



*IM*



*NCE*



*UFRJ*

**Instituto de Matemática – IM  
Núcleo de Computação Eletrônica – NCE  
Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ  
Mestrado em Informática**

**Heurísticas para Identificação de  
Requisitos de Sistemas de Informações  
a partir de Modelos de Processos**

**Pedro Oscar de Souza Cruz**

**Orientador: Eber Assis Schmitz, Ph.D.  
DCC-IM/NCE/UFRJ**

**Rio de Janeiro, RJ – Brasil**

**Fevereiro / 2004**

**Heurísticas para Identificação de  
Requisitos de Sistemas de Informações  
a partir de Modelos de Processos**

**Pedro Oscar de Souza Cruz**

**Tese submetida ao corpo docente do Instituto de Matemática – IM /  
Núcleo de Computação Eletrônica – NCE da Universidade Federal do  
Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à  
obtenção do grau de Mestre.**

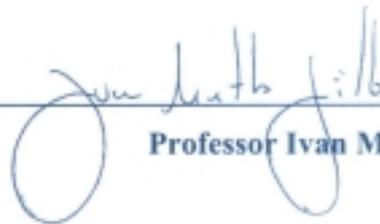
**Aprovada por:**



**Professor Eber Assis Schmitz, Ph.D.  
DCC – IM / NCE / UFRJ (Orientador)**



**Professora Priscila Machado Vieira Lima, Ph.D.  
DCC – IM / NCE / UFRJ**



**Professor Ivan Mathias Filho, D.Sc.  
DI / PUC-RIO**

**Rio de Janeiro, RJ – Brasil**

**Fevereiro / 2004**

## **Ficha Catalográfica**

**CRUZ, Pedro Oscar de Souza**

**Heurísticas para identificação de Requisitos de Sistemas de Informações a partir de Modelos de Processos. Rio de Janeiro: UFRJ / IM / NCE, 2004.**

**Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) / Instituto de Matemática (IM) / Núcleo de Computação Eletrônica (NCE), Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2004. Orientador: Eber Assis Schmitz.**

**1-Modelagem de Processos. 2-Engenharia de Requisitos. 3-UML. 4-Diagrama de Atividades. 5- Diagrama de Casos de Uso. 6-Heurísticas**

**I.Universidade Federal do Rio de Janeiro. II.Eber Assis Schmitz. III.Título.**

*Obrigado meu Deus, por me conduzir  
pelos caminhos da vida com a sua  
proteção e generosidade de graças.*

## **Agradecimentos**

Primeiramente, agradeço a minha família pelo constante e incansável apoio. Em especial, aos meus pais, Antônio e Tereza, pelos exemplos de simplicidade, honestidade, caráter e perseverança que marcam suas vidas. Ao meu filho, Pedro Paulo, eu peço desculpas por tê-lo privado de horas de convívio durante nossas vidas, privação esta sempre retribuída com carinho pelo seu belo sorriso, que Deus te ilumine meu filho! A Solange, eu agradeço a compreensão, nem sempre espontânea, às dificuldades impostas pela minha jornada acadêmica. Ao meu irmão Marcão, que Deus esteja sempre com você, tenha paz.

Ao Professor Eber, meu orientador e sempre companheiro presente nesta empreitada, meu sincero muito obrigado por acreditar em meu potencial, apoiar em minhas dificuldades e me orientar na realização desta obra.

Nesta hora, não posso esquecer dois grandes amigos: Denis, pelo incentivo e encorajamento nas horas mais necessárias, valeu parceiro! E ao Sergio Campos, sempre presente, acreditando mais em mim do que eu próprio, obrigado velho!

Quero registrar também o companheirismo de diversas pessoas, as quais eu peço desculpas por não citar nominalmente, sempre presentes ao meu lado no convívio particular, profissional, acadêmico e espiritual.

Dado o cunho acadêmico deste trabalho, acho que cabe lembrar aqui de uma categoria profissional em particular, a dos professores, que mesmo com as dificuldades impostas por uma realidade muitas vezes individualista, sempre estão presentes para transmitir o que sabem. Assim, o pouco saber de alguns pode ser muito para outros e sem este apoio, com certeza, tudo seria mais difícil, obrigado!

E por fim, agradeço a esta instituição, seus professores e demais funcionários, por ter tornado este período de convívio desafiador, construtivo e inesquecível. Em particular, um obrigado especial ao Professor Ageu, Tia Deise, e as companheiras Regina e Maria Cristina, por toda ajuda a mim dedicada.

## Resumo

Pedro Oscar de Souza Cruz, **Heurísticas para identificação de Requisitos de Sistemas de Informações a partir de Modelos de Processos.**

Orientador: Eber Assis Schmitz, Rio de Janeiro, UFRJ / IM / NCE, 2004, Dissertação.

O suporte adequado dos Sistemas de Informações (*SI*) aos processos de negócio é essencial para o alinhamento da Tecnologia da Informação (*TI*) às estratégias das organizações. A identificação dos requisitos funcionais de sistemas de informações e sua perfeita compreensão por parte da equipe de desenvolvimento de software são fatores decisivos para o alcance dos objetivos estabelecidos. Quanto menor o nível de formalismo das linguagens utilizadas para as modelagens de processo e de requisitos, mais difícil será a tarefa de extração de conhecimento. As equipes de processos e de desenvolvimento de software, normalmente, usam metodologias e linguagens distintas, não existindo um mecanismo automático de mapeamento entre elas.

Este trabalho descreve uma proposta de um método para a obtenção do modelo de requisitos funcionais a partir do modelo de processos. Para a elaboração dos modelos de processos e de requisitos foi empregada como padrão a *Unified Modeling Language (UML)*, versão 1.3, sendo representados, respectivamente, através do Diagrama de Atividades (*DA*) e do Diagrama de Casos de Uso (*DCU*). O método usa cinco grupos de heurísticas baseadas na topologia, disposição e interação entre os elementos utilizados nos diagramas. Estas heurísticas foram reunidas e implementadas em uma ferramenta *HPReq*, que utilizando arquivos no formato *Extensible Markup Language (XML)*, recebe como entrada o Diagrama de Atividades (*DA*) e gera como saída o Diagrama de Casos de Uso (*DCU*). Os resultados obtidos com a aplicação do método foram satisfatórios, permitindo uma rápida visualização das especificações preliminares dos Sistemas de Informações (*SI*) a serem desenvolvidos.

## Abstract

Pedro Oscar de Souza Cruz, **Heuristics for identification of Information Systems Requirements from Processes Models.**

Advisor: Eber Assis Schmitz, Rio de Janeiro, UFRJ / IM / NCE, 2004, Thesis.

The adequate support of information systems to business processes is essential for the alignment of Information Technology to the organizations strategies. The identification of the information systems functional requirements and its perfect understanding for the software development team are decisive factors in order to reach the established objectives. The lesser the formalism level of the languages used for the creation the requirements model and processes model, the more difficult will be the knowledge extraction process. The processes and software development teams, normally, use distinct methodologies and languages, not existing a formal mechanism of mapping the concepts between them.

This work describes a heuristic method for the attainment of the requirements model from the processes model. For the elaboration of the processes model and requirements model, Unified Modeling Language (*UML*), version 1.3, was used as standard. The Activity Diagram represents the processes model and the Use Case Diagram represents the requirements model. The method uses five heuristics groups grouped by the topology, disposal and interaction enters the used elements in the diagrams. The heuristics have been implemented in a tool called *HPReq*; generate the Use Case Diagram from the Activity Diagram, both expressed in the format Extensible Markup Language (*XML*). The results obtained with the application of the method are satisfactory, allowing for a fast visualization of the preliminary specification of the Information Systems to be developed.

# Sumário

<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE TABELAS.....</b>	<b>XII</b>
<b>ÍNDICE DE QUADROS .....</b>	<b>XIII</b>
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>XIV</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1-1</b>
1.1. APRESENTAÇÃO .....	1-1
1.2. MOTIVAÇÃO .....	1-3
1.3. OBJETIVO.....	1-3
1.4. CONTRIBUIÇÕES.....	1-4
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO .....	1-5
<b>2. MODELAGEM DE NEGÓCIOS.....</b>	<b>2-6</b>
2.1. ENGENHARIA EMPRESARIAL.....	2-6
2.1.1. Organizações.....	2-7
2.1.2. Processos de Negócios.....	2-8
2.2. ENGENHARIA DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	2-10
2.3. MODELO DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	2-11
2.4. TÉCNICAS DE MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIO.....	2-12
2.4.1. ARIS ( <i>Architecture for Integrated Systems</i> ) .....	2-12
2.4.2. CEN ENV 40003.....	2-13
2.4.3. CIMOSA ( <i>Computer Intergrated Manufacturing Open System Architecture</i> ) .....	2-14
2.4.4. EPC ( <i>Event-driven Process Chain</i> ).....	2-15
2.4.5. Fluxograma .....	2-15
2.4.6. IDEF ( <i>Integrated Definition Method</i> ) .....	2-15
2.4.7. ISO Reference Model.....	2-15
2.4.8. OOA ( <i>Object Oriented Analysis</i> ).....	2-16
2.4.9. Rede de Petri .....	2-16
2.4.10. SADT ( <i>Structured Analysis and Design Technique</i> ).....	2-16
2.5. MODELAGEM DE PROCESSOS DE NEGÓCIO COM UML .....	2-17
2.5.1. Modelagem de Processo de Negócio utilizando o Diagrama de Casos de Uso.....	2-18
2.5.2. Modelagem de Processo de Negócio utilizando o Diagrama de Atividades .....	2-19
<b>3. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES.....</b>	<b>3-28</b>
3.1. O PROCESSO DE ENGENHARIA DE REQUISITOS .....	3-29
3.1.1. Extração de Requisitos .....	3-30
3.1.2. Análise e Negociação dos Requisitos.....	3-31
3.1.3. Especificação e Documentação de Requisitos.....	3-31
3.1.4. Validação de Requisitos .....	3-32
3.2. DOCUMENTAÇÃO DE REQUISITOS COM UML.....	3-32
3.2.1. Diagrama de Casos de Uso ( <i>DCU</i> ).....	3-33
3.2.2. Atores .....	3-34
3.2.3. Casos de Uso.....	3-34
3.2.4. Relações entre elementos do diagrama.....	3-35
<b>4. ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS FUNCIONAIS A PARTIR DO MODELO DE PROCESSOS.....</b>	<b>4-38</b>

4.1. VISÃO GERAL DO MÉTODO .....	4-38
4.2. HEURÍSTICAS PARA A GERAÇÃO DA ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS FUNCIONAIS .....	4-40
4.2.1. Regras de diagramação.....	4-42
4.2.2. Heurísticas para Ajuste Geral ( <i>HAG</i> ).....	4-43
4.2.3. Heurísticas para Identificação dos Atores ( <i>HIA</i> ).....	4-43
4.2.4. Heurísticas para Identificação dos Casos de Uso ( <i>HIC</i> ):.....	4-44
4.2.5. Heurísticas para Identificação de Relações ( <i>HIR</i> ):.....	4-45
4.2.6. Heurísticas para Diagramação de Requisitos ( <i>HDR</i> ): .....	4-47
4.3. FERRAMENTA <i>HPREQ</i> .....	4-48
4.3.1. Objetivo.....	4-48
4.3.2. Ambiente de Utilização.....	4-49
4.3.3. Operacionalização .....	4-49
<b>5. ESTUDOS DE CASOS.....</b>	<b>5-58</b>
5.1. ESTUDOS DE CASO EXPERIMENTAIS .....	5-58
5.1.1. Estudo de Caso – Clínica Dentária.....	5-58
5.1.2. Estudo de Caso – Entrega Rápida .....	5-62
5.1.3. Estudo de Caso – Imobiliária .....	5-65
5.1.4. Estudo de Caso – Corretagem Seguro Automóvel .....	5-69
5.2. ESTUDO DE CASO REAL – AVALIAÇÃO RECURSOS HUMANOS .....	5-72
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>6-78</b>
6.1. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS .....	6-78
6.2. RESULTADOS OBTIDOS .....	6-79
6.3. SÍNTESE DOS RESULTADOS .....	6-82
<b>7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....</b>	<b>7-85</b>
7.1. CONCLUSÕES FINAIS .....	7-85
7.2. TRABALHOS FUTUROS.....	7-86
<b>REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7-87</b>

## Índice de Figuras

FIGURA 1 – EXEMPLO DE DCU DE NEGÓCIO.....	2-18
FIGURA 2 – EXEMPLO DE DA DE NEGÓCIO .....	2-19
FIGURA 3 – PROCESSO DE COMERCIALIZAR SEGURO.....	2-20
FIGURA 4 – DECOMPOSIÇÃO FUNCIONAL DO PROCESSO “COMERCIALIZAR SEGURO” .....	2-21
FIGURA 5 – REPRESENTAÇÃO DE ATIVIDADES.....	2-22
FIGURA 6 – REPRESENTAÇÃO DE RAIA DE RESPONSABILIDADE .....	2-23
FIGURA 7 – REPRESENTAÇÃO DA INTERAÇÃO DE TRANSIÇÃO.....	2-23
FIGURA 8 – REPRESENTAÇÃO DE DESVIO E FUSÃO .....	2-24
FIGURA 9 – REPRESENTAÇÃO DE SEPARAÇÃO E JUNÇÃO.....	2-25
FIGURA 10 – REPRESENTAÇÃO DE SINAIS (ENVIO E RECEBIMENTO).....	2-26
FIGURA 11 – REPRESENTAÇÃO DE OBJETOS (INSUMOS, PRODUTOS E RECURSOS)..	2-26
FIGURA 12 – REPRESENTAÇÃO DA INTERAÇÃO DE DEPENDÊNCIA.....	2-27
FIGURA 13 –GERENCIAMENTO DE REQUISITOS NO MODELO ESPIRAL.....	3-30
FIGURA 14 – EXEMPLO DE DCU.....	3-33
FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO DE ATOR.....	3-34
FIGURA 16 – REPRESENTAÇÃO DE CASOS DE USO.....	3-35
FIGURA 17 – REPRESENTAÇÃO DA RELAÇÃO DE “REALIZAÇÃO” .....	3-36
FIGURA 18 – REPRESENTAÇÃO DA RELAÇÃO DE “INCLUSÃO” .....	3-37
FIGURA 19 – REPRESENTAÇÃO DA RELAÇÃO DE “EXTENSÃO” .....	3-37
FIGURA 20 – DIAGRAMA GERADO PELA FERRAMENTA HPREQ.....	4-50
FIGURA 21 – INTERFACE DA FERRAMENTA HPREQ .....	4-51

<b>FIGURA 22 – APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO.....</b>	<b>4-52</b>
<b>FIGURA 23 – FUNCIONAMENTO INTERNO DA FERRAMENTA <i>HPREQ</i>.....</b>	<b>4-53</b>
<b>FIGURA 24 – SEQÜÊNCIA DE APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS .....</b>	<b>4-54</b>
<b>FIGURA 25 – <i>DA</i> DO PROCESSO GENÉRICO .....</b>	<b>4-55</b>
<b>FIGURA 26 – <i>DCU</i> DO PROCESSO GENÉRICO .....</b>	<b>4-56</b>
<b>FIGURA 27 – <i>DC</i> DA FERRAMENTA <i>HPREQ</i> .....</b>	<b>4-57</b>
<b>FIGURA 28 – <i>DA</i> DO PROCESSO CLÍNICA DENTÁRIA .....</b>	<b>5-60</b>
<b>FIGURA 29 – <i>DCU</i> DO PROCESSO CLÍNICA DENTÁRIA .....</b>	<b>5-61</b>
<b>FIGURA 30 – <i>DA</i> DO PROCESSO ENTREGA RÁPIDA.....</b>	<b>5-63</b>
<b>FIGURA 31 – <i>DCU</i> DO PROCESSO ENTREGA RÁPIDA.....</b>	<b>5-64</b>
<b>FIGURA 32 – <i>DA</i> DO PROCESSO IMOBILIÁRIA.....</b>	<b>5-66</b>
<b>FIGURA 33 – <i>DCU</i> DO PROCESSO IMOBILIÁRIA – PARTE 1.....</b>	<b>5-67</b>
<b>FIGURA 34 – <i>DCU</i> DO PROCESSO IMOBILIÁRIA – PARTE 2.....</b>	<b>5-68</b>
<b>FIGURA 35 – <i>DA</i> DO PROCESSO CORRETAGEM SEGURO.....</b>	<b>5-70</b>
<b>FIGURA 36 – <i>DCU</i> DO PROCESSO CORRETAGEM SEGURO.....</b>	<b>5-71</b>
<b>FIGURA 37 – <i>DA</i> DO PROCESSO AVALIAÇÃO <i>RH</i> – PARTE 1 .....</b>	<b>5-74</b>
<b>FIGURA 38 – <i>DA</i> DO PROCESSO AVALIAÇÃO <i>RH</i> – PARTE 2.....</b>	<b>5-75</b>
<b>FIGURA 39 – <i>DCU</i> DO PROCESSO AVALIAÇÃO <i>RH</i> – PARTE 1 .....</b>	<b>5-76</b>
<b>FIGURA 40 – <i>DCU</i> DO PROCESSO AVALIAÇÃO <i>RH</i> – PARTE 2 .....</b>	<b>5-77</b>

## Índice de Tabelas

TABELA 1 – REGRAS DE DIAGRAMAÇÃO .....	4-42
TABELA 2 – HEURÍSTICAS PARA AJUSTE GERAL ( <i>HAG</i> ) .....	4-43
TABELA 3 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ATORES ( <i>HIA</i> ) .....	4-43
TABELA 3 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE ATORES ( <i>HIA</i> ) .....	4-44
TABELA 4 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE CASOS DE USO ( <i>HIC</i> ) .....	4-44
TABELA 4 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE CASOS DE USO ( <i>HIC</i> ) .....	4-45
TABELA 5 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES ( <i>HIR</i> ) .....	4-45
TABELA 5 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES ( <i>HIR</i> ) .....	4-46
TABELA 5 – HEURÍSTICAS PARA IDENTIFICAÇÃO DE RELAÇÕES ( <i>HIR</i> ) .....	4-47
TABELA 6 – HEURÍSTICAS PARA DIAGRAMAÇÃO DE REQUISITOS ( <i>HDR</i> ) .....	4-47
TABELA 7 – RESPONSABILIDADE DA APLICAÇÃO DAS HEURÍSTICAS .....	4-55
TABELA 8 – TABELA DE GRAUS DE AVALIAÇÃO .....	6-83
TABELA 9 – TABELA DE SÍNTESE DOS RESULTADOS DA AVALIAÇÃO .....	6-83

## Índice de Quadros

QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO CLÍNICA DENTÁRIA.....	5-58
QUADRO 1 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO CLÍNICA DENTÁRIA.....	5-59
QUADRO 2 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO ENTREGA RÁPIDA .....	5-62
QUADRO 3 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO IMOBILIÁRIA .....	5-65
QUADRO 4 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO CORRETAGEM SEGURO .....	5-69
QUADRO 5 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO AVALIAÇÃO RH.....	5-72
QUADRO 5 – DESCRIÇÃO DO ESTUDO DE CASO AVALIAÇÃO RH.....	5-73

## Lista de Siglas

<b><i>AF</i></b>	<b>Avaliação de Funcionalidades</b>
<b><i>AI</i></b>	<b>Avaliação de Interações Externas</b>
<b><i>AMICE</i></b>	<b>European CIM Architecture</b>
<b><i>AN</i></b>	<b>Avaliação de Nomenclaturas</b>
<b><i>ARIS</i></b>	<b><i>Architecture for Integrated Systems</i></b>
<b><i>CASE</i></b>	<b><i>Computer-Aided Software Engineering</i></b>
<b><i>CIM</i></b>	<b><i>Computer Intergraded Manufacturing</i></b>
<b><i>CIMOSA</i></b>	<b><i>Computer Intergraded Manufacturing Open System Architecture</i></b>
<b><i>DA</i></b>	<b>Diagrama de Atividade</b>
<b><i>DC</i></b>	<b>Diagrama de Classes</b>
<b><i>DCU</i></b>	<b>Diagrama de Casos de Uso</b>
<b><i>DER</i></b>	<b>Diagrama de Entidade e Relacionamento</b>
<b><i>DFD</i></b>	<b>Diagrama de Fluxo de Dados</b>
<b><i>EPC</i></b>	<b><i>Event-driven Process Chain</i></b>
<b><i>GAM</i></b>	<b><i>Generic Activity Model</i></b>
<b><i>HAG</i></b>	<b>Heurísticas para Ajuste Geral</b>
<b><i>HDR</i></b>	<b>Heurísticas para Diagramação de Requisitos</b>
<b><i>HIA</i></b>	<b>Heurísticas para Identificação de Atores</b>
<b><i>HIC</i></b>	<b>Heurísticas para Identificação de Casos de Uso</b>
<b><i>HIR</i></b>	<b>Heurísticas para Identificação de Relações</b>
<b><i>HPReq</i></b>	<b>Heurísticas para transformação Processo – Requisitos</b>
<b><i>IDEF</i></b>	<b><i>Integrated Definition Method</i></b>
<b><i>ISO</i></b>	<b><i>International Standard Organization</i></b>
<b><i>MRDS</i></b>	<b>Metodologia Rápida de Desenvolvimento de Sistemas</b>

<b><i>OMG</i></b>	<b><i>Object Management Group</i></b>
<b><i>OOA</i></b>	<b><i>Object Oriented Analysis</i></b>
<b><i>OOSE</i></b>	<b><i>Object Oriented Software Engineering</i></b>
<b><i>RH</i></b>	<b>Recursos Humanos</b>
<b><i>SADT</i></b>	<b><i>Structured Analysis and Design Technique</i></b>
<b><i>SFPM</i></b>	<b><i>Shop Floor Production Model</i></b>
<b><i>SI</i></b>	<b>Sistema de Informações</b>
<b><i>TI</i></b>	<b>Tecnologia da Informação</b>
<b><i>UML</i></b>	<b><i>Unified Modeling Language</i></b>
<b><i>XML</i></b>	<b><i>Extensible Markup Language</i></b>

# **1. Introdução**

## **1.1. Apresentação**

Nos dias atuais a qualidade e a produtividade dos processos organizacionais deixaram de ser responsabilidade exclusiva dos dirigentes, passando a comprometer toda a estrutura, em qualquer nível. Neste contexto, uma arma estratégica para garantir a sobrevivência da organização é o comprometimento com a correta execução dos processos definidos. Os programas de melhoria contínua de processos vêm contribuindo, de forma gradativa, para o aumento da produtividade e de ganhos de qualidade, introduzindo aperfeiçoamentos em cada uma das etapas desse processo [Almeida 1996].

No entanto, em algumas situações, é preciso realizar reestruturações iminentes e radicais abrangendo o processo como um todo, e não apenas uma de suas etapas isoladamente. O foco dessas mudanças deve ser dirigido, principalmente, aos processos chaves da organização, ou seja, aqueles que contribuem de forma mais direta para a obtenção das metas estratégicas da organização, sejam elas redução de custos, redução no tempo de atendimento, melhoria da qualidade dos produtos ou do atendimento do cliente. A reformulação, ampla, profunda e rápida, de um processo organizacional para o atendimento de objetivos estratégicos é chamada de reengenharia de processos [Davenport, 1992].

Os responsáveis pela iniciativa de realização da reengenharia de processos, normalmente, encontram várias barreiras para a sua execução, sejam elas de ordem cultural, tecnológica e/ou organizacional [Mouro, Borges e Garcez 1999].

Um dos principais problemas de ordem técnica na reengenharia refere-se à escolha da representação dos processos [Abeysinghe e Phalp 1997]. As representações disponíveis variam desde de notações formais (matematicamente rigorosas) até notações gráficas (mais acessíveis). Cada um desses tipos de notações tem as suas vantagens e desvantagens. Geralmente, as notações formais possuem a vantagem de poderem ser executadas em um computador, com programas para se estudar em detalhes o comportamento dos processos. Contudo, acumulam desvantagens, tais como:

dificuldade de elaboração dos modelos, exigindo profissionais experientes e dificuldade de validação dos cenários com os usuários, devido à forma de apresentação. Por outro lado, notações gráficas são excelentes para utilização nas etapas de levantamento e apresentação de modelos por serem de fácil e rápida assimilação por parte das pessoas envolvidas. Porém, quando comparadas com as notações formais, são deficientes em relação à simulação de experimentos rigorosos [Abeysinghe e Phalp 1997].

A tarefa de reengenharia de processos geralmente introduz a necessidade de *SI*'s (Sistema de Informações) de apoio. Para o desenvolvimento desses sistemas, é necessário que seus requisitos sejam definidos claramente. A definição de requisitos de *SI* é uma disciplina em evidência atualmente, sendo foco de estudos por parte da comunidade acadêmica e profissional [Santander e Castro 2000] [Serrano 1997].

Os requisitos levantados na etapa de reengenharia de processos, normalmente, não são suficientes para especificar completamente os *SI*'s. Isso ocorre porque a reengenharia de processos está focada no negócio como um todo, deixando os detalhes dos *SI*'s para uma etapa posterior de desenvolvimento. É comum, inclusive, que essas atividades, reengenharia de processos e desenvolvimento de *SI*'s, sejam realizadas por equipes distintas, com focos diferenciados, o que valoriza a necessidade de um mecanismo eficiente de comunicação entre essas etapas [Cruz 2002].

É importante, portanto, a adoção de uma abordagem, devidamente acompanhada de técnicas e ferramentas, que torne mais natural e confiável a passagem da modelagem de negócio para a modelagem dos requisitos funcionais dos *SI*'s, garantindo a consistência e a integração dessas duas etapas fundamentais aplicadas na *TI* (Tecnologia da Informação) dentro de uma empresa.

A literatura especializada, assim como diversos estudos acadêmicos, destacam a importância da integração das áreas de negócio e *TI* [Abeysinghe e Phalp 1997] [Alencar 1999] [Almeida 1996] [Bal 1998] [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999b] [Cruz 2002] [Davempont 1992] [Eriksson e Penker 2000] [IEEE 1998] [Kotonya *et al.* 1997] [O'Neill 1999] [Santander e Castro 2000] [Serrano 1997] [Toranzo, Castro e Mello 2002] [Vernadat 1996]. A captura e entendimento de determinados aspectos do negócio, tais como, objetivo, tarefas executadas etc., são sempre evidenciadas como fundamentais para o ganho de qualidade na especificação dos requisitos. Porém, não se

identificou, até o momento da escrita deste trabalho, a existência de métodos que abordem diretamente a passagem e integração entre as áreas de negócio e requisitos, sendo sempre destacada a dependência exclusiva da percepção dos projetistas de software.

Esta dissertação apresenta uma abordagem para a evolução natural dos modelos de processos de negócio em modelos de requisitos funcionais de *SI*'s. O método está fundamentado em heurísticas definidas, garantindo a integração e consistência entre os modelos de processos e de requisitos. Foi desenvolvida, também, uma ferramenta para automatização da aplicação das heurísticas.

## 1.2. Motivação

A motivação para o presente trabalho foi à constatação da inexistência de uma ligação formal entre os processos de negócios existentes em uma organização (visão do usuário) e os requisitos funcionais dos *SI*'s desenvolvidos para apoiá-los (visão do desenvolvedor). Esta lacuna propicia uma fragilidade aos *SI*'s, permitindo ausência de funcionalidades fundamentais ao processo de negócio e, muitas vezes, a existência de outras funcionalidades desnecessárias.

Outro fator motivador importante foi a necessidade da ampliação da rastreabilidade dos componentes sistêmicos além dos limites dos requisitos funcionais do *SI*, relacionando-os com elementos utilizados nos processos de negócio.

A operacionalização do método apresentado utiliza os elementos e artefatos definidos na *UML (Unified Modeling Language)* [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999b], versão 1.3, devido a sua posição de destaque no mercado e meio acadêmico. Assim, o *DA* (Diagrama de Atividades) e *DCU* (Diagrama de Casos de Uso) foram adotados para a representação do Modelo de Processos e do Modelo de Requisitos Funcionais, respectivamente.

## 1.3. Objetivo

Durante a modelagem de processos é identificada a essência funcional de negócio, caracterizada não só pelas atividades realizadas, mas também por outros elementos como, por exemplo: conjunto de eventos envolvidos, cronologia e

concorrência, insumos utilizados, produtos gerados, responsabilidades etc. Estas informações constituem um acervo essencial para a total compreensão da realidade do negócio, e como tal, indispensável para qualquer área envolvida. A área de desenvolvimento de *SI*'s de apoio a negócios é uma das áreas que mais necessita deste acervo, uma vez que dele originam-se os requisitos funcionais.

Desta forma, o principal objetivo deste trabalho é apresentar um método e uma ferramenta para identificação de requisitos funcionais de *SI*'s a partir do modelo de processo, tendo com base o acervo essencial do negócio em estudo.

#### **1.4. Contribuições**

Como contribuição dos estudos realizados para a elaboração desta dissertação, destaca-se:

- Proposta de um método heurístico para identificação dos requisitos funcionais de *SI* a partir do Modelo de Processos.
- A construção da ferramenta ***HPReq*** para automatização do método.

