD	<i>Joint Application Development</i>
Std	<i>Standard</i>
SWOT	<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats.</i>
UML	<i>Unified Modeling Language</i>



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
1.1 - OBJETIVO.....	9
1.2 – ABRANGÊNCIA .....	10
1.3 – MOTIVAÇÃO .....	10
1.3.1 - JUSTIFICATIVA ACADÊMICA .....	10
1.3.2 - JUSTIFICATIVA CORPORATIVA .....	11
1.4 - METODOLOGIA.....	13
1.5 - ESTRUTURA DA MONOGRAFIA .....	14
<b>2. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....</b>	<b>15</b>
2.1. ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	15
2.1.1. ENGENHARIA DE REQUISITOS NO CONTEXTO PROJETO DE SOFTWARE ..	15
2.1.2. PROCESSOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS .....	16
2.1.2.1. ELICITAÇÃO .....	17
2.1.2.2. ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO.....	18
2.1.2.3. ESPECIFICAÇÃO .....	18
2.1.2.4. VALIDAÇÃO .....	20
2.2. PADRÃO IEEE STD 1220-2005 PARA TRATAMENTO E GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS .....	21
2.2.1. O QUE É O IEEE STD 1220 - 2005.....	21
2.2.2. OS PROCESSOS DEFINIDOS PELO PADRÃO IEEE STD 1220.....	22
2.2.2.1. ANÁLISE DE REQUISITOS.....	22
2.2.2.2. VALIDAÇÃO DE REQUISITOS .....	23
2.3. BPMN.....	23
2.3.1. O QUE É BPMN.....	23
2.3.2. O OBJETIVO DO BPMN .....	26
2.3.3. A APLICAÇÃO DE BPMN NESTE TRABALHO .....	27
<b>3. ANÁLISE ESTRATÉGICA DOS PROCESSOS .....</b>	<b>28</b>
3.1. APLICAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO BPMN AOS PROCESSOS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS.....	28
3.1.1. PROCESSOS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS PROPOSTOS PELO IEEE ....	29
3.1.1.1. PROCESSO DE ANÁLISE DE REQUISITOS 6.1.....	29
3.1.1.2. PROCESSO DE VALIDAÇÃO DE REQUISITOS 6.2 .....	31
3.1.2. PROCESSOS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS ORGANIZACIONAIS .....	32
3.1.2.1. Processo de Solicitação da Mudança .....	32
3.1.2.2. Processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível.....	33
3.1.2.2.1. Sub processo: Elaboração de Requisito de Alto Nível.....	34
3.1.2.3. Processo de Elaboração de Estimativas de Custos de Alto Nível .....	35
3.1.2.4. Processo de Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado .....	36
3.1.2.4.1. Sub processo : Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado .....	37
3.1.2.5. Processo de Elaboração de Estimativas de Custos Nível Detalhado.....	38
3.2. DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE COMPARAÇÃO.....	39
3.2.1. PROPOSTO (IEEE) X REALIZADO (EMPRESA) .....	39
3.3. RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DOS PROCESSOS .....	40
3.3.1. OUTRAS CONSIDERAÇÕES.....	44
3.4. USO DA MATRIZ SWOT .....	44
3.4.1. ESTRATÉGIAS SUGERIDAS .....	45
3.5. RESULTADOS DA ANÁLISE.....	52
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>53</b>
<b>5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>54</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo refere-se à Introdução do trabalho, passando por objetivos, abrangência, motivação, metodologia utilizada e estrutura do trabalho.

### 1.1 - OBJETIVO

Este estudo propõe-se fazer um comparativo entre processos da Engenharia de Requisitos. Para isso, serão discutidos os conceitos básicos da disciplina de Engenharia de Requisitos, e apresentar-se-á argumentos sobre a importância do processo de requisitos.

Utilizar-se-á da especificação BPMN, para expressar os seguintes processos de negócios em BPD:

- os processos de Engenharia de Requisitos organizacional;
- os processos de Engenharia de Requisitos sugeridos pelo IEEE;

Com base na análise dos BPD's, será feita uma comparação entre proposto e realizado com intuito de identificar possíveis "gaps<sup>2</sup>" nos processos.

Será elaborada uma matriz SWOT relacionada aos processos da Engenharia de Requisitos utilizados pela Empresa.

O resultado desta análise irá definir a situação atual nas perspectivas da visão interna da organização e da visão de mercado (clientes – consumidores), identificando riscos e oportunidades no mercado inserido e futuro.

Por fim, serão definidas estratégias para maximização dos pontos fortes, redução de pontos fracos, aproveitamento de oportunidades e proteção de ameaças.

---

<sup>2</sup> GAP: lacuna, brecha.

## 1.2 – ABRANGÊNCIA

Este trabalho contempla os processos de Engenharia de Requisitos utilizados por uma Empresa que é fornecedora de soluções e serviços de Tecnologia de Informação.

Dentre os projetos em andamento há a implementação e operação de um sistema de faturamento para todos os estados de uma operadora de telefonia móvel de grande porte, cujos processos de Engenharia de Requisitos utilizados para modificação e inclusão de novas funcionalidades, serão utilizados como base para este estudo.

## 1.3 – MOTIVAÇÃO

### 1.3.1 - JUSTIFICATIVA ACADÊMICA

O *software* é a locomotiva da nova economia (PRESSMAN, 1997). *Software* está em quase todas as coisas: de fornos a celulares, de carros a máquinas de diagnóstico computadorizadas, de computadores pessoais a sistemas industriais de controle.

Todos esses sistemas precisam adequar-se a um alto grau de complexidade, que tem que ser tratado e não pode ser simplificado, como ensina Brooks (BROOKS, 1987) apud (NADDEO, 2002).

A necessidade de se encontrar métodos que pudessem ajudar na evolução do processo de construção de *software*, culminou com o desenvolvimento da Engenharia de *Software*.

Essa nova e disciplinada abordagem ao processo de construção de *software* trouxe consigo métodos e técnicas que ajudaram na administração da complexidade

inerente ao *software*, conduzindo-o através de seus diferentes níveis de abstração de forma controlada, passível de administração e mensurável.

Contudo, apesar dos inegáveis avanços ainda existem pontos que permanecem obscuros, demandando atenção da comunidade acadêmica. Um desses pontos é, certamente, requisitos de *software*. A pesquisa de Engenharia de Requisitos tem, aproximadamente, 10 anos e, historicamente, novas tecnologias saem do estado da arte para o estado da prática em aproximadamente 20 anos. Muito há ainda por fazer. (NADDEO, 2002).

A Engenharia de Requisitos é uma disciplina que vem crescendo em importância dentro do contexto de desenvolvimento de *software*. Esse crescimento é decorrente do valor estratégico que vem sendo atribuído aos requisitos como elemento fundamental para o sucesso de projetos de *software*. (MARTINS, 2001)

A relevância deste trabalho está na necessidade de conhecer melhor os processos de Engenharia de Requisitos existentes, assim como analisá-los e avaliá-los, contribuindo para o levantamento das necessidades demandadas e de possíveis propostas de mudanças. Este estudo se justifica, portanto, por poder servir de subsídio para futuros projetos, auxiliando na implementação de novas propostas.

### 1.3.2 - JUSTIFICATIVA CORPORATIVA

Para o sistema motivo deste estudo, a Empresa possui uma média histórica de 155 defeitos abertos por mês, conforme observar-se no gráfico demonstrado a seguir.

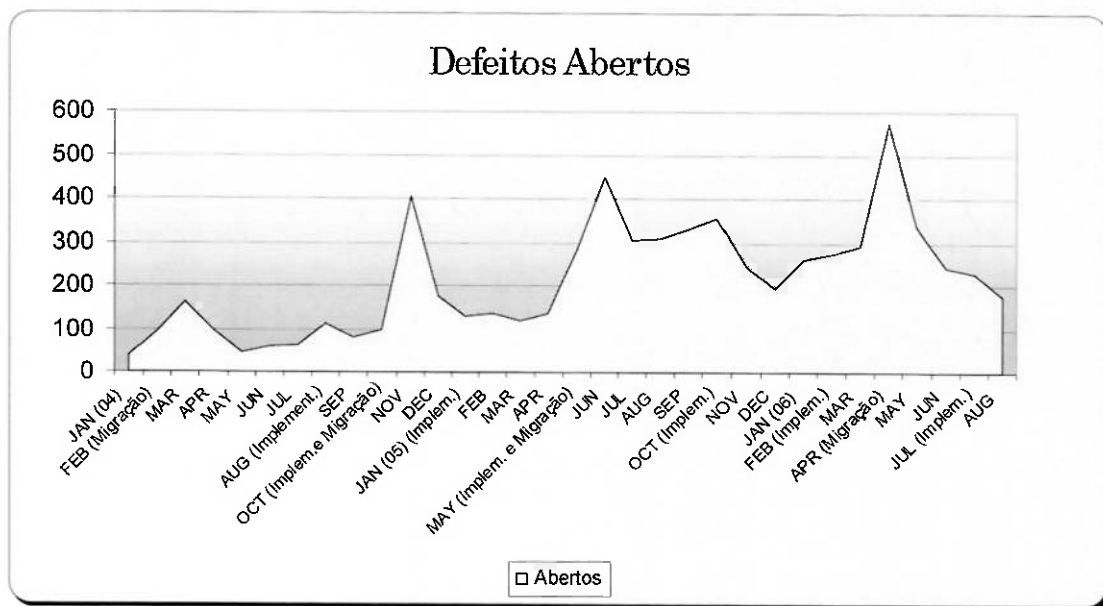


Figura 1 - Defeitos abertos por mês

A *European Software Process Improvement Training Initiative* (ESPITI) (MIRANDA, 2002) realizou uma pesquisa em 3.800 projetos de desenvolvimento de *software* e constatou que:

- 50% dos principais problemas/defeitos de *software* são oriundos da fase de especificação de requisitos;
- 12% das principais causas de fracassos em projetos são oriundos de requisitos incompletos;
- 12% das principais causas de sucessos em projetos são oriundos de requisitos consistentes.

Segundo Wiegers (WIEGERS, 2003), algumas vezes impossíveis de quantificar, porém fáceis de enumerar, são os benefícios de processos de Engenharia de Requisitos de alta qualidade:

- menores quantidades de defeitos nos sistemas
- redução de retrabalho de equipes de desenvolvimento
- menor quantidade de funcionalidades desnecessárias
- menores custos de otimizações/melhorias

- desenvolvimento mais rápido
- redução de escopo desnecessário
- redução do caos de projetos
- estimativas de testes mais acuradas
- maior satisfação dos clientes e membros da equipe.

Nos últimos anos, as organizações mundiais vêm desenvolvendo esforços crescentes no sentido de promover a melhoria de seus processos de Engenharia de *Software*. E, é também com foco na busca pela excelência dos sistemas a serem entregues ao final de um projeto que este estudo visa comparar e analisar os processos de especificação da Engenharia de Requisitos entre os processos sugeridos pelo IEEE e os processos utilizados pela organização dentro do escopo da modelagem BPMN.

## **1.4 - METODOLOGIA**

### **Estudo Preliminar**

Esta fase baseou-se no estudo preliminar onde foram feitas diversas pesquisas sobre o tema de Engenharia de Requisitos e seus processos, dentro da Engenharia de *Software*. Nesta fase foi definido o objetivo do trabalho.

### **Estrutura do trabalho**

Nesta fase, o estudo foi apresentado em estrutura de índice tentativo, relacionando os capítulos e os principais tópicos de cada capítulo.

### **Elaboração da proposta**

Nesta fase foi elaborada a proposta do estudo com definição clara dos objetivos a serem alcançados.

## **Desenvolvimento**

Nesta fase foi feito o desenvolvimento deste estudo, mediante elaboração da monografia.

## **Conclusões**

Nesta fase foram discutidas as conclusões do estudo.

## **1.5 - ESTRUTURA DA MONOGRAFIA**

Este trabalho está estruturado em quatro capítulos básicos, a saber:

### **Capítulo 1 - Introdução**

O primeiro capítulo (presente) apresenta as considerações iniciais a respeito desta monografia, bem como os objetivos que serão atingidos, a abrangência, a motivação, a justificativa, a metodologia utilizada e a estrutura geral do trabalho.

### **Capítulo 2 - Referenciais Teóricos**

O segundo capítulo apresenta uma gama de referenciais teóricos, que foram utilizados para estudar, comparar e analisar a proposta deste trabalho, no capítulo 3.

### **Capítulo 3 – Análise Estratégica dos Processos**

O terceiro capítulo apresenta o estudo e a comparação dos processos sugeridos pelo IEEE com os processos organizacionais e sua análise estratégica.

### **Capítulo 4 - Conclusões**

O quarto capítulo faz a conclusão e tece as considerações finais a respeito desse trabalho.

## 2. REFERENCIAIS TEÓRICOS

### 2.1. ENGENHARIA DE REQUISITOS

Engenharia de Requisitos é uma disciplina inserida no contexto da Engenharia de *Software* e está relacionada ao estudo dos requisitos, sua análise, especificação, validação e negociação entre todos os “*stakeholders*” de um sistema. (NADDEO, 2002)

#### 2.1.1. ENGENHARIA DE REQUISITOS NO CONTEXTO PROJETO DE SOFTWARE

Segundo Kulak (KULAK, 2000) apud Martins (MARTINS, 2001), os requisitos de *software* definem o escopo de um projeto de *software*, na medida em que acrescentamos requisitos para o *software* o escopo do projeto aumenta, se retiramos alguns requisitos o escopo diminui. Além da definição do escopo, a definição dos requisitos também é necessária para planejamento e estimativas de variáveis do projeto de *software* (AMBLER, 2000) apud (MARTINS, 2001).

