



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE
ELETRICIDADE
ÁREA: CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**UMA TÉCNICA PARA A AQUISIÇÃO E
CONSTRUÇÃO DE MODELOS DE DOMÍNIO E
USUÁRIOS BASEADOS EM ONTOLOGIAS PARA A
ENGENHARIA DE DOMÍNIO MULTIAGENTE**

Carla Gomes de Faria

**São Luís, MA
2004**

Uma Técnica para a Aquisição e Construção de Modelos de Domínio e Usuários baseados em Ontologias para a Engenharia de Domínio Multiagente

Carla Gomes de Faria

Tecnólogo em Processamento de Dados
Centro Universitário do Maranhão, 2000

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade da Universidade Federal do Maranhão como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica na área de Ciência da Computação.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosario Girardi

**São Luís, MA
2004**

**UMA TÉCNICA PARA A AQUISIÇÃO E CONSTRUÇÃO DE
MODELOS DE DOMÍNIO E USUÁRIOS BASEADOS EM
ONTOLOGIAS PARA A ENGENHARIA DE DOMÍNIO
MULTIAGENTE**

Carla Gomes de Faria

Dissertação aprovada em 06 de fevereiro de 2004

Prof^a. Dr^a. Maria del Rosario Girardi
(Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Cláudia Maria Lima Werner
(Membro da Banca Examinadora)

Prof. Dr. Zair Abdelouahab
(Membro da Banca Examinadora)

A minha mãe, minha tia e meu tio.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para elaboração desta dissertação, em especial:

À minha mãe, minha tia e meu tio pelo o amor, incentivo, dedicação e apoio.

À minha querida irmã, Luciana, pelo apoio e incentivo.

Às minhas amigas, Ilmara e Camila, pelo apoio e incentivo.

À pessoa mais especial que conheci, Frederico, pelo apoio, incentivo e dedicação.

A Luís Carlos, pelo incentivo ao meu crescimento profissional.

À Professora Rosario, pela orientação segura e presente, pelos ensinamentos e dedicação imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Aos meus companheiros de curso, em especial, Ismênia, Ivo, Steferson, Alisson e Geovane, pela amizade no decorrer do curso.

A toda Coordenação do Mestrado, coordenadora, funcionários e professores, pelos bons serviços oferecidos e que foram fundamentais para a conclusão do mestrado.

RESUMO

Este trabalho propõe a GRAMO, uma técnica para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias para a Análise de Domínio e Usuários na Engenharia de Domínio Multiagente.

Um modelo de domínio é uma representação dependente de um domínio de aplicação particular, especificada em um alto nível de abstração, que contém a formulação de um problema, conhecimento ou atividades do mundo real. Um modelo de usuário é uma abstração especificada em um alto nível, que representa as características, necessidades, preferências e objetivos dos usuários finais. Ontologias são estruturas de representação de conhecimento adequadas para representar modelos de domínio e usuários.

A GRAMO é baseada no reuso da ONTODUM, um meta-modelo de domínio e usuários, que representa o conhecimento das técnicas da análise de domínio, modelagem de usuários e análise de requisitos de sistemas multiagente.

Dois estudos de caso nas áreas jurídica e turística são apresentados descrevendo uma avaliação preliminar da técnica proposta.

Palavras - chave: Modelo de Domínio, Modelo de Usuários, Ontologias, Engenharia de Domínio Multiagente.

Fonte: Faria, Carla. **Uma Técnica para a Aquisição e Construção de Modelos de Domínio e Usuários baseados em Ontologias para a Engenharia de Domínio Multiagente.** 2004. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Eletricidade), Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

ABSTRACT

This work proposes GRAMO, a technique for the acquisition and construction of ontology-based domain and user models in Domain and User Analysis of Multi-Agent Domain Engineering.

A domain model is a high-level domain independent abstraction representing the formulation of a problem, knowledge or activities of the real world. A user model is a high-level domain independent abstraction representing features, needs, preferences and goal of end-users. Ontologies are knowledge representation structures appropriate for representing domain and user models.

GRAMO is based on the reuse of ONTODUM, a meta-domain and user model representing the knowledge of techniques for domain analysis, user modelling and requirement analysis of multi-agent systems.

Two case studies in the juridical and touristical area are introduced describing a preliminar evaluation of the proposed technique.

Keywords: Domain Model, User Model, Ontology, Multi-Agent Domain Engineering

Source: Faria, Carla. **A Ontology-based Technique for the Aquisition and Construction of User and Domain Models.** 2004. 166 p. Thesis (Graduation in Electrical Engineering), Universidade Federal do Maranhão, São Luís.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	21
1.1 MOTIVAÇÃO	21
1.2 OBJETIVO DO TRABALHO	22
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	22
2. ENGENHARIA DE DOMÍNIO	24
2.1 INTRODUÇÃO	24
2.2 O PROCESSO DA ENGENHARIA DE DOMÍNIO	24
2.3 ANÁLISE DE DOMÍNIO	26
2.3.1 <i>A abordagem de Prieto-Díaz</i>	26
2.3.2 <i>O Método FODA</i>	27
2.4 ANÁLISE DE DOMÍNIO BASEADA EM ONTOLOGIAS	33
2.4.1 <i>Conceitos básicos</i>	33
2.4.2 <i>Análise de Domínio</i>	35
2.4.2.1 <i>Abordagem de Facetas</i>	36
2.4.2.2 <i>Abordagem Ontológica</i>	37
2.5 ANÁLISE COMPARATIVA	39
2.6 ENGENHARIA DE DOMÍNIO MULTIAGENTE	42
2.6.1 <i>Agente</i>	42
2.6.2 <i>Sistemas Multiagente</i>	43
2.6.3 <i>Engenharia de Domínio Multiagente</i>	44
2.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
3. ANÁLISE DE REQUISITOS NA ENGENHARIA DE SOFTWARE BASEADA EM AGENTES	47
3.1 INTRODUÇÃO	47
3.2 METODOLOGIA GAIA	47
3.3 METODOLOGIA MASE	49
3.4 METODOLOGIA MADS	54
3.5 METODOLOGIA TROPOS	57
3.6 METODOLOGIA SODA	59
3.7 METODOLOGIA PASSI	60

3.8	METODOLOGIA MESSAGE _____	66
3.9	ANÁLISE COMPARATIVA _____	67
3.10	CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	70
4.	MODELAGEM DE USUÁRIOS _____	71
4.1	INTRODUÇÃO _____	71
4.2	INFORMAÇÕES QUE DEVEM SER CAPTURADAS DOS USUÁRIOS _____	73
4.2.1	<i>Informações Pessoais</i> _____	73
4.2.2	<i>Capacidades e Habilidades do Usuário</i> _____	73
4.2.3	<i>Preferências do Usuário</i> _____	73
4.2.4	<i>Objetivos Pessoais do Usuário</i> _____	74
4.3	TÉCNICAS DE AQUISIÇÃO DE MODELOS DE USUÁRIOS _____	74
4.3.1	<i>Técnicas de Aquisição Direta</i> _____	74
4.3.2	<i>Técnicas de Aquisição Indireta</i> _____	75
4.4	FORMAS DE REPRESENTAÇÃO DE MODELOS DE USUÁRIOS _____	77
4.4.1	<i>Representação baseada em Lógica</i> _____	77
4.4.2	<i>Representação Probabilística</i> _____	78
4.4.3	<i>Representação baseada em Estereótipos</i> _____	79
4.4.4	<i>Representação Vetorial</i> _____	81
4.4.5	<i>Técnicas para realizar a Manutenção dos Modelos de Usuários</i> _____	81
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	82
5.	GRAMO: UMA TÉCNICA BASEADA EM ONTOLOGIAS PARA A ANÁLISE DE DOMÍNIO E USUÁRIOS NA ENGENHARIA DE DOMÍNIO MULTIAGENTE _____	83
5.1	INTRODUÇÃO _____	83
5.2	ONTODUM: UMA ONTOLOGIA GENÉRICA PARA A ANÁLISE DE DOMÍNIO E USUÁRIOS NA ENGENHARIA DE DOMÍNIO MULTIAGENTE _____	84
5.2.1	<i>Conhecimento de Técnicas</i> _____	84
5.2.1.1	<i>Análise de Domínio</i> _____	84
5.2.1.2	<i>Análise de Requisitos de Sistemas Multiagente</i> _____	85
5.2.1.3	<i>Modelagem de Usuários</i> _____	89
5.2.2	<i>Definição de Ontologia</i> _____	90
5.2.3	<i>Projeto de Ontologia</i> _____	93
5.3	A TÉCNICA GRAMO _____	96
5.3.1	<i>Modelagem de Domínio</i> _____	97

5.3.1.1	Modelagem de Conceitos _____	98
5.3.1.2	Modelagem de Objetivos _____	100
5.3.1.3	Modelagem de Papéis _____	102
5.3.1.4	Modelagem de Interações _____	104
5.3.2	<i>Modelagem de Usuário</i> _____	107
5.3.2.1	Aquisição das informações dos usuários _____	107
5.3.2.2	Representação das informações dos usuários _____	108
5.3.2.3	Manutenção das informações dos usuários _____	110
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	110
6.	ESTUDO DE CASO I: ESPECIFICAÇÃO DE UM MODELO DE DOMÍNIO E USUÁRIOS PARA O ACESSO À INFORMAÇÃO NA ÁREA JURÍDICA _____	112
6.1	INTRODUÇÃO _____	112
6.2	ÁREA JURÍDICA _____	112
6.3	O PROBLEMA DO ACESSO À INFORMAÇÃO _____	116
6.4	O SUBPROBLEMA DA ATUALIZAÇÃO DO CONHECIMENTO LEGAL DO ADVOGADO _____	118
6.5	ONTOINFOJUS: UM MODELO DE DOMÍNIO E USUÁRIOS PARA O ACESSO À INFORMAÇÃO NA ÁREA JURÍDICA _____	121
6.5.1	<i>Modelagem de Domínio</i> _____	121
6.5.1.1	Modelagem de Conceitos _____	121
6.5.1.2	Modelagem de Objetivos _____	121
6.5.1.3	Modelagem de Papéis _____	123
6.5.1.4	Modelagem de Interações _____	129
6.5.2	<i>Modelagem de Usuários</i> _____	131
6.5.2.1	Aquisição das informações dos usuários _____	131
6.5.2.2	Representação das informações dos usuários _____	132
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS _____	135
7.	ESTUDO DE CASO II: ESPECIFICAÇÃO DE UM MODELO DE DOMÍNIO E USUÁRIOS PARA A ÁREA TURÍSTICA _____	136
7.1	INTRODUÇÃO _____	136
7.2	ÁREA TURÍSTICA _____	136
7.2.1	<i>O Produto Turístico</i> _____	137
7.2.2	<i>Classificação do Turismo</i> _____	137

7.3	ONTOTOUR: UM MODELO DE DOMÍNIO E DE USUÁRIOS PARA A ÁREA TURÍSTICA	139
7.3.1	<i>Modelagem de Domínio</i>	140
7.3.1.1	Modelagem de Conceitos	140
7.3.1.2	Modelagem de Objetivos	140
7.3.1.3	Modelagem de Papéis	142
7.3.1.4	Modelagem de Interações	145
7.3.2	<i>Modelagem de Usuários</i>	149
7.3.2.1	Aquisição das informações dos usuários	149
7.3.2.2	Representação das informações dos usuários	150
7.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	156
8.	CONCLUSÃO	157
8.1	RESULTADOS E CONTRIBUIÇÕES DA PESQUISA	157
8.2	TRABALHOS FUTUROS	158
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: As fases da Engenharia de Domínio e da Engenharia de Aplicações [23]	25
Figura 2: Abordagem de Prieto-Diaz para a Análise de Domínio [55]	27
Figura 3: Análise de Domínio na abordagem de Prieto-Diaz [55]	28
Figura 4: Análise de Domínio no método FODA	28
Figura 5: Exemplo do Modelo de Contexto de um sistema gerenciador de janelas [12]	30
Figura 6: Exemplo do Modelo de Característica do sistema gerenciador de janelas da operação “mover” [12]	31
Figura 7: Exemplo do Modelo de Entidade-Relacionamento do sistema gerenciador de janelas [12]	32
Figura 8: Exemplo do Modelo Funcional da especificação de comportamento do sistema gerenciador de janelas [12]	33
Figura 9: Exemplo do Modelo Funcional da especificação de funcionalidade do gerenciador de janelas [12]	34
Figura 10: Classificação das ontologias segundo o seu nível de generalidade [32]	35
Figura 11: Atividades e Produtos da Abordagem de Facetas [52]	37
Figura 12: Atividades e Produtos da Abordagem Ontológica [15]	37
Figura 13: Exemplo da notação gráfica da linguagem LINGO [15]	38
Figura 14: Agente genérico	42
Figura 15: Abstrações de software e os processos da Engenharia de Domínio Multiagente [28]	45
Figura 16: Fases e produtos da metodologia GAIA [75]	47