Estas contribuições tornam mais natural, consistente e confiável a integração entre as abordagens de negócio e de *SI*'s, contribuindo de forma significativa para a diminuição do distanciamento entre as abordagens e a melhoria da comunicação entre as equipes envolvidas.

É possível identificar outros ganhos diretamente relacionados com a qualidade final do *SI* a ser desenvolvido, tais como:

- Adoção da modelagem de processo como a forma de aproximação inicial do escopo em estudo;
- Melhoria, por parte dos usuários, do nível de entendimento dos processos contemplados para serem informatizados;
- Aumento da aderência do modelo de requisitos funcionais ao processo de negócio;
- Diminuição do esforço para construção do modelo de requisitos funcionais;

- Utilização de ferramenta independente, que automatize a aplicação do método, reduzindo o tempo requerido e aumentando a confiabilidade;
- Integração da ferramenta a outros softwares de apoio ao desenvolvimento de *SI's*, utilizando-se um padrão de comunicação que permita a adoção de diversas ferramentas *CASE* (*Computer-Aided Software Engineering*).

## 1.5. Estrutura do Trabalho

Esta dissertação foi estruturada em oito capítulos. O presente capítulo apresenta uma introdução ao tema abordado, considerando aspectos quanto à motivação, objetivo, contribuições e estruturação.

O Capítulo 2 mostra a revisão de literatura que define os padrões básicos para a modelagem de processo. Nele, são abordados aspectos gerais da Modelagem Empresarial, os elementos fundamentais e as técnicas alternativas para modelagem de processo. É apresentado, também, o *DA* definido na *UML*, versão 1.3.

Uma revisão de literatura sobre a Engenharia de Requisitos focada no desenvolvimento de *SI's* é encontrada no Capítulo 3. A *MRDS* (Método Rápido para Desenvolvimento de Sistemas) [Schmitz e Silveira 2000] [Schmitz e Silveira 2001] é colocada como o método base para exemplificação de metodologias de desenvolvimento de *SI's* na notação *UML*.

O Capítulo 4 aborda o método proposto nesta dissertação, com o detalhamento das heurísticas e sua aplicação através de uma ferramenta.

No Capítulo 5 são apresentados cinco estudos de caso, onde são mostrados os resultados obtidos com a aplicação do método proposto.

O Capítulo 6 discute os resultados obtidos, sendo o Capítulo 7 destinado às conclusões finais e trabalhos futuros sugeridos.

## 2. Modelagem de Negócios

### 2.1. Engenharia Empresarial

O objetivo central de qualquer empresa é o atendimento às necessidades dos seus clientes, conquistando assim novos mercados e obtendo lucros. Para cumprir esses objetivos, são definidas inúmeras tarefas, requerendo da organização uma correta execução, integração e sincronismo das mesmas [Cruz 2002].

Dentro deste contexto, a Engenharia Empresarial (*Enterprise Engineering*) pode ser conceituada como sendo a arte de entender, definir, especificar, analisar e implementar processos de negócios para todo o ciclo de vida da empresa [Vernadat 1996]. A Engenharia Empresarial é uma atividade multidisciplinar realizada por um grupo heterogêneo (usuários, projetistas, analistas, especialistas de aplicação, gerentes etc). Diversas são as técnicas e métodos utilizados nesta atividade, tais como: métodos para a definição de processos de negócios, custeio baseado em atividades, logística, projeto de processos de manufatura, seleção de recursos e projeto de layout de manufatura, gerenciamento do fluxo de trabalho (workflow), projeto e análise de *SI*'s, gerenciamento e alocação de recursos, projeto de estruturas organizacionais etc. Porém, a utilização deste grande leque de opções gerenciais, operacionais e técnicas, não garante o sucesso esperado do empreendimento.

Para tratar com a complexidade de um projeto empresarial, torna-se necessário conhecê-lo profundamente. A representação desse sistema empresarial, de forma clara e inequívoca, implica em sua perfeita modelagem [Cruz 2002].

[Cruz 2002] afirma que a Modelagem Empresarial tem como objetivos:

- Representar e entender como a empresa trabalha;
- Capitalizar informações e conhecimentos;
- Projetar ou reprojetar as partes da empresa;
- Projetar e integrar *SI*'s;
- Simular e analisar aspectos da empresa (análises econômicas, organizacionais ou de layout).

O estudo da Engenharia Empresarial utiliza um conjunto de definições e conceitos básicos mostrados a seguir.

### **2.1.1. Organizações**

As organizações são as unidades sociais dominantes nas sociedades complexas, independentemente de sua natureza: industrial, comercial etc. Atualmente, as pessoas interagem com as organizações em todos os momentos das suas vidas, seja no nascimento, na formação educacional, na alimentação, no trabalho, no lazer, no tratamento de doenças, na administração das finanças, até na morte [Eriksson e Penker 2000].

Uma organização pode ser entendida como a reunião de processos de negócio que funcionam de acordo com os objetivos e a implementação de seu planejamento estratégico [Davenport 1992].

Segundo [Cruz 2002], uma organização é uma entidade social, conscientemente coordenada, gozando de fronteiras delimitadas, que funciona numa base relativamente contínua, tendo em vista a realização de objetivos.

No contexto desse trabalho encaramos que o funcionamento de uma organização, quando vista como um negócio, é um conjunto de atividades ou processos destinados a conceber, produzir, distribuir e apoiar os produtos (bens ou serviços) da organização. Associadas ainda a este conjunto de atividades, surgem, naturalmente, as relações entre as organizações, sejam como clientes ou fornecedores, caracterizando este sistema como complexo e de interação dinâmica [Cruz 2002].

Uma organização necessita perceber e entender o seu próprio funcionamento, surgindo então, a necessidade de identificar os obstáculos ao cumprimento de seus objetivos. Neste momento, é natural a detecção das discrepâncias entre o que se pensa que a organização é e o que ela é na realidade. Percebendo e entendendo o modo de funcionamento do negócio de uma organização, obtém-se o conhecimento da sua realidade (estrutura, objetivos etc) de forma mais clara. Torna-se possível, então, o planejamento estratégico para a evolução da organização em geral e do negócio em particular. A modelagem de processos contribui de forma significativa para esta evolução [Cruz 2002].

### 2.1.2. Processos de Negócios

Em [Davenport 1992] encontra-se a definição: “um Processo de Negócio é um conjunto de atividades estruturadas e medidas para que um produto (bem ou serviço) seja gerado; é, portanto, uma ordenação específica do trabalho no tempo e no espaço, com um começo, meio e fim, entradas e saídas claramente identificados, dispostos segundo a ordem de precedência dessas atividades”. Os elementos básicos do Processo de Negócio são:

- Objetivo

Finalidade a ser alcançada com a execução do processo, diretamente relacionada com os produtos (bens ou serviços) gerados;

- Entrada

Insumo necessário à execução do processo de negócio, sofrendo influência de diversas áreas (sociedade, política, leis, tecnologia, economia, relações internacionais, mão-de-obra, clientes, concorrência etc.);

- Saída

Produto (bem ou serviço) gerado, visando um mercado específico;

- Atividade

Forma como é executada a transformação das entradas em saídas;

- Recurso

Elemento tangível necessário à execução do processo (máquinas, mão-de-obra, know-how etc);

- Controle

Estado passível de monitoração do processo segundo um planejamento.

[Eriksson e Penker 2000] associa os processos de negócio aos seguintes conceitos:

- Processo

Cadeia de atividades desenhada para produzir um produto (bem ou serviço), ou seja, conjunto de atividades relacionadas, governadas por regras, que, quando corretamente executado, satisfaz a um objetivo específico.

- Objetivo

Propósitos do negócio, ou simplesmente, o resultado que toda a organização deseja atingir. Têm como principal função representar a estratégia da organização.

- Recurso

Objeto utilizado pelo processo, tais como uma pessoa, material, informação ou produto, usado ou produzido no negócio. São organizados em estruturas e possuem relações entre si.

- Regra

Declaração que restringe, deriva e fornece condições de existência, representando o conhecimento do negócio. Especificam os estados possíveis do negócio, incluindo os estados dos recursos. Podem ser estabelecidas quer por regulamentação externa (contexto jurídico), quer por regulamentação interna, de modo a que os objetivos do negócio sejam atingidos.

Um processo, em essência, representa uma seqüência de tarefas a serem realizadas para a obtenção de um produto final (bem ou serviço). Em [Gonçalves 2000], processo é definido como “qualquer atividade ou conjunto de atividades que toma uma entrada, adiciona valor a ele, fornecendo uma saída a um cliente específico”, podendo ser classificado, segundo sua natureza, em:

- **Processo de Negócio**

Também conhecido com processo de cliente, são aqueles que caracterizam a atuação da empresa. Resulta em um produto final para atendimento a um cliente externo;

- **Processo Organizacional**

Próprio da organização em busca de seu desempenho geral, garantindo o suporte adequado a um processo de negócio. Resulta em um produto final para atendimento a uma parte da estrutura organizacional.

- **Processo Gerencial**

Focado no gerenciamento dos demais processos, inclui as ações de medição e ajuste do desempenho. Resulta em um produto final para atendimento ao responsável pelo controle.

## **2.2. Engenharia de Processos de Negócio**

A Engenharia de Processos de Negócio deriva da Reengenharia de Processos, aplicada na década de 90. A reengenharia, propriamente, é o repensar fundamental e a reestruturação radical dos processos de uma organização, visando alcançar melhorias drásticas nos indicadores de desempenho, tais como: custos, qualidade, atendimento, agilidade, satisfação etc. [Hammer e Champy 2001].

Os resultados obtidos com a Reengenharia de Processos, em muitos casos, foram significativos, existindo, até hoje, organizações que acreditam ser esta técnica a solução para seus problemas de gestão. A Engenharia de Processos de Negócio também se propõe a auxiliar na identificação das soluções para os problemas das organizações, porém sem o radicalismo e extremismo propostos na reengenharia [Vernadat 1996].

A Engenharia de Processos de Negócio possibilita o entendimento dos processos de negócio através dos conhecimentos dos fluxos das atividades (horizontais e transversais) e informações manipuladas. Os resultados da prática da Engenharia de Processos de Negócio são norteados pela intenção de se agregar valor, objetivando o planejamento, o projeto, a estruturação e a avaliação de processos existentes [Vernadat 1996].

Processos de negócio são executados pela combinação de processos de trabalho, sendo estes as atividades realizadas no nível mais baixo de uma organização. A Engenharia de Processos de Negócio é suportada por modelos de processos, que segundo [Vernadat 1996] possuem os seguintes objetivos:

- Uniformizar o entendimento da forma de trabalho, melhorando a integração;
- Analisar e melhorar o fluxo de informação;
- Explicitar o conhecimento sobre os processos, registrando o know-how da organização;
- Auxiliar na análise organizacional dos indicadores de desempenho mais adequados (operacionais, financeiros, funcionais, etc.);
- Desenvolver simulações, apoiando a tomada de decisões e a gestão da organização.

### **2.3. Modelo de Processos de Negócio**

A modelagem de processos de negócio é um instrumento poderoso na análise da organização, servindo de base para sua estruturação e permitindo a visualização de melhorias efetivas. Esta representação do modo de funcionamento de uma organização pode ser constituída por vários modelos, capturando todas as informações relevantes. Um modelo é uma abstração formulada a partir de um determinado ponto de observação, representando um ou mais aspectos específicos e omitindo outros detalhes irrelevantes. Cada um dos modelos é formado por um ou vários diagramas, que devem mostrar uma parte específica da estrutura da organização (estruturais) ou situação do negócio (comportamentais) [Eriksson e Penker 2000].

O conjunto de diagramas elaborados serve como descrição do modo como o negócio é efetuado e pode ser usado para documentar a realidade da organização. Uma vez elaborado, deve permitir alterações e melhorias no processo, na medida em que pode evidenciar as discrepâncias existentes. Deste modo, o modelo de processos de negócio pode atuar como plataforma de base para a tomada de decisões, por exemplo,

priorizando os objetivos, aquisição de recursos ou negociação de contratos [Eriksson e Penker 2000].

Ao fornecer uma perspectiva simplificada da estrutura do negócio, a modelagem atua como um meio para atingir um fim. Os modelos criados permitem à organização comunicar, documentar e entender as suas atividades. Neste sentido, a modelagem de negócio pode ser usada para esforços de melhorias e reengenharia, sendo possível planejar e definir procedimentos, documentando-os de forma consistente. Esta representação da realidade da organização suporta a realização consciente de modificações futuras de acordo com uma situação desejável [Eriksson e Penker 2000].

Existe um forte acoplamento entre os processos de negócio e os *SI*'s que os apóiam – um processo de negócio é base para os *SI*'s e, uma vez definido, os *SI*'s influencia diretamente o processo. É desejável que os processos de uma organização sejam adequados à arquitetura de um *SI* de apoio. Por outro lado, existe uma preocupação constante dos profissionais de *TI* em identificar novos processos que possam ser transformados, e conseqüentemente melhorados, com o apoio de novas tecnologias [Eriksson e Penker 2000].

## **2.4. Técnicas de Modelagem de Processos de Negócio**

[O'Neill 1999] observa que, na literatura especializada, a maioria dos autores refere-se a um conjunto de técnicas (métodos e ferramentas) diferenciadas para a modelagem de processos de negócio. A escolha da(s) técnica(s) está ligada à natureza do processo em estudo, sendo comum à adoção de apenas uma técnica de diagramação. A seguir, apresentamos algumas das técnicas mais utilizadas no mercado para a modelagem dos processos de negócio.

### **2.4.1. ARIS (*Architecture for Integrated Systems*)**

Desenvolvida pelo Professor Scheer na Alemanha entre 1992 até 1994, a **ARIS** é um framework de modelagem que enfatiza os aspectos organizacionais e de engenharia de software da empresa [Vernadat 1996]. [Sheer 2000] define quatro visões, contendo cada uma delas três níveis de modelagem: Definição dos Requisitos, Projeto e Implementação. Estas visões são:

- Visão Funcional: conjunto de modelos que definem hierarquicamente todas as funções da empresa começando das mais macro e decompondo-as até o nível de detalhe que permite especificar funções de programação específicas dentro de aplicativos de software;
- Visão dos Dados: modelo de dados, partindo das definições das informações mais complexas (relatórios ou conjunto de informações) para a elaboração do modelo de dados e seus relacionamentos, posteriormente gerando a definição de esquemas da própria base de dados;
- Visão Organizacional: especifica e detalha a estrutura organizacional da empresa desde a definição das divisões e unidades de negócios, a estrutura de cargos e seus ocupantes, até a estrutura física com os equipamentos, com ênfase especial na estrutura de informática na medida em que há métodos específicos para a modelagem da rede de computadores da empresa;
- Visão de Controle: relaciona as três visões anteriores. Nesta visão há métodos de modelagem específicos para definir a relação entre as demais visões (funções, dados e organização) e, principalmente, capazes de integrá-las utilizando-se o conceito de evento.

#### **2.4.2. CEN ENV 40003**

Desenvolvido pelo Comitê Europeu de Padronização (European Committee for Standardization), sua proposta visa padronizar as atividades na área de modelagem de empresas, dando suporte a Manufatura Integrada por Computador. Este framework define três dimensões[Vernadat 1996]:

- A Dimensão da Generalização: define o nível de abstração, representando a generalização das entidades descritas neste nível. Esta dimensão é composta por três níveis. O nível “Genérico” contém elementos básicos tais como, componentes, restrições, regras, termos, serviços, funções, entre outros. O nível “Parcial” contém os elementos de transição entre o nível anterior e o posterior. O nível “Particular” especifica os elementos genéricos para uma empresa específica que está sendo modelada.

- A Dimensão dos Modelos: especifica o nível de abstração dos modelos. É dividido em três níveis. O nível de requisitos define as operações da empresa e as terminologias, informações e recursos sem qualquer referência às opções de implementação ou decisões tomadas. O nível de projeto define como as operações das empresas são realizadas, as entidades de informações, recursos e estrutura organizacional para atingir os requisitos especificados no nível anterior. O nível das especificações descreve as formas e / ou regras a serem utilizadas na execução das operações definidas no nível anterior.
- A Dimensão das Visões: define o ponto de vista que o modelo descreve a organização. A primeira é a visão das funções, que permite a descrição hierárquica de todas as funções da empresa. O segundo é a visão da informação, que permite uma descrição estruturada dos objetos de informação e dados da empresa. Em seguida, a visão dos recursos que descreve o conjunto de recursos necessários para a execução das operações da empresa. Por fim, a visão da organização que descreve a estrutura organizacional.

### 2.4.3. *CIMOSA (Computer Intergraded Manufacturing Open System Architecture)*

A *CIMOSA* foi desenvolvida pelo Consórcio *AMICE* (Arquitetura Européia para *CIM*), durante o período de 1986 até 1994, compreendendo tanto a modelagem propriamente dita como a metodologia de implantação *CIM (Computer Intergraded Manufacturing)*. Este framework é composto de uma definição geral do escopo e implantação de *CIM*, guias para a implantação; e a definição de termos e padrões para modelagem e implantação [Vernadat 1996].

O framework de modelagem consiste de um conjunto de níveis e abstrações, separando claramente a arquitetura de referência de uma arquitetura particular. A arquitetura de referência trata-se de uma descrição genérica que procura envolver as melhores práticas e serve a um conjunto geral de empresas. A arquitetura particular, por sua vez, descreve uma empresa específica.

#### **2.4.4. *EPC (Event-driven Process Chain)***

Linguagem de descrição gráfica de processos de negócios com o objetivo de descrevê-los no nível da lógica do negócio, sendo facilmente entendido e usado pelas pessoas da área de negócios. O diagrama construído mostra o fluxo de controle do processo como uma cadeia de eventos e funções, origem do nome do método. Um diagrama *EPC* consiste dos seguintes elementos: funções, eventos e conectores lógicos. Embora o *EPC* tenha se tornado uma técnica de modelagem de processos bastante difundida, ela possui um problema de definição de sintaxe e semântica [Aalst 1999].

#### **2.4.5. Fluxograma**

É um dos métodos mais disseminados e conhecidos da área de modelagem de processos de negócio. O fluxograma, dentre as diversas técnicas de documentação, provê uma representação gráfica simples que mostra a interação dos elementos presentes no negócio. O fluxograma, se bem desenhado, é uma ferramenta poderosa para assegurar o correto controle dos processos. Os símbolos do fluxograma são padrões definidos e utilizados em diversas áreas de negócio, dando ênfase ao fluxo de controle de atividades ao longo do tempo [Reding, Ratiiff e Fullmer 1998].

#### **2.4.6. *IDEF (Integrated Definition Method)***

É um conjunto de técnicas de modelagem de processos que se tornou rapidamente padrão, sendo utilizada em uma variedade de indústrias e empresas. Um modelo *IDEF* consiste de um conjunto de atividades hierárquicas, na qual cada atividade de nível inferior representa uma função que deve ser executada para realizar a atividade de nível superior. Adicionalmente, um conjunto de entidades (entrada, saída, controle e recursos) representa o fluxo de comunicação entre as atividades do processo [Kappes 1997].

#### **2.4.7. *ISO Reference Model***

Desenvolvido pelo *ISO (International Standard Organization)*, existe desde 1986 com o intuito de estudar padronizações na área de automação industrial e integração. Este framework possui de três submodelos [Vernadat 1996]:

- Modelo de contexto: identifica as macro-funções da empresa (produção, finanças, marketing, etc.) e define o relacionamento entre elas.
- Modelo do chão de fábrica: *SFPM* (*Shop Floor Production Model*), que representa quatro níveis hierárquicos de atividades genéricas de chão de fábrica;
- Modelo de atividade genérica: *GAM* (*Generic Activity Model*), que descreve as atividades e fluxos (de materiais, informação e recursos) entre as atividades.

#### **2.4.8. OOA (*Object Oriented Analysis*)**

A tecnologia de objetos foi inventada para a modelagem de sistemas complexos. Objetos fornecem blocos de construção para todos os modelos de negócios Assim, a abordagem orientada a objeto envolve a reutilização de componentes de software, tornando o seu desenvolvimento mais rápido, flexível e confiável. [Tam, Lee, Chung e Lau 2000].

#### **2.4.9. Rede de Petri**

É um formalismo gráfico para especificação de sistemas, introduzido pelo professor Carl Adam Petri PhD. Uma rede de Petri é formada por: um conjunto de locais, um conjunto de transições e um conjunto de conexões interligando locais e transições. Na modelagem de processos de negócio usando a Rede de Petri, cada local representa um estado particular de um objeto, uma transição entre locais representa uma operação que pode ser executada por um objeto, os símbolos representam as mensagens que podem ser trocadas entre os objetos e os arcos de conexão identificam se um objeto é a origem ou o destino de uma mensagem [Bal 1998] [Ghezi, Jazaieir e Mandrioli 1991] [Petri 1963].

#### **2.4.10. SADT (*Structured Analysis and Design Technique*)**

Embora seja uma metodologia de desenvolvimento de sistemas, geralmente adiciona uma ou mais perspectivas de processo. A *SADT* oferece uma perspectiva onde os elementos de negócios estáticos são identificados. Em geral, a análise estruturada representa sistemas através de modelos compostos por diagramas: os elementos do processo de negócios são modelados usando o *DFD* (Diagrama de Fluxo de Dados) e os

elementos de dados são modelados usando o *DER* (Diagrama de Entidade e Relacionamento) [Pressman 1997].

## 2.5. Modelagem de Processos de Negócio com *UML*

Desde sua introdução em novembro de 1997, a *UML* [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999b] tem rapidamente se tornado um padrão de notação para o desenvolvimento de *SI*'s. Esta linguagem é, em sua essência, uma linguagem de modelagem, e não um método ou processo. A *UML* é formada por uma notação específica e por regras relacionadas a uma gramática para a construção de modelos.

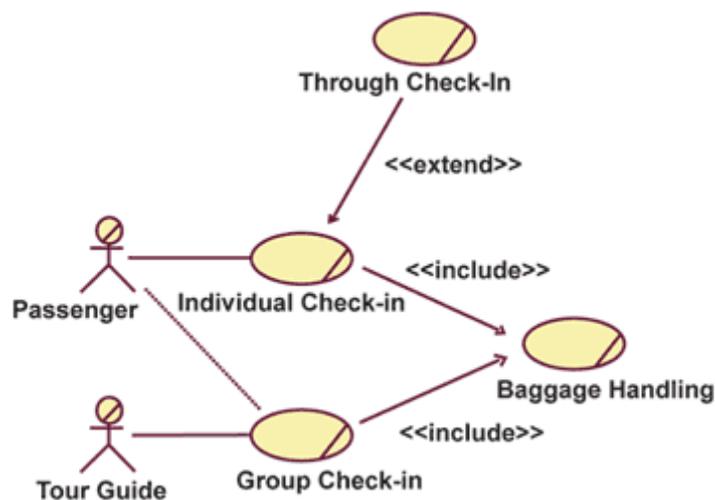
Depois de passar por um processo de padronização pela *OMG* (*Object Management Group*) [OMG Site], a *UML* na sua versão 1.3 é definida por um conjunto de documentos publicados pelo grupo, servindo de padrão para diversos segmentos da Engenharia de Software. Essa linguagem tem sido empregada em grande parte na análise orientada a objetos e nas atividades de projeto de sistemas, e sua notação é amplamente conhecida neste ambiente.

Os diagramas definidos na *UML* são gráficos que simbolizam e ilustram uma parte ou aspectos de um escopo (sistema). Um sistema modelado é tipicamente composto de diversos diagramas de vários tipos. Algumas características dos diagramas são:

- não há geometria ou geografia para os elementos que possam influenciar um diagrama *UML*. Para a maioria dos casos, o tamanho de um símbolo e / ou localização, não estão vinculados aos seus conteúdos semânticos, exceto para os diagramas que possuam uma dimensão de tempo;
- todos os diagramas são de duas dimensões, e este limite é imposto pelas ferramentas e tecnologias atuais, havendo, contudo, exceções, como a utilização de cubos;
- o texto pode ser utilizado para diversos propósitos em um diagrama, tais com definições de regras ou comentários.

### 2.5.1. Modelagem de Processo de Negócio utilizando o Diagrama de Casos de Uso

O *DCU* é uma das formas sugeridas em [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999b] para a representação gráfica dos processos de negócio com a *UML*. Esta sugestão se deve ao fato do *DCU* possuir uma notação fácil, melhorando a compreensão por parte dos envolvidos no mapeamento de processos. O *DCU* representa a seqüência de atividades (casos de uso) existentes em um processo e sua interação com papéis externos (atores). O modelo de negócio é constituído por duas partes principais: o *DCU* e o objetivo do negócio (Figura 1 – *Business Use Case*) [Rational Site].



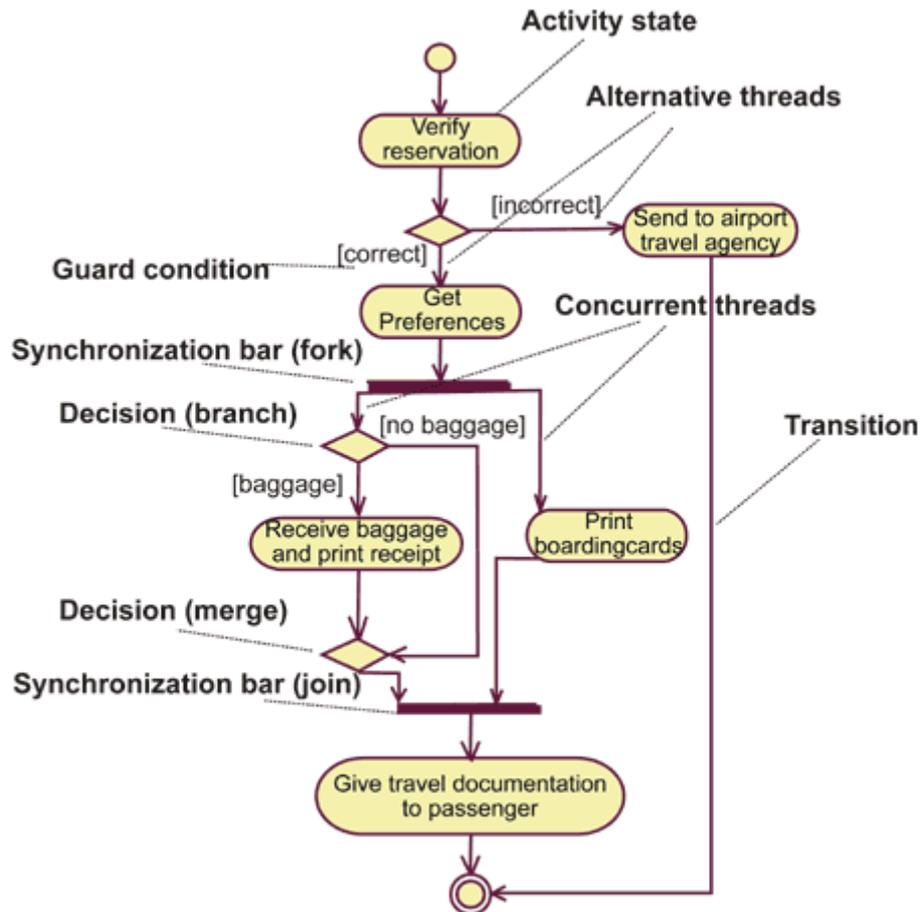
**Figura 1 – Exemplo de DCU de Negócio**

Conforme [Shnieder e Winters 2001], os casos de uso são mais eficazes quando acompanhados de seus detalhamentos textuais. Nesse documento constam detalhes tais como: pré-condição, pós-condição, objetivo, roteiro dos cenários principal e alternativo, atores envolvidos e suas dependências. Quanto à parte gráfica o *DCU*, possuindo apenas três elementos disponíveis: atores, casos de uso e interações, não permite a identificação de elementos essenciais à modelagem de processos de negócio, tais como: entradas e saídas, recursos necessários, envio e recebimento de eventos externos, fluxos de trabalho alternativos, sincronismo de atividades, etc.

Embora muitas vezes empregado, o *DCU*, quase sempre, necessita de recursos adicionais, viabilizados através da implementação de extensões aos elementos básicos, utilizando-se de estereótipos.

## 2.5.2. Modelagem de Processo de Negócio utilizando o Diagrama de Atividades

Outra forma de representar os processos de negócio é através da documentação do fluxo de trabalho (workflow) realizado (Figura 2) [Rational Site].



**Figura 2 – Exemplo de DA de Negócio**

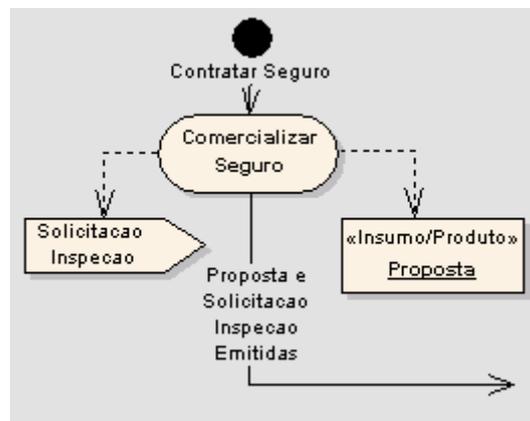
O DA disponibilizado na *UML*, constitui um elemento de modelagem simples, porém eficaz para descrever fluxo de trabalho numa organização. Entre as suas características, destaca-se a possibilidade de representação de atividades concorrentes, com execuções em paralelo, diferenciando-o de um mero fluxograma.