Considera-se de suma importância a correta definição e documentação dos requisitos de *software*, pois estes irão estabelecer a base para todo o projeto do *software*. Os demais artefatos de *software*, como design, codificação e estratégias de teste, que são produzidos ao longo do projeto, terão como “base” os requisitos do *software* identificados e documentados, resultantes do processo de Engenharia de Requisitos (Figura 2).



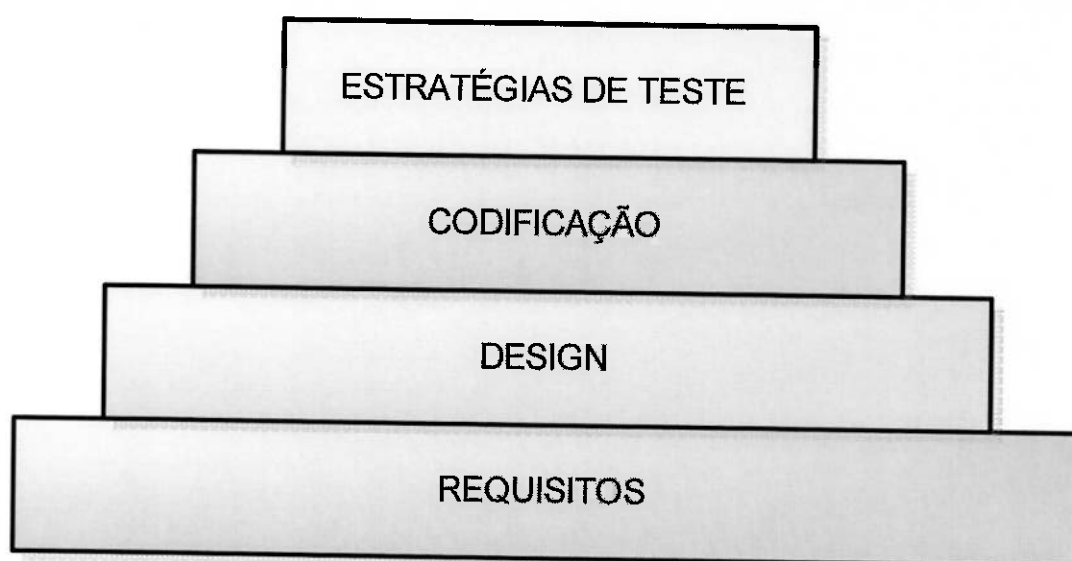


Figura 2 - Requisitos como base da Engenharia de *Software*

### 2.1.2.PROCESSOS DA ENGENHARIA DE REQUISITOS

Os processos de Engenharia de Requisitos são classificados fundamentalmente nas seguintes atividades: eliciação<sup>3</sup>, análise, especificação e validação dos requisitos. Kotonya & Sommerville (KOTONYA, 1998) propõem um modelo de processo iterativo e incremental, tal como a abordagem do modelo espiral para o processo de *software*, que inclui a realimentação necessária à caracterização da natureza dinâmica dos requisitos.

<sup>3</sup> O termo eliciação vem da palavra inglesa *elicitation*, que significa descobrir, desvendar algo obscuro. Embora o termo eliciação não exista no vocabulário da língua portuguesa ele vem sendo aceito e utilizado na comunidade de Engenharia de Requisitos como tradução do termo *elicitation*.



Figura 3 - Modelo Espiral dos processos de Engenharia de Requisitos (KOTONYA 1998)

#### 2.1.2.1. ELICITAÇÃO

Esta fase do processo busca obter informações, obter os requisitos do sistema. Assim engenheiros de requisitos trabalham com clientes e usuários finais para descobrir o problema a ser resolvido, os serviços do sistema, o desempenho necessário, restrições diversas entre outras informações (KOTONYA, 1998).

Kotonya e Sommerville (KOTONYA, 1998) argumentam à existência de quatro dimensões na atividade de elicitação de requisitos:

- Entendimento do domínio da aplicação – na qual se dá o entendimento geral da área na qual sistema será aplicado;
- Entendimento do problema - na qual se dá entendimento dos detalhes do problema específico a ser resolvido com o auxílio do sistema a ser desenvolvido;
- Entendimento do negócio - na qual se dá entendimento da contribuição do sistema para que sejam atingidos os objetivos gerais da organização;

- Entendimento das necessidades e das restrições dos “*stakeholders*” - na qual se dá o entendimento detalhado:

- 1- das necessidades de apoio a serem providas pelo sistema à realização do trabalho e aos interesses de cada um dos “*stakeholders*”;
- 2 - dos processos de trabalho a serem apoiados pelo sistema e;
- 3 - do papel de eventuais sistemas existentes na execução e condução dos processos de trabalho.

#### 2.1.2.2. ANÁLISE E NEGOCIAÇÃO

As atividades conduzidas no contexto de Análise e Negociação de requisitos destinam-se a resolver problemas relacionados aos requisitos que envolvam diferentes percepções do mesmo problema ou necessidade por mais de um “*stakeholder*”, bem como os problemas gerados pela representação do conhecimento obtido de mais de um “*stakeholder*” (NADDEO, 2002).

Os requisitos são analisados em detalhes e diferentes “*stakeholders*” negociam para decidir que requisitos serão aceitos. Este processo é necessário porque existem inevitáveis conflitos entre os requisitos de diferentes origens, ou a informação pode estar incompleta ou a maneira que os requisitos foram descritos pode estar incompatível com o orçamento disponível para desenvolver o sistema. Há sempre alguma flexibilidade nos requisitos e a negociação é necessária para decidir o acordado conjunto de requisitos para o sistema (KOTONYA, 1998).

#### 2.1.2.3. ESPECIFICAÇÃO

Uma vez identificados e negociados, os requisitos devem ser documentados para que possam servir de base para o restante do processo de desenvolvimento. Nesta fase, os requisitos acordados são documentados em um nível de detalhes

apropriado. Segundo Kotonya (KOTONYA, 1998), em geral, há a necessidade de um documento de requisitos que seja compreendido por todos os “*stakeholders*” do sistema, ou seja, os requisitos devem ser documentados utilizando-se a linguagem natural e também diagramas.

Existem dois padrões propostos pelo IEEE somente para especificação de requisitos. São eles:

- IEEE “Recommended Practice for Software Requirements Specifications”; **IEEE STD 830 -1998**, IEEE, New York, 1998. Estas práticas recomendadas descrevem os caminhos recomendados para a especificação de requisitos de *software*. É baseado em um modelo onde o resultado do processo de especificação de requisitos é claro e o documento de especificação é completo (830, 1998).
- IEEE Guide for Developing Systems Requirements Specifications; **IEEE STD 1233 - 1998**, IEEE, New York, 1998. O propósito deste guia é prover orientação para a captura de requisitos, provendo uma clara definição para identificar requisitos bem estruturados e maneiras de organizá-los. Além disso, deixa claro o que são “bons requisitos” e onde procurar para identificar diferentes origens dos requisitos (1233, 1998).

De acordo com Faulk (FAULK, 2007), dentre os benefícios obtidos pelos documentos gerados na fase de especificação, pode-se citar:

- a. O documento de especificação é o veículo básico de comunicação entre desenvolvedores e usuários sobre o que deve ser construído;
- b. O documento de especificação registra os resultados da análise do problema (obtido através da elicitação e análise dos requisitos);

- c. O documento de especificação define quais propriedades o sistema deve ter e quais são as restrições impostas em seu projeto e implementação;
- d. O documento de especificação é a base para estimativas de custo e cronograma;
- e. O documento de especificação é a base para o desenvolvimento do plano de teste do sistema;
- f. O documento de especificação oferece uma definição padrão de comportamento esperado pelos profissionais envolvidos na manutenção do sistema;
- g. O documento de especificação é utilizado para registrar mudanças na engenharia do sistema.

#### 2.1.2.4. VALIDAÇÃO

De acordo com Kotonya (KOTONYA, 1998), cuidadosas checagens deverão ser realizadas nos requisitos para garantir consistência e integralidade. Esta fase do processo tem a finalidade de detectar problemas nos documentos de requisitos, antes que estes sejam utilizados como base no desenvolvimento do sistema.

Segundo Naddeo (NADDEO, 2002), a principal técnica utilizada na validação de requisitos é basicamente aquela utilizada também em outras atividades do processo de *software*: revisões. Esta também é a técnica utilizada pela Empresa objeto deste estudo.

Revisões consistem de reuniões estruturadas, nas quais um grupo de pessoas, prévia e cuidadosamente escolhidas, após lerem e analisarem o documento de requisitos, reúnem-se para discutir os problemas encontrados e chegar a uma solução de consenso em relação às ações a serem adotadas para corrigi-los.

## **2.2. PADRÃO IEEE STD 1220-2005 PARA TRATAMENTO E GERENCIAMENTO DE PROCESSOS DE ENGENHARIA DE SISTEMAS**

O padrão IEEE Std 1220 foi inicialmente publicado em janeiro de 1995. Após dois anos como “*trial-use*”<sup>4</sup>, o documento foi revisado e votado em 1998 para publicação de sua totalidade. As diferenças-chaves entre a publicação de 1998 e a de 2005 são as seguintes (IEEE Std 1220-2005):

- a) Inclusão de explicações que dizem respeito às diferenças entre IEEE Std 1220-1998 e a ISO/IEC 15288:2002, em áreas tal como terminologia e estrutura;
- b) Mínimos ajustes em alguns termos e definições da IEEE Std 1220-1998 para alinhamento com as publicações sobre requerimentos do ISO/IEC;
- c) Esclarecimento da distinção entre requisitos e recomendações do padrão.

### **2.2.1. O QUE É O IEEE STD 1220 - 2005**

O Std 1220 define os requisitos para o esforço técnico total de uma determinada Empresa, relacionado aos processos de desenvolvimento de produtos (incluindo computadores e *software*) e processos que irão prover suporte (sustentar e evoluir) ao ciclo de vida dos produtos (1220, 2005).

Ele determina uma proposta técnica integrada para construir um sistema e requer a aplicação e gerenciamento de processos de engenharia de sistemas do começo ao fim do ciclo de vida do produto (1220, 2005).

O processo de engenharia de sistemas é aplicado recursivamente para o desenvolvimento ou para melhoria incremental de um produto, com intuito de satisfazer os requisitos do mercado e simultaneamente prover processos relacionados

---

<sup>4</sup> *Trial-use*: Versão não oficial, versão para testes.

ao ciclo de vida como desenvolvimento de produtos, criação, testes, distribuição, operação, suporte, treinamento e descarte (1220, 2005).

Este padrão inclui o que todas as entidades organizacionais, todas as empresas e seu pessoal envolvido no projeto, devem realizar para produzir um produto de qualidade e competitivo, que seja comercializável no mercado, que proporcione retornos aceitáveis nos investimentos para a empresa, atinja a satisfação dos “*stakeholders*” e vá de encontro às expectativas do público (1220, 2005).

O objetivo fundamental da engenharia de sistemas é prover produtos e serviços de alta qualidade, com os recursos corretos, adequadas características de performance, com custos dentro do orçamento e no tempo estimado (1220, 2005).

#### **2.2.2.OS PROCESSOS DEFINIDOS PELO PADRÃO IEEE STD 1220**

O Padrão IEEE Std 1220 define em sua clausula 6, definições detalhadas para os processos e atividades de engenharia de sistemas. Conforme a abrangência deste trabalho definida anteriormente, serão estudados, analisados e comparados somente os processos que a empresa realiza na fase de Engenharia de Requisitos. Estes processos são:

- Análise de requisitos – item 6.1 do padrão;
- Validação de requisitos - item 6.2 do padrão.

##### **2.2.2.1. ANÁLISE DE REQUISITOS**

De acordo com IEEE Std 1220 (1220, 2005), os envolvidos no projeto devem executar as atividades de Análise de Requisitos com a finalidade de estabelecer o que o sistema é capaz de realizar; o quanto os produtos do sistema são capazes de realizar em quantidade, em termos mensuráveis, qual o ambiente que este pode operar; quais

os requisitos das interfaces homem/máquina; quais características físicas e estéticas; quais as restrições que afetam o design da solução.

#### 2.2.2.2. VALIDAÇÃO DE REQUISITOS

De acordo com IEEE Std 1220 (1220, 2005), os envolvidos no projeto devem executar as atividades de Validação de Requisitos com a finalidade de avaliar o produto do item 6.1. Os requisitos “*baseline*”<sup>5</sup> que foram elaborados durante a análise de requisitos (6.1) são avaliados para assegurar que representam as expectativas identificadas dos “*stakeholders*” e as restrições da empresa e do projeto (1220, 2005).

### 2.3. BPMN

Este item apresenta os conceitos da modelagem de processos de negócio por meio da Notação de Modelagem de Processos (*Business Process Modeling Notation* – BPMN) publicado pela BPMI - *Business Process Management Initiative* (BPMI, 2004).

#### 2.3.1. O QUE É BPMN

A organização BPMI define a especificação BPMN que disponibiliza uma notação para expressar processos de negócio na forma de Diagrama de Processo de Negócio (*Business Process Diagram* – BPD). “A especificação BPMN também disponibiliza um mapeamento entre os gráficos da notação para embasar a construção de linguagens de execução, particularmente BPEL4WS<sup>6</sup>” (BPMI, 2004).