Figura 17: Exemplo da notação gráfica do Modelo de Papel da metodologia GAIA [75]	48
Figura 18: Exemplo da notação gráfica do Modelo de Interações da metodologia GAIA [75]	48
Figura 19: Fases e Produtos da metodologia MaSE [14]	49
Figura 20: Exemplo do Diagrama de Hierarquia de Objetivos da metodologia MaSE [73]	50
Figura 21: Exemplo do Diagrama de Seqüência da metodologia MaSE [73]	51
Figura 22: Exemplo do Modelo de Papel da metodologia MaSE [73]	53
Figura 23: Exemplo do Diagrama de Tarefa Concorrente da metodologia MaSE [73]	54
Figura 24: Fases e Produtos da metodologia MADS [66]	54
Figura 25: Exemplo do Diagrama de Objetivos da metodologia MADS [66]	55
Figura 26: Exemplo do Diagrama de Papel da metodologia MADS [66]	56
Figura 27: Exemplo do Modelo de Interações da metodologia MADS [66]	57
Figura 28: Exemplo do Modelo de Dependência Estratégica da metodologia TROPOS [48]	58
Figura 29: Exemplo da representação do sistema na metodologia TROPOS [48]	59
Figura 30: Fases e Produtos da metodologia PASSI [13]	61
Figura 31: Exemplo do Diagrama de Casos de Uso da metodologia PASSI [13]	62
Figura 32: Exemplo do Diagrama de Agentes da metodologia PASSI [13]	63
Figura 33: Exemplo do Diagrama de Seqüência da metodologia PASSI [13]	64
Figura 34: Exemplo do Diagrama de Casos de Uso demonstrando a especificação das tarefas da metodologia PASSI [13]	65

Figura 35: Exemplo do Diagrama de Classes representando a ontologia do domínio da metodologia PASSI [13]	65
Figura 36: Exemplo do Diagrama de Classes representando a descrição do papel na metodologia PASSI [13]	66
Figura 37: O Processo de Modelagem de Usuários	71
Figura 38: Cálculo de predicado representando parte de um modelo de usuário [51]	78
Figura 39: Uso de estereótipos para representar modelos de usuário [77]	80
Figura 40: A técnica <i>modelo espaço vetorial</i> representando modelo de usuários	81
Figura 41: Processo de construção da ONTODUM	84
Figura 42: Exemplo do Modelo de Conceitos para a Recuperação e a Filtragem de Informação	86
Figura 43: Exemplo do Modelo de Objetivos para a Recuperação e Filtragem de Informação	87
Figura 44: Exemplo do Modelo de Papel do Recuperador	88
Figura 45: Exemplo do Modelo de Interações para a Recuperação e Filtragem de Informação	88
Figura 46: Exemplo do Modelo de Usuário do Advogado Criminalista da Área Jurídica	90
Figura 47: Rede Semântica dos Conceitos da Modelagem de Domínio e Usuários da ONTODUM	91
Figura 48: Rede Semântica das Tarefas e Produtos da Modelagem de Domínio da ONTODUM	92
Figura 49: Rede Semântica das Tarefas e Produtos da Modelagem de Usuários da ONTODUM	93

Figura 50: Hierarquia de meta-classes da ONTODUM e a meta-classe Objetivo__	94
Figura 51: Hierarquia de meta-classes da ONTODUM e a meta-classe Papel_____	95
Figura 52: Hierarquia de meta-classes da ONTODUM e a meta-classe Informação Pessoal _____	95
Figura 53: Os insumos e os produtos da GRAMO _____	96
Figura 54: Meta-classe Modelagem de Domínio_____	98
Figura 55: Meta-classe Modelagem de Conceitos _____	99
Figura 56: Exemplo do Modelo de Conceitos do Acesso à Informação _____	100
Figura 57: Meta-classe Modelagem de Objetivos _____	101
Figura 58: Exemplo do Modelo de Objetivos para o Acesso à Informação_____	103
Figura 59: Meta-classe Modelagem de Papéis _____	103
Figura 60: Exemplo do Modelo de Papel Especifico do Recuperador do Acesso à Informação_____	104
Figura 61: Meta-classe Modelagem de Interações _____	105
Figura 62: Exemplo do Modelo de Interações para o objetivo específico da Recuperação _____	106
Figura 63: Exemplo do Modelo de Domínio do Acesso à Informação_____	106
Figura 64: Meta-classe Modelagem de Usuário _____	107
Figura 65: Meta-classe Aquisição do Modelo de Usuários _____	108
Figura 66: Meta-classe Representação do Modelo de Usuários_____	109
Figura 67: Exemplo do Modelo de Usuários do Advogado Criminalista da Área Jurídica _____	109
Figura 68: Meta-classe Manutenção do Modelo de Usuários _____	110

Figura 69: Rede Semântica da área Jurídica [43] _____	116
Figura 70: Rede Semântica do Acesso à Informação [42] _____	118
Figura 71: Modelo de Conceitos da ONTOINFOJUS _____	122
Figura 72: Modelo de Objetivos da ONTOINFOJUS _____	123
Figura 73: Modelo de Papel Específico do Construtor de Surrogate da ONTOINFOJUS _____	124
Figura 74: Modelo de Papel Específico do Descobridor da ONTOINFOJUS ____	125
Figura 75: Modelo de Papel Específico do Filtrador da ONTOINFOJUS _____	125
Figura 76: Modelo de Papel Específico do Indexador da ONTOINFOJUS _____	126
Figura 77: Modelo de Papel Específico do Interfaceador da ONTOINFOJUS ____	126
Figura 78: Modelo de Papel Específico do Modelador de Usuário da ONTOINFOJUS _____	127
Figura 79: Modelo de Papel Específico do Monitor da ONTOINFOJUS _____	128
Figura 80: Modelo de Papel Específico do Recuperador da ONTOINFOJUS ____	128
Figura 81: Modelo de Papel Geral da ONTOINFOJUS _____	129
Figura 82: Modelo de Interações para o objetivo específico da Necessidade de Informação em Longo Prazo da ONTOINFOJUS _____	130
Figura 83: Modelo de Interações para o objetivo específico da Necessidade de Informação Pontual da ONTOINFOJUS _____	131
Figura 84: Modelo de Domínio da ONTOINFOJUS _____	132
Figura 85: Modelo de Usuários Geral do Advogado da ONTOINFOJUS _____	133
Figura 86: Modelo de Usuários do Advogado Criminalista da ONTOINFOJUS ____	134
Figura 87: Modelo de Usuários do Advogado Cível da ONTOINFOJUS _____	134

Figura 88: Modelo de Usuários do Advogado Trabalhista da ONTOINFOJUS	135
Figura 89: Visão Parcial do Modelo de Conceitos da ONTOTOUR	140
Figura 90: Modelo de Objetivos da ONTOTOUR	141
Figura 91: Modelo de Papel Específico do Agente de Alimentação da ONTOTOUR	142
Figura 92: Modelo de Papel Específico do Agente de Entretenimento da ONTOTOUR	143
Figura 93: Modelo de Papel Específico do Agente de Hospedagem da ONTOTOUR	143
Figura 94: Modelo de Papel Específico do Agente de Pagamento da ONTOTOUR	144
Figura 95: Modelo de Papel Específico do Agente de Transporte da ONTOTOUR	144
Figura 96: Modelo de Papel Geral da ONTOTOUR	145
Figura 97: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de hospedagem da ONTOTOUR	146
Figura 98: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de transporte da ONTOTOUR	147
Figura 99: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de alimentação da ONTOTOUR	147
Figura 100: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de entretenimento da ONTOTOUR	148
Figura 101: Modelo de Domínio da ONTOTOUR	149
Figura 102: Visão Parcial do Modelo de Usuários Geral do Turista da ONTOTOUR	151
Figura 103: Modelo de Usuários Específico Científico da ONTOTOUR	151

Figura 104: Modelo de Usuários Específico Cultural da ONTOTOUR _____	152
Figura 105: Modelo de Usuários Específico de Ecoturismo da ONTOTOUR _____	152
Figura 106: Modelo de Usuários Específico de Eventos da ONTOTOUR _____	153
Figura 107: Modelo de Usuários Específico de Férias da ONTOTOUR _____	153
Figura 108: Modelo de Usuários Específico de Negócios da ONTOTOUR _____	154
Figura 109: Modelo de Usuários Específico Ecológico da ONTOTOUR _____	154
Figura 110: Modelo de Usuários Específico Religioso da ONTOTOUR _____	155
Figura 111: Modelo de Usuários Específico Rural da ONTOTOUR _____	155

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise Comparativa dos métodos de Análise de Domínio _____	39
Tabela 2: Análise comparativa dos métodos de Análise de Requisitos baseadas em agentes _____	68
Tabela 3: Informações utilizadas na construção de modelos de usuários _____	72
Tabela 4: Técnicas para a aquisição, representação e manutenção de modelos de usuários _____	72
Tabela 5: Fases, atividades e produtos da técnica GRAMO _____	96
Tabela 6: Estrutura dos conceitos do Turismo _____	137
Tabela 7: Componentes do Produto Turístico _____	138
Tabela 8: Classificação do Turismo _____	139

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

DARE	Domain Analysis and Reuse Environment
FBO	Frames Based on Ontologies
FODA	Feature Oriented Domain Analysis
GAIA	Generic Architecture for Information Availability
GRAMO	Generic Requirements Analysis Method based on Ontologies
LFU	Ontology Functional Legal
MaAE	Multi-agent Application Engineering
MADS	Methodology based on Agents for the Development of Software
MaSE	Multi-agent Systems Engineering
MESSAGE	Methodology for Engineering Systems of Software Agents
ONTODUM	Generic Ontology for Domain and User Modelling
ONTOINFOJUS	A Domain and User Model based on Ontologies for Information Access in the Juridical Area
ONTOJUS	A Domain Model based on Ontologies in the Juridical Area
ONTOTOUR	A Domain and User Model based on Ontologies in the Touristical Area
PASSI	Process for Agent Societies Specification and Implementation
SODA	Societies in Open and Distributed Agents spaces
TROPOS	Framework for Requirements-Driven Software Development

1. INTRODUÇÃO

1.1 Motivação

A reutilização de software tem sido muito utilizada pelos desenvolvedores, pois apresenta inúmeras vantagens, tais como, aumento da produtividade da equipe de desenvolvimento, diminuição de custos e melhoria na qualidade dos produtos desenvolvidos.

Um dos grandes problemas encontrados na reutilização de software é a criação de componentes reutilizáveis. Um processo de desenvolvimento que visa solucionar este problema é a Engenharia de Domínio.

A Engenharia de Domínio representa um enfoque sistematizado da análise, projeto e implementação de domínio, sob uma perspectiva voltada para a construção de componentes, constituindo-se em um processo completo para a especificação de componentes reutilizáveis [72].

A Engenharia de Domínio Multiagente visa construir e disponibilizar componentes reutilizáveis para o desenvolvimento de aplicações baseadas em agentes, através da aplicação de técnicas para a análise de domínio e usuários, o projeto de domínio e a implementação de domínio.

Um agente é uma entidade computacional que está situado em um ambiente e que é capaz de realizar ações autônomas neste ambiente visando atingir um objetivo [76].

Os agentes são entidades apropriadas para a concepção e construção de sistemas computacionais complexos, distribuídos ou heterogêneos, pois os agentes apresentam características principais como: autonomia, que permite a execução de ações sem a intervenção humana; habilidade social, que permite a interação com outros agentes; reatividade, que permite a percepção das mudanças no ambiente; pró-atividade, que permite a busca do alcance de um objetivo; e a capacidade de aprendizagem, que permite a melhoria no seu desempenho.

A Análise de Domínio e Usuários guia a construção de modelos de domínio e usuários. Um modelo de domínio é uma representação dependente de um domínio de aplicação particular, especificada em um alto nível de abstração, que contém a formulação de um problema, conhecimento ou atividades do mundo real. Um modelo de usuário é uma abstração especificada em um alto nível, que representa as características, necessidades, preferências e objetivos dos usuários finais do sistema.

As ontologias são estruturas de representação de conhecimento adequadas para especificação/construção de abstrações de software de alto nível, como os modelos de domínio e usuários. Isso se deve ao fato das ontologias apresentarem características como: notação formal, que providencia uma terminologia clara e não ambígua; flexibilidade, que permite posteriores extensões; e a adaptabilidade em diferentes níveis de generalidade/especificidade, facilitando a reutilização [24].

Este trabalho aborda a construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias como forma de promover a reutilização no desenvolvimento de software baseado em agentes. A partir de uma análise sobre os diversos métodos para modelagem de software baseado em agentes, modelagem de domínio, modelagem de usuários e a viabilidade do uso das ontologias como estrutura de representação de conhecimento, é proposta uma técnica para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias.

1.2 Objetivo do trabalho

Este trabalho tem como objetivo principal a definição de um roteiro para a fase de análise de domínio e usuários na Engenharia de Domínio Multiagente, através da elaboração de uma técnica para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias.

1.3 Estrutura da Dissertação

Esta dissertação está estruturada em oito capítulos.

O segundo capítulo apresenta a visão geral da Engenharia de Domínio, enfatizando os métodos relevantes para a fase de análise de domínio e o processo da Engenharia de Domínio Multiagente.

O terceiro capítulo descreve as principais metodologias da Engenharia de Software baseada em agentes, enfatizando a fase de análise de requisitos. Uma análise comparativa das metodologias é apresentada.

O quarto capítulo apresenta os principais conceitos da modelagem de usuários, assim como as técnicas utilizadas para a aquisição, representação e manutenção dos modelos de usuários.

O quinto capítulo apresenta a ONTODUM, uma ontologia genérica para a análise de domínio e usuários na Engenharia de Domínio Multiagente e a GRAMO, uma técnica baseada em ontologias para a análise de domínio e usuários na Engenharia de Domínio Multiagente.