Neste diagrama, as atividades são situadas em raias de responsabilidade, representativas dos locais onde elas são executadas. Nestes locais existem recursos que interagem com as atividades durante sua execução. São representados, também, os insumos consumidos, recursos utilizados e produtos gerados na forma de objetos relacionados às atividades [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999a].

Dentro da abordagem do *DA* encontram-se disponíveis diversos elementos para a representação do processo de negócio. Os principais elementos, que formam o acervo disponível para a modelagem de processos neste diagrama, são descritos a seguir [OMG Site].

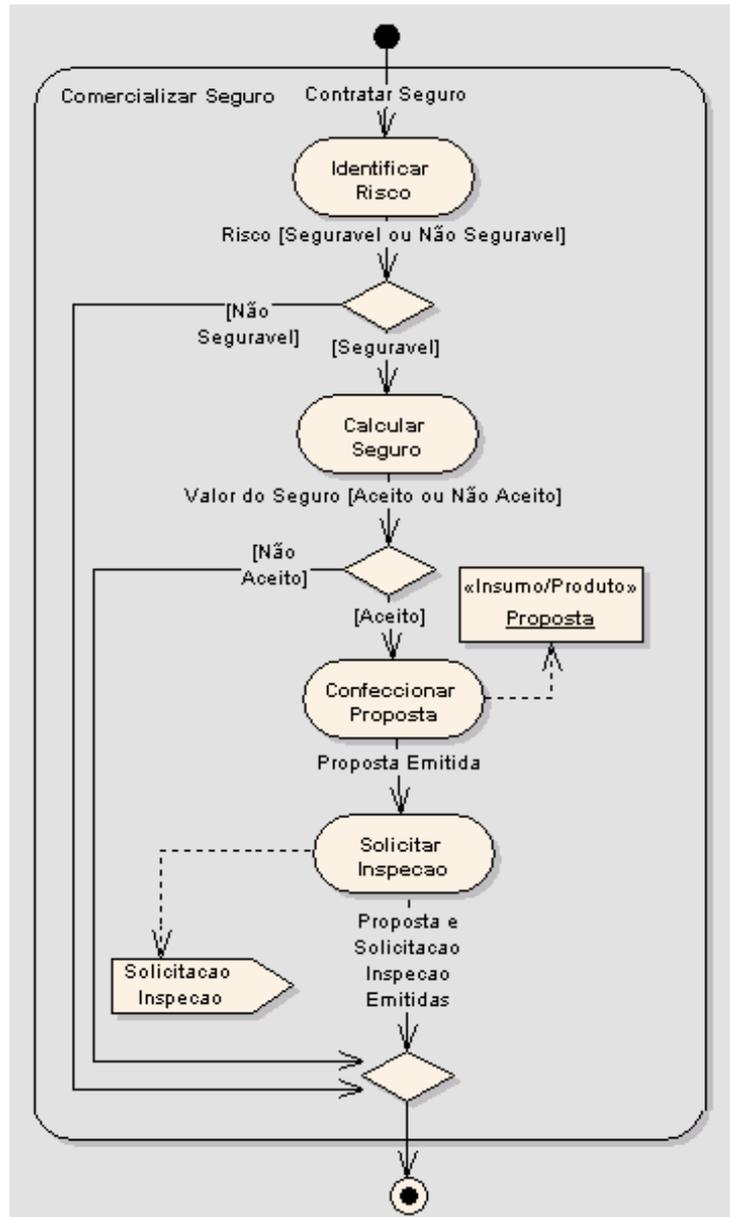
### 2.5.2.1. Atividades

Ao analisar uma organização, é possível que todo o seu trabalho possa ser considerado por um único processo envolvendo a soma de todas as suas atividades. Os processos e atividades são, semanticamente, a expressão de trabalhos a serem realizados, sendo representados no *DA* pelo mesmo elemento gráfico (Figura 3).



**Figura 3 – Processo de Comercializar Seguro**

Evidentemente, o estudo de processos de grande magnitude é uma tarefa complexa que consome tempo considerável. A solução para este obstáculo é a aplicação da Decomposição Funcional, disponível em todas as modelagens de características funcionais. Assim, os especialistas decompõem os processos complexos em subprocessos mais específicos, aumentando o detalhamento e ampliando a visibilidade do estudo (Figura 4).



**Figura 4 – Decomposição Funcional do processo “Comercializar Seguro”**

Um processo deve corresponder a uma agregação de atividades, interdependentes, que se encadeiam para um objetivo definido, de caráter global. As atividades de um processo, por sua vez, compreendem um agrupamento de ações mais detalhadas realizadas em uma unidade organizacional, caracterizada pelo consumo de insumos, pela utilização de recursos e pela geração de produtos. Desta forma, a descrição de um processo de nível geral será um encadeamento de suas atividades ou, quando no nível mais elementar, uma seqüência ações detalhadas.

As atividades possuem as seguintes características relacionadas:

- Identificação única ou rótulo: expressa uma síntese das ações detalhadas realizadas;
- Descrição: descreve detalhadamente as tarefas / ações realizadas;
- Foco: representa a “quem” ou “o que” a atividade atende (cliente, processo organizacional ou área da organização);
- Periodicidade de execução: expressa o intervalo de tempo de execução, pode ser mista, eventual, diária, semanal, mensal etc.;
- Operacionalização: expressa a forma de execução da atividade, pode ser mista, manual, automatizada, apoiada por *SI*'s etc.

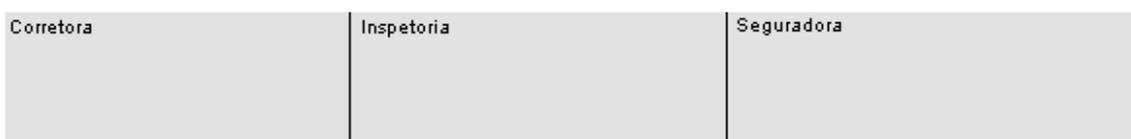
Quando as atividades expressam tarefas a serem executadas, são ditas de execução ativa e representadas através do elemento “atividade”. No caso das atividades que expressam apenas estados de espera por eventos externos, são ditas de execução passiva e representadas através do elemento “estado”. Exemplos particulares de execuções passivas são as atividades que demarcam o início e o fim de um fluxo de trabalho, representados, respectivamente, pelos estados de iniciação e finalização (Figura 5).



**Figura 5 – Representação de Atividades**

### 2.5.2.2. Raias de Responsabilidade

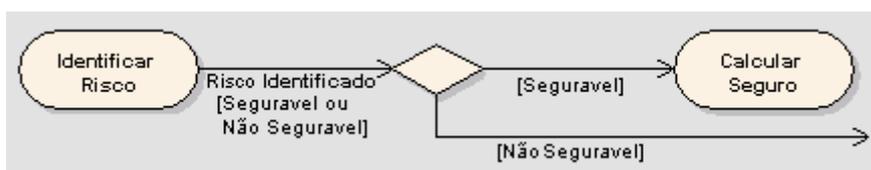
Na execução de uma atividade há a interação com diversas pessoas no desempenho de diferentes papéis. Existe, porém, um papel fundamental representativo do local de execução da atividade. Embora neste local possam existir diversos recursos que interagem com a atividade durante a sua realização, assume-se a existência de um único recurso responsável representativo do posto de trabalho (Figura 6).



**Figura 6 – Representação de Raia de Responsabilidade**

### 2.5.2.3. Transições

As atividades são executadas em seqüência, representando o fluxo de trabalho. O encadeamento do fluxo de trabalho é delimitado por um único ponto de início e pontos de término, representados pelas atividades de estado inicial e final. Uma seqüência de atividades é encadeada através de interações de “transição”, permitindo estabelecer uma ordem temporal de execução. Uma interação de “transição” representará a ocorrência de um evento, que, neste contexto, caracteriza a ocorrência de um acontecimento instantâneo (Figura 7). Opcionalmente, poderemos associar ao evento condições de guarda e ações. As condições de guarda expressam os valores das variáveis do ambiente em estudo que, quando verdadeiras, satisfazem a transição, liberando-a. As ações descrevem trabalhos a serem executados quando da ocorrência da transição, não sendo usual sua utilização no *DA*, visto que, as atividades já possuem esta função.



**Figura 7 – Representação da Interação de Transição**

#### 2.5.2.4. Desvio e Fusão

Na transição entre atividades, pode ocorrer a necessidade de uma tomada de decisão. Neste caso, um desvio permitirá a representação de fluxos de trabalho alternativos. Um desvio é um ponto de decisão, possuindo uma única transição de entrada e várias transições de saída. Em consequência da criação de fluxos alternativos de trabalho devido ao desvio, estes deverão sempre convergir para um determinado ponto do gráfico, caracterizando então uma fusão, possuindo várias transições de entrada e uma única transição de saída (Figura 8). A representação gráfica do desvio e fusão é a mesma, sendo diferenciadas apenas pelo número de transições de entrada e saída.

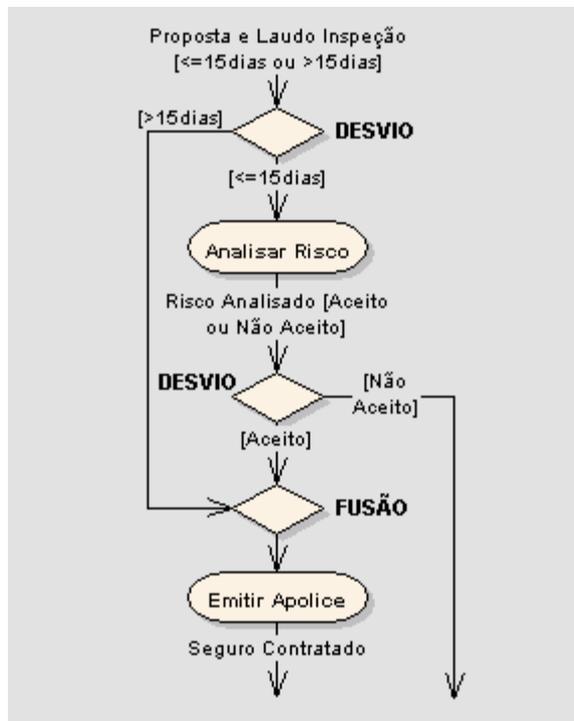


Figura 8 – Representação de Desvio e Fusão

### 2.5.2.5. Separação e Junção

Um aspecto importante do **DA** é a possibilidade de representar fluxos de trabalho que se desenvolvem em paralelo. Esta possibilidade pode ajudar na identificação de oportunidades para aumentar a eficiência dos processos, através da realização de atividades concorrentes. Na representação de atividades paralelas existem duas situações distintas: a abertura de fluxos de trabalho concorrentes (separação) e a unificação destes fluxos (junção), quando necessário.

Na separação, a transição de entrada poderá ser multiplicada ou desmembrada, conforme a necessidade. Desta forma, será representada possuindo uma única transição de entrada e várias transições de saída, que serão utilizadas simultaneamente. Na junção, diversas transições de entrada serão unificadas em uma única transição para continuidade do fluxo de trabalho (Figura 9). Desta forma, será representada possuindo várias transições de entrada e uma única transição de saída.

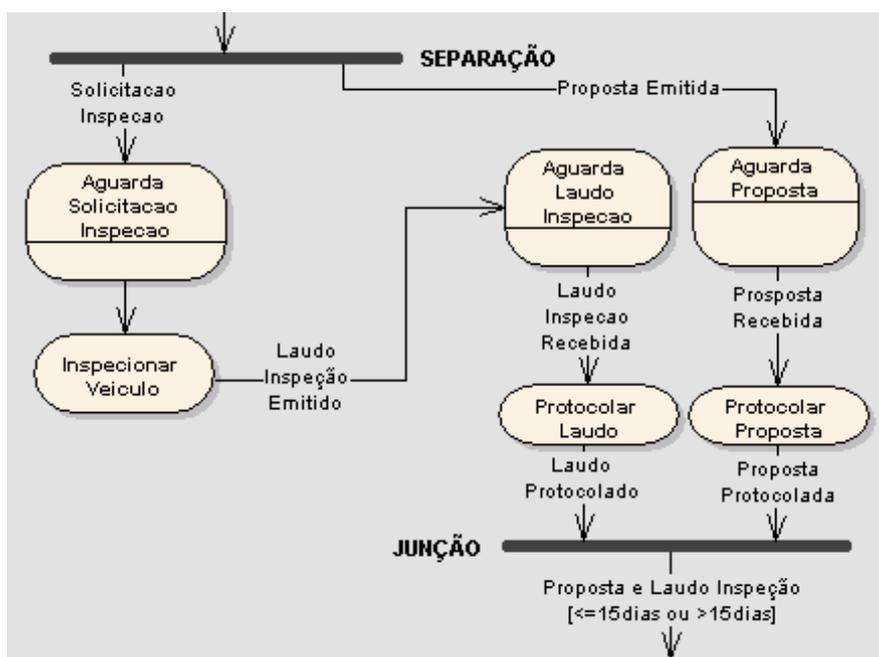


Figura 9 – Representação de Separação e Junção

### 2.5.2.6. Sinalização de Eventos

Durante a execução do fluxo de trabalho de um processo, pode ser necessário trocar eventos com agentes externos (envio ou recepção). O recebimento de um evento externo pode inclusive dar início a uma atividade em um processo. Estes sinais (envio e recepção de eventos) serão representados possuindo uma dependência com atividades a eles relacionadas (Figura 10). Esta dependência não caracteriza uma transição, sendo apenas indicativa da origem e destino dos sinais.

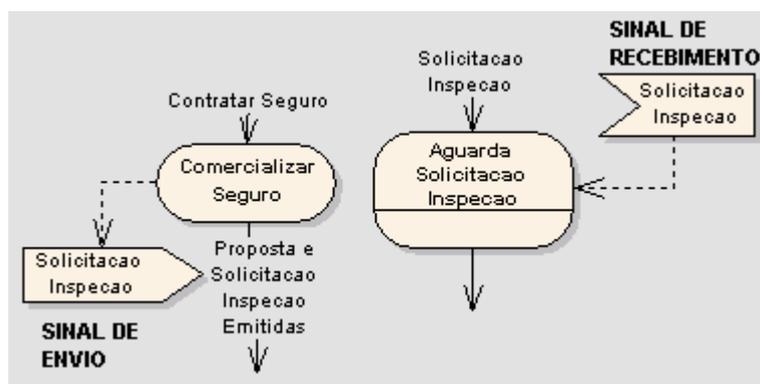


Figura 10 – Representação de Sinais (Envio e Recebimento)

### 2.5.2.7. Objetos

Como já mencionado, a realização de atividades envolve o consumo de insumos, a utilização de recursos e a geração de produtos. O elemento “objeto” (Figura 11) interage com as atividades, podendo ter seus estados modificados, representando o trabalho realizado. Os insumos e produtos podem ser materiais ou informação, enquanto os recursos podem ser humanos, sistêmicos, equipamento etc.



Figura 11 – Representação de Objetos (Insumos, Produtos e Recursos)

### 2.5.2.8. Dependência

A interação de “dependência” representa uma ação mútua entre uma atividade e os elementos “objetos” ou “sinais” (Figura 12). Esta interação estabelece uma ligação de influência entre dois elementos relacionados, sugerindo que as alterações aplicadas a um dos elementos poderão acarretar alterações no outro. A relação de “dependência” é representada através de setas tracejadas, sendo diferenciada da relação de “transição” pelo fato de não determinar o fluxo de trabalho. Uma atividade poderá ter várias relações de “dependência” representadas com um ou mais elementos.



**Figura 12 – Representação da Interação de Dependência**

### 3. Especificação de Requisitos de Sistemas de Informações

A Engenharia de Requisitos tem sido reconhecida como uma fase crítica do processo da Engenharia de Software. Este reconhecimento decorre da descoberta de que a maioria dos problemas, geralmente os mais dispendiosos e de maior impacto negativo, são originados nas etapas iniciais do desenvolvimento de *SI*'s [Alves 2001]. Conforme [Alves 2001], a disciplina da Engenharia de Requisitos está estruturada em quatro etapas principais para o gerenciamento dos requisitos, definidas como:

- Extração de Requisitos;
- Análise e Negociação de Requisitos;
- Especificação e Documentação de Requisitos;
- Validação de Requisitos.

Normalmente, falhas na realização destas etapas, resultam em documentos de requisitos inconsistentes, incompletos e conseqüentemente produtos de software de baixa qualidade.

Encontramos em literaturas especializadas, várias definições sobre Engenharia de Requisitos [IEEE 1998] [Leite 1987] [Hofman 1993] [Davis 1993] [Kotonya *et al.* 1997] [Lamsweerde 2000]. Entretanto, dentre as várias definições da Engenharia de Requisitos, neste trabalho destacamos a definição de [Zave 1997], pois ela ressalta a importância da identificação das metas a serem atingidas.

*“A Engenharia de Requisitos está relacionada com a identificação de metas para serem atingidas pelo sistema a ser desenvolvido, assim como a operacionalização de tais metas em serviços e restrições”.*

Segundo [Pressman 2001], um requisito é uma especificação de uma determinada ação ou condição que o sistema deverá satisfazer. O autor ressalta a classificação dos requisitos em: funcionais, que devem descrever as ações ou funções a serem suportadas pelo sistema, e não funcionais, que devem descrever os aspectos complementares a serem satisfeitos pelo sistema. Estes aspectos complementares, representados pelos requisitos não funcionais, têm a ver com características do sistema, tais como: desempenho, robustez, confiabilidade, interoperabilidade etc.

A identificação correta dos requisitos de um sistema sempre apresenta dificuldades, sendo uma das razões mais comuns para tal o erro de se assumir que todas as necessidades poderão ser identificadas e definidas precisamente em um único ponto do desenvolvimento de um sistema. Cada pessoa envolvida tem percepções e expectativas diferentes, que variam com o tempo e o nível de abstração. Esta variação é devida ao amadurecimento do entendimento do problema e do contexto, agravada pelo fato de que muitas vezes o próprio contexto se modifica com o tempo.

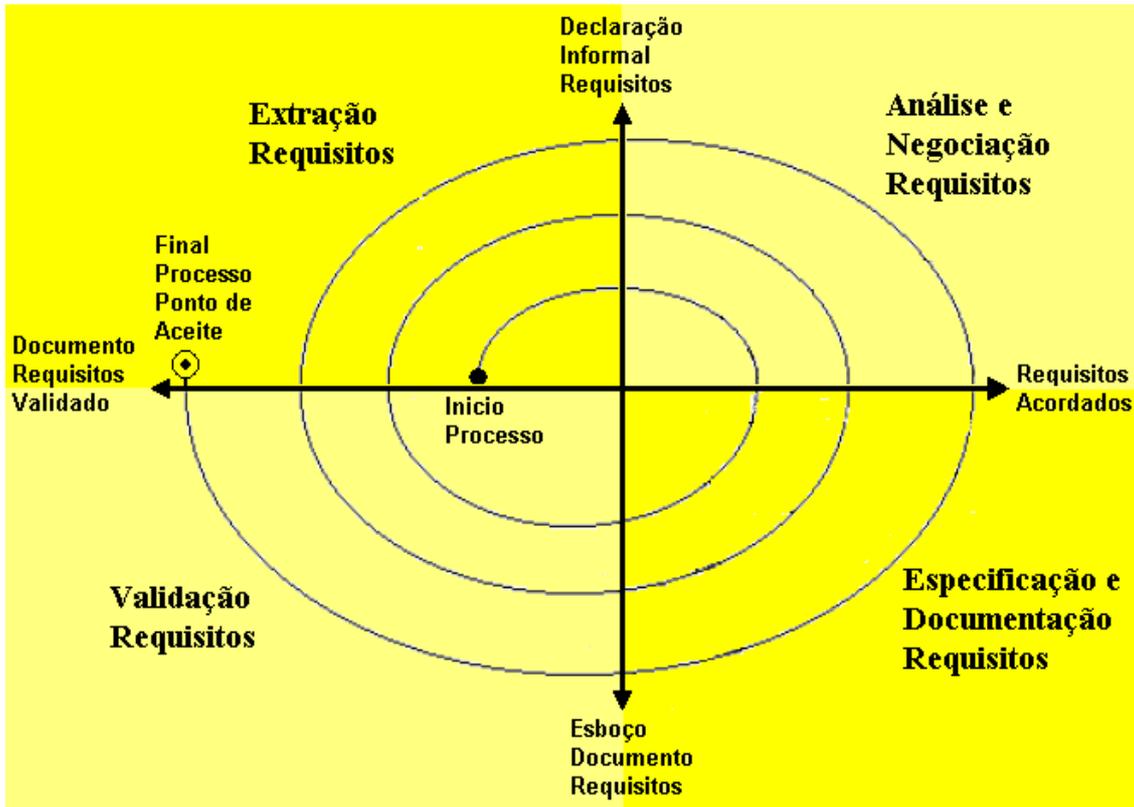
Os requisitos são dinâmicos em função das mudanças de necessidades, das tecnologias usadas, das alterações provocadas pelo aprendizado do problema e das modificações do contexto.

A consequência direta de uma especificação de requisitos produzida de forma inadequada é o aumento do volume de alterações durante e após o desenvolvimento do sistema. Isso acarreta em que o custo e o tempo requeridos serão significativamente maiores do que realmente necessário.

### **3.1. O Processo de Engenharia de Requisitos**

O processo de engenharia de requisitos pode ser considerado como um conjunto estruturado de atividades com o objetivo de derivar, validar e manter um documento de requisitos [Kotonya *et al.* 1997].

As etapas do gerenciamento dos requisitos podem ser representadas em um modelo espiral (Figura 13), no qual cada etapa do processo é repetida até que seja tomada a decisão de que o documento de requisitos pode ser aceito. Apesar dessas etapas serem, normalmente, descritas independentemente e numa ordem particular, na prática, elas consistem de processos iterativos e inter-relacionados que podem cobrir todo o ciclo de vida do desenvolvimento de *SI*'s.



**Figura 13 –Gerenciamento de Requisitos no Modelo Espiral**

### 3.1.1. Extração de Requisitos

Esta é a primeira etapa no ciclo de vida da engenharia de requisito, o seu propósito geral é obter conhecimentos relevantes do problema a ser resolvido. Esta etapa é um processo de descoberta dos requisitos através da interação com clientes, usuários finais e quem mais estejam envolvidos do escopo estudado. Além de descobrir quais são as necessidades do novo *SI*, requer uma cuidadosa análise da organização, do domínio de aplicação e dos processos organizacionais [Kotonya *et al.* 1997].

Um dos principais problemas encontrados é a dificuldade de entender as reais necessidades dos usuários [Jacobson *et al.* 1992]. Esta dificuldade se deve, em parte, por se tratar de uma atividade multidisciplinar, onde as pessoas envolvidas possuem formações distintas, tendo pontos de vista diferentes sobre o mesmo problema. Outro fator para esta dificuldade é que muitas vezes os usuários não têm uma idéia precisa e explícita do *SI* a ser desenvolvido, ou, até mesmo, possuem dificuldades em descrever seu conhecimento sobre o domínio do problema. Uma técnica bastante utilizada é o uso

de cenários para representar as tarefas que os usuários executam normalmente e aquelas que eles desejam executar [Leite *et al.* 1997].

A etapa de extração de requisitos é fundamental para garantir que o *SI* final atenderá às expectativas e necessidades dos usuários. Por ser uma atividade complexa, requer uma quantidade considerável de tempo e recursos, resultando ao final em uma coletânea de informações e documentos e uma relação de requisitos identificados.

### **3.1.2. Análise e Negociação dos Requisitos**

O principal objetivo dessa etapa é a obtenção de um detalhamento preciso dos requisitos, de fácil compreensão. Existem inúmeras abordagens para modelagem de requisitos [Davis 1993]. Nestas abordagens, as notações e modelos parciais são usados para direcionar novas aquisições de informações [Nuseibeh e Easterbrook 2000]. Alguns exemplos de modelagem são: organizacional [Alencar 1999], comportamental [Potts 1997], de domínio [Jackson e Zave 1993], de requisitos não-funcionais [Leite e Cysneiros 1999]. Cada classe de modelagem se destina a analisar e resolver um determinado tipo de problema.

Na etapa de análise e negociação, são encontrados problemas, tais como: requisitos esquecidos, conflitantes, ambíguos e duplicados. A partir da identificação dos problemas nos requisitos, são realizadas reuniões para discutir, resolver, priorizar e negociar os problemas encontrados, até que se obtenha um acordo com possíveis modificações e simplificações. Em geral, os modelos de negociação identificam as principais necessidades de cada usuário, ou seja, atribuem prioridades aos requisitos, em seguida analisam esses resultados para tentar garantir que os requisitos mais críticos sejam atendidos.

### **3.1.3. Especificação e Documentação de Requisitos**

À medida que os requisitos do *SI* são acordados, eles devem ser especificados clara e detalhadamente, de forma documentada. Em geral, é necessário que o documento de requisitos seja inteligível por todos os envolvidos no processo de engenharia de requisitos, pois ele servirá como um contrato entre os participantes. O principal foco da pesquisa em documentação de requisitos é prover notações e

linguagens de especificação. Desde a abordagem natural até a lógica, diferentes linguagens têm sido propostas para expressar e descrever requisitos [Toranzo, Castro e Mello 2002].

As pesquisas recentes têm reconhecido que a especificação e documentação dos requisitos são etapas cruciais no processo de engenharia de requisitos, ou seja, é necessário não somente escrever os requisitos de forma compreensível, mas também permitir que eles possam ser rastreados e gerenciados ao longo da evolução do *SI*. O rastreamento de requisitos é um fator importante tanto para prover uma documentação completa e íntegra, assim como ajudar no processo de gerenciamento de mudanças desses requisitos [Toranzo, Castro e Mello 2002].

#### **3.1.4. Validação de Requisitos**

Esta etapa é definida como o momento no qual se certifica que o documento de requisitos é consistente e contém todas as necessidades dos usuários para o escopo da iteração. Descrever os requisitos de forma explícita é uma condição necessária não somente para validar os requisitos, mas também para resolver conflitos entre usuários. Em geral, a validação de requisitos é considerada complexa por dois motivos principais. O primeiro motivo é de natureza filosófica, onde deve ser constatado apenas o que é verdadeiro, comparando-a à validação do conhecimento científico. O segundo motivo é de natureza social, relacionada à dificuldade de obter um consenso entre diferentes usuários com objetivos muitas vezes conflitantes [Nuseibeh e Easterbrook 2000].

Outro grande desafio durante a validação de requisitos é demonstrar que a especificação dos requisitos do *SI* está correta. Enquanto o projeto e a implementação possuem o documento de requisitos para verificar seus resultados, a validação de requisitos não possui uma ligação direta com a documentação coletada e utilizada como base. Ou seja, não existe uma forma de demonstrar formalmente que a especificação está correta [Kotonya *et al.* 1997].

### **3.2. Documentação de Requisitos com UML**

Por influência do método *OOSE* (*Object Oriented Software Engineering*), desenvolvido por [Jacobson *et al.* 1992], a *OMG* adicionou na *UML* o *DCU*, que

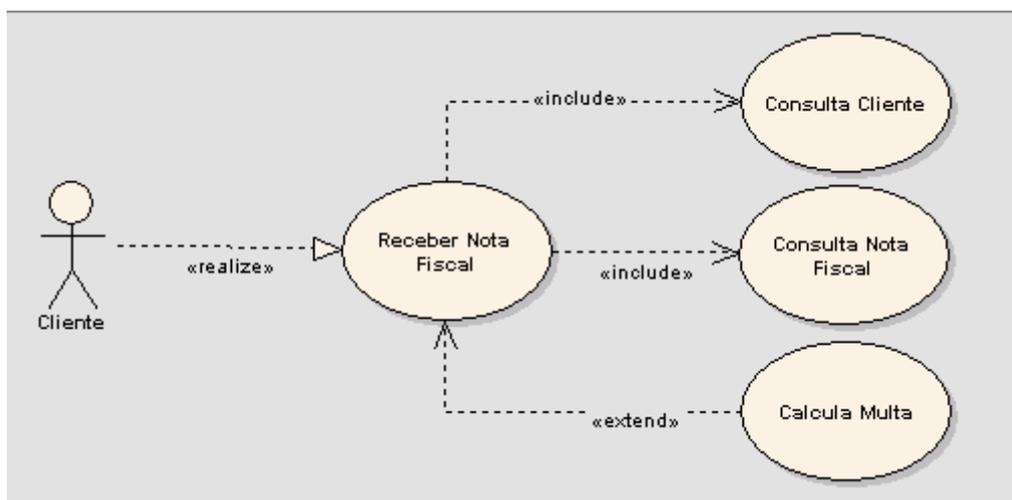
permite a especificação de requisitos funcionais segundo uma abordagem focada nos usuários do sistema. A modelagem de requisitos funcionais através da especificação dos casos de uso é, atualmente, considerada como uma abordagem extremamente adequada, facilitando o entendimento e possibilitando uma melhor comunicação entre a equipe de desenvolvimento e os usuários.