---

<sup>5</sup> *Baseline* – linha que serve de base, para este trabalho é o documento de especificação de requisitos que serve de base.

<sup>6</sup> *Business Process Execution Language for Web Services* – Linguagem de execução de processos de negócio para serviços web.



A notação principal<sup>7</sup>, de acordo com Storelli, (BPMP, 2004 apud STORELLI, 2006) usada para modelar os processos de negócio por meio do Diagrama de Processo de Negócio é apresentada a seguir. Ela mostra os elementos gráficos básicos para a modelagem de processo, a partir dos quais todos os demais são derivados, de acordo com o *Business Process Management Initiative*, (BPMP, 2004). Essa notação é assim representada, conforme definições apresentadas nos itens, a seguir:

a.Evento (*Event*)



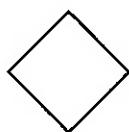
Essa figura corresponde à notação utilizada para diagramar um evento (círculos de centro aberto, para permitir a inserção de marcas), como algo que acontece no decorrer de um processo de negócio. Os eventos afetam o fluxo dos processos e normalmente têm uma causa (gatilho<sup>8</sup>) ou um impacto (resultado).

b.Atividade (*Activity*)



A figura mostra a notação utilizada para a diagramação de uma atividade (retângulos com borda arredondada), que é um termo genérico para algum trabalho realizado. As atividades podem ser atômicas, isto é, não decompostas ou não-atômicas que são decompostas. Os tipos de atividades são: Processo, Sub-Processo e Tarefa. Os processos podem ser ou não limitados em um *pool* (ver significado dessa notação adiante, neste mesmo tópico).

c.Passagem (*Gateway*)



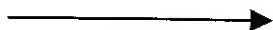
---

<sup>7</sup> De acordo com o original - BPD *Core Element Set*.

<sup>8</sup> Originalmente "trigger".

A notação (losango) é utilizada para representar um “entroncamento” convergente ou divergente na seqüência de um fluxo. Pode ser um desvio, uma ramificação, uma intercalação ou uma junção de caminhos. Marcas internas indicam o tipo de comportamento.

d. Fluxo de seqüência (*Sequence Flow*)



Uma seta direcionada (vetor) é usada para mostrar em que ordem as atividades de um processo são executadas.

e. Fluxo de mensagem (*Message Flow*)



Uma seta tracejada, iniciada com um pequeno círculo, é usada para mostrar o fluxo de mensagens (comunicação) entre dois participantes preparados para enviá-las e recebê-las. Na BPMN, dois *pools* separados no diagrama representam dois participantes (papéis ou entidades de negócio).

f. Área de Contenção (Pool)



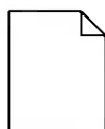
Um pool representa um Participante em um processo. Pode ser usado também como um *swimlane* (linha divisória) ou como um container gráfico para o particionamento de um conjunto de atividades provenientes de outros *pools*, comumente no contexto de situações Negócio a Negócio (*B2B – Business to Business*).

g. Linha Divisória (*Lane*)



Usada para sub-particionar uma Área de Contenção (*pool*), tomando toda a sua extensão, tanto vertical quanto horizontal. Serve para organizar e categorizar atividades.

#### h.Objeto de Dado (*Data Object*)



É considerado um produto ou artefato, porque não exerce nenhum efeito direto sobre os fluxos de sequência ou de mensagem de um processo. Serve para prover informações sobre quais atividades precisam ser executadas e/ou o que elas produzem.

### 2.3.2.O OBJETIVO DO BPMN

O objetivo da BPMN é oferecer suporte ao gerenciamento de processos tanto pelos usuários técnicos quanto pelos usuários de negócios, por meio de uma notação intuitiva, mesmo representando semânticas complexas de negócio, ou seja, ela “provê uma notação prontamente entendível por todos os usuários de negócios desde o analista de negócios até o técnico desenvolvedor responsável pela implementação da tecnologia, bem como pelo pessoal de negócios que monitora e gerencia todo o processo”. (BPMP, 2004) apud (STORELLI, 2006)

De acordo com esta definição da BPMN e pelo estudo de suas especificações, pode-se observar que a notação recomendada é bastante intuitiva, pois utiliza elementos do senso comum e também muito da notação que já vem sendo utilizada em outros modelos e diagramas de fluxos de trabalho (*workflow*) como, por exemplo, o diagrama de atividades da UML e modelos de processos de negócio como o IDEF - *Integrated Definition for Function Modeling* (Definição Integrada para a Modelagem de Funções).

### **2.3.3.A APLICAÇÃO DE BPMN NESTE TRABALHO**

A razão da utilização da modelagem BPMN neste trabalho, é utilizar uma linguagem visual padrão que todos os modeladores de processos irão reconhecer e interpretar, independente da origem do diagrama.

A modelagem BPMN está relacionada aos sub-processos, atividades e artefatos gerados que ocorrem no âmbito das atividades de Engenharia de Requisitos entre cliente e fornecedor e no inter-relacionamento entre estas.

Com relação ao escopo deste trabalho foi utilizada a notação básica e, quando necessário oferecer maior clareza, foram utilizados, também, alguns elementos do conjunto completo especificado em Business Process Management Initiative (BPMI, 2004).

Em cada BPD pode-se observar a captura das atividades e o fluxo de controle que define a seqüência em que essas atividades devem ocorrer. Cada processo inclui eventos (que afetam o fluxo do processo, incluindo os que funcionam como gatilhos), atividades, pontos de decisão, e as entradas e saídas de dados.

Áreas de contenção e linhas divisórias serão utilizadas para mostrar unidades organizacionais desempenhando cada uma de suas atividades. Alguns BPDs serão decompostos para prover maiores detalhes sobre os processos. Símbolos de conexões diferentes são utilizados para mostrar o fluxo das mensagens entre as organizações (cliente e fornecedor) e para mostrar a seqüência de fluxos que conectam as atividades dentro da própria organização (CARNAGHAN, 2005).

### **3. ANÁLISE ESTRATÉGICA DOS PROCESSOS**

Este capítulo apresenta o estudo, a comparação e a análise estratégica dos processos de Engenharia de Requisitos recomendado pelo IEEE Std 1220 utilizando uma abordagem BPMN. Mostra-se primeiramente a especificação BPMN aplicada aos processos nas suas visões conceitual e operacional, mostrando conceitualmente o que deve ser feito e operacionalmente como são realizadas as atividades.

Desta forma, como produto desta fase, obtêm-se os diagramas de processos de negócio com atividades bem definidas, especificados por meio do modelo BPMN, para cada um dos processos dentro do contexto de Engenharia de Requisitos conceitual e operacional.

Com este resultado é feita uma comparação, entre o conceitual e o operacional, com intuito de eleger as diferenças encontradas.

Com base nas diferenças encontradas, será feita uma análise estratégica dos processos, através de uma matriz SWOT. Esta análise possibilitará definir estratégias para maximização dos pontos fortes, redução de pontos fracos, aproveitamento de oportunidades e proteção de ameaças, que poderão ser incluídas em um planejamento estratégico futuro.

#### **3.1. APLICAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO BPMN AOS PROCESSOS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS**

Nesta fase propõe-se que a modelagem da especificação BPMN em diagramas de processos de negócio seja feita para cada área chave do processo de Engenharia de Requisitos em um diagrama de processo de negócios (BPD) completo, composto pelas atividades especificadas nessa área, adotando-se os seguintes passos:

- Analisar a especificação IEEE Std 1220 para obter o entendimento do propósito de suas atividades;
- Interpretar cada atividade da Engenharia de Requisitos do ponto de vista do modelo conceitual de processos;
- Utilizar a especificação BPMN para modelar, em cada processo, as atividades, os objetos de dados de entrada e saída, seu relacionamento com outras atividades.

### **3.1.1.PROCESSOS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS PROPOSTOS PELO IEEE**

Este item trata da modelagem dos processos sugeridos pela cláusula 6 do padrão IEEE Std 1220 - 2005. Primeiramente modelou-se o processo de Análise de Requisitos, em seguida modelou-se o processo de Validação de Requisitos.

#### **3.1.1.1. PROCESSO DE ANÁLISE DE REQUISITOS 6.1**

A figura abaixo mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o Processo de Análise de Requisitos, item 6.1 do Padrão 1220 - 2005. Este processo resulta em: o que o sistema é capaz de realizar; o quanto os produtos do sistema são capazes de realizar em quantidade, em termos mensuráveis, qual o ambiente que este pode operar; quais os requisitos das interfaces homem/máquina; quais características físicas e estéticas; quais as restrições que afetam o design da solução.

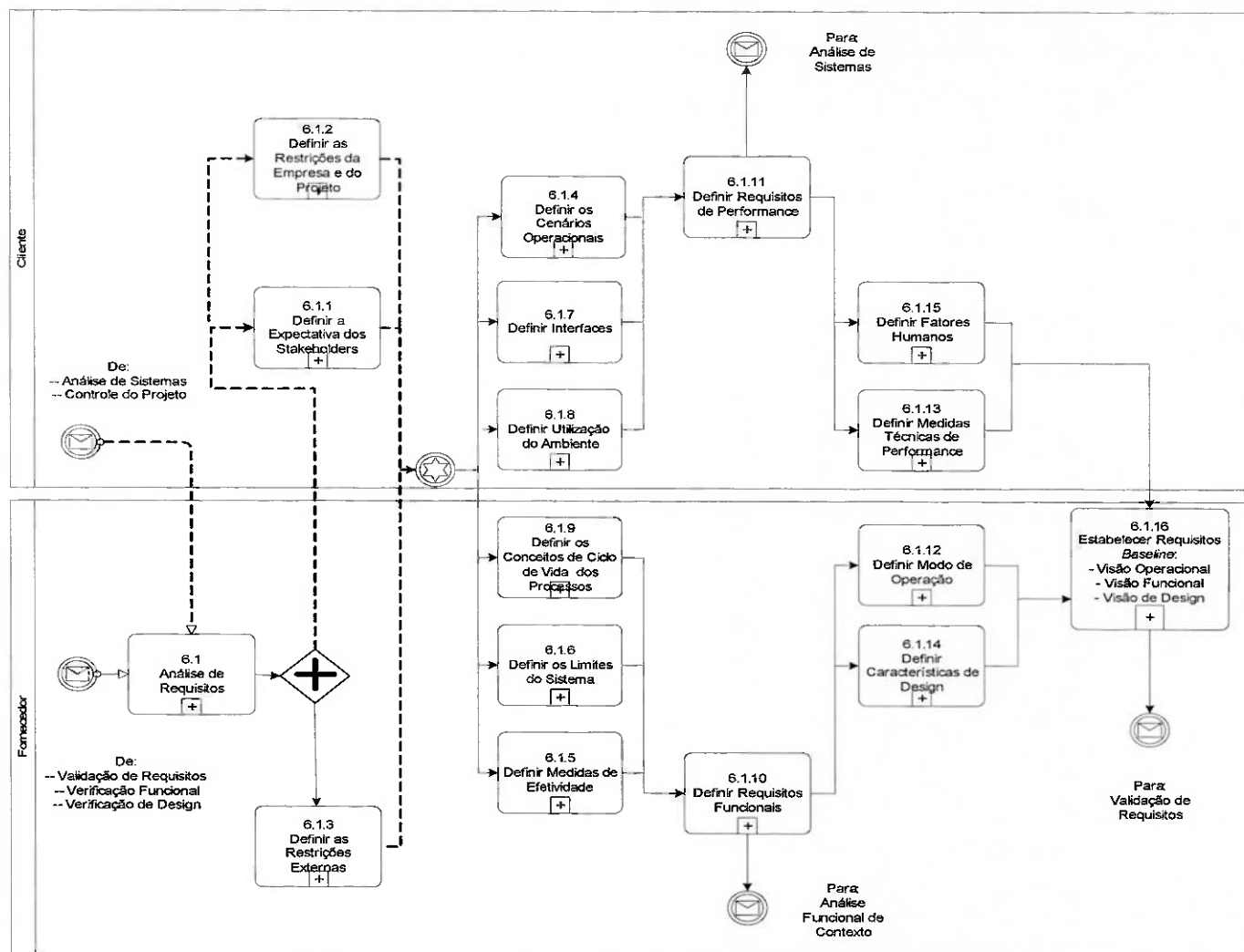


Figura 4 – BPD do Processo de Análise de Requisitos 6.1 IEEE 1220-2005.

### 3.1.1.2. PROCESSO DE VALIDAÇÃO DE REQUISITOS 6.2

A figura 5 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o Processo de Validação de Requisitos, item 6.2 do Padrão IEEE 1220-2005. Este processo tem o intuito de avaliar o produto do item 6.1. Os requisitos “*baseline*”<sup>9</sup> que foram elaborados durante a análise de requisitos (6.1) são avaliados para assegurar que representam as expectativas identificadas dos “*stakeholders*” e as restrições da empresa e do projeto.