No sexto capítulo é apresentado o primeiro estudo de caso, acerca do acesso à informação no domínio jurídico, desenvolvido para avaliar a técnica proposta.

No sétimo capítulo é apresentado o segundo estudo de caso, sobre o domínio turístico, desenvolvido para consolidar a técnica proposta.

No oitavo e último capítulo são apresentadas às considerações finais do trabalho, destacando os resultados obtidos e os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir desta pesquisa.

2. ENGENHARIA DE DOMÍNIO

2.1 Introdução

O objetivo do reuso de software é auxiliar nas várias fases do processo de desenvolvimento de software através da reutilização de componentes previamente desenvolvidos, permitindo gerar aplicações de software com três características muito importantes para o atendimento da demanda de mercado:

- qualidade;
- baixo custo;
- rapidez no seu desenvolvimento.

Duas abordagens complementares caracterizam o reuso de software: a Engenharia de Domínio (ou o desenvolvimento PARA o reuso) e a Engenharia de Aplicações (ou o desenvolvimento COM o reuso) [27]. A Engenharia de Domínio busca a construção de abstrações de software reutilizáveis, que serão usadas na criação de aplicações específicas na Engenharia de Aplicações.

Um dos grandes problemas da reutilização de software é justamente a criação de componentes reutilizáveis e um dos caminhos para a construção desses componentes reutilizáveis é a Engenharia de Domínio [3] [34] [44].

Este capítulo apresenta uma visão geral do processo da Engenharia de Domínio, enfatizando os métodos da fase de Análise de Domínio, que são de particular importância neste trabalho.

2.2 O Processo da Engenharia de Domínio

A Engenharia de Domínio representa um enfoque sistematizado da análise, projeto e implementação de domínio, sob uma perspectiva voltada para a construção de componentes, constituindo-se em um processo completo para a especificação de componentes reutilizáveis [72].

O conhecimento de domínio é um fator muito importante a ser levado em consideração no desenvolvimento de software, pois se o desenvolvedor conhece a

área de aplicação na qual está desenvolvendo, irá fazer uma boa especificação de requisitos e, conseqüentemente, poderá gerar software de boa qualidade.

A Engenharia de Domínio tem como principal objetivo disponibilizar artefatos reutilizáveis, que possam ser empregados no desenvolvimento de novas aplicações.

A Figura 1 ilustra as três etapas da Engenharia de Domínio [72].

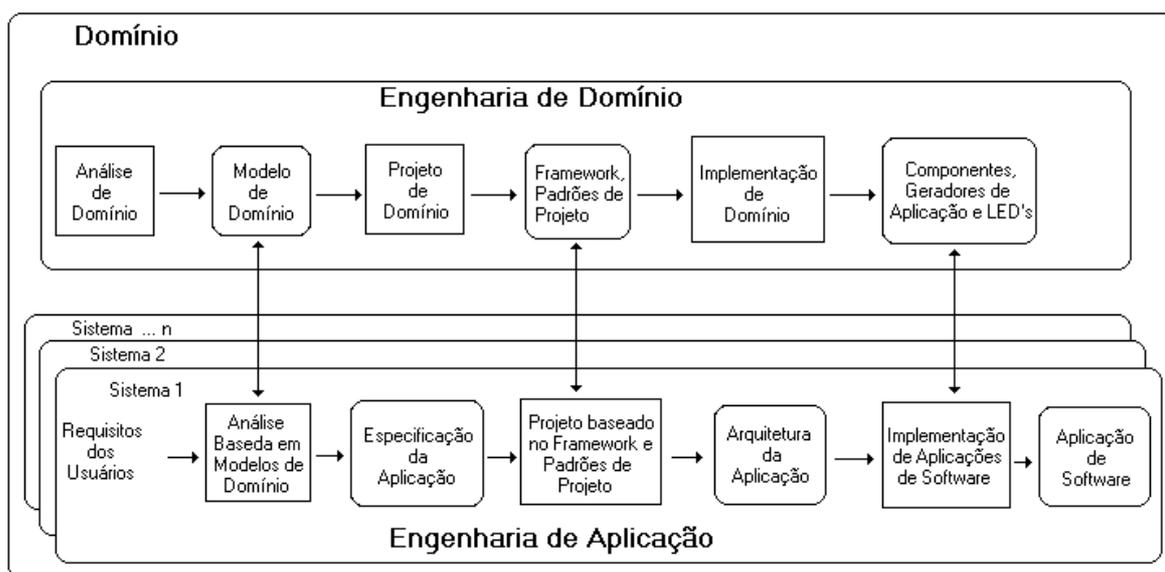


Figura 1: As fases da Engenharia de Domínio e da Engenharia de Aplicações [23]

A fase de Análise de Domínio tem como objetivo identificar as oportunidades para a reutilização e determinar os requisitos comuns de uma família de sistemas. O domínio do problema representa um conjunto de elementos de informação presente em um certo contexto do mundo real, inter-relacionados de forma bastante coesa. O produto desta fase é o modelo de domínio.

A fase de Projeto de Domínio tem como objetivo o refinamento das oportunidades de reutilização identificadas na fase de Análise de Domínio e a identificação e a generalização de soluções para os requisitos comuns, através da especificação de um *framework*, uma arquitetura de software reutilizável, e de padrões de projeto para o domínio, que são os produtos desta fase.

A fase de Implementação de Domínio tem como objetivo transformar as oportunidades de reutilização e as soluções que foram identificadas na fase de

Projeto de Domínio em uma implementação, que inclui os serviços de: identificação, reengenharia e/ou construção e manutenção dos artefatos reutilizáveis que suportem estes requisitos e soluções de projeto.

2.3 Análise de Domínio

A Análise de Domínio é a etapa dentro da Engenharia de Domínio, que identifica os conceitos e funcionalidades requeridas por uma família de sistemas, representados através de um modelo genérico denominado modelo de domínio [2] [46] [53] [54] [72].

Nas subseções seguintes são analisados os principais métodos utilizados na fase de Análise de Domínio, como a abordagem de Prieto Diaz [55] e o método FODA [12] [40].

2.3.1 A abordagem de Prieto-Diaz

A abordagem de Prieto-Diaz [55] é centrada em dois atores: o analista de domínio e o especialista de domínio (Figura 2). O especialista de domínio providencia o conhecimento relevante do domínio, enquanto que o analista de domínio guia a fase de análise de domínio.

A Análise de Domínio tem três atividades: preparar a informação do domínio, analisar o domínio e produzir artefatos reutilizáveis (Figura 3). Os produtos desta fase são um modelo de domínio e uma linguagem de domínio.

A primeira atividade, *preparar a informação do domínio*, é guiada pelo analista de domínio, que define o escopo do domínio, identifica e seleciona as fontes de conhecimento de domínio. O produto desta atividade é a especificação de requisitos do domínio.

A segunda atividade, *analisar o domínio*, é guiada pelo analista do domínio, que identifica, abstrai e classifica conceitos. Em seguida constrói *frames*, que são estruturas de representação de conhecimento, para representar o conhecimento capturado do domínio. Os produtos desta atividade são o modelo de domínio baseado em *frames* e a linguagem de domínio.

Na terceira atividade, *produzir artefatos reutilizáveis*, é utilizado o modelo de domínio baseado em *frames*, que foi construído durante a segunda atividade, para a construção dos artefatos reutilizáveis. Os produtos desta atividade são os artefatos reutilizáveis.

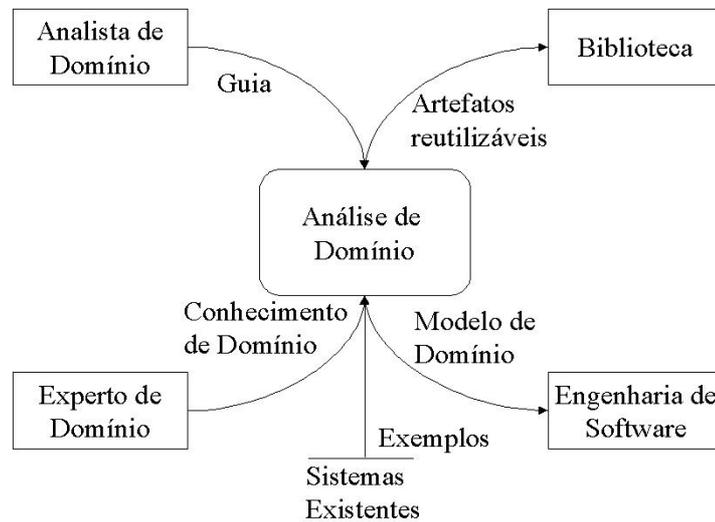


Figura 2: Abordagem de Prieto-Diaz para a Análise de Domínio [55]

2.3.2 O Método FODA

No método FODA [12] [40], a análise de domínio (Figura 4) possui duas atividades: a análise de contexto e a modelagem de domínio. Na análise de contexto, o analista de domínio interage com os especialistas e usuários do domínio para estabelecer o escopo do domínio. Na modelagem de domínio, o analista de domínio utiliza as fontes de informação e os produtos da análise de contexto para a construção do modelo de domínio.

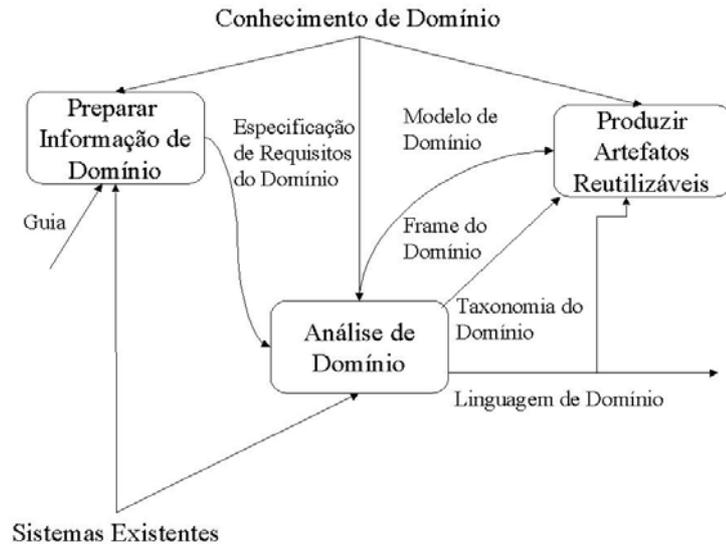


Figura 3: Análise de Domínio na abordagem de Prieto-Diaz [55]

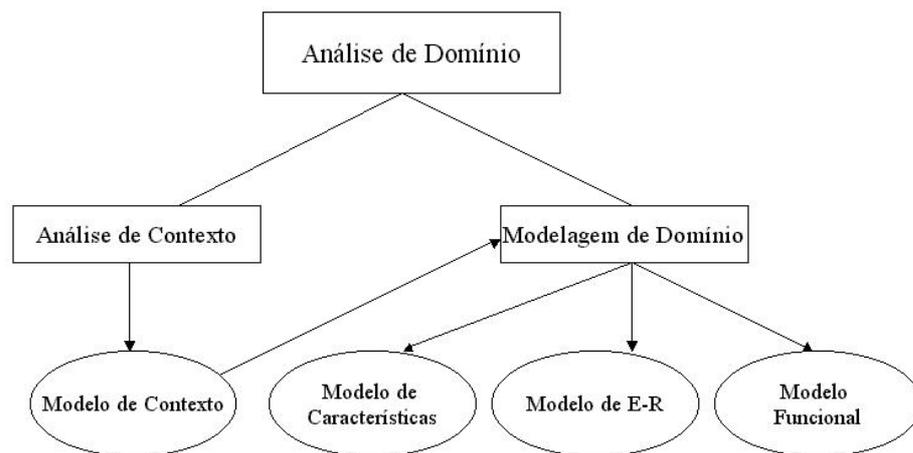


Figura 4: Análise de Domínio no método FODA

A atividade *análise de contexto* tem como objetivo definir o escopo do domínio. São analisados os relacionamentos entre o domínio e os elementos externos. O produto desta atividade é o modelo de contexto, que é documentado através de diagrama de estrutura e diagrama de fluxo de dados. Os passos para a análise de contexto são:

- Identificar o objetivo e o escopo do domínio; identificar aplicações existentes no domínio ou aplicações usadas no domínio e identificar as fontes de informação;

- Descrever o contexto do domínio para cada aplicação identificada, através de diagramas de estrutura e diagramas de fluxos de dados e verificar o escopo do domínio;
- Entender o uso principal do domínio;
- Analisar o contexto:
 - Iniciar a definição do modelo de características baseado nas características das aplicações no domínio;
 - Identificar as diferenças do domínio;
 - Identificar o objetivo do domínio;
 - Construir o modelo de contexto;
- Evoluir o modelo de contexto, se necessário;
- Documentar o modelo de contexto;
- Validar o modelo de contexto.

Na Figura 5, é mostrado um exemplo do modelo de contexto de um sistema gerenciador de janelas, representado através de um diagrama de fluxo de dados. O gerenciador de janelas recebe/envia fluxos de dados de um gerenciador de entradas, de saídas e de processos.