A adoção de um modelo gráfico torna mais fácil e eficiente a captura e entendimento dos requisitos funcionais levantados por parte dos envolvidos no projeto.

### 3.2.1. Diagrama de Casos de Uso (DCU)

O *DCU* ilustra um conjunto de casos de uso, atores e suas relações [Larman 1999]. Sua aplicação visa representação do contexto de um sistema em estudo, com ênfase na identificação da fronteira (atores), e dos requisitos funcionais através do significado das suas funções.

O *DCU* (Figura 14) é composto pelos seguintes artefatos: atores, casos de uso e relações (realização, inclusão e extensão). Os casos de uso são ilustrados com elipses e os atores com figuras de traço simples. As relações são linhas de comunicação existentes entre os casos de uso e os atores, representados na forma de setas que indicam o estímulo identificado.



**Figura 14 – Exemplo de DCU**

### 3.2.2. Atores

Os atores representam as fronteiras de interação do sistema em estudo. Eles podem representar papéis executados por pessoas, sistemas ou organizações, que em algum momento, interagem com as funcionalidades do sistema. Em geral, um ator pode interagir com várias funcionalidades, sendo que por outro lado, uma funcionalidade pode interagir com vários atores.

É necessário ter em mente a diferença entre os reais usuários do sistema (pessoas) e suas respectivas categorias [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999a]. Assim, o nome ator é aplicado para uma categoria de usuários, definido o papel que esta categoria desempenha no sistema.

Os atores (Figura 15) podem ser classificados em primários e secundários. Atores primários são aqueles para os quais o sistema foi desenvolvido. Por outro lado, para que o sistema possa funcionar, ele pode depender de um conjunto de atores, dito atores secundários, que tenham por objetivo dar suporte ao serviço principal.

Os atores deverão ser detalhados através de uma pequena descrição de forma a assegurar uma correta compreensão do significado do ator por todos os elementos envolvidos no processo de desenvolvimento.

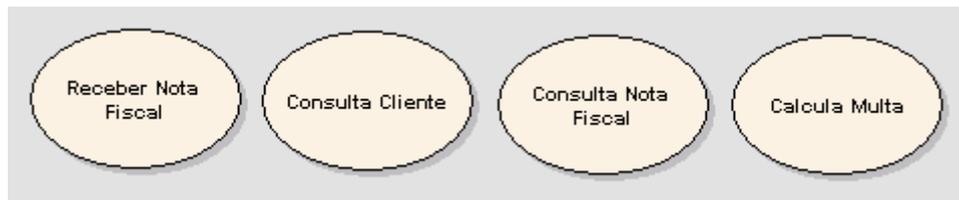


**Figura 15 – Representação de Ator**

### 3.2.3. Casos de Uso

Um caso de uso é uma seqüência de ações que um ou mais atores realizam num sistema de modo a obterem um resultado particular [Jacobson *et al.* 1992]. Os casos de uso permitem capturar os requisitos funcionais de um sistema através do detalhe de todos os cenários que os usuários podem realizar (Figura 16).

A definição de um caso de uso, também conhecida na literatura como cenário, é uma determinada seqüência de ações que ilustra um comportamento do sistema. Sendo mais abstrato, deve-se entender uma definição / cenário, como uma instância de um caso de uso, sendo normal que um caso de uso possa ser descrito por dezenas de formas possíveis [Schmitz e Silveira 2000].



**Figura 16 – Representação de Casos de Uso**

A *MRDS* (Metodologia Rápida de Desenvolvimento de Sistemas) [Schmitz e Silveira 2000] [Schmitz e Silveira 2001] sugere que uma definição de um caso de uso contenha os seguintes elementos:

- como e quando o caso começa e termina;
- a descrição da interação entre o caso e seus atores, incluindo quando a interação ocorre e que tipo de informação é trocada entre o ator e o sistema;
- como e quando será necessário ler ou alterar os dados armazenados no sistema;
- situações excepcionais.

#### **3.2.4. Relações entre elementos do diagrama**

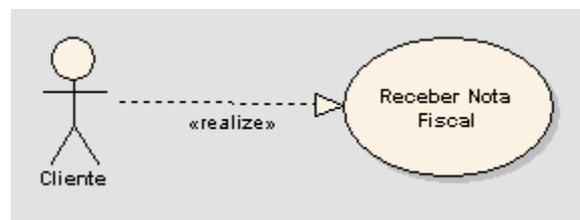
Ao descrever cenários complexos, constantemente encontra-se um grande número de casos de uso. Como os casos de uso utilizam a linguagem natural na sua descrição, tanto a verificação como a manutenção deste conjunto de especificações torna-se difícil e trabalhosa.

É um fato que os requisitos funcionais são quase sempre alterados no decorrer de um projeto, sendo raros os projetos onde isto não ocorre. Por causa disto, é muito importante que os modelos sejam construídos de tal forma que possam ser facilmente alterados. Esta propriedade de um modelo é chamada de robustez.

A construção de modelos robustos requer a criação de mecanismos que permitam introduzir e alterar a funcionalidade do modelo com o menor esforço possível. A *UML* [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999a] apresenta as seguintes relações entre os elementos do diagrama (atores e casos de uso):

#### 3.2.4.1. Realização

A interação de “realização” (*<<realize>>*) (Figura 17), representa um estereótipo de uma interação de “dependência”, sendo utilizada entre os atores e os casos de uso identificados. A existência desta relação indica que um dado ator se comunica com o caso de uso durante a execução de sua funcionalidade.

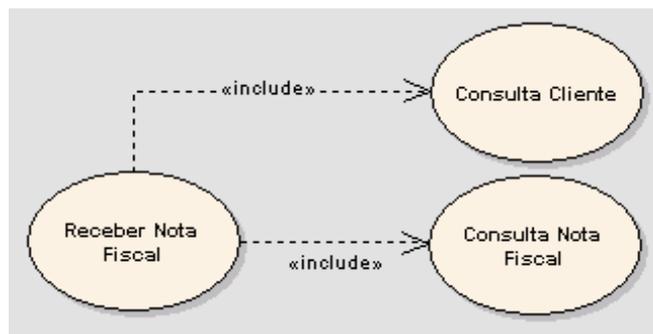


**Figura 17 – Representação da Relação de “Realização”**

#### 3.2.4.2. Inclusão

Analisando-se o conjunto de casos de uso, freqüentemente descobre-se que vários deles possuem partes do roteiro em comum. Ao retirar a(s) parte(s) comum(ns) destes casos de uso, destacando-a(s) em um novo caso de uso separado (fatorando ou colocando em evidência) estaremos simplificando o modelo, visto que esta parte do cenário estará descrita em apenas um único caso de uso. Um caso de uso deste tipo descreve portando uma rotina que é compartilhada por diversos casos de uso.

A relação de inclusão (*<<include>>*) entre casos de uso corresponde a uma relação típica de delegação, significando que o caso de uso base incorpora o comportamento do outro caso de uso relacionado na sua execução (Figura 18). A identificação do ponto de incorporação da funcionalidade incluída deve constar da especificação textual do cenário do caso de uso principal. Isso significa que em um determinado passo do roteiro do cenário principal deverá ter explicitamente uma chamada ao caso de uso incluído.

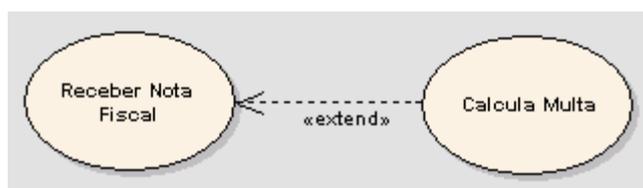


**Figura 18 – Representação da Relação de “Inclusão”**

### 3.2.4.3. Extensão

A técnica utilizada para resolver o problema de adicionar novas funcionalidades a um sistema é chamada de extensão. Os casos de uso são separados em comuns e especiais. Os casos comuns descrevem os padrões de interação que acontecem na grande maioria dos casos reais. Os casos de uso especiais são aqueles que podem ou não acontecer dentro de uma dada situação. Assim, um caso de uso comum pode ser estendido por casos de uso especiais.

A relação de extensão (*«extend»*) é utilizada quando desejamos adicionar a um caso de uso uma funcionalidade opcional completa representada por um outro caso de uso (Figura 19). Desta forma, o caso de uso principal descreve, apenas, a seqüência normal de ações a serem executadas. O caso de uso relacionado na forma de extensão deve descrever as ações opcionais que complementam o caso de uso principal quando for necessário. A identificação do ponto de extensão (“*extension point*”) da funcionalidade incluída deve constar da especificação textual do cenário do caso de uso principal. Isso significa que em um determinado passo do roteiro do cenário principal deverá ter explicitamente a condição de extensão para a chamada ao caso de uso opcional [Jacobson, Griss e Jonsson 1997].



**Figura 19 – Representação da Relação de “Extensão”**

## **4. Especificação de Requisitos Funcionais a partir do Modelo de Processos**

### **4.1. Visão Geral do Método**

O estímulo inicial para a criação do método proposto nesta dissertação, decorreu da constatação da forte interação dos processos de negócio com os *SI*'s de apoio, conforme visto no capítulo 2. Esta interação ocorre, basicamente, porque ambas as abordagens expressam, na prática, funcionalidades necessárias à realização de um objetivo. Esta correspondência permite que as funcionalidades de um processo de negócio sejam realizadas ou apoiadas por funcionalidades disponibilizadas pelos *SI*'s.

Espera-se que um processo de negócio represente uma solução ideal para a realização de um dado trabalho. Nesta busca por soluções cada vez mais eficazes, o emprego de *SI*'s, aliados às tecnologias de software e hardware disponíveis, apresenta-se como sendo o caminho mais utilizado e eficiente. A constante evolução tecnológica do hardware (redução de custo, aumento do poder computacional e de conectividade) permite aos *SI*'s desempenhar, de forma eficiente, um número cada vez maior de funcionalidades nos processos de negócio. Por exemplo, há três ou quatro décadas atrás a disponibilização de um processo de saque bancário totalmente automatizado era inconcebível. Hoje, esta automação é uma realidade, sem a qual muitos outros negócios seriam inviabilizados, tornando-os totalmente dependentes da mesma. Assim, com a disponibilização de novas tecnologias e a redução do custo das existentes, os processos de negócio ganham novas alternativas de implantação na busca por uma posição ideal de total automatização dos processos de negócio.

Observando-se a relação entre os processos de negócio e os *SI*'s, constata-se que esta interação deriva para suas representações funcionais. O modelo de processo exprime, na sua essência, as funcionalidades existentes em um processo de negócio. Analogamente, o modelo de requisitos funcionais representa as funcionalidades existentes em um *SI* na forma de seus requisitos funcionais. A execução de uma funcionalidade, em qualquer forma de operacionalização, requer informações de entrada para a sua execução e produz como resultado novas informações que descrevem o novo estado do processo.

A partir desta constatação verificou-se que os elementos disponíveis no *DA* utilizado para a construção do modelo de processos, possuem correlação com os elementos existentes no *DCU*, que representa o modelo de requisitos funcionais. Esta correlação não é direta, nem tão pouco trivial, tendo sido necessários diversos experimentos para a determinação de um método a ser aplicado para transformação dos modelos.

Os experimentos realizados consistiram na elaboração de algumas dezenas de modelos de processo de diversos negócios de natureza variada. Para cada um dos processos foram elaborados dois modelos de requisitos funcionais: um através da experiência em desenvolvimento de *SI*'s por parte de especialistas, e outro através da aplicação do método. Com os subsídios obtidos na análise destes modelos, foi possível identificar padrões e criar regras para a ampliação do método. Este método foi elaborado e apresentado à comunidade acadêmica pela primeira vez em artigos publicados em [Cruz, Silveira e Schmitz 2002a], [Cruz, Silveira e Schmitz 2002b], [Cruz, Silveira e Schmitz 2002c] e [Cruz, Silveira e Schmitz 2002d], como resultado das pesquisas realizadas durante o período de elaboração da presente monografia. Os autores integrados ao grupo de pesquisa sobre “Processos de Negócio” realizaram vários experimentos ao longo dos últimos três anos. Estes experimentos fundamentaram a criação de novas heurísticas e a alteração das já existentes. Esta dissertação apresenta a versão mais atual do método, versão 4.0, que disponibiliza a ferramenta *HPReq*.

O método definido neste trabalho consiste da aplicação a um determinado modelo de processo, de cinco conjuntos de heurísticas, para a obtenção do respectivo modelo de requisitos funcionais. Os diagramas utilizados, como já mencionado, foram escolhidos tendo em vista dois fatos: a crescente adoção, por parte do mercado e meio acadêmico, da *UML* como um padrão de linguagem de modelagem para o desenvolvimento de *SI*'s, e por estarem em conformidade com as necessidades teóricas dos referidos modelos tanto para processos como para requisitos.

## 4.2. Heurísticas para a geração da Especificação de Requisitos Funcionais

Em [Aurélio 1999] encontra-se que heurística origina-se do grego “heuristiké” que significa “arte de encontrar” ou “descobrir”. Entre as descrições de seu significado verificam-se:

- “Conjunto de regras e métodos que conduzem à descoberta, à invenção e à resolução de problemas”.
- “Procedimento pedagógico pelo qual se leva o aluno a descobrir por si mesmo a verdade que lhe querem inculcar”.
- “Ciência auxiliar da História, que trata da pesquisa das fontes”.
- “Informática: Metodologia, ou algoritmo, usado para resolver problemas por métodos que, embora não rigorosos, refletem o conhecimento humano e permitem obter uma solução satisfatória”.

Em [Pearl 1985] encontram-se diversos significados, tais como, palpites, regras baseadas na experiência, julgamentos intuitivos ou simplesmente senso comum. Uma outra definição estabelece que as heurísticas representam estratégias montadas a partir de informações incompletas com o objetivo de solucionar algum problema. O caminho escolhido através das heurísticas pode não ser a melhor solução, mas muito provavelmente representará uma das melhores e terá grande chance de ser computacionalmente factível.

Os diagramas utilizados, *DA* e *DCU*, são modelos gráficos que possuem a vantagem da facilidade de comunicação, porém, não possuem um rigor matemático. Assim, optou-se pela identificação de heurísticas através de experimentos realizados, procurando-se extrair as regras em conformidade com a literatura especializada de modelagem de processos e requisitos. Observou-se, então, a existência de algumas situações padronizadas de atividades que implicavam em padrões correspondentes de casos de usos. Estes padrões foram analisados e deles extraídos a sua essência na forma de heurísticas.

Foram estabelecidas algumas premissas para a construção do conjunto de heurísticas identificadas, conforme descrito a seguir.

Em um processo de negócio, uma atividade é um conjunto de ações detalhadas para o cumprimento do objetivo do processo. Por outro lado, um caso de uso, é um conjunto de passos a serem executados com a finalidade de atingir um objetivo computacional (do sistema). Assim, existe a correlação entre estes elementos (atividade e caso de uso), sendo esta a base para as heurísticas. Neste contexto, as atividades podem ter operacionalizações diferenciadas, podendo ser classificadas em:

- manuais – executadas por pessoas;
- automáticas – executadas por máquinas especializadas;
- informatizadas – executadas por *SI*'s.

Seguindo esta classificação, seria coerente que somente as atividades ditas informatizadas de um modelo de processo gerassem correspondentes no modelo de requisitos funcionais. Porém, visto que é razoável desejar o maior nível de operacionalização informatizada em processos de negócio, de forma a eliminar a necessidade de atividades manuais. Além disso, em menor ou maior grau, deseja-se também o controle de atividades automatizadas por meio de *SI*'s que as monitorem e gerenciem. Por esta razão, optou-se por assumir que se deseja que todo o processo seja apoiado por *SI*'s.

A segunda premissa adotada foi a eliminação, em tempo de aplicação do método, do recurso da decomposição funcional. Como já visto, em toda a modelagem funcional podemos utilizar este recurso para facilitar o entendimento do escopo, através da criação de diversos níveis de detalhamento. Com esta simplificação, o método trata cada modelo de processo de forma independente, não considerando possíveis níveis de detalhamento elaborados pelo projetista. Da mesma forma, procurou-se manter a correspondência das atividades com os casos de uso gerados, assumindo-se uma relação de um para um.

Algumas das heurísticas foram definidas baseando-se na topologia, disposição e interação entre os elementos utilizados nos diagramas. Esta topologia acarreta na adoção de determinados padrões de diagramação do modelo de requisitos funcionais. Uma restrição de topologia imposta para uso deste método é a de representação de apenas uma transição de entrada e uma de saída para as atividades. Esta restrição não

caracteriza uma limitação, tendo em vista que o *DA* possui recursos para a junção e separação de transições.

A seguir, apresentam-se as heurísticas desenvolvidas, divididas em cinco grupos: *HAG* (Heurísticas para Ajuste Geral), *HIA* (Heurísticas para Identificação de Atores), *HIC* (Heurísticas para Identificação de Casos de Uso), *HIR* (Heurísticas para Identificação de Relações) e *HDR* (Heurísticas para Diagramação de Requisitos). Cada um dos grupos possui uma finalidade própria, sendo que a seqüência apresentada deve ser respeitada para a obtenção dos resultados.

#### 4.2.1. Regras de diagramação

A correta aplicação das heurísticas requer que o *DA* obedeça a um conjunto de regras de diagramação mostradas abaixo (Tabela 1). Estas regras devem ser seguidas pelo projetista na elaboração do *DA*.

Sigla	Descrição
R-1	Selecionar o grupo de atividades mais detalhadas. Caso uma atividade em um diagrama possua detalhamento em subatividades, considere apenas as subatividades representadas em um contexto único (diagrama detalhado), desprezando as superatividades.
R-2	As atividades representadas deverão possuir apenas uma única transição de entrada e uma única transição de saída. Devendo, quando necessário, utilizar os elementos de junção ou separação, conforme o caso.
R-3	O <i>DA</i> deverá ter um fluxo contínuo e ininterrupto de trabalho. Caso exista necessidade e representar uma interrupção temporal, uma atividade passiva deverá ser representada através de um estado.

**Tabela 1 – Regras de Diagramação**

#### 4.2.2. Heurísticas para Ajuste Geral (*HAG*)

A finalidade deste grupo de heurísticas é direcionar a aplicação das demais heurísticas, expressando ordenamento e limitações (Tabela 2).

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HAG-1</i></b>	As heurísticas serão aplicadas seguindo-se o fluxo de trabalho.
<b><i>HAG-2</i></b>	As heurísticas serão aplicadas para elementos contidos em cada raia de responsabilidade isoladamente. Ou seja, elementos de raias diferentes não serão analisados em conjunto para aplicação das heurísticas.

**Tabela 2 – Heurísticas para Ajuste Geral (*HAG*)**

#### 4.2.3. Heurísticas para Identificação dos Atores (*HIA*)

A finalidade deste grupo de heurísticas é identificar atores a serem representados no *DCU*, a partir dos elementos existentes no *DA* (Tabela 3).

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIA-1</i></b>	Um processo, independente de sua natureza, é concebido para o atendimento de algum cliente externo ao processo. Este cliente deve ser identificado como um ator em potencial.
<b><i>HIA-2</i></b>	As raias de responsabilidades caracterizam postos de trabalho e/ou seus responsáveis, representando efetivamente quem executa as atividades nelas contidas. Estes executores devem ser identificados como atores em potencial.

**Tabela 3 – Heurísticas para Identificação de Atores (*HIA*)**

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIA-3</i></b>	Os artefatos caracterizam recursos, insumos ou produtos. Particularmente os recursos podem representar os executores de uma determinada atividade do processo. Recursos representados poderão ser identificados como responsáveis pela execução das atividades. Estes executores devem ser identificados como atores em potencial, interagindo com o caso de uso derivado da atividade.
<b><i>HIA-4</i></b>	Os sinais representados para envio de notificações de eventos para fora da fronteira da aplicação possuem intrinsecamente um receptor. Este receptor deve ser identificado como um ator em potencial, interagindo com o caso de uso derivado da atividade que enviou o sinal. Analogamente, os sinais representados para recepção de eventos externos possuem um emissor que também será um ator em potencial.
<b><i>HIA-5</i></b>	Atores identificados que apresentam interação irrelevante dentro do contexto em análise, deverão ser desprezados pelo projetista.
<b><i>HIA-6</i></b>	Atores identificados com denominações diferentes e com significados semânticos iguais deverão ser unificados pelo projetista.

**Tabela 3 – Heurísticas para Identificação de Atores (*HIA*)**

#### **4.2.4. Heurísticas para Identificação dos Casos de Uso (*HIC*):**

A finalidade deste grupo de heurísticas é identificar as funcionalidades a serem representados no *DCU*, a partir dos elementos existentes no *DA* (Tabela 4).

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIC-1</i></b>	Atividades de execução “passiva”, sem realização de trabalho e representadas na forma de estado, serão retiradas do diagrama sem a interrupção do fluxo de trabalho. Os elementos relacionados ao estado deverão ser transferidos para a próxima atividade de execução “ativa”.

**Tabela 4 – Heurísticas para Identificação de Casos de Uso (*HIC*)**

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIC-2</i></b>	Atividades devem ser representadas na forma de casos de uso distintos, na relação de uma atividade para um caso de uso.
<b><i>HIC-3</i></b>	Objetos interagindo com atividades darão origem a novos casos de uso que permitam a consulta de suas informações.
<b><i>HIC-4</i></b>	Objetos <b>NÃO</b> interagindo com atividades para atualização de informações darão origem a novos casos de uso que permitam a manutenção de suas informações.

**Tabela 4 – Heurísticas para Identificação de Casos de Uso (*HIC*)**

#### **4.2.5. Heurísticas para Identificação de Relações (*HIR*):**

A finalidade deste grupo de heurísticas é identificar as relações a serem representados no *DCU*, a partir dos elementos existentes no *DA* (Tabela 5). Estas relações ocorrem tanto, entre os atores e casos de uso, como também, entre os casos de uso.

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIR-1</i></b>	Os casos de uso, originados de atividades seqüenciais em uma mesma raia de responsabilidade, serão relacionados na forma “<< <i>include</i> >>” com um novo caso de uso que agrupe suas funcionalidades.
<b><i>HIR-2</i></b>	Os casos de uso, originados de atividades concorrentes em uma mesma raia de responsabilidade representadas a partir de um ponto de separação e sincronizadas em um outro ponto de junção dando continuidade ao fluxo de trabalho ou finalizando o processo, serão representados isoladamente.

**Tabela 5 – Heurísticas para Identificação de Relações (*HIR*)**

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIR-3</i></b>	Os casos de uso, originados de atividades alternativas em uma mesma raia de responsabilidade representadas a partir de um ponto de desvio e unificadas em um outro ponto de fusão dando continuidade ao fluxo de trabalho, serão relacionados na forma “<< <i>extend</i> >>” com um novo caso de uso que agrupe suas funcionalidades.
<b><i>HIR-4</i></b>	Os casos de uso, originados de atividades alternativas em uma mesma raia de responsabilidade representadas a partir de um ponto de desvio e finalizando o processo, serão relacionados na forma “<< <i>extend</i> >>” com um novo caso de uso que agrupe suas funcionalidades. Os casos de uso, originados da atividade alternativa, cujo caminho dá continuidade ao fluxo de trabalho, deverão ser representados isoladamente.
<b><i>HIR-5</i></b>	Os casos de uso criados pelas heurísticas <b><i>HIR-1</i></b> , <b><i>HIR-3</i></b> ou <b><i>HIR-4</i></b> para agrupamento de funcionalidades, que se relacionarem apenas a um caso de uso, deverão ser desprezados.
<b><i>HIR-6</i></b>	Os atores identificados pela heurística <b><i>HIA-1</i></b> serão relacionados com todos os casos de uso principais, exceto os identificados nas heurísticas <b><i>HIR-3</i></b> e <b><i>HIR-4</i></b> , através de relações do tipo “<< <i>realize</i> >>”.
<b><i>HIR-7</i></b>	Os atores identificados pela heurística <b><i>HIA-2</i></b> serão relacionados, através de relações do tipo “<< <i>realize</i> >>”, com todos os casos de uso principais originados de atividades da raia de responsabilidade em referência.
<b><i>HIR-8</i></b>	Os atores identificados pela heurística <b><i>HIA-3</i></b> serão relacionados, através de relações do tipo “<< <i>realize</i> >>”, com todos os casos de uso originados das atividades, que se relacionam os objetos em referência.
<b><i>HIR-9</i></b>	Os atores identificados pela heurística <b><i>HIA-4</i></b> serão relacionados, através de relações do tipo “<< <i>realize</i> >>”, com todos os casos de uso originados das atividades, que se relacionam os sinais em referência.

**Tabela 5 – Heurísticas para Identificação de Relações (*HIR*)**

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HIR-10</i></b>	Quando da existência de relação entre casos de uso do tipo “<< <i>include</i> >>” ou “<< <i>extend</i> >>”, os atores identificados pela heurística <b><i>HIA-2</i></b> terão sua relação do tipo “<< <i>realize</i> >>” com o caso de uso principal.

**Tabela 5 – Heurísticas para Identificação de Relações (*HIR*)**

#### 4.2.6. Heurísticas para Diagramação de Requisitos (*HDR*):

A finalidade deste grupo de heurística é organizar a topologia do *DCU* gerado, facilitando a visualização dos elementos já em uma primeira importação para a ferramenta *CASE* (Tabela 6).

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>
<b><i>HDR-1</i></b>	O espaço destinado para diagramação deve ser dividido em cinco áreas virtuais verticais (não representadas no diagrama), que serão referenciadas como “ <i>a</i> ”, “ <i>b</i> ”, “ <i>c</i> ”, “ <i>d</i> ” e “ <i>e</i> ”.
<b><i>HDR-2</i></b>	Os atores identificados pela heurística <b><i>HIA-1</i></b> deverão ser desenhados na área “ <i>a</i> ”, visto que este é único, sempre existirá e se relacionar com todos os casos de uso principais.
<b><i>HDR-3</i></b>	Os demais atores identificados pelas heurísticas <b><i>HIA-2</i></b> , <b><i>HIA-3</i></b> e <b><i>HIA-4</i></b> , deverão ser desenhados na área “ <i>e</i> ”.
<b><i>HDR-4</i></b>	Os casos de uso principais identificados deverão ser desenhados na área “ <i>b</i> ”.
<b><i>HDR-5</i></b>	Os casos de uso identificados pelas heurísticas <b><i>HIR-3</i></b> e <b><i>HIC-4</i></b> deverão ser desenhados na área “ <i>d</i> ”.
<b><i>HDR-6</i></b>	Os demais casos de uso identificados deverão ser desenhados na área “ <i>c</i> ”.

**Tabela 6 – Heurísticas para Diagramação de Requisitos (*HDR*)**

### 4.3. Ferramenta *HPReq*

#### 4.3.1. Objetivo

A ferramenta *HPReq* (**H**eurísticas para transformação **P**rocesso – **R**equisitos) foi desenvolvida com o objetivo de acelerar a obtenção dos modelos de requisitos funcionais gerados, bem como padronizando a apresentação dos resultados.

Já nos primeiros experimentos realizados durante os estudos para a identificação das heurísticas, constatou-se que a aplicação do método era muito trabalhosa. Além deste fato, a aplicação das heurísticas declaradas era influenciada pela experiência do profissional que as interpretavam. Esta influência gerava “resultados tendenciosos”, refletidos pelos modelos de requisitos funcionais obtidos após a aplicação do mesmo conjunto de heurísticas por profissionais diferentes.

Estes motivos mostraram a necessidade de tornar esta tarefa mais rápida e imparcial possível, optando-se então pelo desenvolvimento da ferramenta *HPReq* que atendesse estes requisitos.

Em uma primeira abordagem, a ferramenta *HPReq* permitiria, também, a diagramação dos modelos *DA* e *DCU* envolvidos. No entanto, além de aumentar a complexidade de construção da ferramenta *HPReq*, esta solução obrigaria a diagramação dos modelos em seu ambiente. Este fato criaria um retrabalho para os projetistas, já que, normalmente, os projetos utilizam ferramentas *CASE* específicas, algumas vezes até por força contratual. Outro fator negativo quanto a esta estratégia é o fato de que os projetistas, normalmente, já estão adaptados às suas ferramentas e a obrigatoriedade de utilização de outros instrumentos de diagramação acarreta uma rejeição natural à mudança.

Para evitar impor estes ônus aos futuros usuários da ferramenta *HPReq*, a alternativa de integração com as ferramentas *CASE* de mercado mostrou-se mais atrativa. O aproveitamento dos diagramas elaborados em ferramentas *CASE* foi possível através de uma interface padronizada disponível na maioria das ferramentas atualmente comercializadas. Esta integração foi viabilizada através do recurso de importação e exportação de diagramas utilizando-se arquivos de interface escritos na linguagem de marcação *XML* (*Extensible Markup Language*) [Silva e Videira 2001].