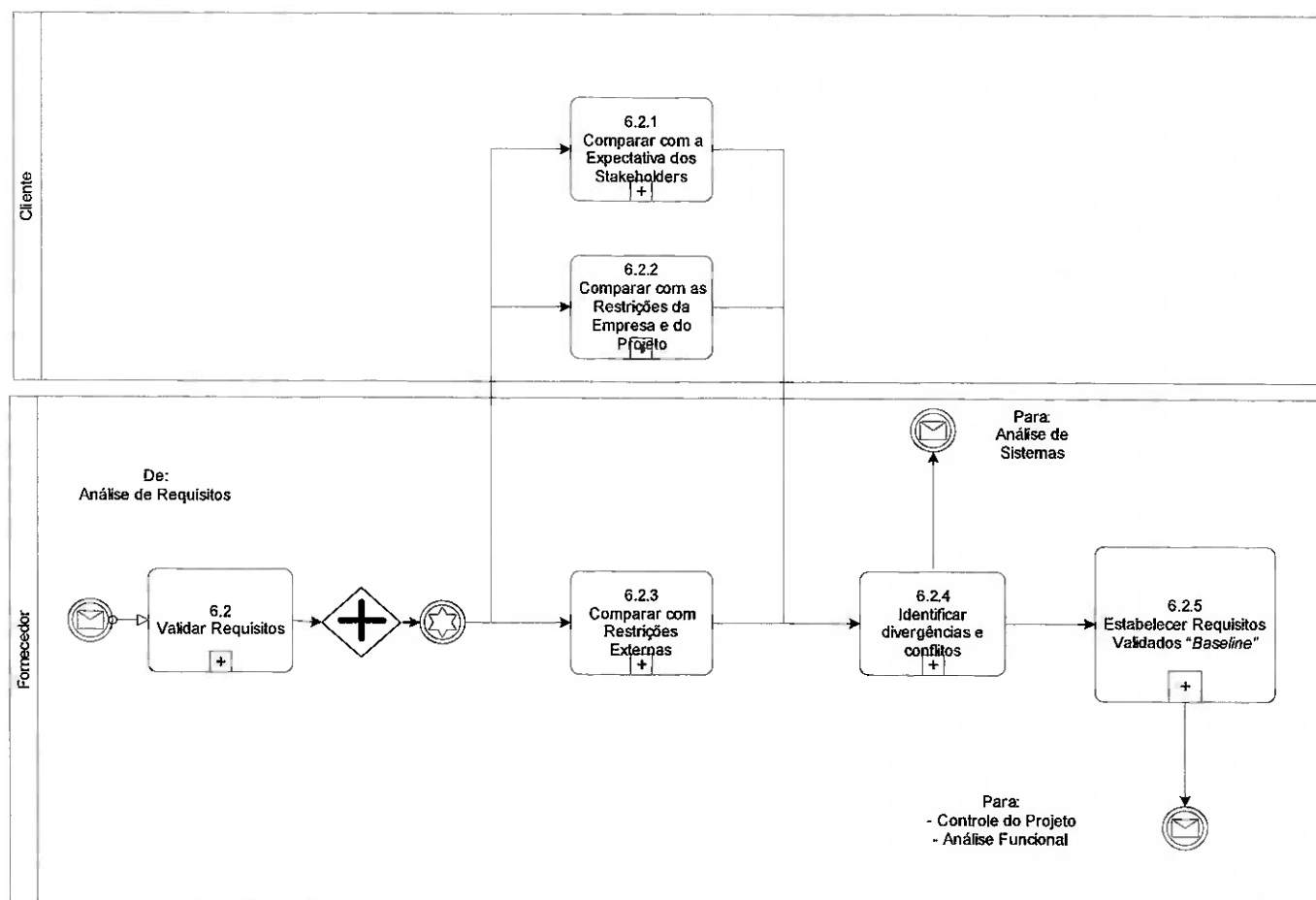


Figura 5 – BPD do Processo de Validação de Requisitos 6.2 IEEE 1220 - 2005.

<sup>9</sup> *Baseline* – linha que serve de base, para este trabalho é o documento de especificação de requisitos que serve de base.



### 3.1.2.PROCESSOS DE ENGENHARIA DE REQUISITOS ORGANIZACIONAIS

Este sub item trata da modelagem dos processos realizados pela Empresa.

#### 3.1.2.1. Processo de Solicitação da Mudança

A figura 6 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio representando o Processo de Solicitação de Mudança, que é iniciado pelo cliente. Área de negócios usuária identifica as mudanças que podem ser feitas, e solicita ao fornecedor a mudança. Fornecedor analisa se a mudança já foi solicitada, efetuada ou priorizada. De acordo com esta análise prossegue ou para o processo.

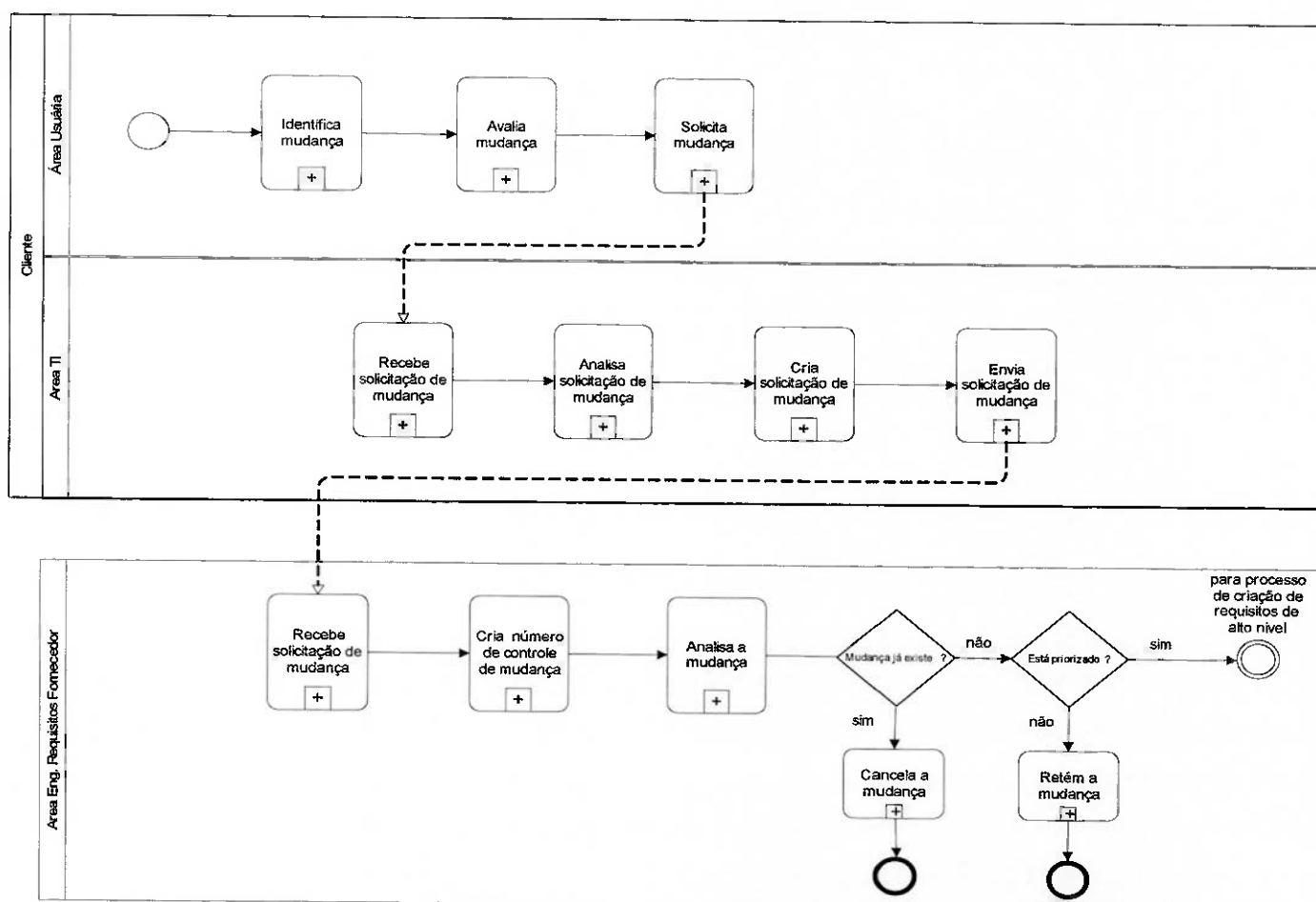


Figura 6 – BPD do Processo de Solicitação de Mudança

### 3.1.2.2. Processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível

A figura 7 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o Processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível da Organização. Neste processo, o início se dá com a atividade de elicitação através de uma *JAD*<sup>10</sup>. Posteriormente os processos de análise, especificação. Por fim, o processo de validação, que se divide em três níveis: “*peer review*”<sup>11</sup>, revisão interna (com área de desenvolvimento), e revisão com o cliente.

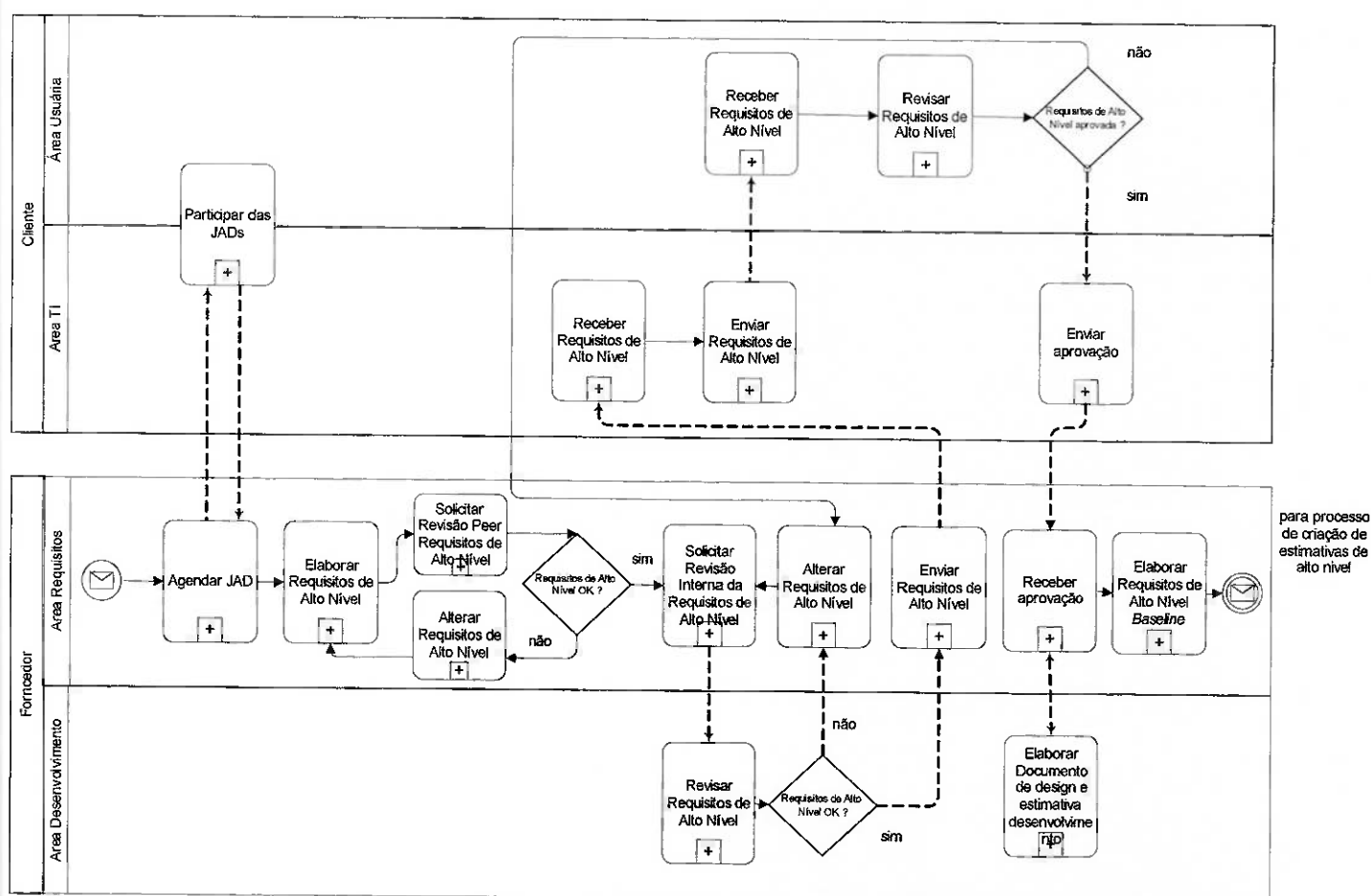


Figura 7 – BPD do Processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível.

<sup>10</sup> *JAD (Joint Application Development)* é uma técnica que foi desenvolvida pela IBM (Canadá) no final da década de 1970, orientada ao trabalho em grupo, que oferece um ambiente para clientes e engenheiros de *software* trabalhar como um time, compartilhando informações e idéias sobre um determinado tema ou assunto, através de sessões da *brainstorm* mediada por um facilitador.

<sup>11</sup> Peer Review é uma revisão realizada entre os engenheiros da área de requisitos.

### 3.1.2.2.1. Sub processo: Elaboração de Requisito de Alto Nível

A figura 8 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o sub processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível da Organização. As atividades abordadas aqui são: definir premissas e restrições, definir conceitos de negócios, definir interfaces. A partir destas informações, é elaborado o documento de alto nível de requisitos *baseline*.