A atividade de modelagem de domínio provê passos para analisar as semelhanças e diferenças presentes nas aplicações e produz o modelo de domínio. Consiste de três atividades principais: a análise de características, análise de informações e análise funcional. Os produtos destas atividades são: modelo de características, modelo de entidade-relacionamento e modelo funcional, respectivamente.

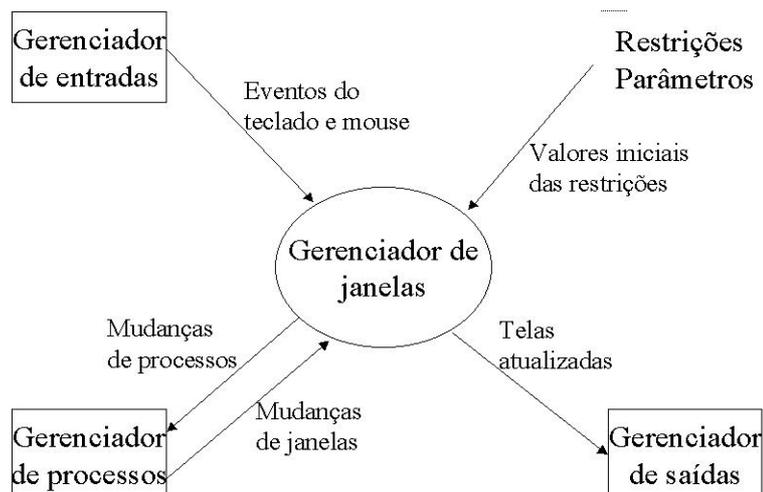


Figura 5: Exemplo do Modelo de Contexto de um sistema gerenciador de janelas [12]

A análise de características tem como objetivo capturar a visão dos usuários finais entendendo as capacidades gerais das aplicações do domínio e identificar as semelhanças e diferenças existentes no domínio, através das características. Características são os atributos de um sistema que diretamente afetam os usuários finais. O modelo de características representa uma família de sistemas no domínio e os relacionamentos entre eles. Ele é documentado através de diagramas de estrutura e serve de comunicação entre usuários e desenvolvedores. Os passos para a análise de características são:

- Coletar fontes de dados;
- Identificar as características;
- Abstrair e classificar as características;
- Identificar o modelo de características;
- Definir as características;
- Validar o modelo.

Após a coleta das fontes de dados, inicia-se a identificação das características. Existem vários tipos de características, como por exemplo, as características funcionais (serviços providos pela aplicação), operacionais (aquelas nas quais o usuário interage com a aplicação), de apresentação (aquelas que

mostram como e o que será mostrado ao usuário), as características opcionais, as características alternativas e as características mandatórias. Após a nomeação e definição das características, inicia-se a construção da hierarquia, que é criada através da classificação e estruturação das características adicionando os relacionamentos. A validação do modelo é feita pelo especialista de domínio.

Na Figura 6, é mostrado um exemplo do modelo de características do sistema gerenciador de janelas da operação “mover”, representado através de um diagrama de estrutura. No modelo estão representadas as características mandatórias, por exemplo, *window layout* e *interactive feedback*; as características opcionais, por exemplo, *move icon* e *move input* e as características alternativas, por exemplo, *border* e *interior*.

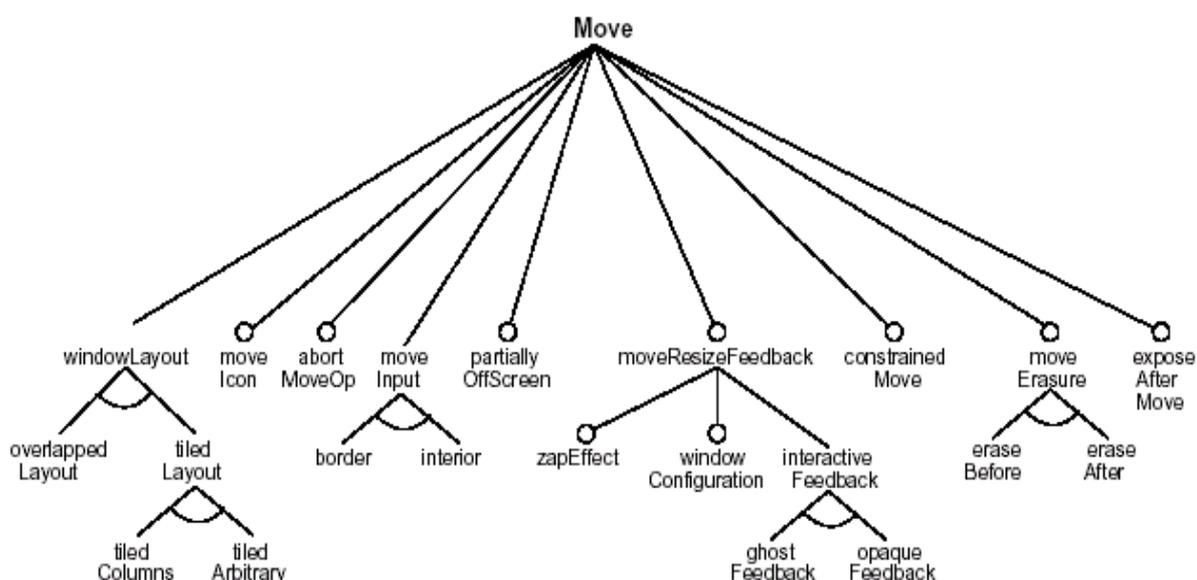


Figura 6: Exemplo do Modelo de Característica do sistema gerenciador de janelas da operação “mover” [12]

A análise de informações tem como objetivo analisar, definir e representar o conhecimento relevante do domínio, que é essencial para a implementação de aplicações no domínio, em termos de entidades e relacionamentos e disponibilizar esse conhecimento para a próxima atividade, a análise funcional.

Na Figura 7, é mostrado um exemplo do modelo de entidade-relacionamento do sistema gerenciador de janelas, representando o conhecimento relevante.

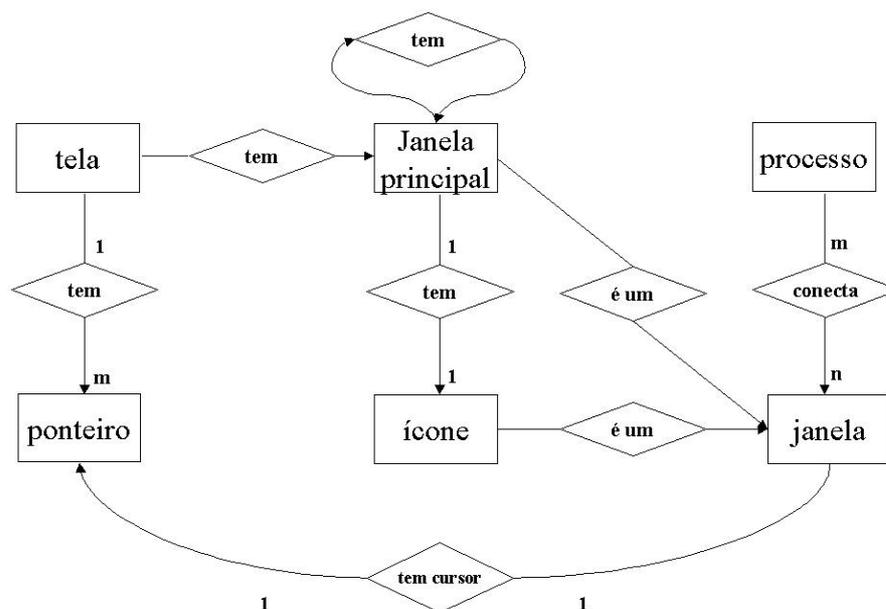


Figura 7: Exemplo do Modelo de Entidade-Relacionamento do sistema gerenciador de janelas [12]

A análise funcional tem como objetivo identificar as semelhanças e diferenças das aplicações do domínio, através do modelo de características e o modelo de entidade-relacionamento. As características mandatórias e as entidades são as bases para a definição do modelo funcional. A especificação do modelo funcional é classificada em duas categorias: especificação de funcionalidade e especificação de comportamento. A especificação de funcionalidade descreve o aspecto estrutural de uma aplicação em termos de entradas, saídas, atividades, dados internos, estruturas lógicas e fluxos de dados. A especificação de comportamento descreve como a aplicação se comporta em termos de eventos, entradas, estados, condições e transição de estado.

Na Figura 8, é mostrado um exemplo de modelo funcional, representando a especificação de comportamento do sistema gerenciador de janelas. Por exemplo, os comportamentos *iniciar mover*, *desenhar cursor* e *apagar* são comportamentos desempenhados pelo sistema gerenciador de janelas.

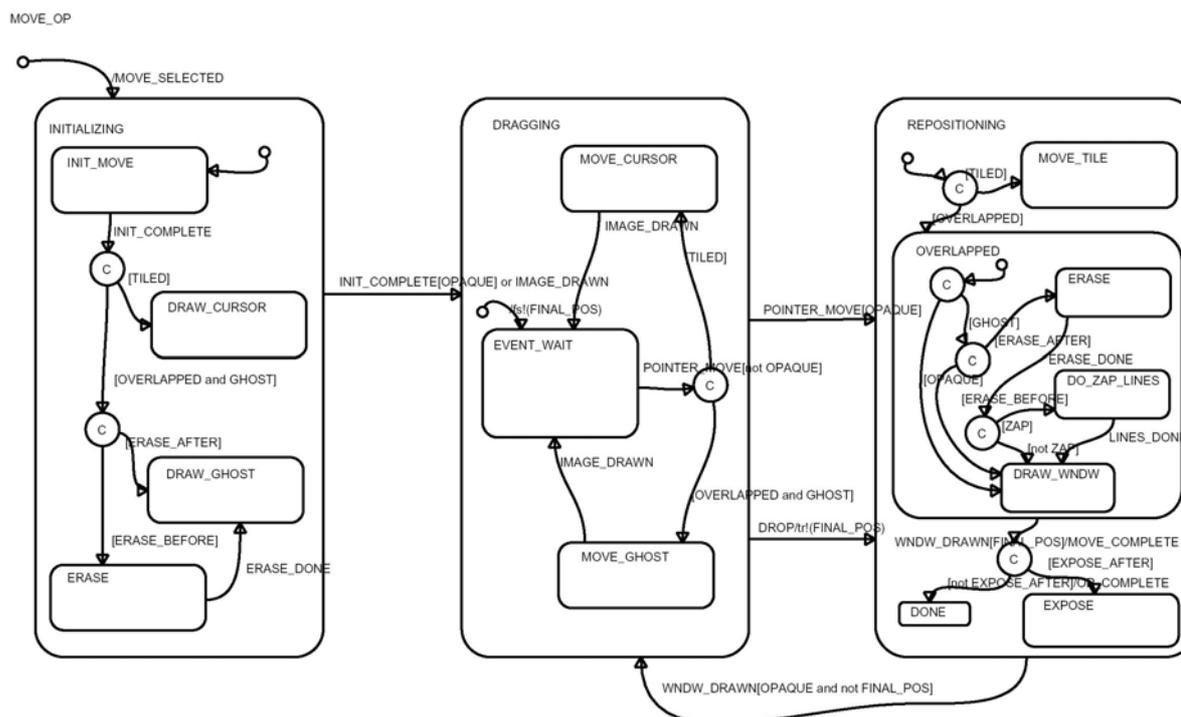


Figura 8: Exemplo do Modelo Funcional da especificação de comportamento do sistema gerenciador de janelas [12]

Na Figura 9, é mostrado um exemplo do modelo funcional, representando a especificação de funcionalidade do sistema gerenciador de janelas. Por exemplo, as funcionalidades *desenhar linha*, *desenhar caixa*, *desenhar janela* e *apagar* são funcionalidades do sistema gerenciador de janelas.

2.4 Análise de Domínio baseada em Ontologias

2.4.1 Conceitos básicos

Uma ontologia é uma especificação explícita dos objetos, conceitos e outras entidades que assumimos existirem em uma área de interesse, além das relações entre esses conceitos e restrições expressados através de axiomas [32].

As ontologias podem ser classificadas segundo o seu nível de generalidade em: ontologias genéricas, ontologias de domínio, ontologias de tarefa e ontologias de aplicação [33].