### 4.3.2. Ambiente de Utilização

A ferramenta **HPReq** foi projetada para uso em estações de trabalho de projetistas tanto de processos, como de software. Atualmente, em sua maioria, estes ambientes de diagramação utilizam o sistema operacional Windows – Microsoft, nas suas mais diversas versões. Devido a este fato, a ferramenta **HPReq** foi desenvolvida para este sistema operacional.

A linguagem de programação para o desenvolvimento da ferramenta **HPReq** foi o **C#**, no ambiente de desenvolvimento **Dot Net**. Para a execução da ferramenta **HPReq** em uma estação de trabalho, é necessário, além da instalação da ferramenta propriamente dita, da instalação do “**pack**” relativo ao “**Microsoft .NET Framework**”, na versão 1.1 ou superior.

### 4.3.3. Operacionalização

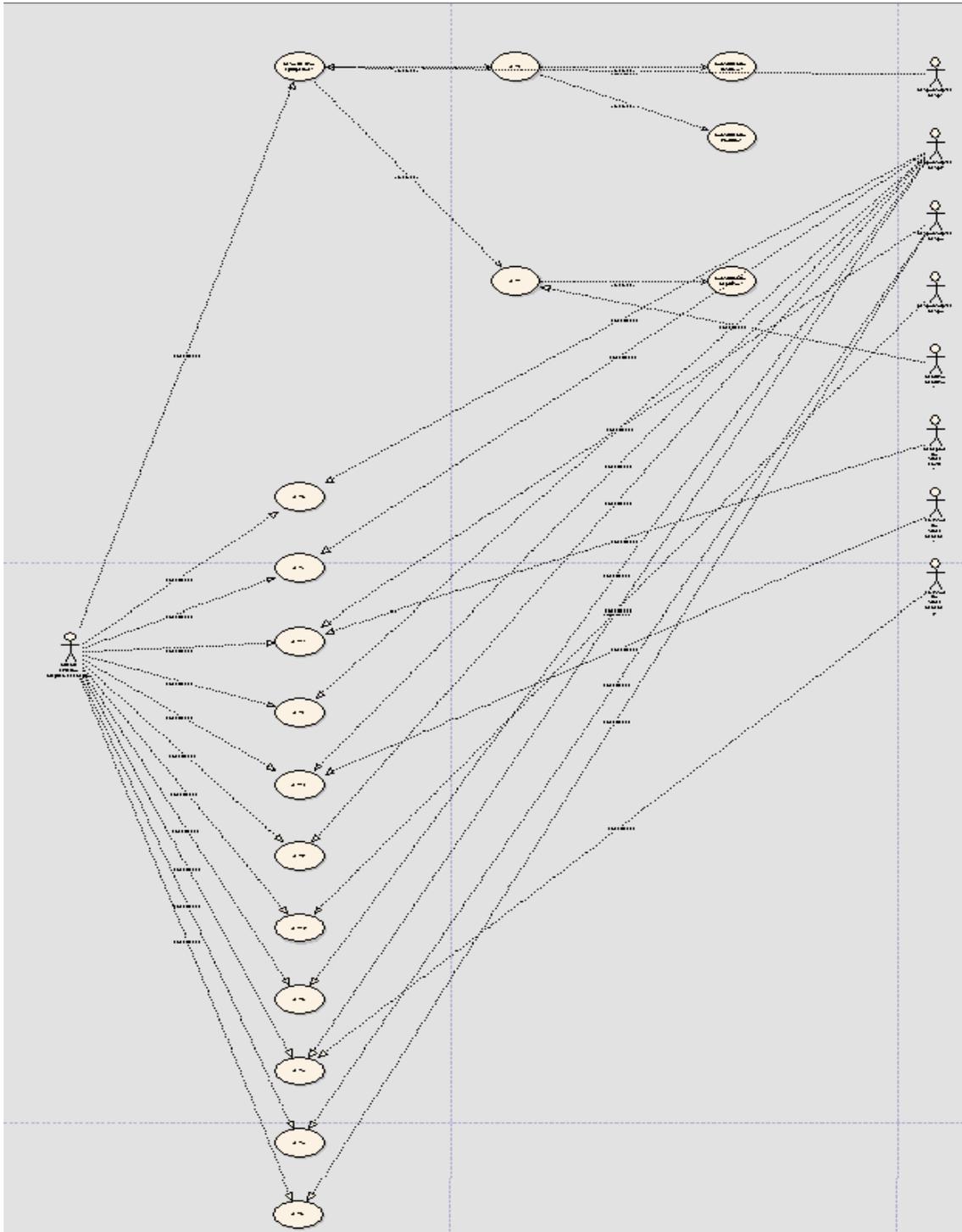
Conforme anteriormente apresentado, foram desenvolvidos cinco conjuntos de heurísticas para a transformação do modelo de processo em modelo de requisitos funcionais.

O primeiro grupo, **HAG** (Heurísticas para Ajustes Gerais), possui orientações gerais para a aplicação do método, restringindo os elementos que deverão ser analisados.

Os três próximos grupos, **HIA** (Heurísticas para Identificação de Atores), **HIC** (Heurísticas para Identificação de Casos de Uso) e **HIR** (Heurísticas para Identificação de Relações), constituem o núcleo do método proposto, possuindo as regras que permitem a transformação dos elementos entre os diagramas. As heurísticas destes grupos foram implementadas na ferramenta, permitindo a obtenção dos elementos do modelo de requisitos funcionais.

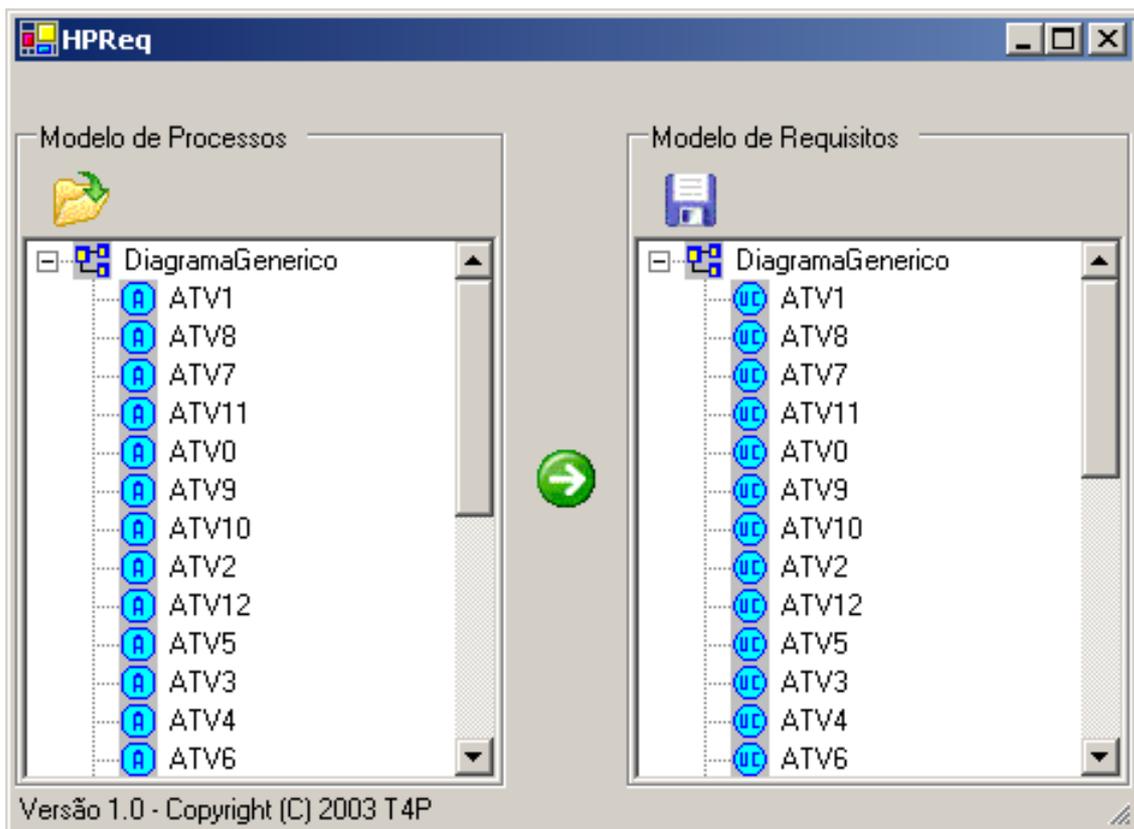
O último grupo de heurísticas, **HDR** (Heurísticas para Diagramação de Requisitos), trata da forma de diagramação do modelo de requisitos funcionais gerado. O resultado obtido (Figura 20) após a importação do arquivo **XML** em uma ferramenta **CASE**, apresenta uma diagramação ainda temporária, porém já permitindo uma boa visualização. Sempre será necessário que os projetistas realizem uma reorganização dos

elementos de forma manual, ou utilizando recursos automatizados disponíveis nas melhores ferramentas *CASE*. Estes ajustes são necessários, visto que a ferramenta *HPReq* não se propõem a disponibilizar recursos de diagramação e que a maioria dos projetistas possuem estilos de diagramação próprios.



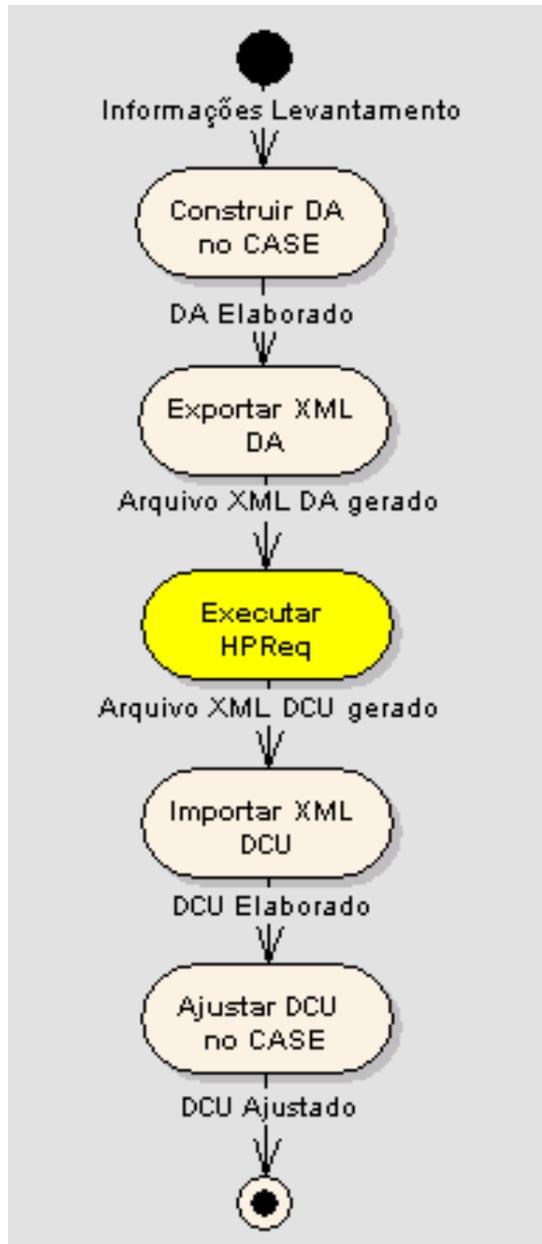
**Figura 20 – Diagrama Gerado pela Ferramenta *HPReq***

A ferramenta **HPReq** possui uma única interface com o usuário (Figura 21), na qual, primeiramente, deverá ser informado o arquivo **XML** com as informações do **DA** utilizado como entrada, através do botão . Uma vez identificado o arquivo **XML** de entrada, a ferramenta **HPReq** irá identificar o diagrama e seus elementos. Após esta validação é possível, através do botão , executar a aplicação das heurísticas. Durante o processamento a ferramenta **HPReq** irá montar para visualização uma lista contendo os elementos do modelo de requisitos funcionais. Ao finalizar a execução será apresentada uma mensagem informando o término bem sucedido. Após a mensagem é possível salvar o modelo de requisitos funcionais através do botão , que permitirá a gravação de um arquivo **XML** de saída.



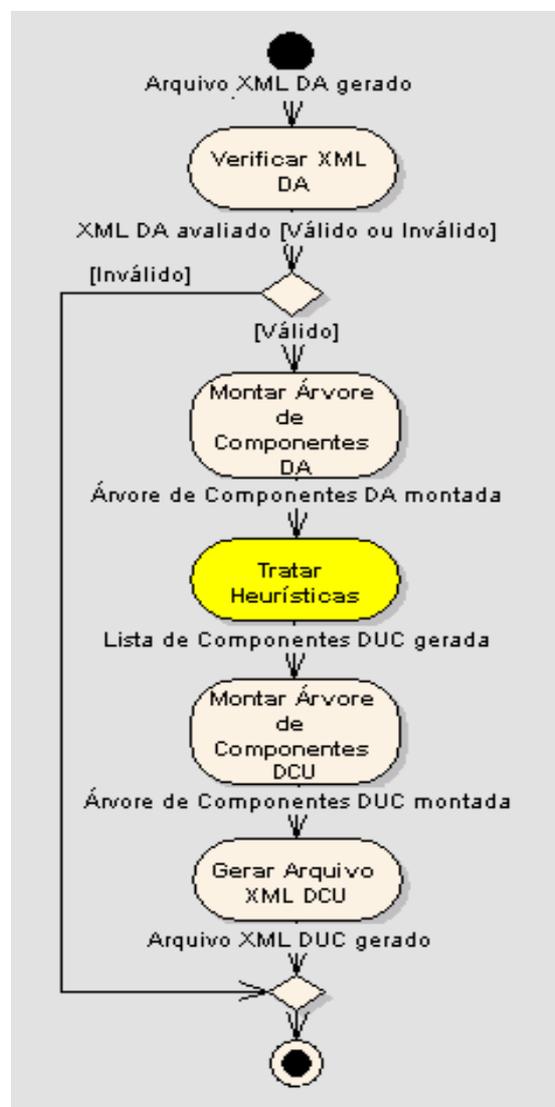
**Figura 21 – Interface da Ferramenta HPReq**

Para permitir uma visão geral do método, a (Figura 22), a seguir, representa a integração da ferramenta *HPReq* com uma ferramenta *CASE* qualquer que possua o recurso de importação e exportação de arquivos *XML*.



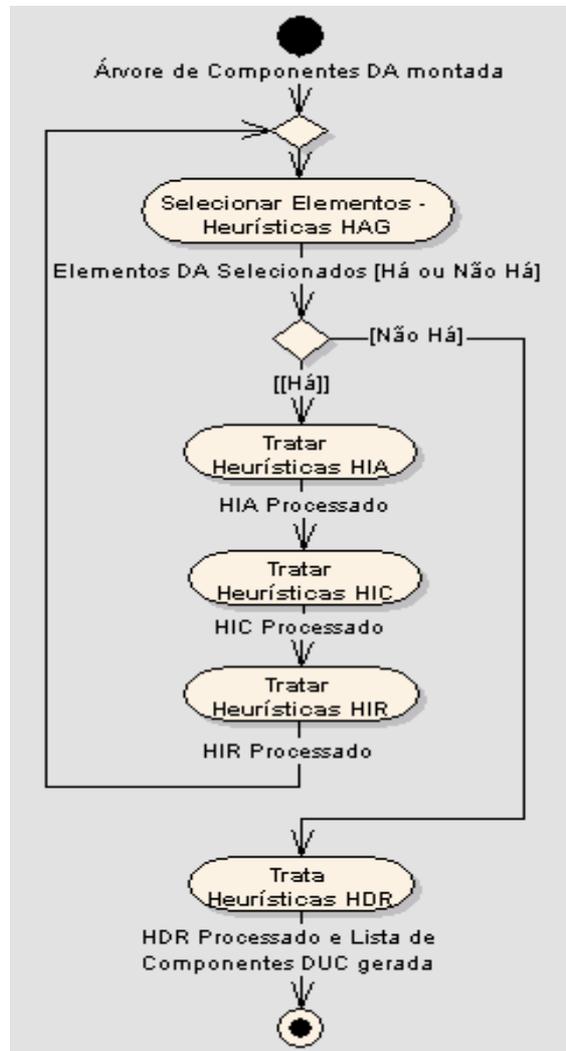
**Figura 22 – Aplicação do Método Proposto**

A essência da ferramenta **HPReq** é a aplicação das heurísticas, porém, antes de realizar esta tarefa, são necessários alguns procedimentos. Uma vez informado o arquivo de entrada contendo o **XML** do **DA**, a ferramenta verifica sua consistência semântica quanto à estrutura do **XML**. Caso existam inconsistências neste arquivo, a ferramenta **HPReq** encerrará sua execução, emitido mensagem de aviso. Caso o arquivo seja consistente, a ferramenta irá montar uma árvore com os elementos existentes no **DA** para visualização. A seguir, são aplicadas as heurísticas, sendo que ao final é montada uma outra árvore contendo os elementos do **DCU** gerado. A partir desta árvore, é possível gerar um arquivo **XML** contendo a representação do diagrama de requisitos funcionais (Figura 23).



**Figura 23 – Funcionamento Interno da Ferramenta *HPReq***

A (Figura 24) mostra a ordem de aplicação dos conjuntos de heurísticas aos elementos do *DA* identificados na árvore anteriormente montada. Nem todos os modelos de processo contemplam todos os tipos de elementos disponíveis no *DA*, sendo necessário verificar a pertinência da aplicação de cada heurística.



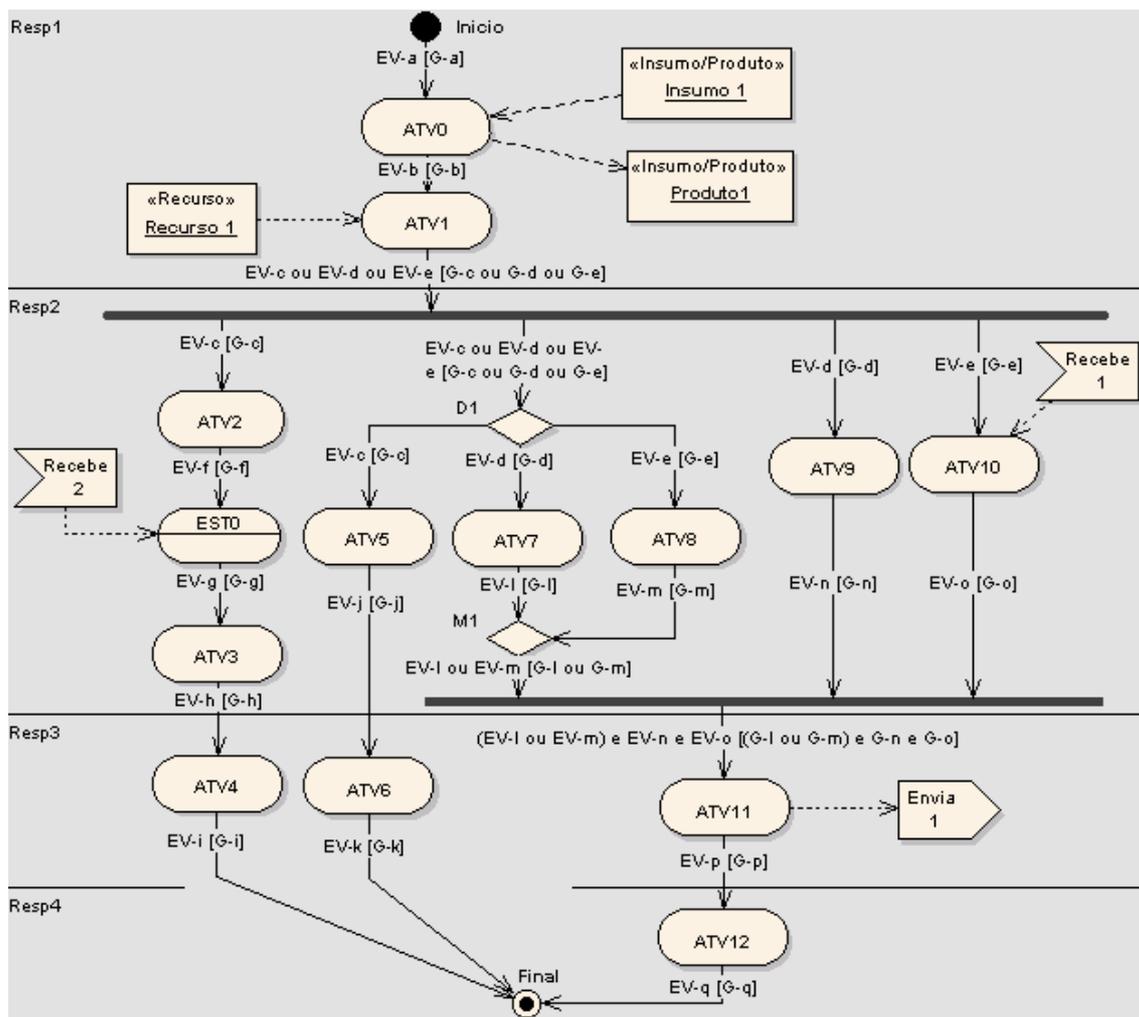
**Figura 24 – Seqüência de Aplicação das Heurísticas**

A ferramenta não aplica automaticamente todas as heurísticas definidas, sendo em dois casos necessário a avaliação e o julgamento do projetista. Estes dois casos são as heurísticas *HIA-5* e *HIA-6*, que requerem a identificação de “interação irrelevante” e de “igualdade de significado semântico”, respectivamente. A Tabela 7, a seguir, demonstra a distribuição da responsabilidade de aplicação das heurísticas.

RESPONSÁVEL PELA APLICAÇÃO	HAG		HIA						HIC				HIR										HDR					
	1	2	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
FERRAMENTA	S	S	S	S	S	S	N	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
PROJETISTA	N	N	N	N	N	N	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

**Tabela 7 – Responsabilidade da Aplicação das Heurísticas**

O Modelo de Processo (Figura 25) a seguir apresentado é uma abstração genérica, sem relação com um escopo real, visando o emprego dos diversos recursos em um *DA*. Sua utilidade reside na oportunidade de obter diversas combinações de representações possíveis de todos os elementos em um único modelo. Igualmente o Modelo de Requisitos Funcionais (Figura 26) gerado é genérico, permitindo a validação da aplicação de todas as heurísticas pela ferramenta desenvolvida.



**Figura 25 – DA do Processo Genérico**

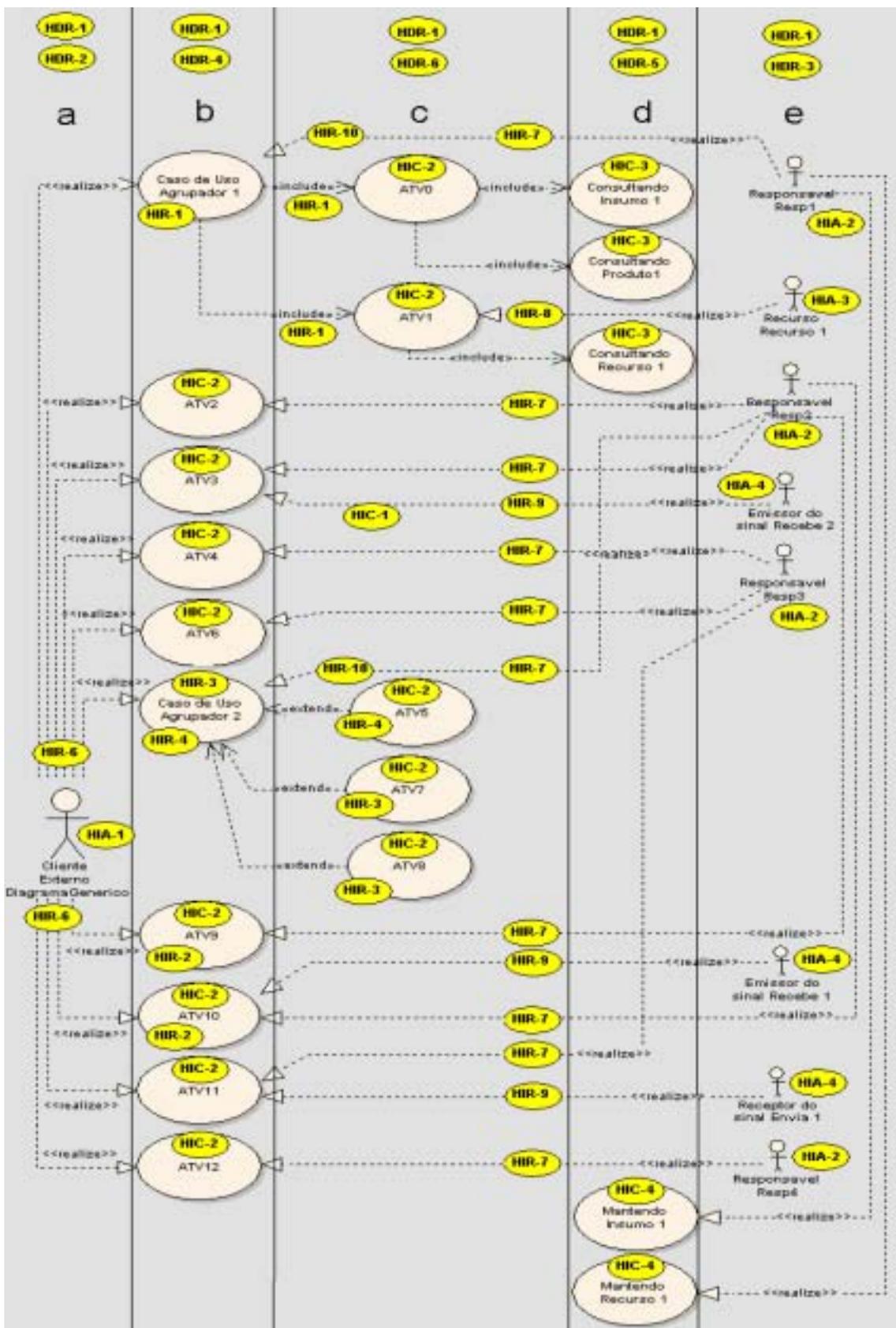


Figura 26 – DCU do Processo Genérico

Em cada um dos modelos de processos submetidos à ferramenta *HPReq*, existem diversas informações sobre seus elementos e interações, que deverão ser capturadas pela aplicação das heurísticas. Estas informações relevantes ao método são persistidas em classes representadas no *DC* (Diagrama de Classes) a seguir (Figura 27).

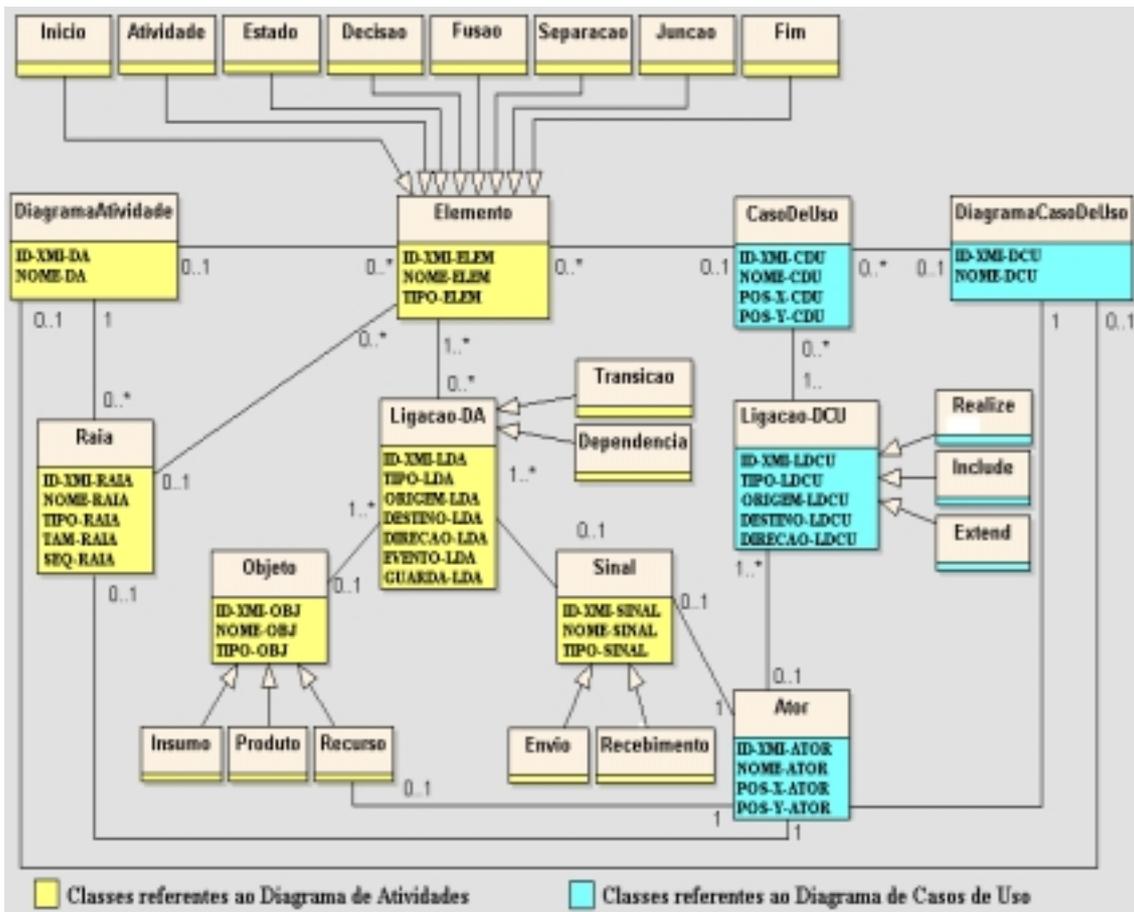


Figura 27 – DC da Ferramenta *HPReq*

Cada uma das heurísticas utilizará informações contidas nas classes referentes ao *DA* para verificação de sua aplicação. Caso seja pertinente, a ferramenta *HPReq* executará o tratamento associado à heurística que gerará ao final novas informações a serem carregadas nas classes referentes ao *DCU*.