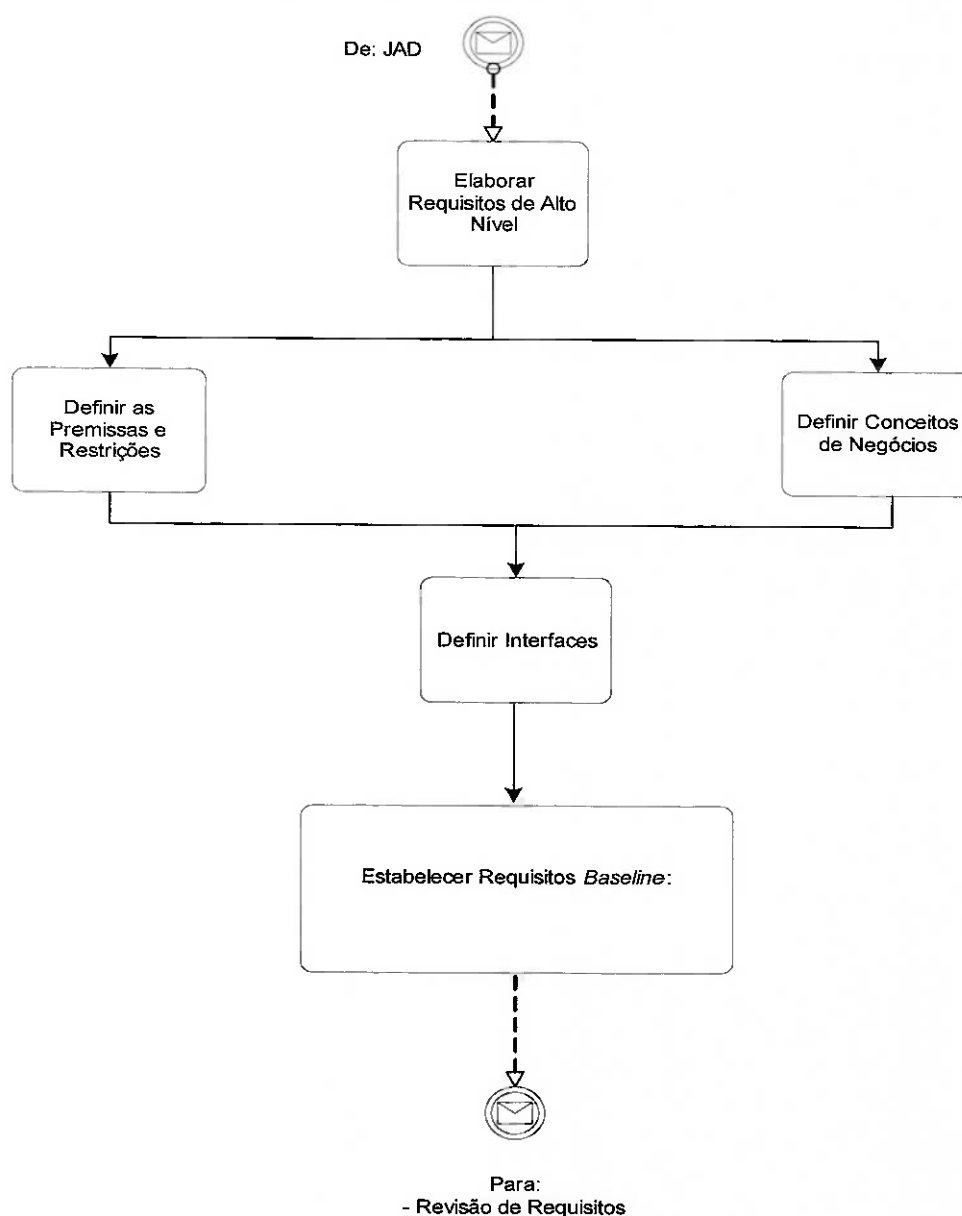


Figura 8 – BPD do Sub processo de Elaboração de Requisitos de Alto Nível.

### 3.1.2.3. Processo de Elaboração de Estimativas de Custos de Alto Nível

A figura 9 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o processo de Elaboração de Estimativas de Custos de Alto Nível da Organização. Com o produto do processo anterior, o documento de requisitos de alto nível, é possível passar para o processo de elaboração de estimativas de custos de alto nível. Após elaboração, estas são submetidas a aprovação do cliente, para que se possa dar continuidade ao processo da mudança.

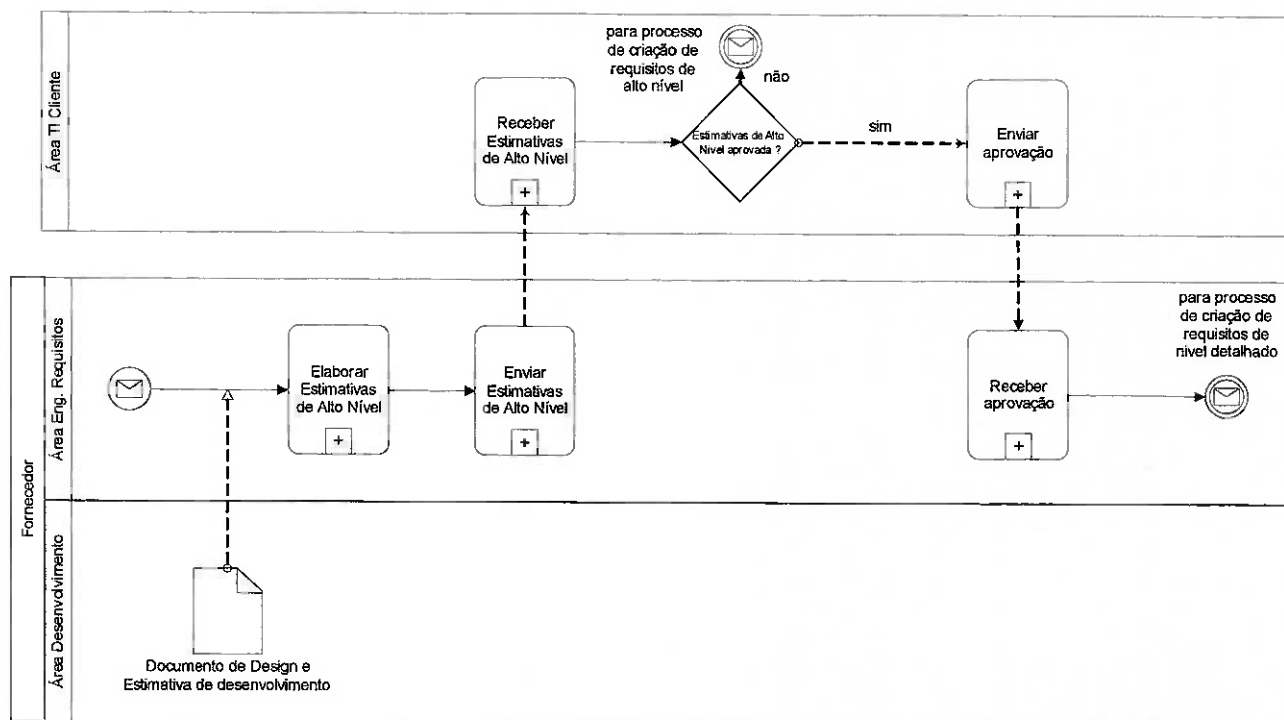


Figura 9 – BPD do Processo de Elaboração de Estimativas de Custo de Alto Nível.

### 3.1.2.4. Processo de Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado

A Figura 10 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o processo de Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado da Organização. Neste processo, o início se dá com os processos de análise, e na sequência especificação. Por fim, o processo de validação, que se divide em três níveis: “*peer review* <sup>12</sup>”, revisão interna (com área de desenvolvimento), e revisão com o cliente.

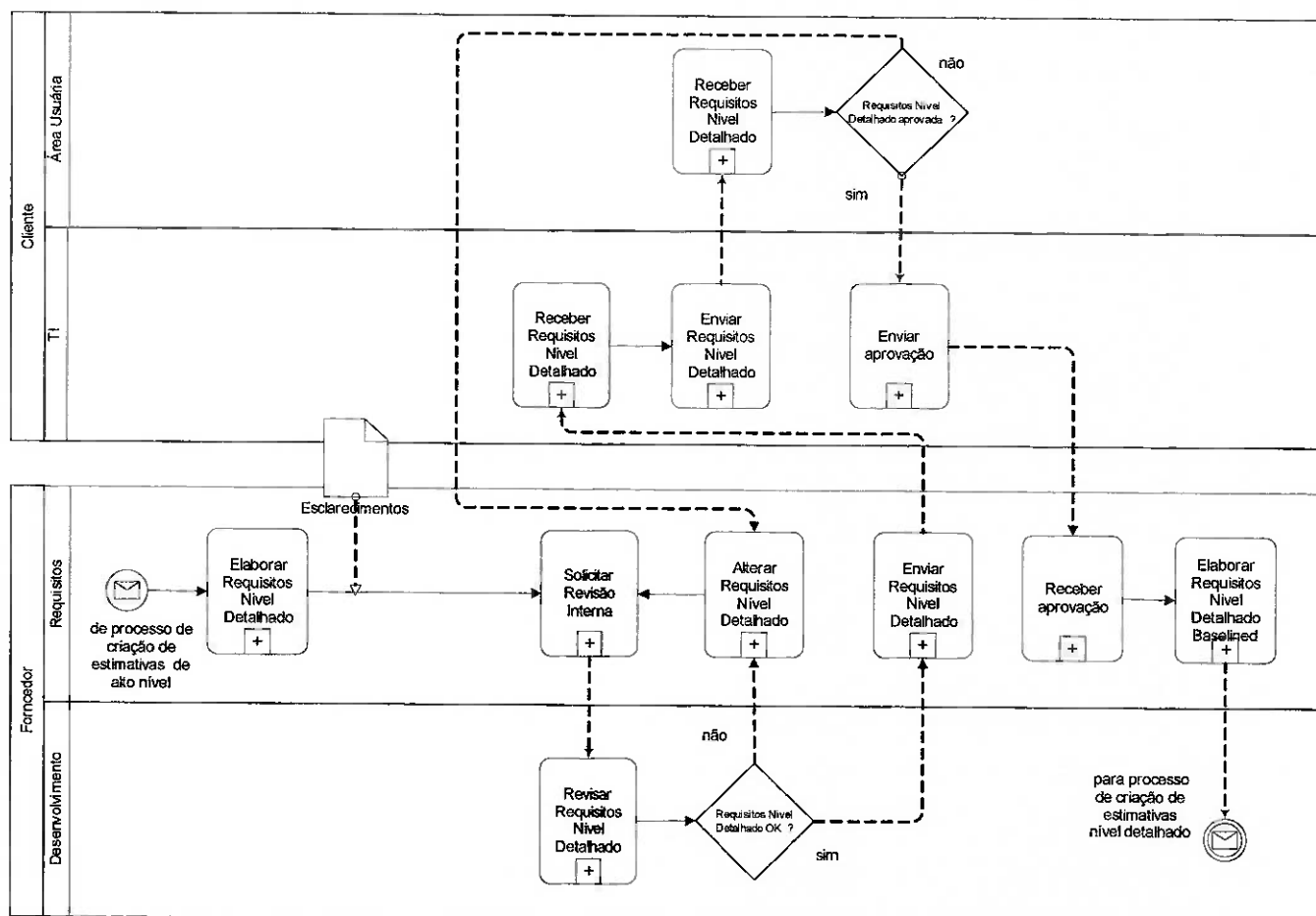


Figura 10 – BPD do Processo de Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado.

<sup>12</sup> Peer Review é uma revisão realizada entre os engenheiros da área de requisitos.

### 3.1.2.4.1. Sub processo : Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado

A figura 11 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o sub processo de Elaboração de Requisitos de Nível Detalhado da Organização. As atividades abordadas aqui são: definir premissas e restrições, definir requisitos operacionais, definir regras de negócios, definir interfaces. A partir destas informações, é elaborado o documento detalhado de requisitos *baseline*.