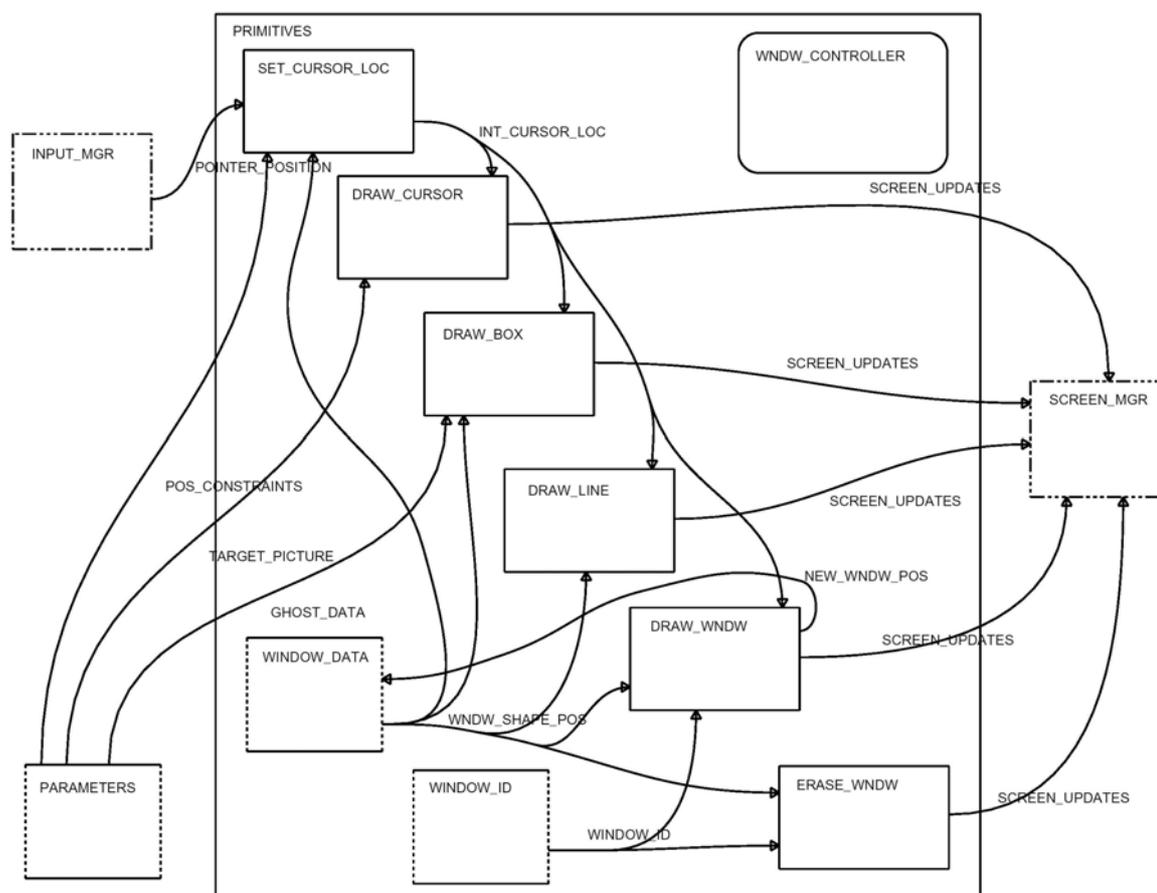


Figura 9: Exemplo do Modelo Funcional da especificação de funcionalidade do gerenciador de janelas [12]

Uma *ontologia genérica* descreve conceitos gerais, tais como, espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação, sendo independentes de domínio ou problema particulares.

Uma *ontologia de domínio* reúne conceitos de um domínio particular e seus relacionamentos, definindo restrições na estrutura e conteúdo do conhecimento desse domínio, por exemplo, o domínio jurídico.

Uma *ontologia de tarefa* expressa conceitos sobre a resolução de problemas, independentemente do domínio em que ocorram, isto é, descreve o vocabulário relacionado a uma atividade ou tarefa genérica, por exemplo, as técnicas para o acesso à informação.

Uma *ontologia de aplicação* descreve conceitos dependentes ao mesmo tempo de um domínio particular e de um conjunto de tarefas específicas. Estes

conceitos freqüentemente correspondem a papéis desempenhados por entidades do domínio enquanto realizam certas atividades, por exemplo, a aplicação de técnicas para o acesso à informação na área jurídica.

Os conceitos de uma ontologia de domínio ou de uma ontologia de tarefa devem ser especializados dos termos introduzidos por uma ontologia genérica. Os conceitos de uma ontologia de aplicação, por sua vez, devem ser especializações dos termos das ontologias de tarefas e das ontologias de domínio (Figura 10). As setas expressam relacionamentos de especialização.

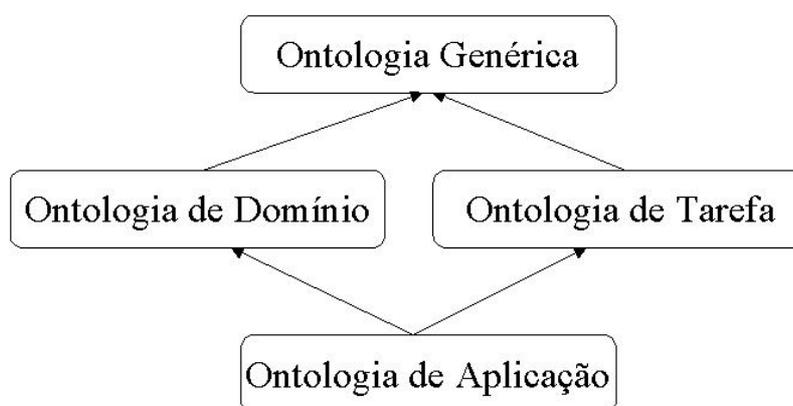


Figura 10: Classificação das ontologias segundo o seu nível de generalidade [32]

2.4.2 Análise de Domínio

As ontologias são estruturas de representação de conhecimento adequadas para serem utilizadas na representação de abstrações de software de alto nível, como os modelos de domínio, devido a características como, notação formal, que providencia uma terminologia clara e não ambígua; flexibilidade, que permite posteriores extensões; e a adaptabilidade em diferentes níveis de generalidade/especificidade, facilitando a reutilização [24].

Em particular, o uso de ontologias provê benefícios para a análise e especificação dos requisitos de um sistema:

Na comunicação: uma ontologia é uma estrutura de representação de conhecimento útil para ajudar as pessoas que participam do processo de desenvolvimento de uma aplicação de software a se comunicarem sobre um determinado domínio de problema;

Na formalização: as ontologias fornecem uma notação formal para a representação de domínios de aplicações, eliminando assim possíveis ambigüidades.

Na representação do conhecimento e reuso: uma ontologia representa um vocabulário de consenso e especifica conhecimento de domínio de forma explícita no seu mais alto nível de abstração com enorme potencial para o reuso. Elas providenciam uma terminologia clara, reduzindo as confusões terminológicas e conceituais de termos utilizados na análise de requisitos.

Considerando suas características e seus benefícios, as ontologias estão sendo usadas na representação de modelos de domínio [15] [16] [52], que integram técnicas para a construção de ontologias com as técnicas de análise de domínio.

Nas subseções seguintes são analisados os principais métodos, que utilizam ontologias na fase de Análise de Domínio, como a abordagem de facetas de Prieto-Díaz [52] e a abordagem ontológica de Falbo [15] [16].

2.4.2.1 Abordagem de Facetas

A abordagem de facetas [52] (Figura 11) é baseada no método DARE (Domain Analysis and Reuse Environment) para a construção de modelos de domínio representados em ontologias [25].

Na Figura 11, é mostrado o processo de desenvolvimento da abordagem de facetas para a construção de ontologias. Primeiro, os especialistas identificam os principais conceitos do domínio e os representam através de uma ontologia inicial. Em seguida, é feita uma análise textual dos documentos específicos do domínio e são identificadas e classificadas as facetas. Baseado na identificação e classificação das facetas, a ontologia inicial é revisada e validada.

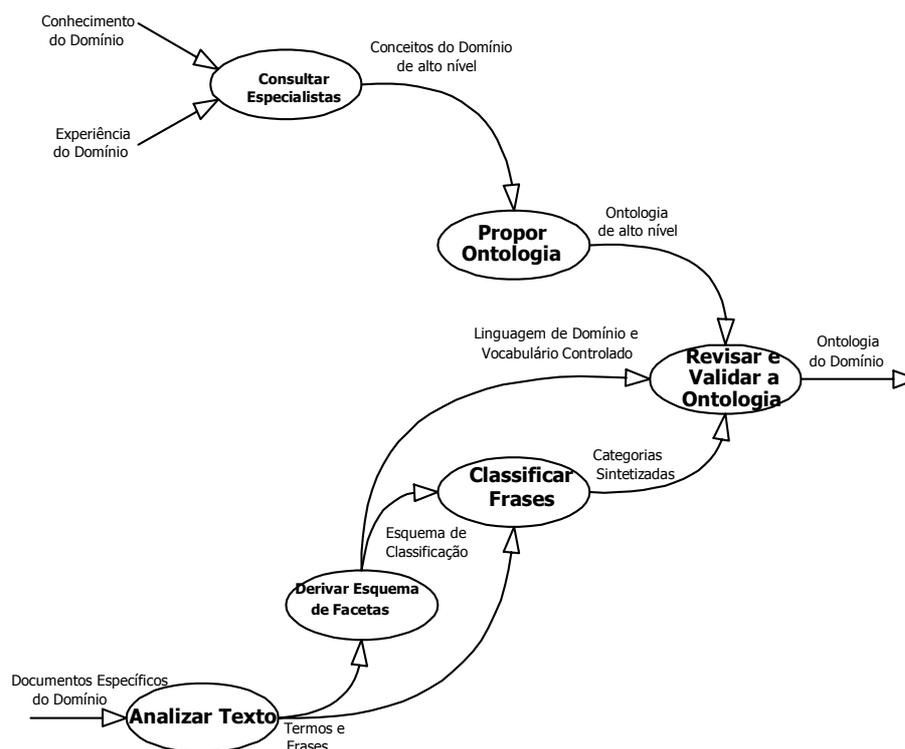


Figura 11: Atividades e Produtos da Abordagem de Facetas [52]

2.4.2.2 Abordagem Ontológica

A abordagem ontológica é uma técnica proposta [15] [16] para a construção de modelos de domínio baseados em ontologias. A técnica consiste em: identificação do propósito e especificação de requisitos, captura da ontologia, formalização da ontologia, integração com ontologias existentes, evolução e documentação (Figura 12).

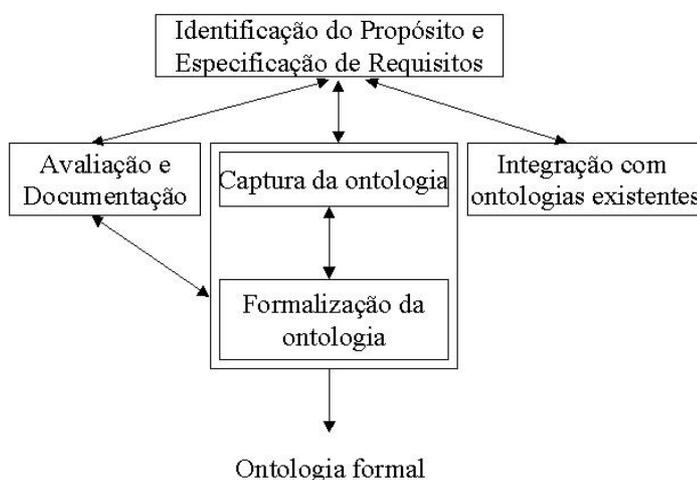


Figura 12: Atividades e Produtos da Abordagem Ontológica [15]

Na atividade *identificação do propósito e especificação de requisitos*, são identificados o propósito e o escopo da ontologia. É sugerido o uso de questionário, onde as respostas deste questionário ajudarão a definir o propósito e o escopo da ontologia. As questões básicas do questionário são:

- Qual o domínio ou tarefa que a ontologia vai cobrir?
- Para que a ontologia vai ser utilizada?
- Para que tipo de perguntas a ontologia poderá prover respostas?
- Quem irá usar e manter a ontologia?

A atividade *captura da ontologia* tem como objetivo capturar os conceitos do domínio à partir das respostas obtidas com a aplicação do questionário na atividade anterior. É feita a identificação e a organização dos conceitos e relacionamentos relevantes do domínio. É sugerido o uso da linguagem gráfica LINGO (Figura 13) para representar os conceitos e relacionamentos. Através desta representação gráfica, os axiomas podem ser gerados automaticamente.

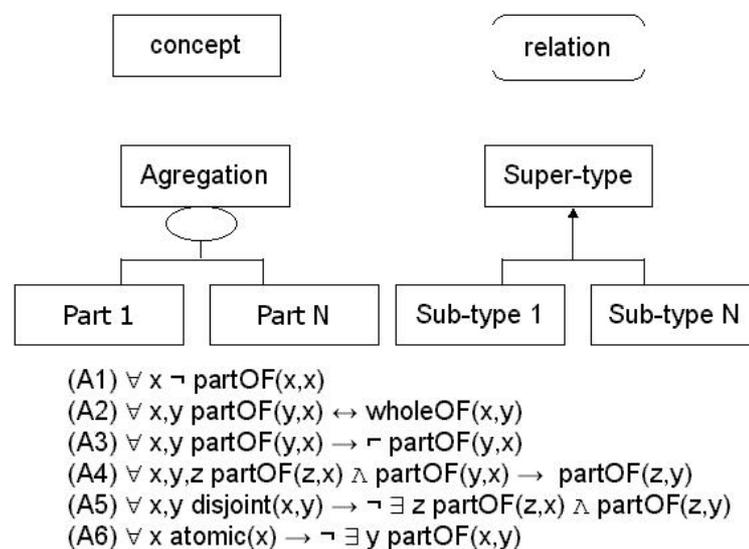


Figura 13: Exemplo da notação gráfica da linguagem LINGO [15]

A atividade *formalização da ontologia* tem o objetivo de representar os conceitos capturados, através de uma linguagem formal, como a lógica de primeira ordem.

A atividade *integração de ontologias existentes* pode ocorrer durante a atividade de captura e/ou de formalização, de acordo com as necessidades do desenvolvedor.

2.5 Análise Comparativa

A Tabela 1 apresenta uma análise comparativa entre os métodos analisados com relação ao aspecto “objetivo da análise de domínio” apresentam um consenso em capturar, analisar e representar a informação relevante do domínio em componentes reutilizáveis, modelos de domínio.