## 5. Estudos de Casos

Para a realização dos experimentos a seguir apresentados, foi utilizada a ferramenta *CASE Enterprise Architect*, na versão 3.51 *Trial*, disponível na internet no endereço [www.sparxsystems.com.au](http://www.sparxsystems.com.au).

### 5.1. Estudos de Caso Experimentais

A seguir, apresentamos quatro casos experimentais desenvolvidos como trabalho de disciplina de curso de graduação por grupos de alunos. Os escopos apresentados: “Clínica Dentária”, “Empresa de Entrega Rápida”, “Imobiliária” e “Corretagem Seguro Automóvel”, foram escolhidos com base em negócios reais e desenvolvidos pelos grupos através de sessões de levantamento com especialistas do negócio.

#### 5.1.1. Estudo de Caso – Clínica Dentária

Este caso trata uma clínica dentária, caracterizada por ser uma empresa do segmento de prestação de serviços autônomo. O escopo escolhido foi o tratamento de clientes conveniados a empresas de saúde odontológicas. Mesmo existindo variações nas regras de negócio de cada um dos convênios utilizados, no presente trabalho foram sintetizados em um processo único.

A seguir, apresentamos uma descrição narrativa do processo modelado (Quadro 1).

O processo se inicia com a escolha por parte do cliente de um profissional dentista credenciado pela rede de seu convênio odontológico. Quando da solicitação de tratamento do cliente a uma determinada clínica dentária, uma “Ficha do Paciente” deverá ser preenchida para identificação do paciente. Caso seja a primeira visita, uma avaliação da situação clínica deverá ser efetuada, complementando a “Ficha do Paciente” anteriormente criada.

#### Quadro 1 – Descrição do Estudo de Caso Clínica Dentária

Com base nas informações clínicas coletadas, um “Plano de Tratamento” é elaborado, permitindo assim a obtenção de um orçamento para os serviços a executar.

Quando elaborado o “Plano de Tratamento”, uma perícia técnica deverá ser executada para aprovação dos serviços relacionados. Então, uma “Solicitação de Perícia” é preenchida e deverá ser apresentada ao perito quando da visita do paciente ao mesmo. Após a verificação do perito, uma aprovação é dada na “Solicitação de Perícia”, que deverá ser encaminhada ao convênio para registro do tratamento aprovado. Caso haja discordância do perito ao “Plano de Tratamento”, o perito solicitará uma nova avaliação por parte da clínica dentária, a qual deverá ter o mesmo tratamento de um novo atendimento.

Uma vez aprovado e registrado o “Plano de Tratamento”, este deverá ser realizado na clínica dentária. Quando do encerramento do tratamento, o “Plano de Tratamento” deverá ser assinado pelo paciente, representando o final da realização dos serviços. Quando encerrado o “Plano de Tratamento”, este deverá ser encaminhado ao convênio para efetuar o pagamento dos serviços executados.

#### **Quadro 1 – Descrição do Estudo de Caso Clínica Dentária**

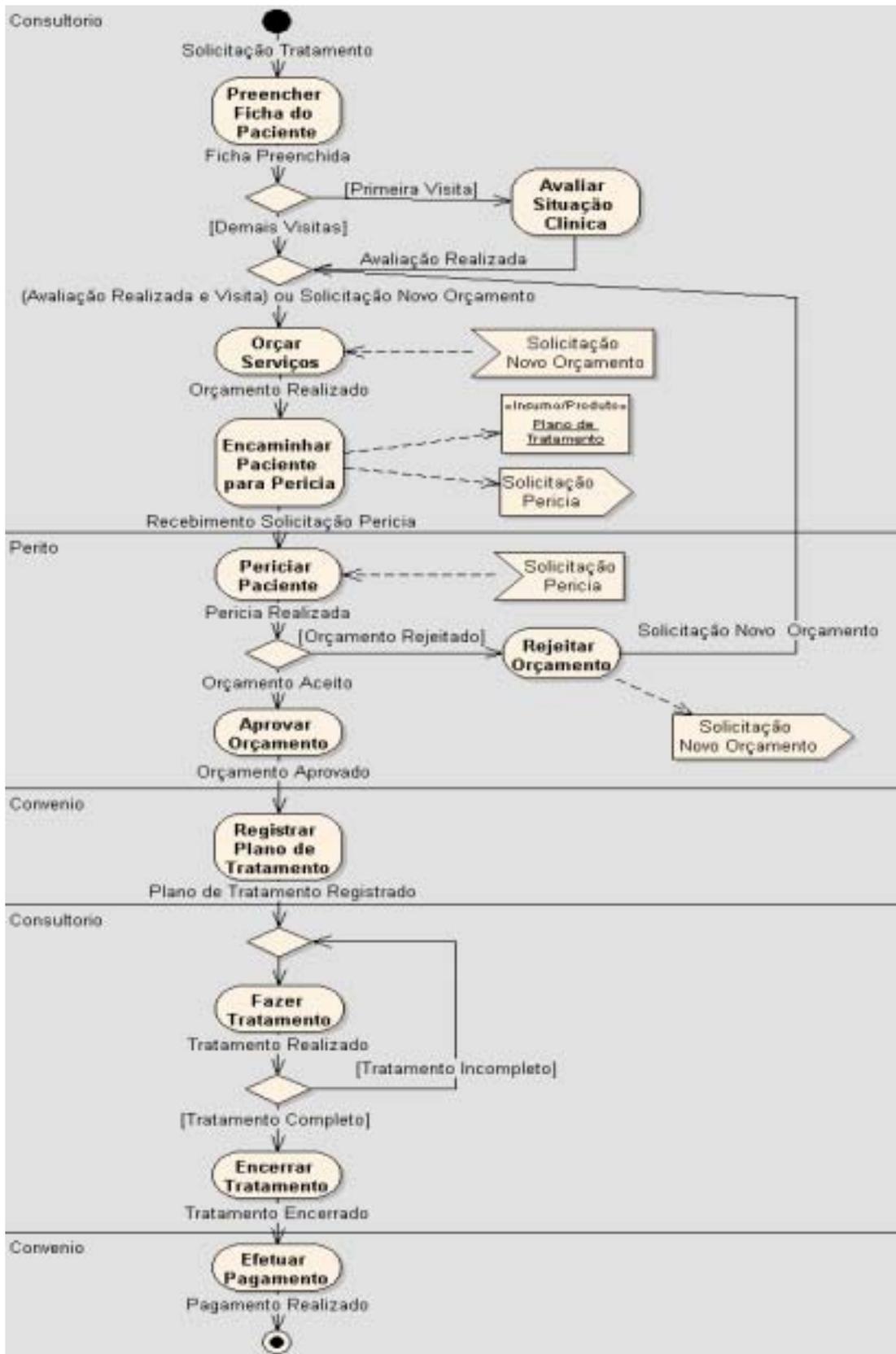


Figura 28 – DA do Processo Clínica Dentária

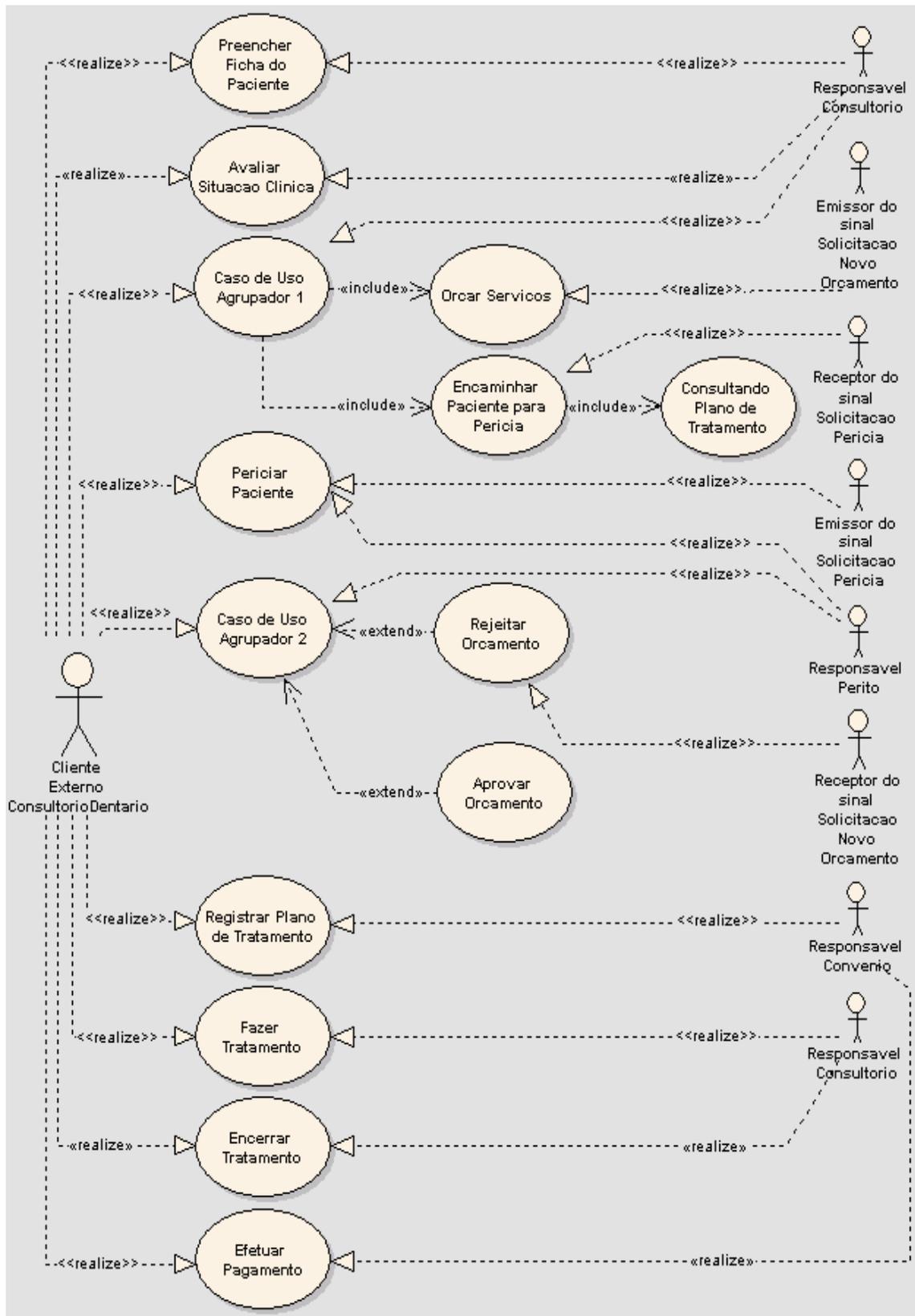


Figura 29 – DCU do Processo Clínica Dentária

### **5.1.2. Estudo de Caso – Entrega Rápida**

Este caso aborda uma empresa de entrega rápida, pertencente ao segmento de prestação de serviços do tipo cooperativa. O escopo escolhido foi o processo de entrega sob demanda, ou seja, a partir de solicitação do cliente. O modelo apresentado caracteriza as regras de negócio padrões utilizados pelo mercado.

A seguir apresentamos uma descrição narrativa do processo modelado (Quadro 2).

O processo se inicia com a solicitação de serviço de entrega que deverá ser avaliado segundo uma agenda existente de serviços pendentes e informações preestabelecidas do padrão do volume e região da entrega. Com base nesta avaliação é determinado o preço do serviço conforme tabela existente. Caso as condições de entrega, prazo estimado e preço forem aceitas pelo cliente, então a contratação do serviço é realizada com o cadastramento do cliente e emissão do pedido, que ficará aguardando execução na fila de pedidos.

A realização da entrega dos pedidos em espera é verificada segundo a disponibilidade de entregadores. Caso não seja possível o cumprimento do prazo (sem disponibilidade), a nova condição de entrega é informada ao cliente para aceite. Caso seja aceita a nova condição de entrega, o pedido volta a aguardar a sua execução na fila de pedidos.

Uma vez verificada a disponibilidade imediata de entrega do pedido em espera, um entregador é despachado para sua realização. Após a realização da entrega, o serviço é encerrado com a emissão de um comprovante de recebimento.

**Quadro 2 – Descrição do Estudo de Caso Entrega Rápida**

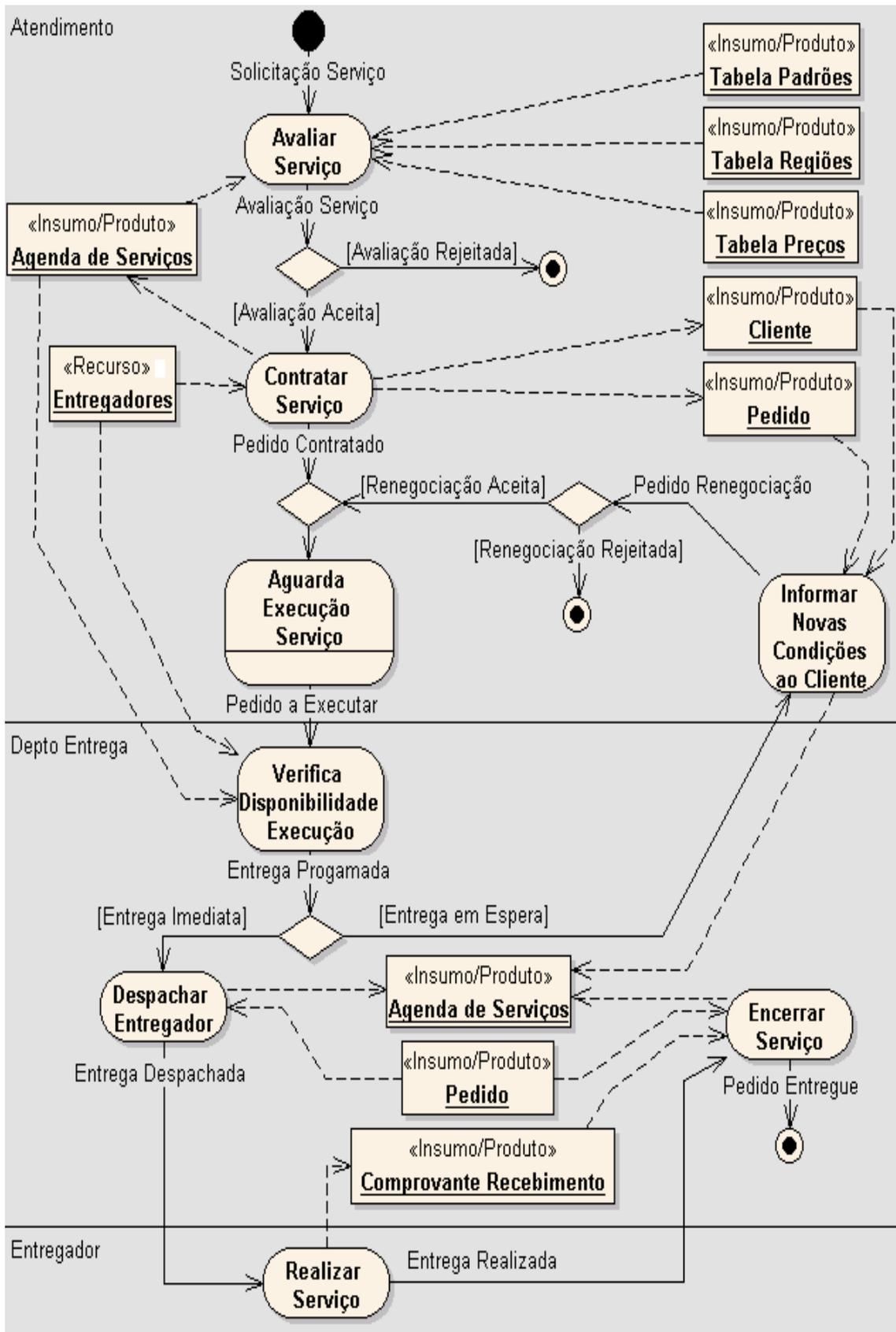


Figura 30 – DA do Processo Entrega Rápida

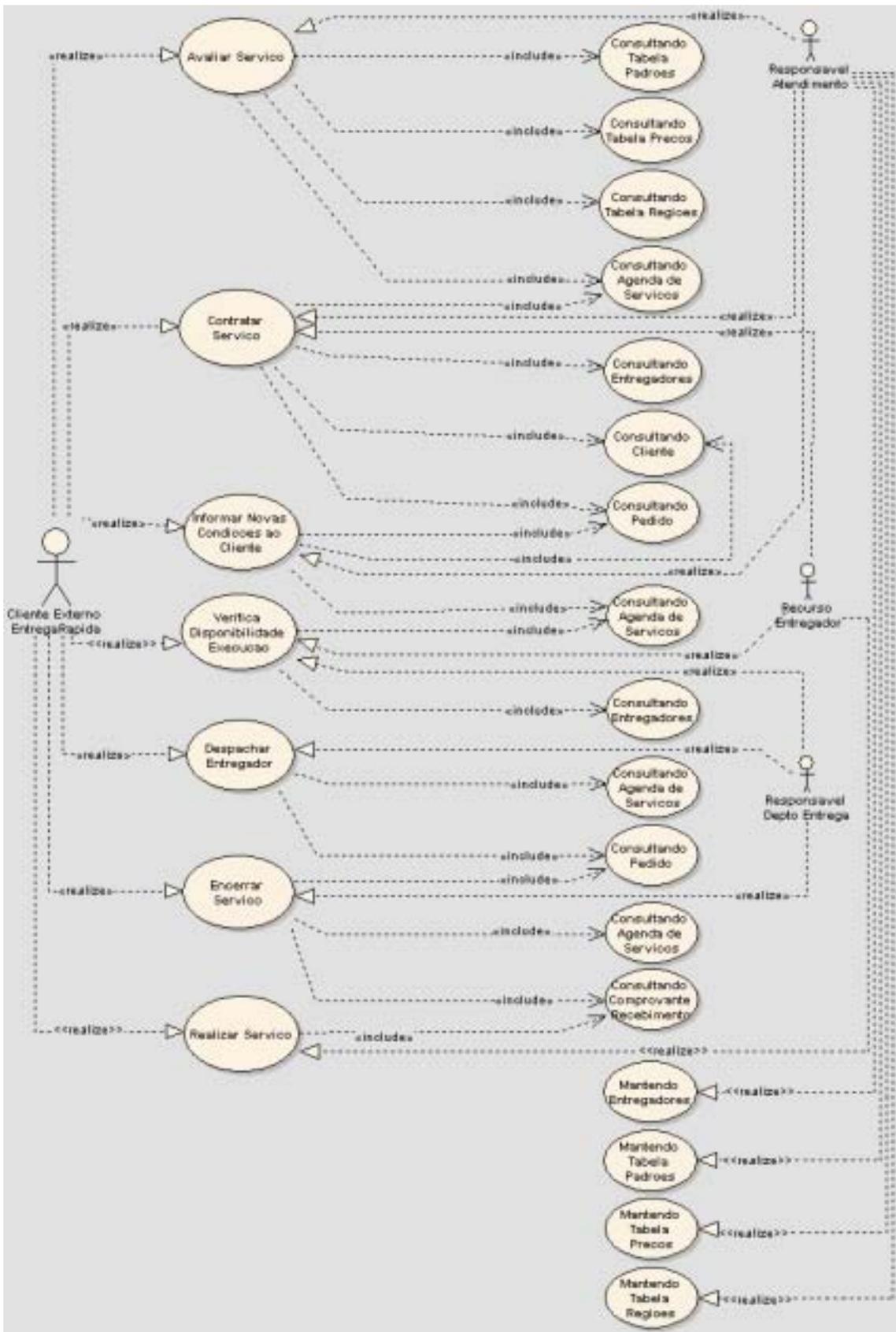


Figura 31 – DCU do Processo Entrega Rápida

### 5.1.3. Estudo de Caso – Imobiliária

Uma empresa imobiliária é abordada neste caso. O escopo escolhido foi o processo de venda de imóvel. O modelo apresentado caracteriza as regras de negócio básicas necessárias ao desenvolvimento do negócio.

A seguir apresentamos uma descrição narrativa do processo modelado (Quadro 3).

O processo se inicia com a solicitação de avaliação do imóvel por parte do proprietário. Após o registro da solicitação, com o cadastramento do imóvel e do proprietário, a avaliação do imóvel é agendada e a documentação encaminhada ao jurídico para verificação. Caso a documentação esteja irregular, o processo é encerrado; caso contrário, a avaliação do imóvel é realizada pelo corretor conforme agendado e o valor da corretagem negociado. Com o aceite da negociação de corretagem, um contrato é feito pela área de marketing e o imóvel é divulgado para venda.

Uma vez recebida uma solicitação de interessado, a área de atendimento da imobiliária apresenta os imóveis disponíveis para venda e visitas a imóveis escolhidos são agendadas. Conforme agenda, o corretor mostra o imóvel ao interessado e, caso haja interesse real no imóvel, um sinal é recebido para reserva.

Com o imóvel reservado, a área jurídica verifica junto ao interessado qual o tipo de compra do contrato feito, a prazo ou à vista. Caso a compra seja parcelada, um contrato de promessa de compra e venda é feito. Após a realização do pagamento total do imóvel, a escritura definitiva é feita para transferência definitiva do imóvel ao comprador.