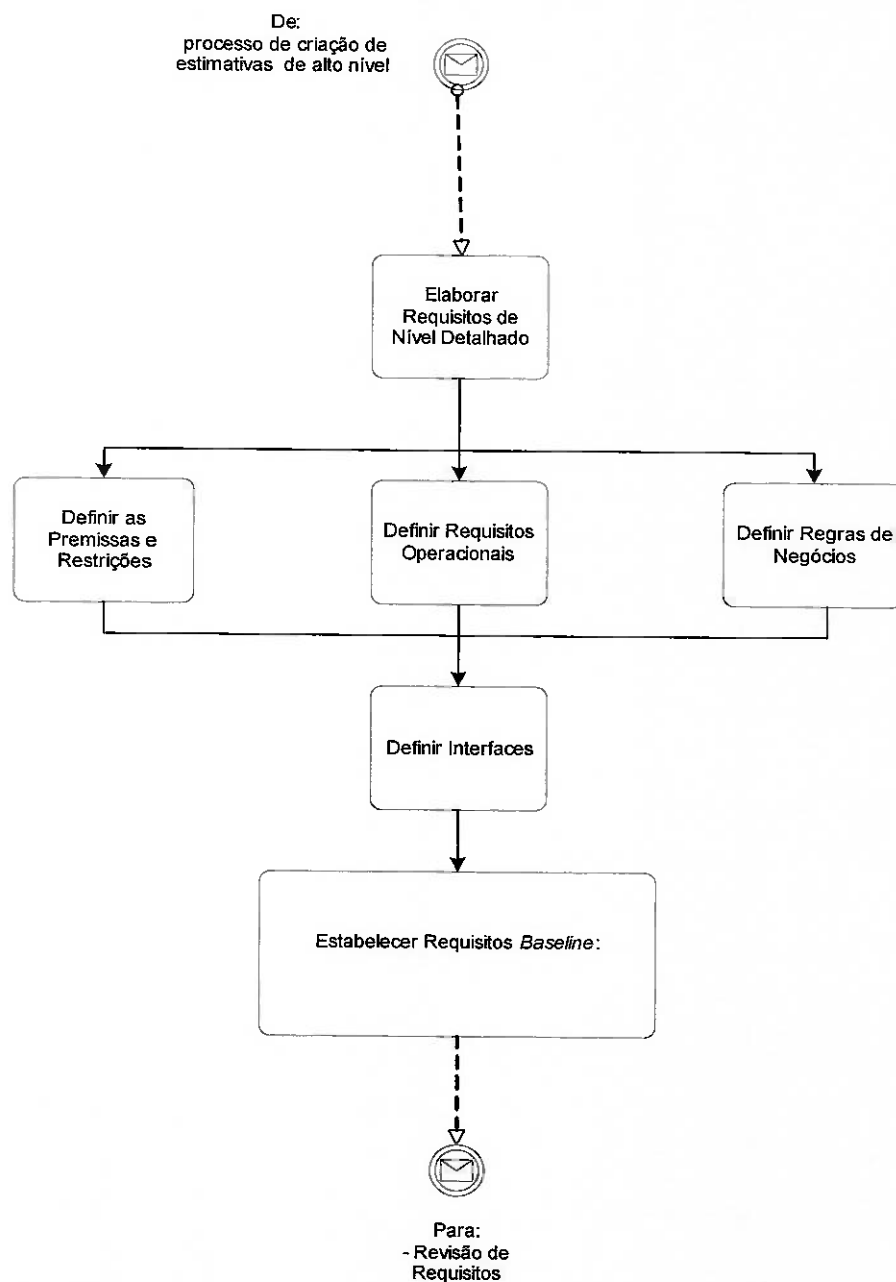


Figura 11 – BPD do Sub processo de Elaboração de Requisitos Nível Detalhado.

### 3.1.2.5. Processo de Elaboração de Estimativas de Custos Nível Detalhado

A figura 12 mostra a especificação BPMN em um diagrama de processo de negócio que representa o processo de Elaboração de Estimativas de Custos Nível Detalhado da Organização. Com o produto do processo anterior, o documento de requisitos nível detalhado, é possível passar ao processo de elaboração de estimativas de custos de nível detalhado. Após elaboração, estas são submetidas à aprovação do cliente, para que se possa dar continuidade ao processo da mudança.

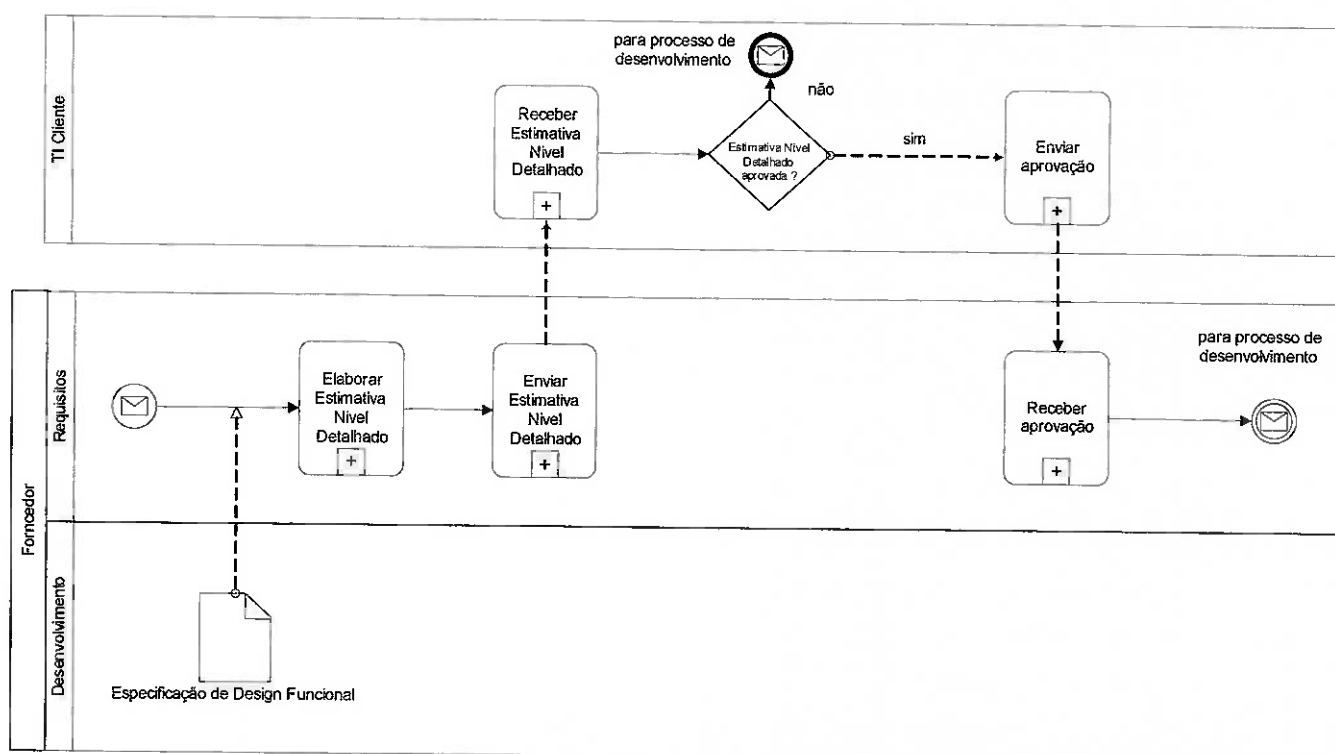


Figura 12 – BPD do Processo de Elaboração de Estimativas de Custos Nível Detalhado.

### **3.2. DEFINIÇÃO DO MÉTODO DE COMPARAÇÃO**

Esta proposta parte da hipótese que a inexistência ou inobservância de atividades fundamentais de Engenharia de Requisitos em um projeto em relação às recomendações propostas pelo IEEE Std 1220, mostra fragilidades e riscos que podem ocasionar prejuízos técnicos e financeiros a um projeto e a organização.

Desta forma, propõe-se que sejam comparados os BPDs derivados do proposto pelo IEEE Std 1220 e os BPDs derivados do modelo de negócios da Empresa, para analisar a inexistência ou inobservância de atividades.

Para facilitar a visualização da comparação dos processos modelados, os sub-processos onde foi encontrado a inexistência ou inobservância de atividades organizacionais foram destacados nos BPDs dos processos propostos pelo padrão IEEE Std 1220.

#### **3.2.1. PROPOSTO (IEEE) X REALIZADO (EMPRESA)**

A Figura 13 mostra as atividades da Análise de Requisitos (Item 6.1) propostas pelo IEEE Std 1220 (Figura 4) após a comparação com os processos Organizacionais. Quando seus processos e artefatos foram comparados por meio dos BPD's com os processos organizacionais correspondentes que constam na Figura 7, Figura 8, Figura 10 e Figura 11, verificou-se que, das quinze atividades recomendadas, oito (~ 50%) delas não existem ou não são observadas na fase da Análise de Requisitos da organização, conforme o proposto pelo IEEE STD 1220.

Em relação às atividades que aparecem destacadas (em cinza) na Figura 13, não foi observada nenhuma evidência de sua existência na fase de Análise de Requisitos.



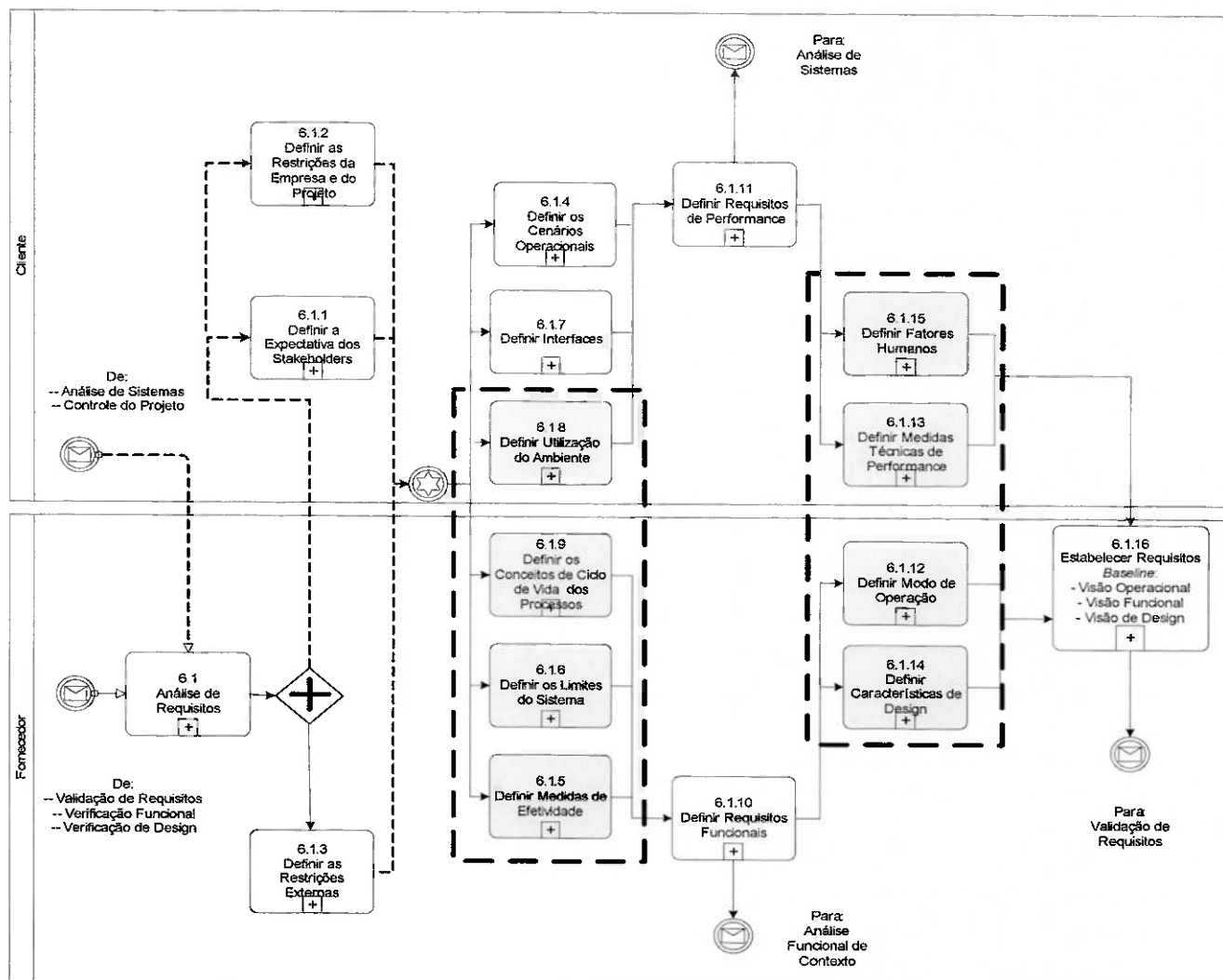


Figura 13 – BPD do Processo de Análise de Requisitos (6.1) Comparado.

Os processos organizacionais relacionados às atividades de Validação de Requisitos 6.2 (Figura 5), formam comparados com as Figura 7 e Figura 10 e concluiu-se que estão adequados e de acordo com as recomendações do padrão IEEE STD 1220.

### 3.3. RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DOS PROCESSOS

Neste item, a comparação dos processos de Engenharia de Requisitos organizacionais e os processos propostos pelo IEEE Std 1220, será analisada para a identificação de fragilidades e riscos que afetam a fase de Engenharia de Requisitos, bem como as fases posteriores da Engenharia de Sistemas, na Organização.

Com base na Figura 13, observou-se que oito processos são inexistentes ou não observados. São eles:

- 6.1.5 Definir medidas de efetividade
- 6.1.6 Definir limites do sistema
- 6.1.8 Definir utilização do ambiente
- 6.1.12 Definir modo de operação
- 6.1.13 Definir medidas técnicas de performance
- 6.1.14 Definir características de design
- 6.1.15 Definir fatores humanos

Os processos destacados foram divididos em dois subgrupos para facilitar a análise: Subgrupo dos processos não observados na fase de análise de requisitos e subgrupo dos processos não existentes dentro do processo de Engenharia de Sistemas da Empresa.