Crítérios de Comparação	Abordagem de Prieto - Diaz	Método FODA	Abordagem de Facetas	Abordagem Ontológica
Objetivo da Análise do Domínio	Capturar, analisar e representar a informação relevante do domínio em modelos de domínio			
Fases	Análise e classificação dos conceitos do domínio e evolução do modelo de domínio		Análise dos conceitos do domínio, construção da ontologia, integração de ontologias existentes e validação da ontologia	
Produtos	Modelo e Linguagem de Domínio	Modelo de Domínio		
Processos	<i>Top-Dow- Bottom-Up</i> e Decomposição Funcional	<i>Top-Down</i> e Decomposição Funcional	<i>Top-Dow- Bottom- Up</i> e Decomposição Funcional	
Aquisição do Conhecimento	Aplicações existentes, especialistas e analistas de domínio	Especialistas e analistas de domínio		
Classificação dos conceitos		Características	Facetas	
Representação do Modelo de Domínio	Frames	Modelo de Contexto, de Entidade-Relacionamento, de Características e Funcional	Ontologias	

Tabela 1: Análise Comparativa dos métodos de Análise de Domínio

A análise de domínio na abordagem de Prieto-Diaz [55] e no método FODA [12] [40] é dividida em três fases: a análise e a classificação dos conceitos do domínio e a validação do modelo de domínio. A fase de análise dos conceitos do domínio tem o propósito de construir descrições e identificar as similaridades e diferenças do domínio. A fase de classificação dos conceitos do domínio tem como propósito classificar e organizar os conceitos modelados na fase de análise dos conceitos do domínio. A fase de validação dos modelos de domínio tem como propósito validar o modelo de domínio obtido.

A análise de domínio na abordagem de facetas [52] e na abordagem ontológica [15] [16] é dividida em duas fases: a análise dos conceitos do domínio e a construção de ontologias. A fase de análise dos conceitos do domínio tem o propósito de construir descrições e identificar as similaridades e diferenças do domínio. A fase de construção e validação das ontologias tem como propósito construir e validar a ontologia obtida.

Na fase de análise dos conceitos do domínio, os métodos diferem nos processos utilizados para a identificação do escopo do domínio. A abordagem de Prieto-Diaz [55], a abordagem de facetas [52] e a abordagem ontológica [15] [16] utilizam o processo top-down-bottom-up, enquanto que o método FODA [12] [40] utiliza o processo top-down. Os métodos utilizam a mesma técnica de decomposição funcional para a identificação do domínio.

Na fase de análise dos conceitos do domínio é feita a aquisição de conhecimento do domínio, através de aplicações existentes, especialistas e analistas de domínio.

Na abordagem de Prieto-Diaz [55] e no método FODA [12] [40] são utilizados as aplicações existentes, os especialistas e analistas de domínio. Na abordagem de facetas [52] e na abordagem ontológica [15] [16] são utilizados os especialistas do domínio.

As vantagens do uso de especialistas e analistas de domínio na aquisição de conhecimento é que eles podem ser consultados durante todo o processo e são fontes de conhecimento do domínio importantes. A vantagem do uso de aplicações

existentes é que são fontes de conhecimento do domínio importantes, enquanto que a desvantagem é o elevado custo para a análise dessas aplicações.

Na fase de classificação dos conceitos do domínio, os métodos diferem nos critérios usados. No método FODA [12] [40], o critério usado para a classificação são as características. Características são os atributos de um sistema que diretamente afetam os usuários finais. Os três tipos principais de características são: mandatórias, opcionais e alternativas. Por exemplo, o conceito carro tem os três tipos de características: mandatórias (motor, direção e marcha), opcionais (marcha pode ser automática ou manual) e alternativas (Ar condicionado, vidros elétricos, travas elétricas e direção hidráulica).

Na abordagem de facetas [52], o critério usado para a classificação é chamado de facetas. Facetas são grupos de elementos, por exemplo, aquelas utilizadas para representar uma coleção de livros de zoologia. O primeiro passo é selecionar uma forma de representar a coleção, por exemplo, com os títulos: “Animais das Montanhas”, “Répteis do Deserto”, “Animais Anfíbios” e “Peixes de Água Salgada”. O próximo passo é formar grupos de termos comuns: grupo 1 (animais, répteis e peixes) e grupo 2 (montanhas, desertos e água salgada). Estes dois grupos identificados são as facetas iniciais da coleção de livros de zoologia. Cada grupo é nomeado de acordo com o conceito geral que representa, por exemplo, grupo 1 é nomeado para taxonomia e grupo 2 é nomeado para *habitat*. As facetas para a coleção de livros de zoologia são, portanto, taxonomia e *habitat*.

Todos os métodos utilizam uma notação gráfica para representar o modelo de domínio. A abordagem de Prieto-Diaz [55] representa o modelo de domínio através de frames. O método FODA [12] [40] representa o modelo de domínio através dos modelos de contexto, de entidade-relacionamento, de características e funcional. A abordagem de facetas [52] e a abordagem ontológica [15] [16] utilizam as ontologias para representar os modelos de domínio.

Uma vantagem observada na abordagem ontológica [15] [16] é a geração automática de axiomas, enquanto que a abordagem de facetas [52] não oferece subsídios para a identificação e/ou geração dos axiomas.

2.6 Engenharia de Domínio Multiagente

2.6.1 Agente

Existe uma serie de sistemas que se baseiam em uma tecnologia chamada de agentes. Existem diversas definições para agentes. Cada autor tem sua própria definição e concepção do que é um agente. Geralmente, estas definições estão associadas a diferentes pontos de vistas e dependem muito das características e funcionalidades apresentadas pelo agente em questão. Uma das definições que são apresentadas na literatura é que “um agente é uma entidade computacional que está situado em algum ambiente e que é capaz de realizar ações autônomas neste ambiente visando atingir seus objetivos” [76].

Pode-se, ainda, definir um agente como sendo uma entidade que percebe seu ambiente através de sensores e atua neste ambiente através de executores (Figura 14). Por exemplo, nos agentes humanos, os olhos e os ouvidos são sensores e as mãos e a boca são executores. A Figura 14 demonstra um agente genérico [58].

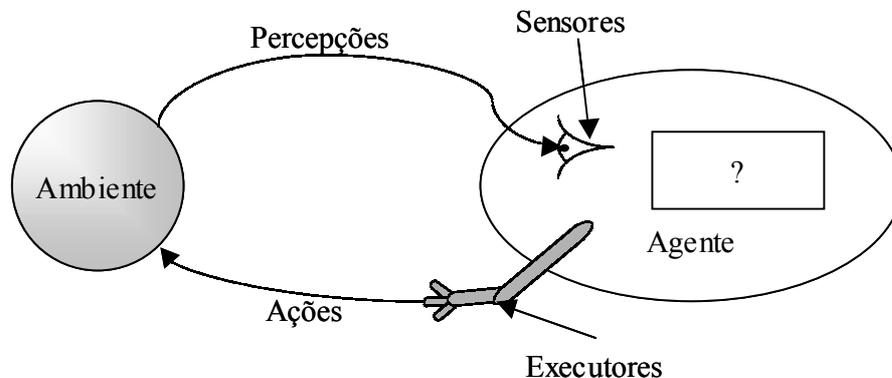


Figura 14: Agente genérico

Os agentes podem ser identificados por possuírem as seguintes características principais [31][76]:

- **Autonomia:** um agente pode funcionar sem intervenção humana e executar ações pela sua própria iniciativa segundo o conhecimento que ele possui do seu ambiente e sua racionalidade;

- **Habilidade social:** um agente interage com outros agentes através de protocolos de interação sofisticados, como cooperação, competição e negociação;
- **Reatividade:** um agente deve ser capaz de perceber mudanças em seu ambiente e atuar de acordo com estas mudanças;
- **Pró-atividade:** os agentes não respondem apenas ao ambiente, mas perseguem um objetivo, ou seja, buscam alcançar uma meta;
- **Capacidade de aprendizagem:** um agente é capaz de aprender a partir das ações realizadas, considerando sucessos e fracassos, de forma a melhorar seu desempenho.

2.6.2 Sistemas Multiagente

Um Sistema Multiagente (SMA) pode ser definido como uma sociedade de agentes que interagem entre si ou com outros sistemas de software para a resolução de um problema comum, que está além das capacidades individuais dos agentes. O surgimento e crescimento desta abordagem deve-se principalmente ao fato de que, em relação a um sistema centralizado, um SMA inclui habilidades para [31]:

- Resolver problemas que, por serem muito complexos e/ou por haver limitações de recursos, não poderiam ser solucionados por um único agente;
- Aumentar a velocidade de processamento de um sistema (através do processamento paralelo);
- Prover maior flexibilidade aos sistemas, pois agentes com diferentes habilidades cooperam entre si para resolver problemas de forma dinâmica;
- Aumentar a confiabilidade, permitindo se recuperar de uma falha, sem alterar seu desempenho;

- Prover extensibilidade, permitindo alterar o número de processadores dedicados a um problema;
- Oferecer clareza e simplicidade conceitual da análise de requisitos.

2.6.3 Engenharia de Domínio Multiagente

A Engenharia de Domínio Multiagente ou desenvolvimento PARA o reuso busca a construção de abstrações de software reutilizáveis como modelos de domínio, modelos de usuário, *frameworks* multiagente, padrões do projeto global e detalhado e agentes de software, que serão usados na criação de sistemas multiagente específicos na Engenharia de Aplicações ou desenvolvimento COM reuso [27].

As atividades da Engenharia de Domínio Multiagente (Figura 15) são a análise de domínio e usuários, projeto de domínio e implementação de domínio, tendo como produtos, respectivamente, modelos de domínio e usuários; *frameworks* multiagente; padrões de projeto global e detalhado e agentes de software. As abstrações de software reutilizáveis são ilustradas considerando o seu nível de abstração (do abstrato para concreto) e o seu nível de dependência do domínio da aplicação (do dependente do domínio para o independente do domínio) [29].

A análise de domínio e usuários produz uma especificação de requisitos de uma família de sistemas similares em um domínio de aplicação. A especificação inclui a funcionalidade do domínio e as características dos usuários finais. Os modelos de domínio e usuários são os produtos gerados nesta atividade.

O modelo de domínio é uma representação dependente do domínio de aplicação particular, especificada em um alto nível de abstração, que contém a formulação de um problema, conhecimento ou atividade do mundo real. O modelo de usuário é uma abstração especificada em um alto nível, que representa as características, necessidades, preferências e objetivos dos usuários finais.

O projeto de domínio produz uma especificação do projeto reutilizável para uma família de sistemas similares em um domínio de aplicação. A especificação do projeto é composta de um conjunto de padrões de projeto global e

detalhado e *frameworks* multiagente. Os padrões de projeto e os *frameworks* são os produtos gerados nesta atividade.

Um *framework* multiagente é uma arquitetura de software reutilizável, uma solução baseada em agentes para um problema especificado em um determinado domínio. Ele representa os agentes do sistema e as interações entre eles. Os padrões de projeto são um problema e solução recorrentes direcionada a problemas arquiteturais ou de projeto detalhado

A implementação de domínio transforma as soluções identificadas durante a atividade do projeto de domínio em um conjunto de componentes reutilizáveis.

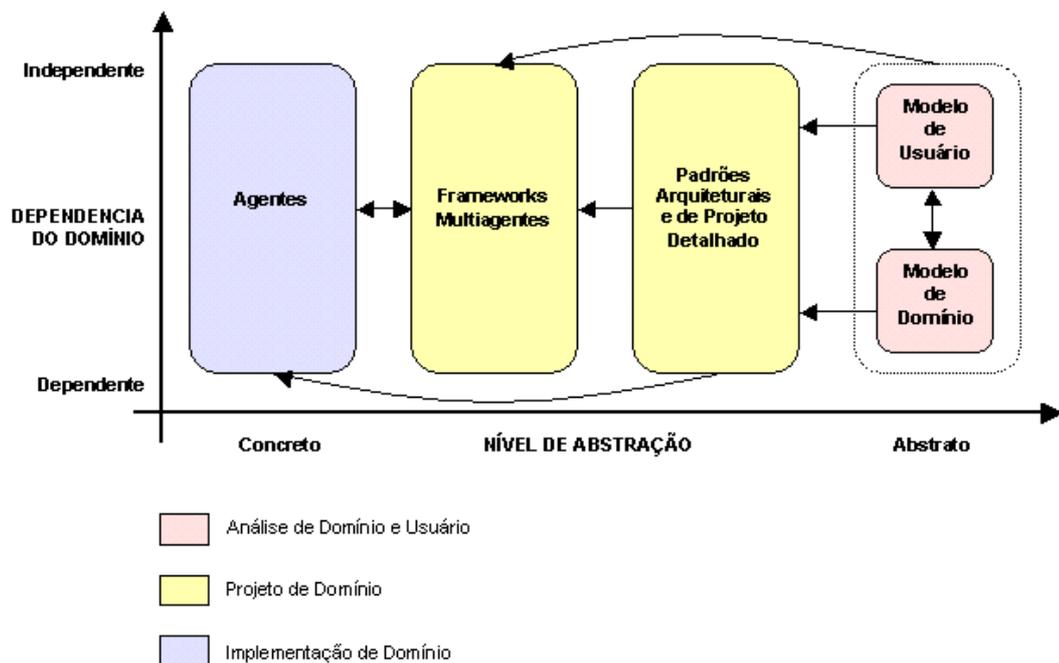


Figura 15: Abstrações de software e os processos da Engenharia de Domínio Multiagente [28]

2.7 Considerações Finais

Neste capítulo, foi apresentada uma visão geral do processo da Engenharia de Domínio, enfatizando a fase de Análise de Domínio de particular importância neste trabalho.