#### **Quadro 3 – Descrição do Estudo de Caso Imobiliária**

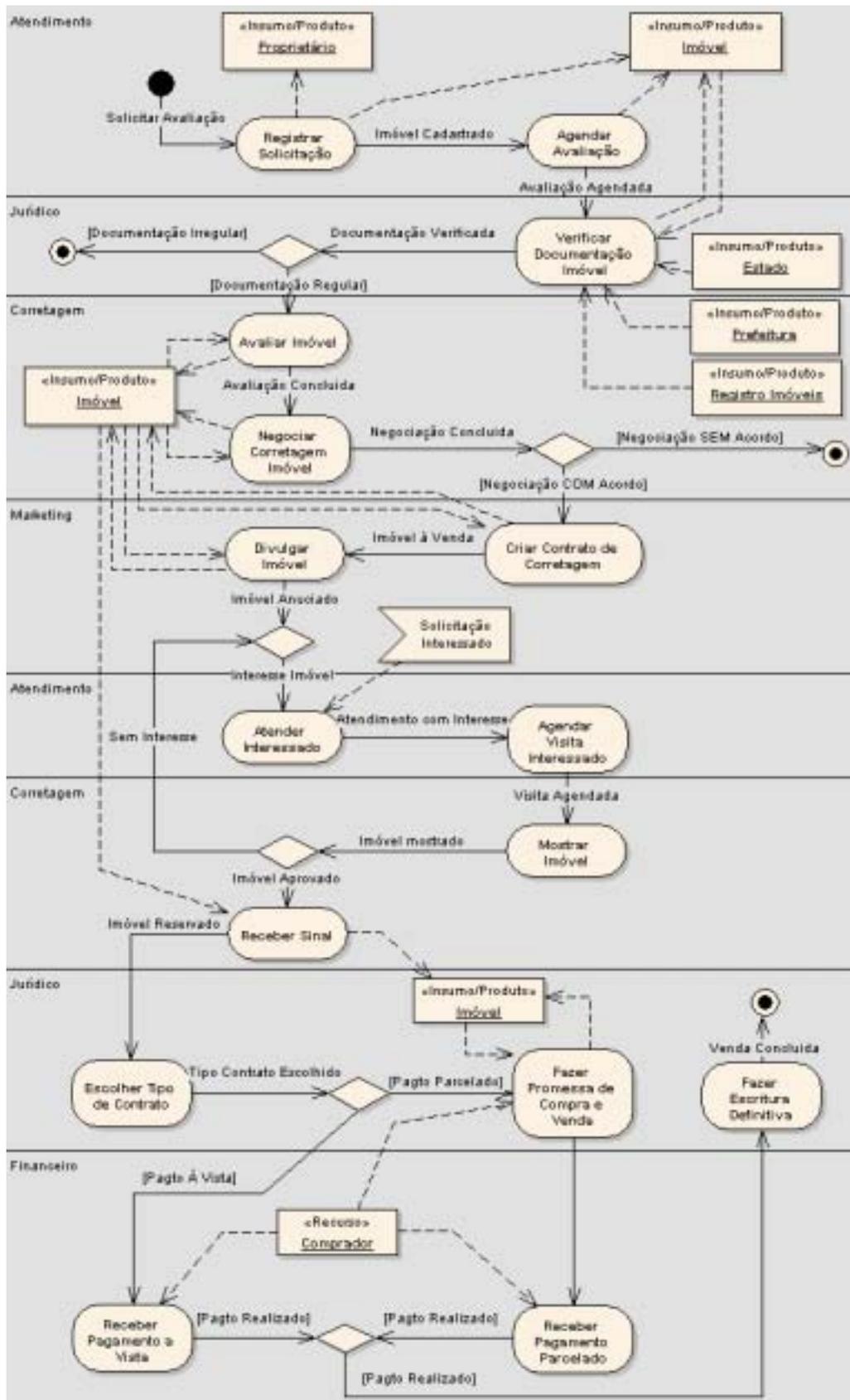


Figura 32 – DA do Processo Imobiliária

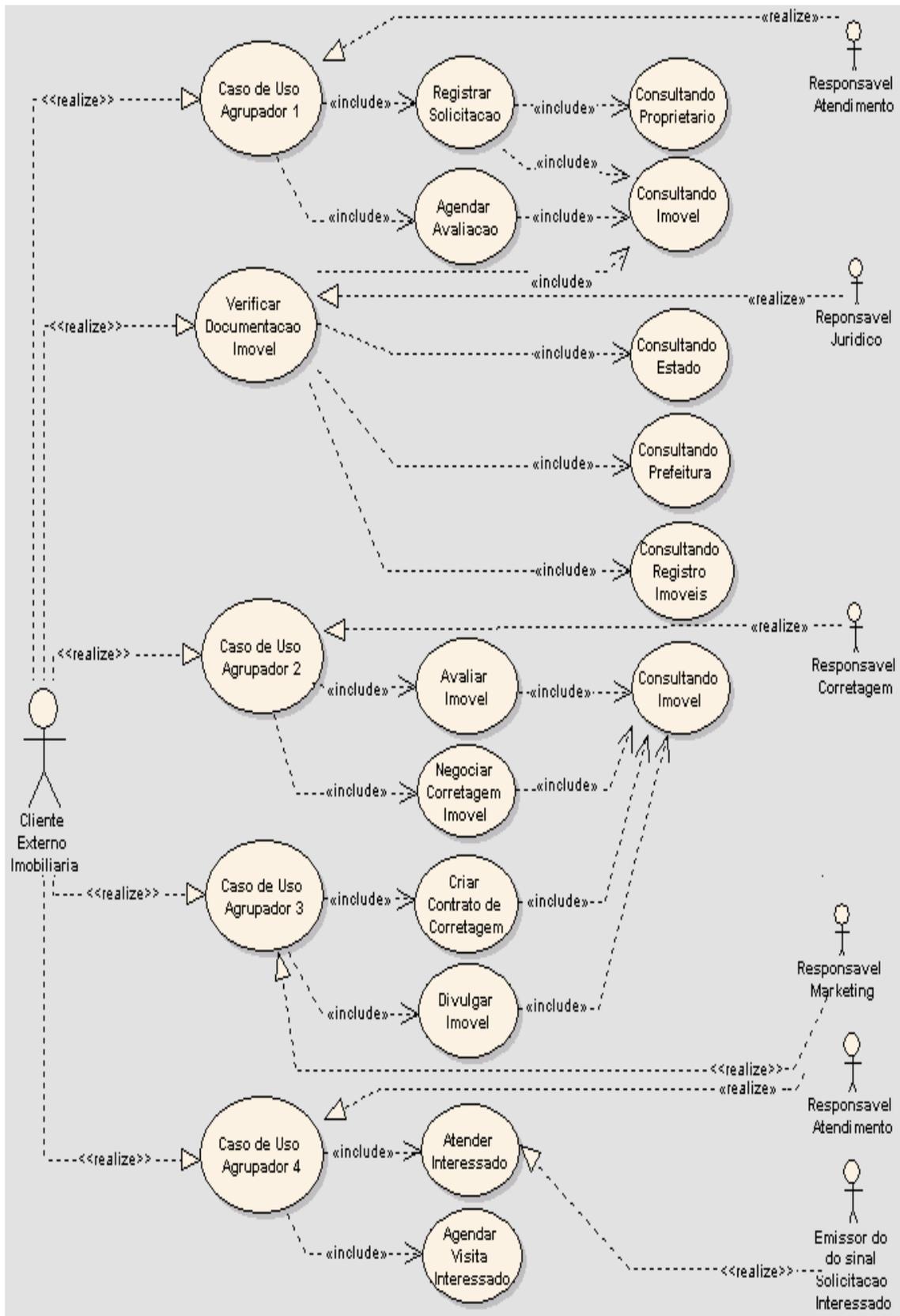


Figura 33 – DCU do Processo Imobiliária – Parte 1

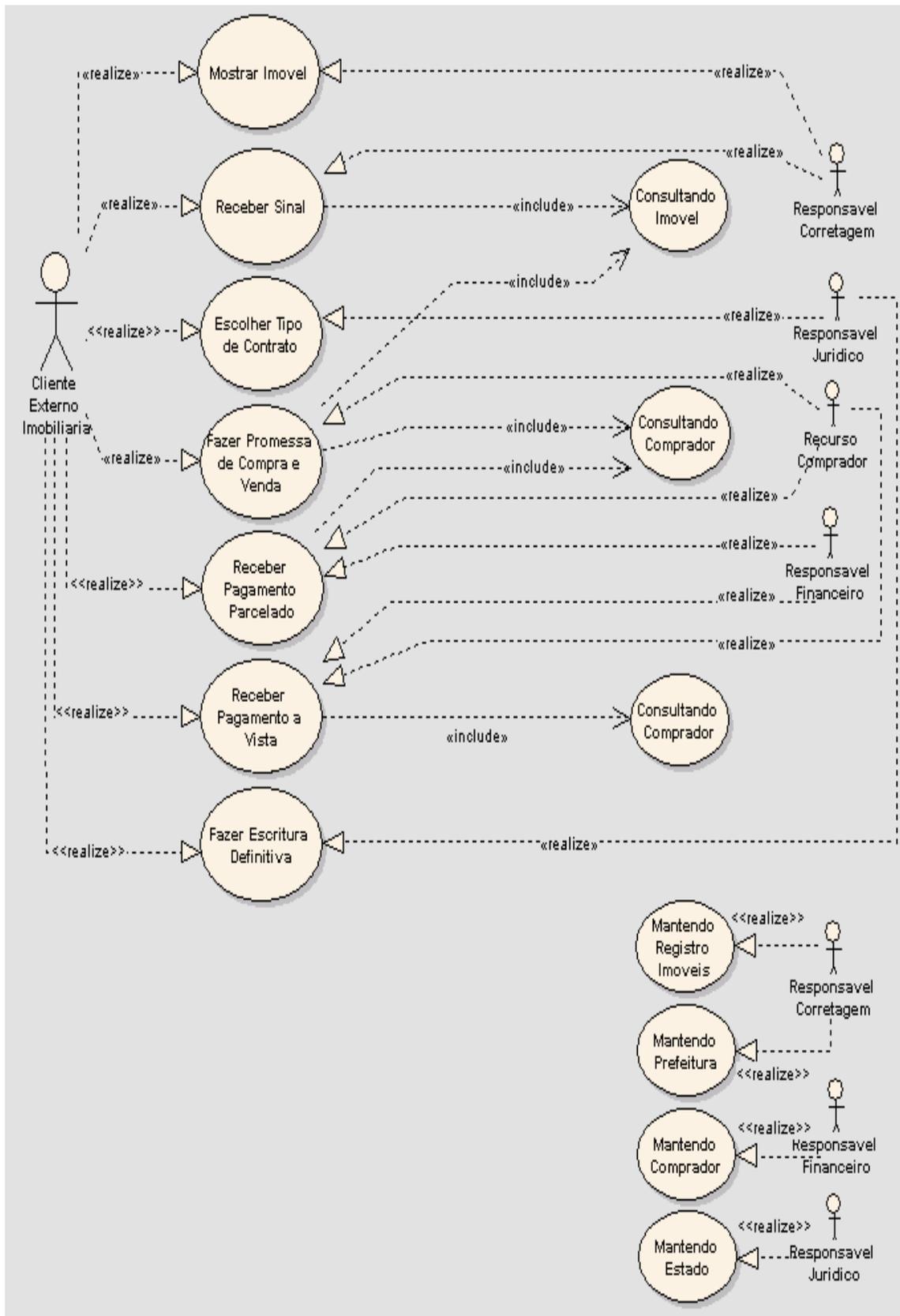


Figura 34 – DCU do Processo Imobiliária – Parte 2

#### 5.1.4. Estudo de Caso – Corretagem Seguro Automóvel

O presente caso trata do negócio de comercialização de seguro de automóveis, através de corretores autônomos. O escopo escolhido foi o processo de venda do seguro. O modelo apresentado caracteriza as regras de negócio básicas necessárias ao desenvolvimento do negócio.

A seguir, apresentamos uma descrição narrativa do processo modelado (Quadro 4).

O processo se inicia com a iniciativa do cliente (futuro segurado) em contratar um seguro de automóvel. Com a identificação do risco a segurar, o corretor poderá, conforme regras da seguradora, recusar a cobertura do risco, encerrando o processo. Caso aceite o risco, é efetuado o cálculo do valor do seguro para avaliação por parte do cliente. Caso este não tenha interesse em contratar o seguro nas condições apresentadas, o processo será encerrado. Caso aceite, uma “Proposta” será emitida para envio à seguradora, sendo também solicitada a inspeção do veículo. Quando for de conveniência do cliente e respeitando-se os prazos existentes, poderá ser realizada a inspeção do automóvel, em local apropriado, por um inspetor credenciado. Este, após realizar a inspeção, emitirá um “Laudo de Inspeção” que será enviado para a seguradora para continuidade do processo.

As “Propostas” e “Laudos de Inspeção” recebidos pela seguradora são protocolados através de procedimentos próprios. Quando a “Proposta” e seu correspondente “Laudo de Inspeção” são recebidos, a seguradora realiza uma análise do risco. No caso da reunião dos documentos para análise levar mais de 15 dias, a análise do risco a ser segurado não será realizada, pois, por lei, a aceitação é automática. Caso a análise do risco seja realizada e tenha um parecer negativo, o processo será encerrado.

Com a aceitação do risco, é emitida a apólice, acompanhada das condições gerais e avisos de cobrança, terminando o processo de comercialização por parte da seguradora. A documentação emitida será enviada pela seguradora para o corretor para formalização junto ao cliente do seguro contratado.

**Quadro 4 – Descrição do Estudo de Caso Corretagem Seguro**

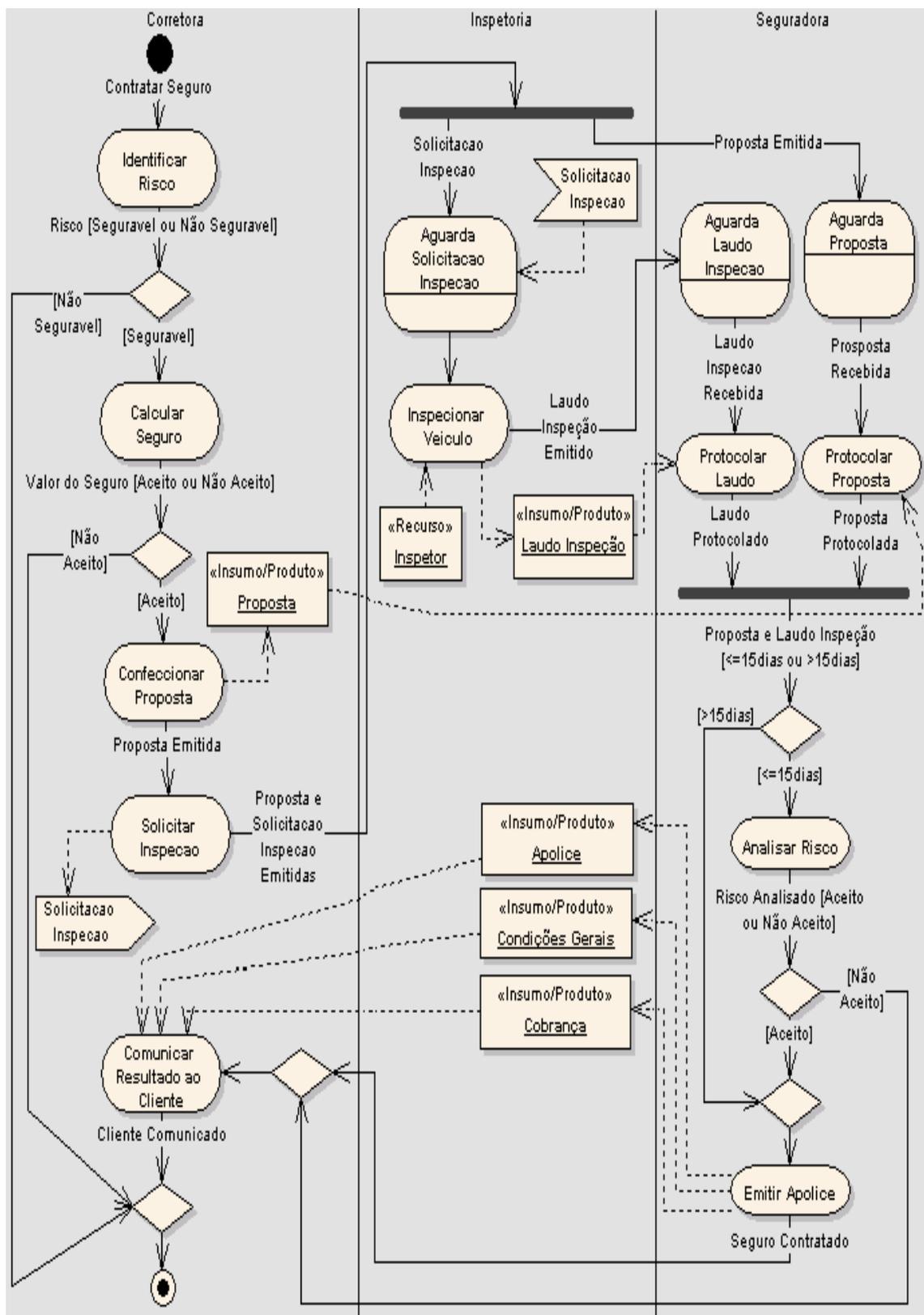


Figura 35 – DA do Processo Corretagem Seguro

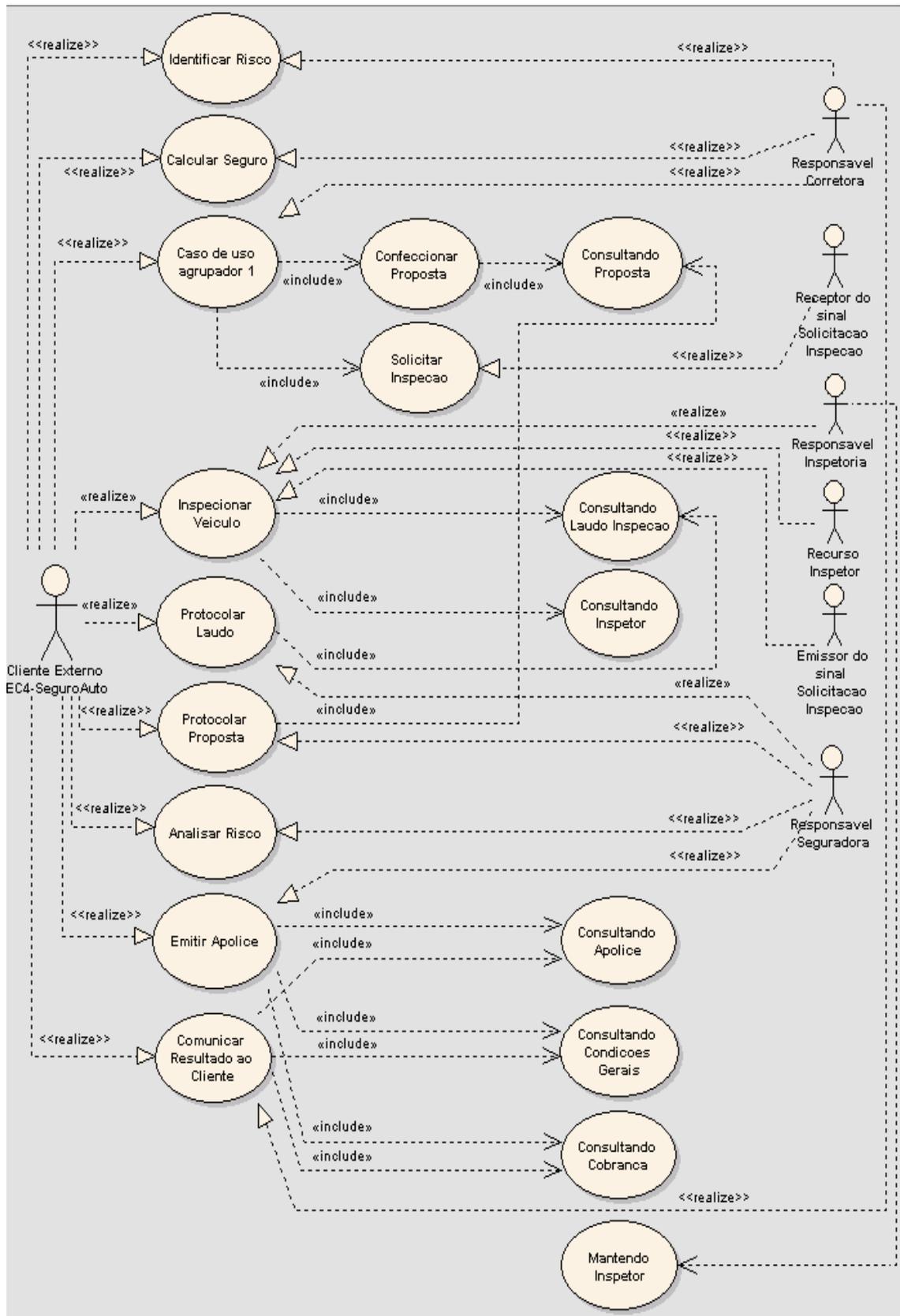


Figura 36 – DCU do Processo Corretagem Seguro

## 5.2. Estudo de Caso Real – Avaliação Recursos Humanos

Este estudo de caso é baseado no desenvolvimento real de um software para gerenciamento de avaliações de **RH** (Recursos Humanos) pela empresa Smart Tech Consulting. O escopo abordado é o do gerenciamento de pessoal para empresas, mais especificamente o da avaliação de desempenho profissional.

A seguir, apresentamos uma descrição narrativa do processo modelado (Quadro 5).

O processo se inicia quando da ocorrência do marco temporal da data planejada para início da avaliação. O gestor da avaliação deverá então montar a avaliação, ou seja, definir os grupos e fatores de avaliação, montar a matriz de fatores, montar a matriz de avaliação e agendar a avaliação. Para a montagem da matriz de fatores, dois critérios podem ser adotados, por cargo ou por colaborador. O processo permite também a escolha de metodologias de avaliação diferentes para a montagem da matriz de avaliação: metodologia 360° ou metodologia Top / Down ou ainda uma metodologia híbrida.

Uma vez elaborada a matriz de avaliação, os avaliadores deverão iniciar na data planejada as entrevistas para avaliação dos profissionais, conforme critérios estabelecidos. Com o término planejado da avaliação, uma consolidação deve ser feita para equalizar as avaliações realizadas. Na consolidação, serão identificadas também as avaliações que possuem características discrepantes da média, sendo classificadas como avaliações tendenciosas.

As avaliações tendenciosas receberão um tratamento especial na tentativa de reaproveitamento das mesmas. Assim, estas avaliações são encaminhadas para os avaliadores para que estes justifiquem sua avaliação. Uma vez notificados, os avaliadores registram suas justificativas ou alteram sua posição na avaliação, sendo posteriormente julgadas pelo gestor do processo. As avaliações tendenciosas que foram aceitas pelo gestor serão consideradas válidas, já as não aceitas não farão parte do processo em andamento.

**Quadro 5 – Descrição do Estudo de Caso Avaliação RH**

Uma nova consolidação deverá ser executada para considerar as avaliações tendenciosas justificadas, julgadas como aceitas (reconsolidação).

A qualquer momento, durante a aplicação da avaliação, poderão ser emitidos os seguintes relatórios:

- RDI – Relatório de Desempenho Individual
- RAP – Relatório de Avaliações Pendentes
- RAPA – Relatório de Avaliados por Avaliador
- RATP – Relatório de Avaliações Tendenciosas Pendentes
- RAT – Relatório de Avaliações Tendenciosas

Com a conclusão da aplicação da avaliação, deverão ser emitidos os seguintes relatórios de fechamento:

- RNT – Relatório de Necessidade de Treinamento
- RR – Relatório de Ranking
- RNPA – Relatório de Notas por Avaliado

Uma vez emitidos os relatórios de fechamento, o processo de avaliação é dado com encerrado. Conforme periodicidade estabelecida pela organização, o processo de avaliação será novamente executado.

**Quadro 5 – Descrição do Estudo de Caso Avaliação RH**

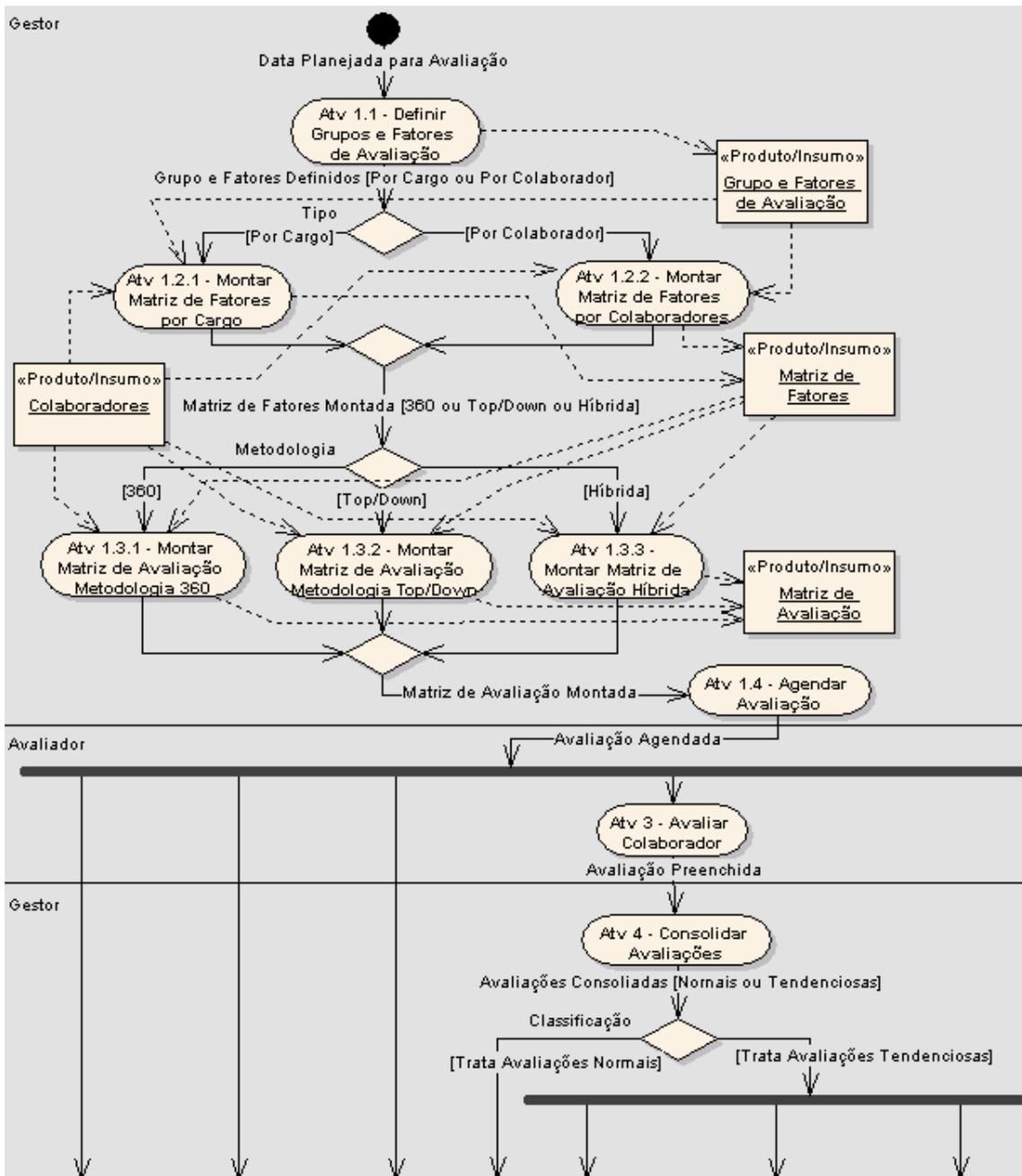


Figura 37 – DA do Processo Avaliação RH – Parte 1

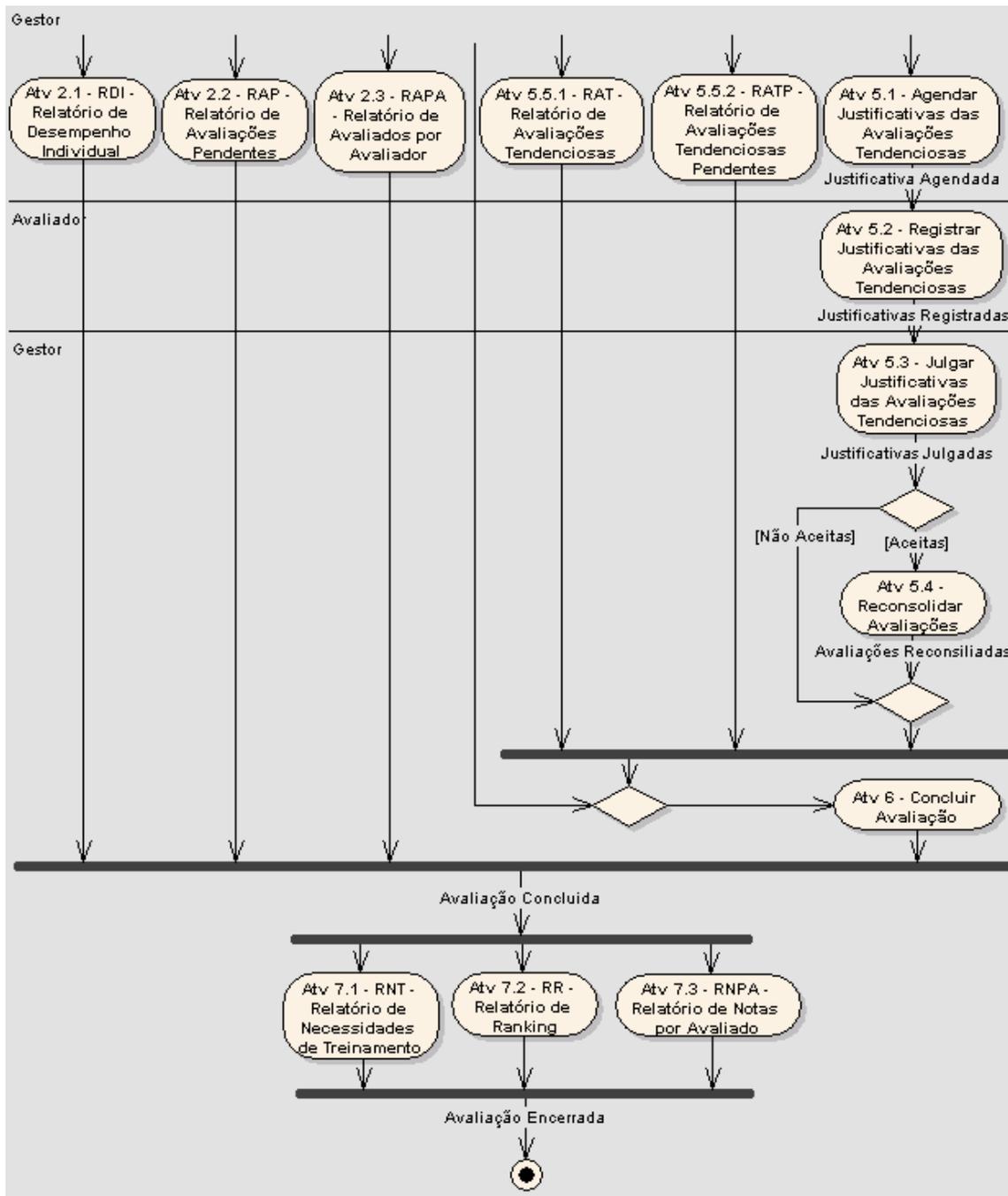


Figura 38 – DA do Processo Avaliação RH – Parte 2

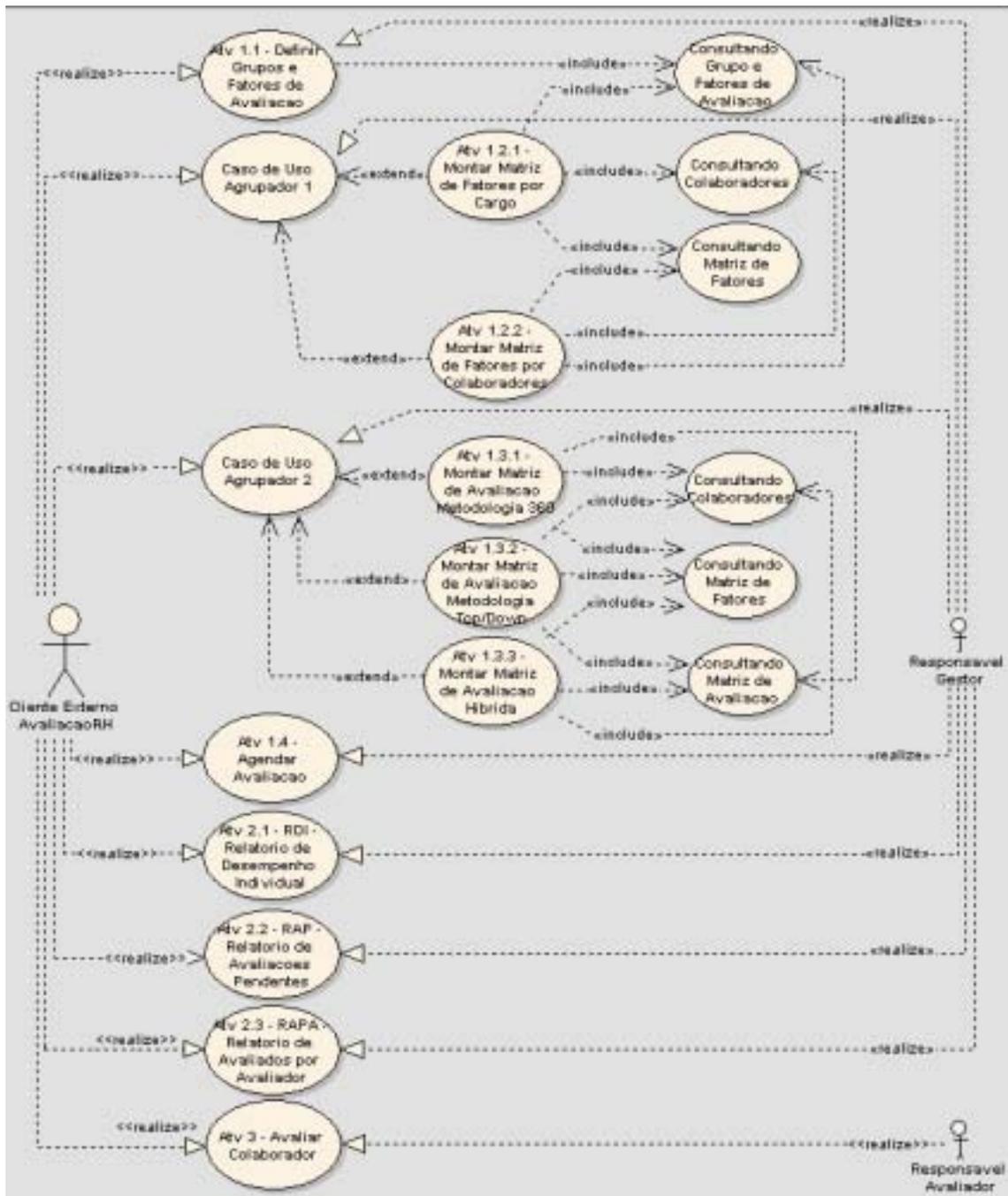


Figura 39 – DCU do Processo Avaliação RH – Parte 1

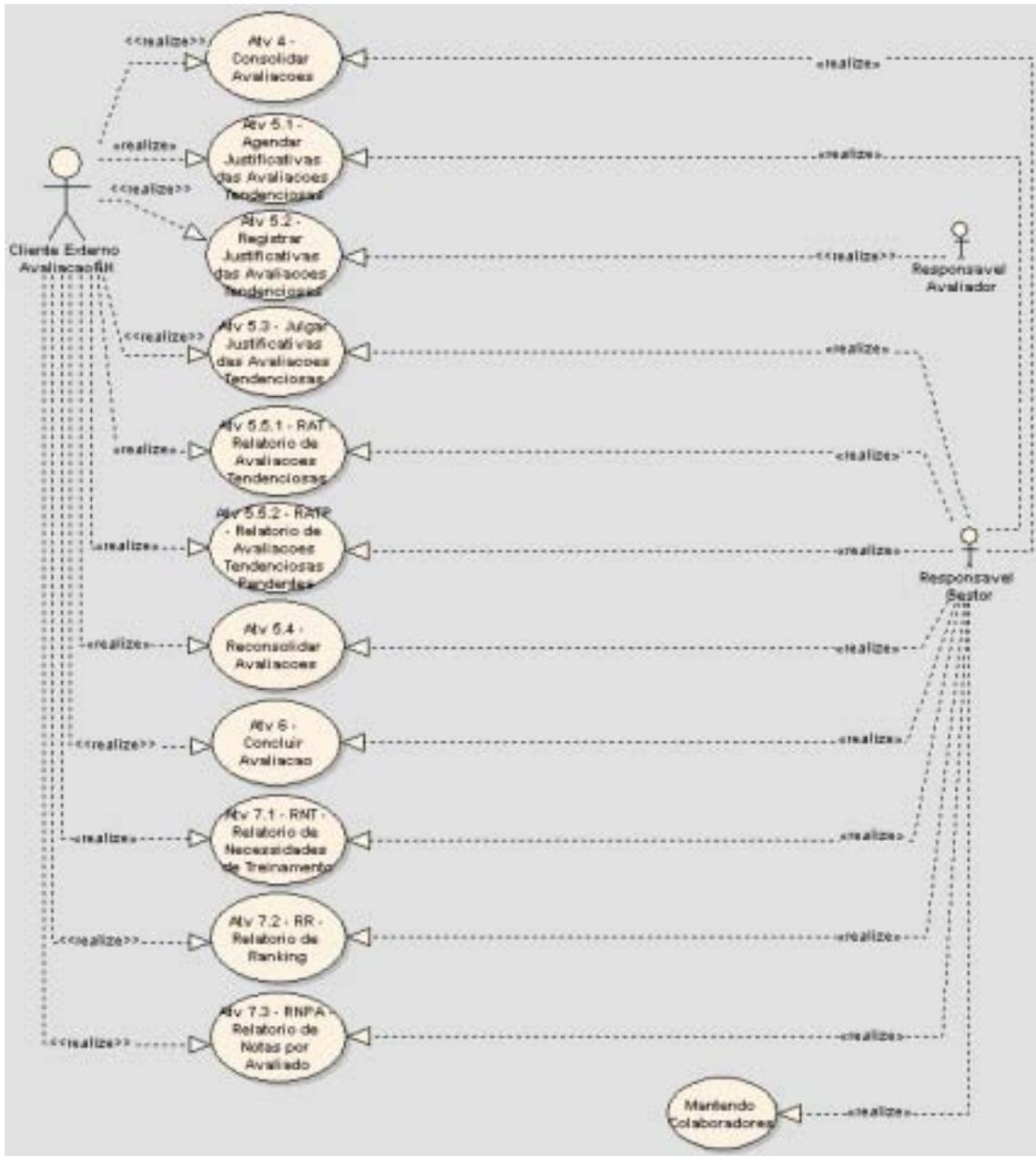


Figura 40 – DCU do Processo Avaliação RH – Parte 2

## 6. Discussão

Neste capítulo, é apresentada a discussão sobre os resultados obtidos pela aplicação da ferramenta *HPReq*. Primeiramente, descrevem-se os critérios utilizados como base para a avaliação dos modelos de requisitos funcionais gerados. Os resultados obtidos da avaliação de cada estudo de caso são apresentados. Comentários importantes da avaliação são sintetizados em uma posição geral, sendo, também, destacados os pontos positivos e oportunidades de melhoria para a ferramenta *HPReq*.