O primeiro subgrupo contém os processos que não foram observados na fase de “Engenharia de Requisitos Organizacional”, porém são realizados em outra fase do processo da Engenharia de Sistemas da Empresa. Estes processos estão destacados (em cinza) na figura 14:

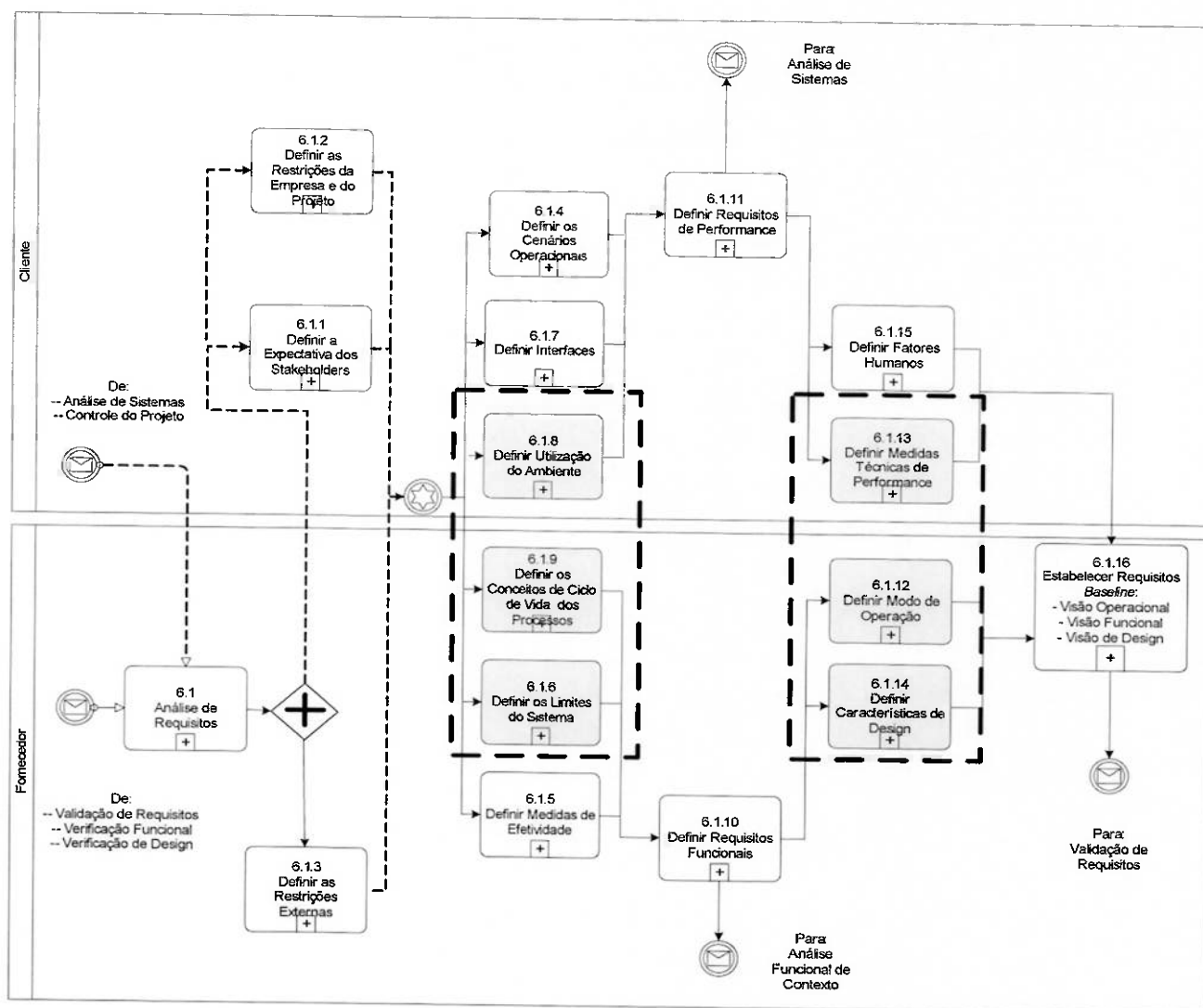


Figura 14 – Subgrupo de processos realizados em outra fase do projeto.

A realização destes processos em outra fase do projeto de desenvolvimento de *software*, causa fragilidades e riscos ao projeto, por ter-se as definições relacionadas a estes processos tardiamente, podendo vir a tornar-se ameaça ao projeto.

O segundo subgrupo contém os processos inexistentes no processo de Engenharia de Sistemas da Empresa. Estes processos estão destacados (em cinza) na figura 15:

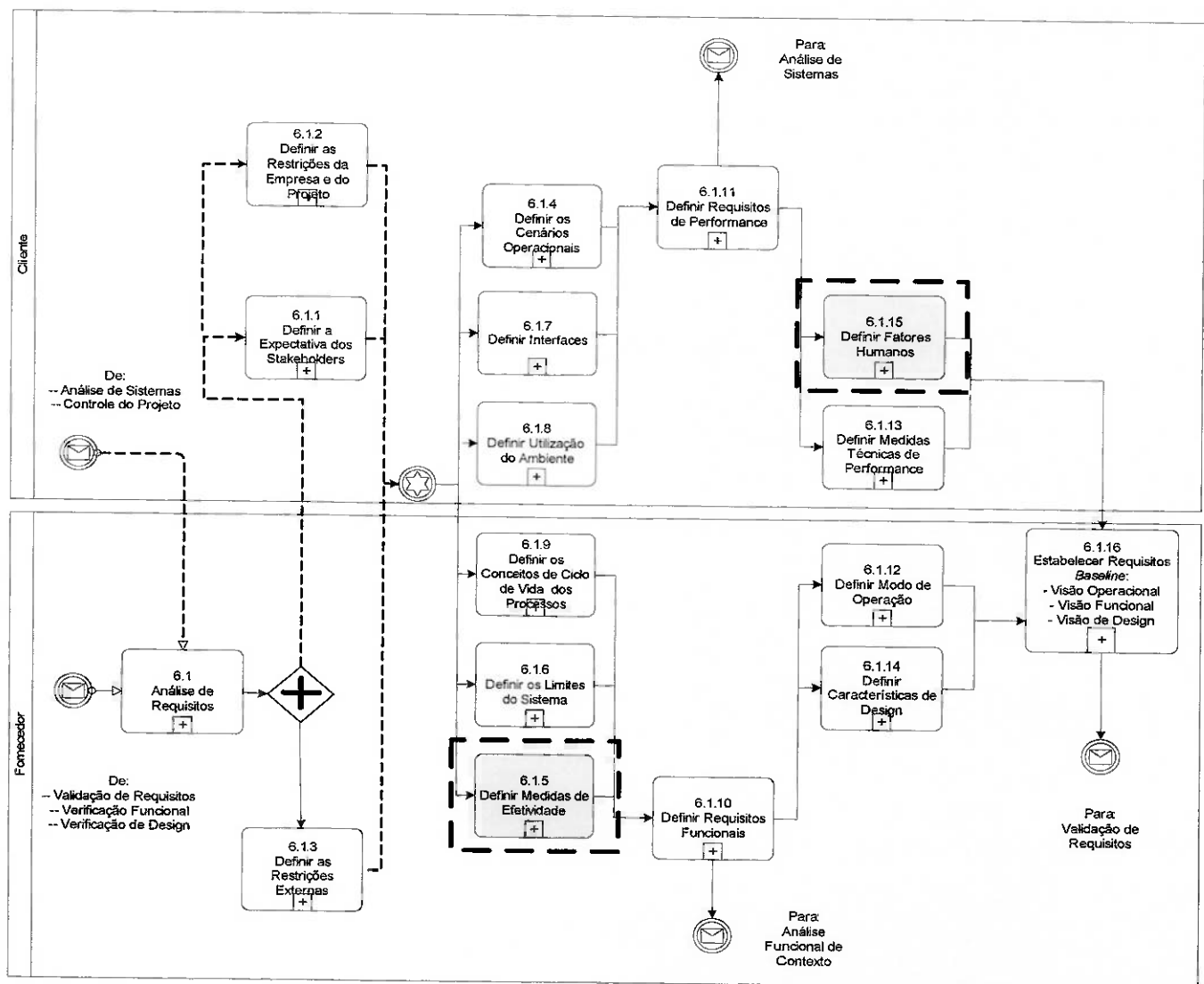


Figura 15 – Subgrupo de processos inexistentes

A inexistência destes processos em um projeto de *software* é considerada ponto fraco para a Empresa.

As reais expectativas e a satisfação dos “*stakeholders*” não são refletidas de maneira apropriada, por falta de definição de medidas de efetividade, gerando insatisfação.

No caso do sistema estudado, a falta de definição de fatores humanos implica diretamente na característica de usabilidade do sistema, o que também gera insatisfação do usuário final, pois o resultado não será de acordo com a necessidade do usuário.

### **3.3.1. OUTRAS CONSIDERAÇÕES**

Paralelamente identificou-se que a Organização realiza a totalidade dos processos de validação de requisitos propostos pelo IEEE, tanto na fase de Especificação de Requisitos de Alto Nível quanto de Especificação de Requisitos de Nível Detalhado, o que caracteriza um ponto forte para a Empresa.

A metodologia utilizada pela empresa consolida o documento de especificação de duas maneiras: Alto Nível e Nível Detalhado. A utilização destes dois enfoques minimiza os prazos das estimativas de custos para o cliente, o que aumenta a solicitação de mudanças, gerando oportunidades.

## **3.4. USO DA MATRIZ SWOT**

De acordo com Gemawhat (GEMAWHAT, 2000), a análise SWOT começou a ser desenvolvida nos anos 60, nas escolas americanas de administração. É uma ferramenta de gestão utilizada como parte do planejamento estratégico dos negócios. O termo SWOT vem do inglês e representa as iniciais das palavras “*Strenghts*” (forças), “*Weaknesses*” (fraquezas), “*Opportunities*” (oportunidades) e “*Threats*” (ameaças).

A idéia de utilizar-se a análise SWOT é avaliar os pontos fortes, os pontos fracos, as oportunidades e as ameaças relacionadas os processos, ou aos “*gaps*” de processos de Engenharia de Requisitos da Organização. Em consequência da análise tem-se a seguinte matriz SWOT.

<b>FORÇAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Validação de Requisitos</li> </ul>	<b>FRAQUEZAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Inexistência de definição de fatores humanos</li> <li>● Inexistência de medidas de efetividade</li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Menores prazos para as estimativas de custos</li> </ul>	<b>AMEAÇAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Definições tardias</li> </ul>

Figura 16 - Matriz SWOT

#### 3.4.1. ESTRATÉGIAS SUGERIDAS

O objetivo final desta análise é sugerir estratégias para manter pontos fortes, reduzir a intensidade de pontos fracos, aproveitar oportunidades e proteger-se de ameaças. Utilizou-se de mapas estratégicos para cada um dos temas estratégicos identificados na SWOT.

Para cada um dos temas estratégicos identificados pela matriz SWOT será criado um objetivo, que será analisado em 3 diferentes perspectivas, caracterizando o mapa estratégico.

O “*Balance Scorecard*”, não foi utilizado neste trabalho. Desenvolvido por Robert Kaplan e David Norton a partir de um aperfeiçoamento sistematizado dos *key performance indicators* (KPI) ou indicadores-chave de desempenho, o *Balanced Scorecard* é uma proposta de abordagem estruturada para a construção de

indicadores de desempenho, baseada numa perspectiva de negócio constituída por dimensões independentes, mas interagentes para o resultado de uma organização (TELLES, 2004).

A perspectiva financeira também não foi utilizada nos mapas estratégicos neste trabalho. Somente as perspectivas de clientes, de processos e de aprendizado e crescimento, foram utilizadas.

O mapa estratégico demonstra para cada perspectiva, uma estratégia e um plano de ação para esta estratégia.