Em seguida, discutiu-se o conceito de ontologias como forma de representação de conhecimento adequada para especificação/construção de modelos de domínio.

Finalmente, apresentou-se a Engenharia de Domínio Multiagente, que visa a construção de abstrações de software de alto nível, promovendo a reutilização no desenvolvimento de software baseada em agentes.

O próximo capítulo apresenta uma análise comparativa das metodologias da Engenharia de Software baseada em Agentes, com a finalidade de obter embasamento teórico e referencial bibliográfico para a elaboração da técnica proposta.

3. ANÁLISE DE REQUISITOS NA ENGENHARIA DE SOFTWARE BASEADA EM AGENTES

3.1 Introdução

A Engenharia de Software baseada em Agentes tem se tornado um campo de pesquisa ativa na Engenharia de Software, com o propósito de elaborar metodologias e ferramentas para o desenvolvimento e manutenção de software baseado em agentes [67].

Nas subseções seguintes, são analisadas as técnicas para a análise de requisitos da Engenharia de Software baseada em Agentes, como GAIA [74] [75], MASE [14] [73], MADS [64] [66], TROPOS [10] [48], SODA [49], PASSI [13] e MESSAGE [8] [9]. Finalmente, é realizada uma análise comparativa das mesmas.

3.2 Metodologia GAIA

GAIA [74] [75] é uma metodologia que aborda as fases de análise e projeto de aplicações baseadas em agentes. Para a especificação dos modelos, a GAIA utiliza uma notação similar à utilizada em algumas técnicas para a análise e projeto orientado a objetos [75].

Na fase de análise (Figura 16), o objetivo é a compreensão do sistema e sua representação em modelos de papéis e interações. Um sistema é concebido como uma organização composta de um conjunto de papéis, que suporta interações entre os papéis.

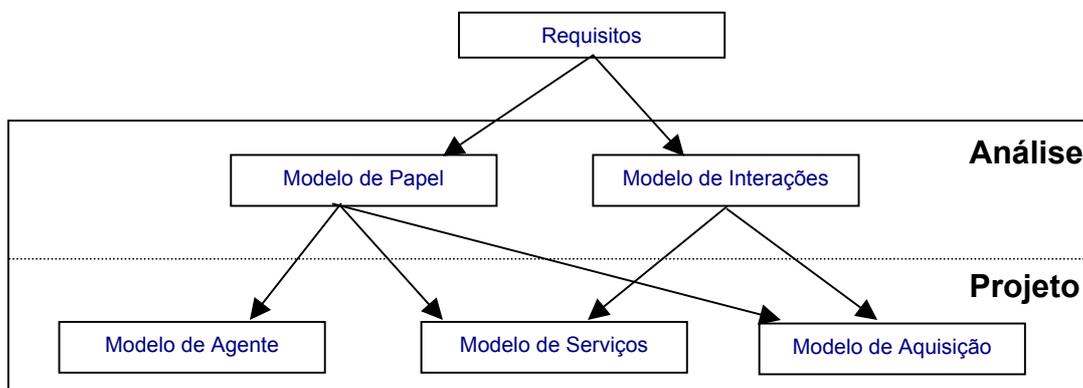


Figura 16: Fases e produtos da metodologia GAIA [75]

O Modelo de Papéis representa os papéis do sistema. Um papel pode ser visto como a descrição abstrata de uma entidade [74], caracterizado por três atributos: responsabilidades, permissões e protocolos. O atributo responsabilidade representa a função de cada papel. Para cumprir com a sua responsabilidade, um papel possui um conjunto de permissões. Permissões são direitos associados a um papel. Para a realização das responsabilidades, os papéis necessitam interagir com outros papéis. As interações são representadas pelo atributo protocolo. A Figura 17 mostra a notação gráfica utilizada no modelo de papéis, que representa os papéis e seus atributos.

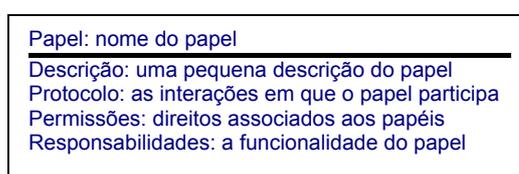


Figura 17: Exemplo da notação gráfica do Modelo de Papel da metodologia GAIA [75]

O Modelo de Interações representa as interações entre papéis, através de um conjunto de protocolos. Um protocolo consiste de um conjunto de atributos: *propósito*, *remetente*, *destinatário*, *entradas*, *saídas* e *processamento*. O atributo *propósito* representa o objetivo da interação. O atributo *remetente* representa o papel responsável pelo início da interação. O atributo *destinatário* representa o papel com quem o remetente interage, respondendo a sua requisição. O atributo *entradas* representa as informações usadas pelo papel remetente, enquanto atuante no protocolo. O atributo *saídas* representa as informações fornecidas pelo destinatário, enquanto atuante no protocolo. O atributo *processamento* representa uma descrição da interação. A Figura 18 mostra a notação gráfica utilizada no modelo de interações, para representar as interações.

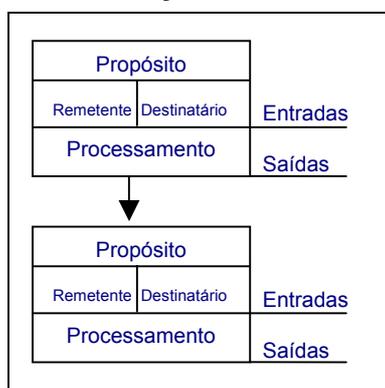


Figura 18: Exemplo da notação gráfica do Modelo de Interações da metodologia GAIA [75]

3.3 Metodologia MaSE

A MaSE [14] [73] (Figura 19) guia o desenvolvedor através de todo o ciclo de vida, desde a especificação de requisitos até um sistema multiagente implementado. MaSE define técnicas a serem aplicadas nas fases de análise e projeto de aplicações baseadas em agentes e usa ontologias para descrever a informação de um domínio, permitindo o uso dos termos da ontologia durante a fase de análise de requisitos.

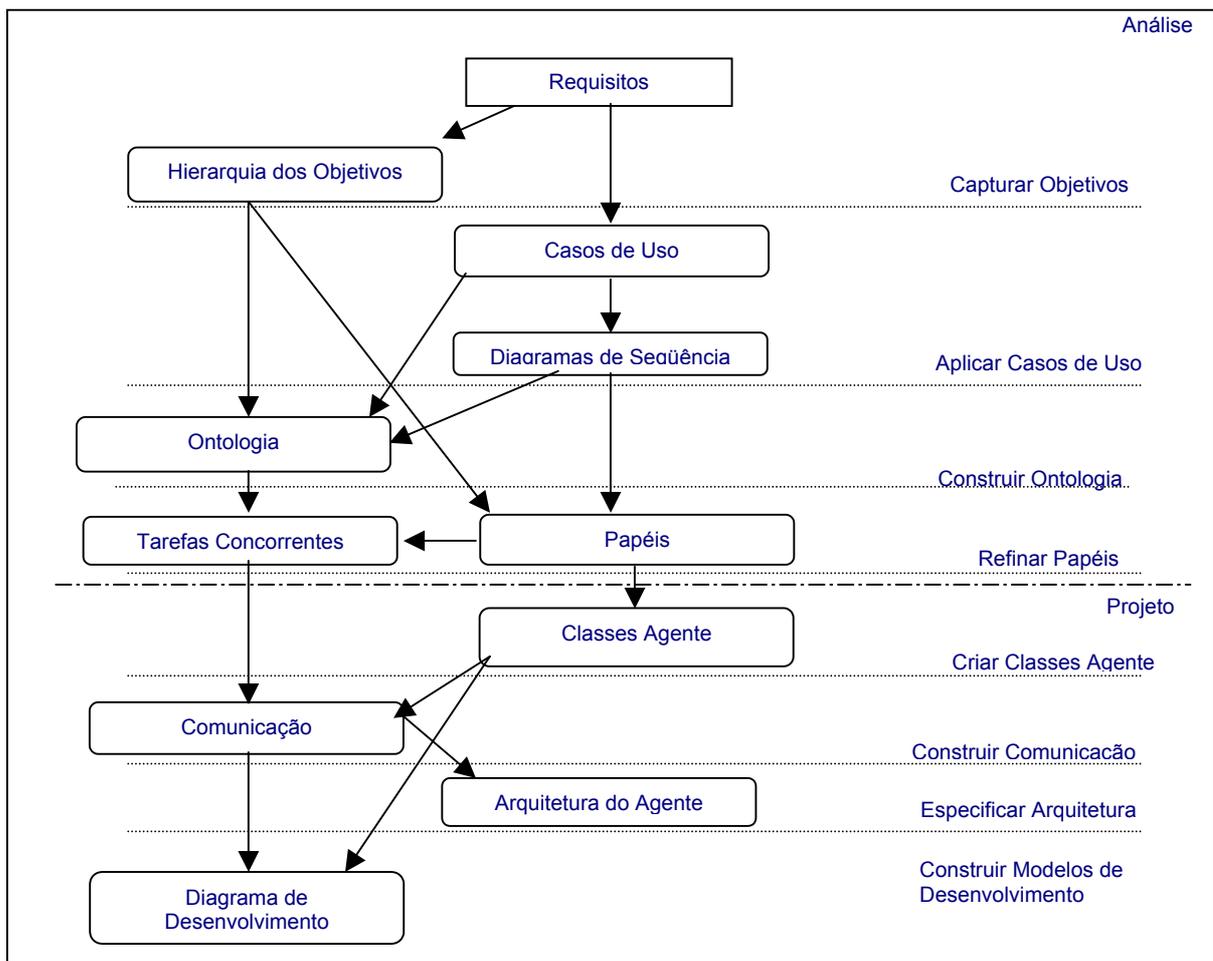


Figura 19: Fases e Produtos da metodologia MaSE [14]

A fase de análise se constitui de quatro etapas: *capturar objetivos, aplicar casos de uso, construir a ontologia e refinar papéis*.

A etapa *capturar objetivos* tem como propósito identificar e estruturar os objetivos do sistema e é composta de duas atividades: identificar objetivos e estruturar objetivos.

A atividade *identificar objetivos* realiza uma identificação inicial dos requisitos do sistema. Após esta identificação ocorre à atividade *estruturar objetivos* que é uma representação dos objetivos em uma hierarquia. A estruturação é feita de acordo com a importância, tamanho e nível de detalhamento dos objetivos. No diagrama, são preservados tais relacionamentos e os objetivos são divididos dentro de níveis de detalhes e importância, tornando-se fáceis para gerenciar e entender. O diagrama de hierarquia de objetivos serve como base para a identificação dos papéis e tarefas.

A Figura 20 tem como objetivo de primeiro nível *informar ao administrador ataques ao host*; tem como objetivo de segundo nível *informar ao administrador violações de arquivos e informar ao administrador violações de login* e tem como objetivo de terceiro nível *detectar deleções de arquivos inválidos, detectar modificações de arquivos inválidos, notificar ao administrador violações e detectar logins inválidos*.

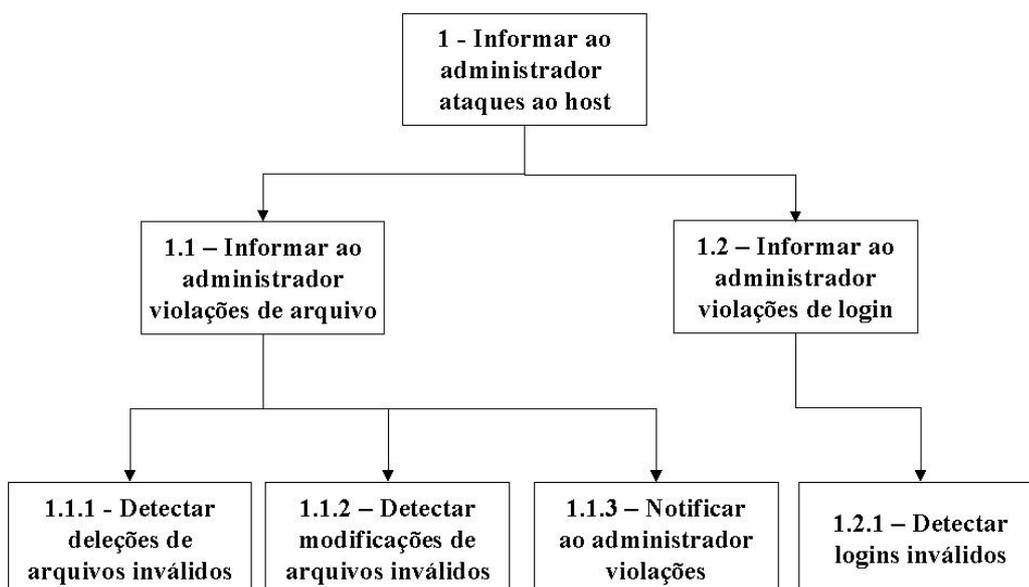


Figura 20: Exemplo do Diagrama de Hierarquia de Objetivos da metodologia MaSE [73]

Após a captura, análise e estruturação dos objetivos no diagrama de hierarquia de objetivos, inicia-se a etapa *aplicar casos de uso*. Esta etapa tem como objetivo capturar um conjunto de casos de uso no contexto do sistema e criar um conjunto de diagramas de seqüência para ajudar o analista na identificação inicial dos papéis e comunicações. A etapa de aplicação de casos de uso é composta de duas atividades: *criar casos de uso* e *criar diagramas de seqüência*. Casos de uso

definem cenários básicos de interação com o usuário, que um sistema pode estar apto a realizar. O diagrama de seqüência representa os casos de uso como um conjunto de eventos, que ocorre entre os papéis que compõem o sistema. Esta seqüência de eventos é usada em uma etapa seguinte para a definição das tarefas que um papel pode realizar.