### 6.1. Critérios de Avaliação Utilizados

Os modelos de requisitos funcionais obtidos através da aplicação dos modelos de processos à ferramenta *HPReq* foram submetidos a uma avaliação para verificações quanto à aspectos como: funcionalidades, interações externas e nomenclatura.

Em cada um destes aspectos, foram criados critérios de verificação que orientam a avaliação dos estudos de caso. O critério adotado consiste de um conjunto de perguntas que foram respondidas para cada um dos experimentos, conforme a seguir.

- **Avaliação de Funcionalidades (AF)**

As funcionalidades nos modelos de requisitos funcionais são representadas na forma de casos de uso, que deverão atender as seguintes características:

- ✓ **Completeza (AF1)** – Todas as funcionalidades representadas no modelo de processo foram contempladas no modelo de requisitos funcionais?
- ✓ **Exatidão (AF2)** – Todas as funcionalidades geradas são requeridas do futuro *SI*?
- ✓ **Reutilização (AF3)** – Foram identificadas as funcionalidades de uso comum aos vários casos de uso?
- ✓ **Excepcionalidade (AF4)** – Foram identificadas as funcionalidades de uso opcional aos vários casos de uso?

- **Avaliação de Interações Externas (AI)**

As interações externas nos modelos de requisitos funcionais são representadas na forma de atores, que deverão atender as seguintes características:

- ✓ **Completeza (AI1)** – Todas as interações entre o futuro *SI* e os elementos externos (Atores) representadas no modelo de processo foram contempladas no modelo de requisitos funcionais?
- ✓ **Exatidão (AI2)** – Todas as interações externas geradas são requeridas ao futuro *SI*?

- **Avaliação de Nomenclaturas (AN)**

Nos modelos de requisitos funcionais, os atores e casos de uso possuem rótulos para sua identificação, que deverão atender às seguintes características:

- ✓ **Clareza Nomenclatura Funcionalidade (AN1)** – Todas as nomenclaturas geradas para as funcionalidades são apropriadas, inteligíveis e podem ser utilizadas diretamente no modelo de requisitos funcionais?
- ✓ **Clareza Nomenclatura Interações Externas (AN2)** – Todas as nomenclaturas geradas para as interações externas são apropriadas, inteligíveis e podem ser utilizadas diretamente no modelo de requisitos funcionais?

## **6.2. Resultados Obtidos**

Utilizando-se dos critérios estabelecidos, os estudos de caso foram analisados, segundo a orientação das perguntas estabelecidas. Observou-se, como esperado, um comportamento uniforme nos modelos de requisitos funcionais gerados pelo método, sendo que a completude e o detalhamento dos modelos de processos influenciaram diretamente nos resultados obtidos.

A seguir são descritos os resultados observados em cada uma das características utilizadas na avaliação.

- **Completeza das Funcionalidades (AF1)**

As funcionalidades existentes no modelo de processo possuem correlação direta com as representadas no modelo de requisitos funcionais, sendo integralmente contempladas. As atividades “passivas”, representadas através dos estados, não caracterizam funcionalidades e sim pontos de controle do processo, sendo, portanto, desprezadas no modelo de requisitos funcionais gerados. Estes controles não possuem representação gráfica no *DCU*.

- **Exatidão das Funcionalidades (AF2)**

Na sua maioria, as funcionalidades representadas nos modelos de requisitos funcionais gerados são pertinentes ao contexto e passíveis de serem apoiadas por *SI*'s. Contudo, funcionalidades, tais como “Mostrar Imóvel” e “Escolher Tipo de Contrato” do estudo de caso “Imobiliária”, poderiam ser excluídas do futuro *SI*, pois tratam de atividades manuais realizadas pelo corretor e comprador, respectivamente. Considerando ser esta uma primeira visão dos requisitos funcionais e visando gerar *SI*'s que contemplem todo o processo de negócio, o resultado obtido é satisfatório, necessitando ser “lapidado” pelo projetista de forma a atender às reais expectativas dos usuários.

- **Reutilização das Funcionalidades (AF3)**

As funcionalidades de uso comum a vários casos de uso, funcionalidades reutilizáveis, apresentaram-se limitadas quanto à obtenção de informações dos objetos manipulados. Tendo em vista as heurísticas do método, somente casos de uso do tipo “consultando” são reutilizados. Na prática, a identificação destes casos de uso permite que o projetista identifique outras interações não representadas. Neste item, a dependência do método ao modelo de processo é significativa, sendo que modelos de processos pobres na representação dos objetos resultam em modelos de requisitos funcionais igualmente deficientes. Este fato pode ser observado no estudo de caso “Clínica Dentária”, onde apenas um objeto foi representado e no estudo de caso “Avaliação *RH*”, onde os objetos estavam restritos a uma parte do modelo de processos. Observa-se também, a representação de interações do tipo “<<*include*>>” em casos de uso

“agrupadores” que não possui o objetivo de tornar os casos de uso inclusos como “reutilizáveis”, sendo apenas um recurso para isolamento das funcionalidades, visto que estas funcionalidades são executadas pelo mesmo responsável de forma seqüencial.

- **Excepcionalidade das Funcionalidades (AF4)**

As funcionalidades de uso opcional são observadas nos estudos de caso “Clínica Dentária” e “Avaliação *RH*”. Esta excepcionalidade é representada utilizando-se de um caso de uso “agrupador”, quando os casos de uso opcionais possuem interações do tipo “<<*extend*>>”. Os agrupamentos representados são pertinentes, uma vez que as funcionalidades existentes são mutuamente exclusivas e executadas pelo mesmo responsável. No entanto, as heurísticas não contemplam as situações em que a funcionalidade é opcional e não existe uma funcionalidade alternativa para ela.

- **Completeza das Interações Externas (AII)**

Os atores representados nos modelos de requisitos funcionais gerados refletem os vários papéis relacionados ao escopo apresentado nos modelos de processo, devido à correlação direta existente no método. O resultado obtido é satisfatório do ponto de vista de completeza, sendo que, na prática, representa as totalidades das interações externas existentes.

- **Exatidão das Interações Externas (AI2)**

Os papéis representados nos modelos de requisitos funcionais gerados possuem redundâncias constatadas pela existência de atores diferentes para um único papel. Este fato pode ser observado em todos os modelos de requisitos funcionais gerados, como, por exemplo, no estudo de caso “Clínica Dentária”, onde existem atores para um mesmo papel. Assim, o ator “Cliente Externo Consultório Dentário” é o papel “Paciente”; os atores “Responsável Consultório”, “Receptor do sinal Solicitação Novo Orçamento”, “Emissor do sinal Solicitação Perícia” são, na verdade, o papel “Dentista”; os atores “Responsável Perito”, “Emissor do sinal Solicitação Novo Orçamento”, “Receptor do sinal Solicitação Perícia” são, na verdade, o papel “Perito”; e,

finalmente, o ator “Responsável Convênio” é o papel “Convênio”. Logo na verdade temos quatro papéis envolvidos, “Paciente”, “Dentista”, “Perito” e “Convênio”, para um conjunto de oito atores diferentemente representados. É possível que o *SI* de apoio, dependendo da forma de implementação, somente utilize um único ator, o “Dentista”. O resultado obtido é regular no ponto de vista de exatidão, pois, na prática, não há omissão e sim excesso de informações.

- **Clareza da Nomenclatura da Funcionalidade (AN1)**

As nomenclaturas geradas para os casos de uso foram pertinentes e auto-explicativas, devido à correlação direta existente no método. O resultado obtido é satisfatório, contribuindo para a unificação da terminologia utilizada no projeto.

- **Clareza da Nomenclatura Interações Externas (AN2)**

As nomenclaturas geradas para os atores necessitam certamente de serem interpretadas e ajustadas pelo projetista. O resultado obtido mostra-se eficiente na identificação, porém a nomenclatura gerada é deficiente para uma utilização direta no modelo de requisitos funcionais.

### **6.3. Síntese dos Resultados**

Com base nos critérios estabelecidos e nos resultados apresentados, para cada uma das perguntas elaboradas foram atribuídos graus de aceitação, dependendo da qualidade observada para a característica analisada. Estes graus foram estruturados em três níveis (Tabela 8).

Grau		Significado
<b>D</b>	<b>Deficiente</b>	A característica analisada é inexistente no contexto, no entanto é pertinente ao novo <b>SI</b> a ser desenvolvido.
<b>R</b>	<b>Regular</b>	A característica analisada foi observada e garante a sua utilização, com ajuste, no novo <b>SI</b> a ser desenvolvido.
<b>S</b>	<b>Satisfatório</b>	A característica analisada foi observada e pode ser utilizada diretamente no novo <b>SI</b> a ser desenvolvido.

**Tabela 8 – Tabela de Graus de Avaliação**

A avaliação de cada um dos estudos de caso analisados, tendo como base o critério adotado, é sintetizado a seguir (Tabela 9).

Estudo de Caso	Síntese dos Resultados da Avaliação							
	Funcionalidade				Interações Externas		Nomenclatura	
	<i>AF1</i>	<i>AF2</i>	<i>AF3</i>	<i>AF4</i>	<i>AI1</i>	<i>AI2</i>	<i>AN1</i>	<i>AN2</i>
<b>Clínica Dentária</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>R [1]</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>R [3]</b>	<b>S</b>	<b>D [4]</b>
<b>Entrega Rápida</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>D [2]</b>	<b>S</b>	<b>R [3]</b>	<b>S</b>	<b>D [4]</b>
<b>Imobiliária</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>D [2]</b>	<b>S</b>	<b>R [3]</b>	<b>S</b>	<b>D [4]</b>
<b>Seguro Auto</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>D [2]</b>	<b>S</b>	<b>R [3]</b>	<b>S</b>	<b>D [4]</b>
<b>Avaliação RH</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>R [1]</b>	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>R [3]</b>	<b>S</b>	<b>D [4]</b>

**Tabela 9 – Tabela de Síntese dos Resultados da Avaliação**

Considerando-se as características analisadas, alguns estudos de caso obtiveram uma avaliação regular ou deficiente. Estas avaliações não satisfatórias possuem motivos distintos, já mencionados, e sintetizados a seguir.

- A reutilização das funcionalidades ([1]) apresenta-se fortemente dependente dos objetos representados no modelo de processo, sendo que, quando estes não são claramente tratados no *DA*, o resultado é comprometido.
- A excepcionalidade das funcionalidades ([2]) mostrou-se representada de forma adequada apenas quando existem, claramente identificadas no *DA*, atividades mutuamente exclusivas.
- A exatidão das interações externas ([3]) obteve uma avaliação regular, devido à proliferação de atores para papéis iguais. Porém, esta proliferação não comprometeu a identificação dos atores.
- A clareza da nomenclatura das interações externas ([4]) obteve uma avaliação deficiente, devido ao fato de não poder ser utilizada diretamente.

Constata-se que a qualidade do modelo de requisitos funcionais gerados está diretamente ligada ao nível de detalhamento adotado no modelo de processos. As elaborações de modelos de processos mais completos, representando o maior número de elementos envolvidos, permitirão a obtenção de modelos de requisitos funcionais mais abrangentes.

A padronização dos modelos de requisitos funcionais constitui uma característica positiva e desejada, uma vez que permite uniformizar o modo de apresentação dos diversos projetos de uma organização.

Em resumo, a síntese da avaliação foi satisfatória, obtendo como resultado um modelo preliminar de requisitos funcionais, que permite uma primeira abordagem do *SI* a ser desenvolvido. A existência de poucas características avaliadas de forma não satisfatória, não invalida a utilização do método proposto.

## 7. Conclusões e Trabalhos Futuros

### 7.1. Conclusões finais

Esta dissertação mostrou um conjunto de heurísticas para a obtenção do modelo de requisitos funcionais de *SI*'s a partir do modelo de processo dos negócios. Esta abordagem permite a conexão do acervo de informações obtido na fase de análise do processo de negócio com a fase seguinte de especificação dos *SI*'s, tornando-se um passo natural na evolução da operacionalização do negócio.

Os resultados obtidos com a utilização do método são, em geral, satisfatórios, permitindo de forma rápida uma visão preliminar do escopo a ser tratado pelos *SI*'s a serem desenvolvidos. O nível de detalhamento utilizado no modelo de processos (*DA*), tem forte influência na qualidade do modelo de requisitos funcionais (*DCU*) gerados.

O método encontra-se restrito à topologia dos diagramas, existindo perda de informações existentes no modelo de processo utilizado como base (*DA*). Porém, o modelo de requisitos funcionais (*DCU*) gerado permite a representação da essência do escopo em estudo através de suas funcionalidades e interações.

Assim, destacam-se como pontos fortes do método apresentado o aumento da interação das abordagens de negócio e *TI*, a consistência e padronização dos modelos de requisitos funcionais gerados e a uniformização da nomenclatura entre os elementos dos modelos adotados. Em contrapartida, o método possui como pontos a serem aprimorados: a necessidade de eliminação de redundâncias e irrelevâncias por parte do projetista e a limitação à parte gráfica dos modelos, não havendo tratamento da parte textual de apoio.

Demonstrada em diversos experimentos, a eficácia do método permite um resultado considerado por muitos como intangível que é a aproximação das abordagens de negócio e de *TI*, integrando os profissionais, nivelando a terminologia e unificando a visão do escopo.

A ferramenta *HPReq* desenvolvida como consequência deste estudo, apresentou bons resultados, conforme demonstrado, agilizando o método e permitindo um tratamento uniformizado e imparcial das heurísticas elaboradas.

## 7.2. Trabalhos futuros

O método apresentado está limitado ao tratamento da parte gráfica dos modelos abordados, *DA* e *DCU*. O principal trabalho futuro observado é a ampliação das heurísticas, visando contemplar não só a parte gráfica, mas também a parte textual de apoio dos modelos. Elementos, tais como, rótulos das transições e descrições das atividades, podem e devem ser aproveitados como, por exemplo, pós-condições, pré-condições e descrições dos casos de uso, respectivamente. Esta ampliação da abordagem permitirá que o método gere um produto mais completo, não havendo perda de informações na transformação dos modelos.

Outra linha de trabalho a ser pesquisada é a geração do *DC* do domínio do processo a partir do *DA*, o que permite a identificação dos objetos manipulados nos processos. Para a elaboração do *DC* do domínio do processo será necessário mapear também as regras de negócio, possibilitando a identificação das associações existentes entre as classes extraídas dos objetos representados.

Com a divulgação de versões da *UML* posteriores à versão 1.3, utilizada como referência no método, faz-se necessária a elaboração de novas heurísticas, ou a adequação das existentes, para contemplar novas representações, como, por exemplo, a generalização de casos de uso.

A automatização das heurísticas através da ferramenta *HPReq* demonstrou que duas das heurísticas não foram passíveis de implementação devido à necessidade de avaliação e julgamento do projetista. Estes dois casos são as heurísticas *HIA-5* e *HIA-6*, que requerem a identificação de “interação irrelevante” e de “igualdade de significado semântico”, respectivamente. Assim, a inclusão de “assistentes inteligentes” à ferramenta *HPReq* permitirá a interação do projetista durante o processamento das heurísticas para direcionar os resultados gerados, melhorando sua qualidade.

No aspecto físico, a necessidade de interação da ferramenta *HPReq* com outras ferramentas *CASE* sugere sua implementação na forma de “plug-in”, permitindo sua incorporação no mesmo ambiente de trabalho onde os diagramas são projetados.

## Referência Bibliográfica

- [Aalst 1999] Aalst, W.M.P., “Formalization and verification of event-driven process chains”, Information and Software Technology, 1999.
- [Abeysinghe e Phalp 1997] Abeysinghe, G., Phalp, K., “Combining Process Modeling Methods, Information and Software Technology”, 1997.
- [Alencar 1999] Alencar, F., “Mapeando a Modelagem Organizacional em Especificações Precisas”, Tese de Doutorado, Centro de Informática, Universidade Federal de Pernambuco, 1999.
- [Almeida 1996] Almeida, A. E. L., “Tecnologia da Informação e Melhoria de Processos: O Foco no Desempenho Empresarial”, Dissertação de Mestrado, PUC-Campinas, 1996.
- [Alves 2001] Alves, C. F., “Seleção de Produtos de Software Utilizando uma Abordagem Baseada em Engenharia de Requisitos”, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco - Centro de Informática, Março 2001.
- [Aurélio 1999] Aurélio, B.H.F., “Novo Dicionário Aurélio – Século XXI”, Versão 3.0, Editora Nova Fronteira, 1999.
- [Bal 1998] Bal, J., “Process analysis tools for process improvement”, The TQM Magazine, 1998.
- [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999a] Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., “Unified Modeling Language User Guide”, Addison Wesley, 1999.
- [Booch, Rumbaugh e Jacobson 1999b] Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I., “The Unified Software Development Process”, Addison Wesley, ISBN 0201571692, 1999.
- [Cruz 2002] Cruz, T., “Sistemas Organização e Métodos”, Editora Atlas, ISBN 85-224-3157-4, 3º Edição, 2002.

- [Cruz, Silveira e Schmitz 2002a] Cruz, P. O. S., Silveira, D., Schmitz, E. A., “Heurísticas para Extração dos Casos de Uso de Negócio a Partir da Modelagem de Processos”, III Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação – CAPSI 2002, Coimbra – Portugal, Novembro de 2002.
- [Cruz, Silveira e Schmitz 2002b] Cruz, P. O. S., Silveira, D., Schmitz, E. A., “Descrivendo os Elementos do Modelo de Processos de Negócio”, XXXVII Congresso Latino-Americano de Escolas de Administração – CLADEA 2002, Rio Grande do Sul – RS, Outubro de 2002.
- [Cruz, Silveira e Schmitz 2002c] Cruz, P. O. S., Silveira, D., Schmitz, E. A., “Heurísticas para Extração dos Casos de Uso de Negócio a Partir da Modelagem de Processos”, XI Congresso Latino Ibero-americano de Investigación de Operaciones – CLAIO 2002, Concepción – Chile, Outubro de 2002.
- [Cruz, Silveira e Schmitz 2002d] Cruz, P. O. S., Silveira, D., Schmitz, E. A., “Uma Abordagem para Especialização de Requisitos em Sistemas de Informação Focada em Modelagem de Processos”, XXVI Encontro Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração – ENANPAD 2002, Salvador – BA, Setembro de 2002.
- [Davenport 1992] Davenport, T.H., “Process Innovation: Reengineering Work Through Information Technology”, Harvard Business School Press, 1992.
- [Davis 1993] Davis, A., “Software Requirements: Objects, Functions, and States”, PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA, 1993.
- [Eriksson e Penker 2000] Eriksson, H., Penker, M., “Business Modeling with UML: Business Patterns at Work”, John Wiley & Sons, ISBN 0-471-29551-5, 2000.
- [Ghezi, Jazaieir e Mandrioli 1991] Chezzi C., Jazayeri M., Mandrioli D., “Fundamentals of Software Engineering”, Prentice-Hall International Editions, ISBN 0-13-818204-3, 1991.

- [Gonçalves 2000] Gonçalves, J. E. L., “As Empresas são Grandes Coleções de Processos”, RAE - Revista de Administração de Empresas, Jan/Mar, 2000.
- [Jacobson, Griss e Jonsson 1997] Jacobson, Griss e Jonsson, “Software Reuse - Architecture, Process, and Organization for Business Success”, Addison-Wesley, 1997.
- [Hammer e Champy 2001] Hammer, M., Champy, J.A., “Reengineering the Corporation: A Manifesto for Business Revolution”, Harper Business, 2001.
- [Hofman 1993] Hofman, H., “Requirements Engineering: A Survey of Methods and Tools”, Institut für Informatik der Universität Zürich, Nr. 93.05, 1993.
- [IEEE 1998] IEEE Std. 830, “IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specification” The Institute of Electrical and Electronics Engineers, New York, EUA, ISBN 0-7381-0332-2, 1998.
- [Jackson e Zave 1993] Jackson, M., Zave, P., “Domain Descriptions”, 1st International Symposium on Requirements Engineering. San Diego, EUA. 1993.
- [Jacobson *et al.* 1992] Jacobson, I., *et al.*, “Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Approach”, Addison Wesley, 1992.
- [Kappes 1997] Kappes, S., “Putting your IDEF0 model to work”, Business Process Management Journal, 1997.
- [Kotonya *et al.* 1997] Kotonya, G., Sommerville, I., “Requirements Engineering: Processes and Techniques”, John Wiley & Sons, 1997.
- [Lamsweerde 2000] Lamsweerde, A. van, “Requirements Engineering in the Year 00: A Research Perspective”, 22 nd Proceedings of International Conference on Software Engineering, Limerick, Ireland. Jun. 2000.
- [Larman 1999] Larman, C., “Applying UML and Patterns – An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design”, Prentice-Hall, Inc., 1999.

- [Leite 1987] Leite, J. C. S. P., “A Survey on Requirements Analysis”, Technical Report, Department of Information and Computer Science, California, 1987.
- [Leite e Cysneiros 1999] Leite, J. C. S. P., Cysneiros, L. M., “Integrating Non-Functional Requirements into Data Modeling”, 4th International Symposium on Requirements Engineering. Limerick, Ireland. Jun. 1999.
- [Leite *et al.* 1997] Leite, J. C. S. P., *et al.*, “A. Enhancing a Requirements Baseline with Scenarios”, Third IEEE International Symposium on Requirements Engineering - IEEE Computer Society Press. Los Alamitos, Ca, USA. 1997.
- [Mouro, Borges e Garcez 1999] Mouro, E. Z., Borges, M. R. S., Garcez, C. R., “Reengenharia de Processos de Negócio Participativa”, Relatório Técnico, IME – Instituto Militar de Engenharia, 1999.
- [Nuseibeh e Easterbrook 2000] Nuseibeh, B., Easterbrook, S., “Requirements Engineering: A Roadmap”, Proceedings of the 22 nd International Conference on Software Engineering. Limerick, Ireland. Jun. 2000.
- [O’Neill 1999] O’NEILL, P., “Business Process Reengineering: A review of recent literature”. Technovation, 1999.
- [OMG Site] Webpage of OMG (*Object Management Group*) - <http://www.omg.org>
- [Pearl 1985] Pearl, J., “Heuristics: intelligent search strategies for computer problem solving”, Addison-Wesley, Los Angeles-California-USA, October/1985.
- [Petri 1963] Petri, C.A., “*Fundamentals of a Theory of Asynchronous Information Flow*” , Proc. of IFIP Congress 62, Amsterdam, North Holland Publ. Comp., 1963, Pages: 386-390.
- [Potts 1997] Potts, C., “Requirements Models in Context”, 3rd International Symposium on Requirements Engineering. Annapolis, EUA. 1997.
- [Pressman 1997] Pressman, R.S., “Software Engineering: A Practitioner’s Approach”, 4<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill, 1997.

- [Pressman 2001] Pressman, R. S., “Software Engineering – A Practitioner’s Approach”, 5<sup>th</sup> Edition, ISBN: 0072496681, McGraw-Hill, 2001.
- [Rational Site] [www-106.ibm.com/developerworks/rational/library/360.html](http://www-106.ibm.com/developerworks/rational/library/360.html)
- [Reding, Ratiiff e Fullmer 1998] Reding, K.F., Ratiiff, R.L., Fullmer, R.R., “Flowcharting business processes: a new approach”, *Managerial Auditing Journal*, 1998.
- [Santander e Castro 2000] Santander, V. F. A., Castro, J. F. B., “Desenvolvendo Use Case a partir de Modelagem Organizacional”, WER200, 2000.
- [Schmitz e Silveira 2000] Schmitz, E. A., Silveira, D., “Desenvolvimento de Software Orientado a Objetos”, Editora BrasPort, ISBN 85-7452-039-X, 2000.
- [Schmitz e Silveira 2001] Schmitz, E. A., Silveira, D., “MRDS: Uma Metodologia de Desenvolvimento de Software em Empresas de Pequeno e Médio Porte”, II Conferência da Associação Portuguesa de Sistemas de Informação, Portugal, Novembro de 2001.
- [Serrano 1997] Serrano, M. A. B., “Análise de Negócio aplicado à Modelagem de Meta Ambientes Automatizados”, Tese de Doutorado, PUC-Rio, 1997.
- [Sheer 2000] Scheer, A. W., “ARIS – Business Process Modeling”, Third Edition, ISBN 3-540-65835-1, 3o Edition, 2000.
- [Silva e Videira 2001] Silva, A., Videira, C. “UML, Metodologias e Ferramentas CASE”, Centro Atlântico, 2001.
- [Shnieder e Winters 2001] Shnieder, G., Winters, J. P., “Applying Use-Case, A practical Guide”, Second Edition, New Jerse, Addison-Wesley, 2001.
- [Tam, Lee, Chung e Lau 2000] Tam, S., Lee, W.B., Chung, W.C., Lau, H.C.W., “An object-based process planning and scheduling model in a product design environment”, *Logistics Information Management*, 2000.
- [Toranzo, Castro e Mello 2002] Toranzo, M., Castro, J. F. B., Mello, E., “Uma Proposta para Melhorar o Rastreamento de Requisitos”, V Workshop on Requirements Engineering - Valencia, Spain, 2002.

[Vernadat 1996]

Vernadat, F.B., “Enterprise Modeling and Integration principles and applications”, Chapman & Hall, ISBN 0-412-60550-3, 1996.

[Zave 1997]

Zave, P., “Classification of Research Efforts in Requirements Engineering”, ACM Computer Surveys, vol 29, n ° 4. 1997.