a) **Quadrante SWOT Forças: Validação de Requisitos**

*Objetivo 1: Manter a qualidade das validações de requisitos*

Perspectiva Cliente

*O que fazer:* Aumentar a participação do cliente nas validações

*Como:* Identificar quem do cliente e convidá-lo a participar das validações

Perspectiva Processos

*O que fazer:* Criar *workflow* automatizado para validações

*Como:* Comprar ferramenta para implementar *workflow*

Perspectiva Aprendizado e Crescimento

*O que fazer:* Indicar treinamentos necessários

*Como:* Treinar Engenheiros de Requisitos

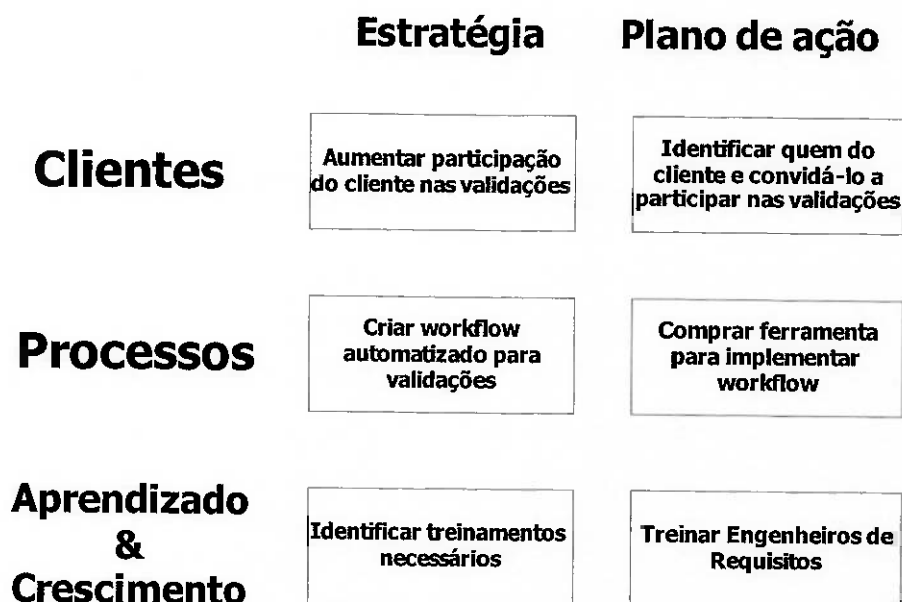


Figura 17 - Mapa Estratégico Objetivo 1



**b) Quadrante SWOT Fraquezas: Inexistência de medidas de efetividade e inexistência definição de fator humano**

*Objetivo 2: Criar processos para definição de medidas de efetividade*

Perspectiva Cliente

O que fazer: Levantar índices junto ao cliente

Como: Implementar controle de índices

Perspectiva Processos

O que fazer: Criar processo para medições

Como: Implementar ferramentas para fazer medições

Perspectiva Aprendizado e Crescimento

O que fazer: Alinhar processos com regras de negócio

Como: Realizar treinamentos necessários

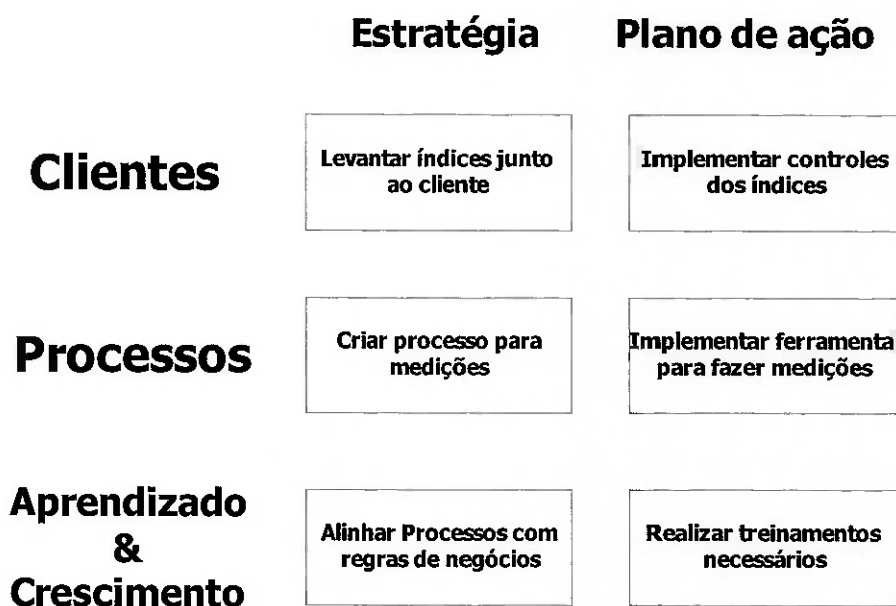


Figura 18 - Mapa Estratégico Objetivo 2

*Objetivo 3: Criar processos para definição de fatores humanos*

Perspectiva Cliente

O que fazer: Levantar fatores humanos junto ao cliente

Como: Pesquisa junto ao ambiente de trabalho do cliente

Perspectiva Processos

O que fazer: Criar processo para levantar e definir fatores humanos

Como: Incluir o cliente na definição do processo

Perspectiva Aprendizado e Crescimento

O que fazer: Capacitar Engenheiro de Requisitos com conhecimento específico

Como: Realizar treinamentos necessários

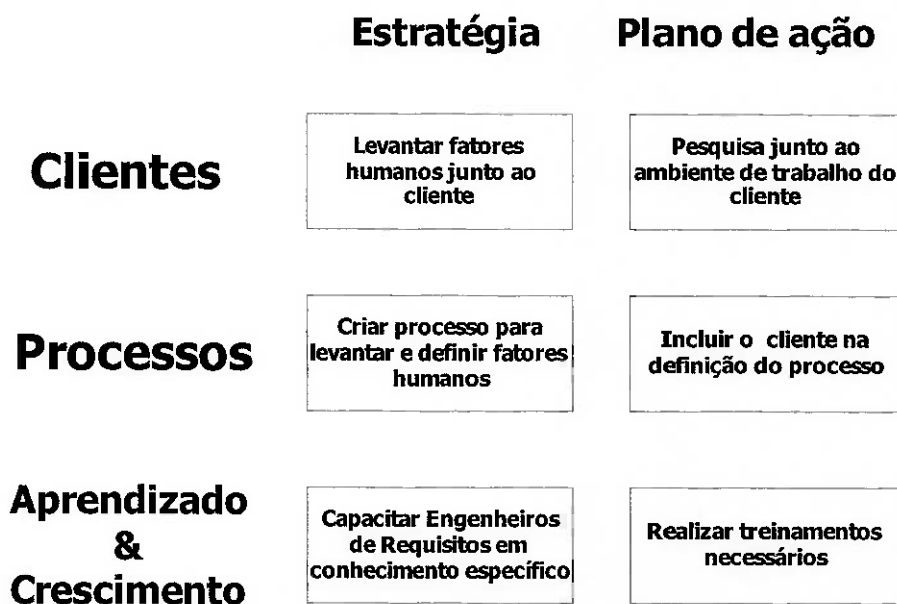


Figura 19 - Mapa Estratégico Objetivo 3

c) **Quadrante SWOT Oportunidades: Menores Prazos para Estimativas de Custos**

*Objetivo 4: Manter menores prazos para estimativas de custos*

Perspectiva Cliente

O que fazer: Obter maior participação do cliente na análise e validação dos requisitos

Como: Trabalhar junto ao cliente

Perspectiva Processos

O que fazer: Criar workflow para o processo

Como: Comprar ferramenta para implementar o workflow

Perspectiva Aprendizado e Crescimento

O que fazer: Capacitar Engenheiro de Requisitos com conhecimento específico

Como: Realizar treinamentos necessários

	<b>Estratégia</b>	<b>Plano de ação</b>
<b>Clientes</b>	Obter maior participação do cliente	Trabalhar junto ao cliente
<b>Processos</b>	Criar workflow para o processo	Comprar ferramenta para implementar o workflow
<b>Aprendizado &amp; Crescimento</b>	Capacitar Engenheiros de Requisitos em conhecimento específico	Realizar treinamentos necessários

Figura 20 - Mapa Estratégico Objetivo 4

**d) Quadrante SWOT Ameaças: Definições tardias**

*Objetivo 5: Adiantamento de processos para a fase de Engenharia de Requisitos.*

Perspectiva Cliente

O que fazer: Aumentar participação do cliente na fase de requisitos

Como: Trabalhar lado a lado com cliente

Perspectiva Processos

O que fazer: Criar workflow automatizado para o processo

Como: Comprar ferramenta para implementar o workflow

Perspectiva Aprendizado e Crescimento

O que fazer: Identificar treinamentos necessários

Como: Treinar Engenheiros de Requisitos

	<b>Estratégia</b>	<b>Plano de ação</b>
<b>Clientes</b>	Aumentar participação do cliente na fase de requisitos	Trabalhar lado a lado com o cliente
<b>Processos</b>	Criar workflow automatizado para os processos	Comprar ferramenta para implementar workflow
<b>Aprendizado &amp; Crescimento</b>	Identificar treinamentos necessários	Treinar Engenheiros de Requisitos

Figura 21 - Mapa Estratégico Objetivo 5

### 3.5. RESULTADOS DA ANÁLISE

A elaboração deste trabalho se orientou na necessidade dos engenheiros de requisitos e de seus usuários em superar as dificuldades essenciais que são inerentes aos processos de Engenharia de Requisitos.

A totalidade dos “*gaps*” identificados possui necessidades em comum no que tange a:

- Treinamento multidisciplinar para profissionais de requisitos. De forma geral tratamos do profissional que aplica técnicas de requisitos para elicitar, analisar e especificar requisitos como Engenheiro de Requisitos. Embora tais atividades sejam de importância crucial no contexto de desenvolvimento de *software*, a maior parte das empresas não possui profissional com qualificações para realizar essas tarefas. O Engenheiro de Requisitos deverá ter habilidades para interagir com uma diversidade de “*stakeholders*”, incluindo pessoas de perfil não técnico, bem como habilidades técnicas que o permitam interagir com analistas e desenvolvedores.

- A construção ou aquisição de ferramentas para apoiar o processo de requisitos e a manutenção de consistência nos complexos e extensos documentos de requisitos produzidos, na maioria dos casos, em linguagem natural. Tal ferramenta deveria auxiliar na geração do documento, na manutenção da estrutura do modelo de requisitos, possibilitar a extração de suas partes e manter elos de rastreabilidade ao material de elicitação e, futuramente, ao material de desenvolvimento e testes.

- A aproximação dos Engenheiros de Requisitos ao cliente, e o conhecimento profundo de seu negócio, é fundamental para o sucesso da Engenharia de Requisitos.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste capítulo serão apresentadas as conclusões deste trabalho, dificuldades enfrentadas, resultado da pesquisa efetuada, dos processos propostos e da comparação desses processos, e os resultados atingidos. Serão também sugeridos trabalhos futuros que complementem este estudo.

Os processos propostos e realizados foram modelados segundo a especificação BPMN. Porém as especificações BPMN aqui adotadas também foram limitadas à aplicação da essência do modelo com alguma extensão proveniente do conjunto completo da notação utilizada. Dentro do escopo deste trabalho as especificações BPMN foram utilizadas com pequena dificuldade quando da necessidade de se modelar os processos de negócio já contextualizados pelo IEEE.

A modelagem através da especificação BPMN, e a comparação entre os BPD's mostrou a questão dos processos de engenharia de requisitos menos abstrata e mais próxima da linguagem dos negócios, melhorando muito o entendimento de seus processos.

A matriz SWOT contribuiu muito para a análise estratégica, ajudando na identificação das reais necessidades da área de Engenharia de Requisitos Organizacional. Após análise da comparação entre os BPD's, os "*gaps*" de processos foram identificados, analisados e sugeriu-se uma estratégia para trabalhar cada um deles.

Por fim concluiu-se o trabalho identificando as reais necessidades da área de Engenharia de Requisitos Organizacional.

Como sugestão para trabalhos futuros fica a aproximação do estudo de Engenharia de Requisitos com o estudo de Arquitetura de Software ou seja, como estas duas fases da Engenharia de Software poderiam ser trabalhadas boa parte em paralelo, ou pelo menos, bem mais próximas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (830, 1998) IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications; **IEEE Std 830 -1998**, IEEE, New York, 1998.
- (1233, 1998) IEEE Guide for Developing Systems Requirements Specifications; **IEEE Std 1233 - 1998**, IEEE, New York, 1998.
- (1220, 2005) IEEE Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process; **IEEE Std 1220 - 2005**, IEEE, New York, 1998.
- (AMBLER, 2000) Ambler, S. W. and Constantine, L.L., **The Requirements Workflow in The Unified Process: Inception Phase**, CMP Books, 2000, pp. 13-14
- (BPMI, 2004) Business Process Management Initiative (BPMI), **Business Process Modeling Notation (BPMN)**, Version 1.0 - May 3, 2004
- (BROOKS, 1987) Brooks, F. **No Silver Bullet – Essence and Accidents of Software Engineering**. Computer, v. 20, n. 4, p.1069-1076, 1987.
- (CARNAGHAN, 2005) Carnaghan, C. **Business Process Modeling: An Analysis and Comparison**. Paper - University of Waterloo, Ontario – Canada, 2005
- (FAULK, 1997) Faulk, S. R., **Software Requirements: A Tutorial**, in Software Requirements Engineering, 2nd. Ed., IEEE CS Press, 1997, pp 128-149.
- (GHEMAWHAT, 2000) Gemawhat, P., **A Estratégia e o Cenário dos Negócios**. Porto Alegre, RS. Editora Bookman, 2000.
- (KOTONYA, 1998) KOTONYA G., SOMMERVILLE I, **Requirements Engineering: Processes and Techniques**; John Wiley and Sons, 1998.
- (KULAK, 2000) Kulak, D. and Guiney, E., **Use Cases – Requirements in Context**, Addison -Wesley, 2000.

- (MARTINS, 2001) Martins, L.E.G. **Uma metodologia de Elicitação de Requisitos de Software Baseada na Teoria da Atividade**. 2001. 182f. Tese Doutorado Universidade Estadual de Campinas, Faculdade Elétrica e de Computação. Campinas, SP. 2001.
- (MIRANDA, 2003) Miranda, M.; **Requisitos de Software**; [http://www.innovative.inf.br/imagens/imgPalestras/Req-Processo\\_CMM\\_RUP\\_Infonordeste2003.pdf](http://www.innovative.inf.br/imagens/imgPalestras/Req-Processo_CMM_RUP_Infonordeste2003.pdf).
- (NADDEO, 2002) Naddeo, P. S. **Uma Taxonomia na Área de Engenharia de Requisitos**. 2002. 92f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. São Paulo, SP, 2003.
- (PRESSMAN, 2002) Pressman Roger S.; **Software Engineering**; 5th Edition, Mac Graw Hill, 2002.
- (STORELLI, 2006) Storelli, O. F. **Método de Aplicação do AS-CMM em uma Abordagem RM-ODP e BPMN**. 2006. 126f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT. São Paulo, SP, 2006.
- (SWEBOK, 2004) IEEE Swebok, **Guide to the Software Engineering Body of Knowledge**, California, 2004.
- (TELLES, 2004) Telles, R. , Lucchesi R., **O Desafio da Implementação do Balanced Scorecard como Ferramenta de Gestão do Capital Intelectual**. SEMEAD São Paulo, Brasil 2004.
- (WIEGERS, 2003) WIEGERS Karl E.; **Software Requirements**; 2nd Edition, Microsoft Press, 2003.