Os casos de uso definem uma seqüência de eventos que podem ocorrer no sistema e são extraídos da especificação de requisitos, dos relatos dos usuários ou de outras fontes disponíveis.

A atividade *criar diagrama de seqüência* é baseada nos casos de uso. Em geral, é criado um diagrama de seqüência (Figura 21) para cada caso de uso. O diagrama de seqüência descreve a seqüência de eventos que ocorre entre os papéis. Os papéis identificados no diagrama de seqüência formam o conjunto inicial dos papéis do sistema que será usado na próxima etapa *construir ontologia*.

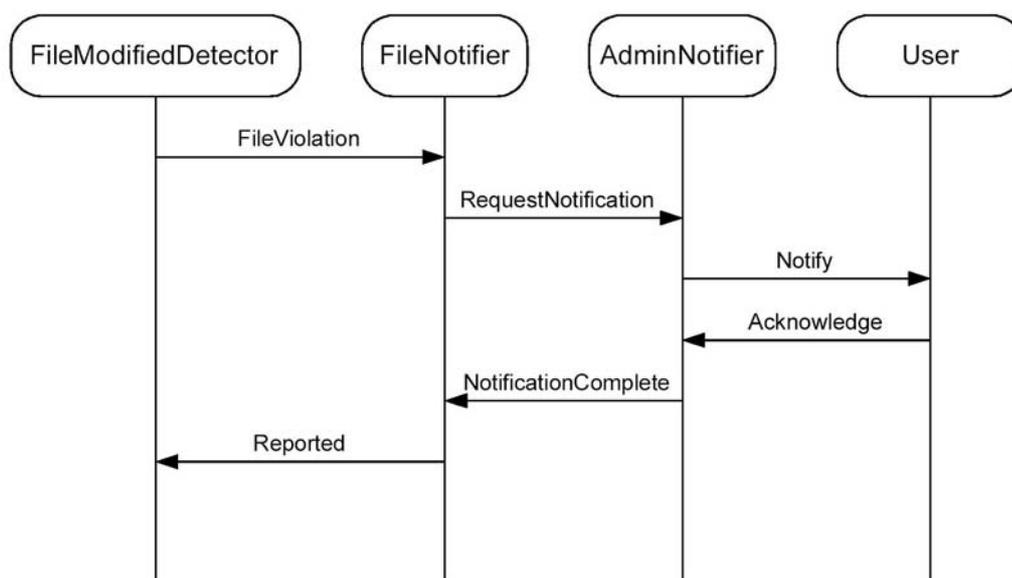


Figura 21: Exemplo do Diagrama de Seqüência da metodologia MaSE [73]

A etapa *construir ontologia* possui as seguintes atividades: a definição do propósito e limite da ontologia; a coleta e a análise dos dados da informação do domínio; a construção inicial da ontologia; refinamento e validação da ontologia e o desenvolvimento de um modelo completo da ontologia.

Na atividade *definir propósito e limite da ontologia*, o desenvolvedor descreve porque a ontologia foi inicialmente desenvolvida e para que tipo de usuário a ontologia é pretendida, isto facilita o reuso da ontologia, permitindo que outros desenvolvedores identifiquem rapidamente a razão pela qual a ontologia foi construída e a informação que a ontologia contém.

Na atividade *coletar e analisar os dados da informação do domínio*, o desenvolvedor cria uma lista de conceitos, que é baseada no diagrama de hierarquia de objetivos, casos de uso e diagramas de seqüência. Esta lista de conceitos só deverá conter os conceitos que o sistema necessita para o alcance de seus objetivos.

Na atividade *construir a ontologia inicial*, o desenvolvedor utiliza a lista de conceitos criada e organiza esses conceitos em uma hierarquia de classes, que contém atributos, produzindo uma ontologia inicial.

Na atividade *refinar e validar a ontologia*, os desenvolvedores examinam as situações descritas nos casos de uso e diagramas de seqüência para garantir que a ontologia descreve toda a informação necessária na execução destes cenários. Alguma informação esquecida é adicionada na ontologia, algumas informações extras são removidas da ontologia e, se necessário, efetua-se algumas correções na ontologia. A etapa construir ontologias é finalizada, quando a ontologia representa toda a informação contida nos casos de uso e diagramas de seqüência.

Na etapa *refinar papéis*, os papéis identificados na etapa *aplicar casos de uso* poderão ser renomeados, decompostos ou compostos com outros papéis. Nesta etapa, o diagrama de hierarquia de objetivos serve como base para a identificação dos papéis, onde a relação entre objetivo e papel é de um para um, com cada objetivo mapeando a um papel. Entretanto, existem situações onde um papel que possui uma simples responsabilidade origina múltiplos objetivos. O modelo de Papel (Figura 22) é construído da seguinte forma: primeiro os objetivos são associados a cada papel, abaixo do nome do papel são listados um conjunto de tarefas associadas a cada papel. As tarefas são ações que os papéis desempenham para alcançar os objetivos do sistema. Os papéis são denotados por retângulos, enquanto que as tarefas são denotadas por elipses ligadas ao papel. As linhas que se

encontram entre as tarefas denotam os protocolos. As setas denotam o remetente e o destinatário através dos relacionamentos, onde a seta aponta para o destinatário. As linhas sólidas, que se encontram entre os papéis, denotam os protocolos. As linhas tracejadas denotam comunicações entre tarefas concorrentes de um mesmo papel.

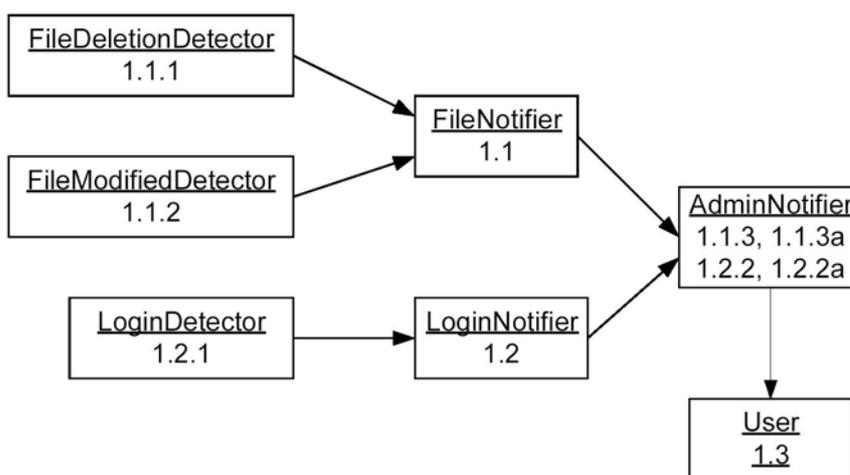


Figura 22: Exemplo do Modelo de Papel da metodologia MaSE [73]

Em geral, um simples papel pode ter tarefas concorrentes, que definem o comportamento do papel requerido. As tarefas podem se comunicar com outras tarefas, ambas em papéis diferentes ou no mesmo papel. É especificado o comportamento dos papéis como um conjunto de tarefas concorrentes. Cada tarefa especifica uma simples linha de controle, que define um comportamento que o papel pode exibir. O diagrama de tarefas concorrentes, como mostra a Figura 23, é feito baseado na notação dos diagramas de estado.

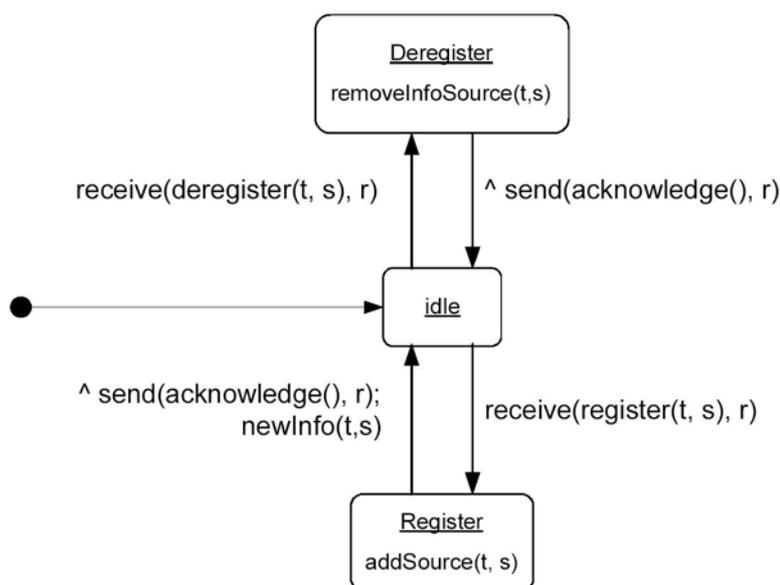


Figura 23: Exemplo do Diagrama de Tarefa Concorrente da metodologia MaSE [73]

3.4 Metodologia MADS

MADS [64] [66] (Figura 24) é uma metodologia que aborda as fases de análise e projeto global de aplicações de software baseadas em agentes. MADS consiste de um conjunto integrado de atividades e produtos gerados.

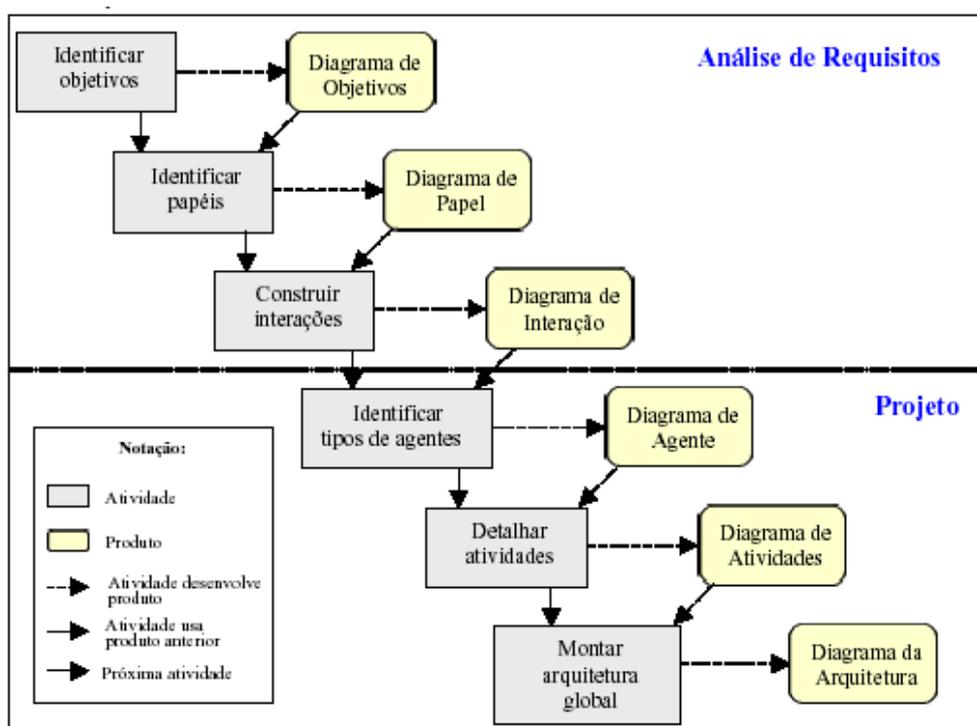


Figura 24: Fases e Produtos da metodologia MADS [66]

Em MADS, um sistema multiagente é visto como uma organização, onde as pessoas desempenham um papel, colaboram e executam ações para atingir um objetivo comum. As pessoas são os agentes que desempenham um ou mais papéis no sistema e executam atividades. Cada papel pode ser exercido com um certo grau de autonomia e é composto de um conjunto de atributos bem definidos no âmbito do sistema: responsabilidades, atividades, protocolos de comunicação, atores e recursos. A fase de análise visa refinar os requisitos capturados para uma melhor compreensão da aplicação a ser construída e consiste das atividades identificar objetivos, definir papéis e construir interações.

A atividade *identificar objetivos* busca capturar os objetivos do sistema em desenvolvimento. Primeiro, é identificado o objetivo geral do sistema, esse objetivo é identificado através do problema que o sistema se propõe a resolver, na especificação dos requisitos iniciais do sistema. Em seguida, são identificados os objetivos específicos, através do refinamento do objetivo geral.

Após a identificação dos objetivos, o analista deverá enumerá-los, para fazer a sua estruturação. A estruturação dos objetivos é feita através do diagrama de objetivos. Este diagrama de objetivos (Figura 25) é uma representação gráfica, que possui a estrutura de um organograma.

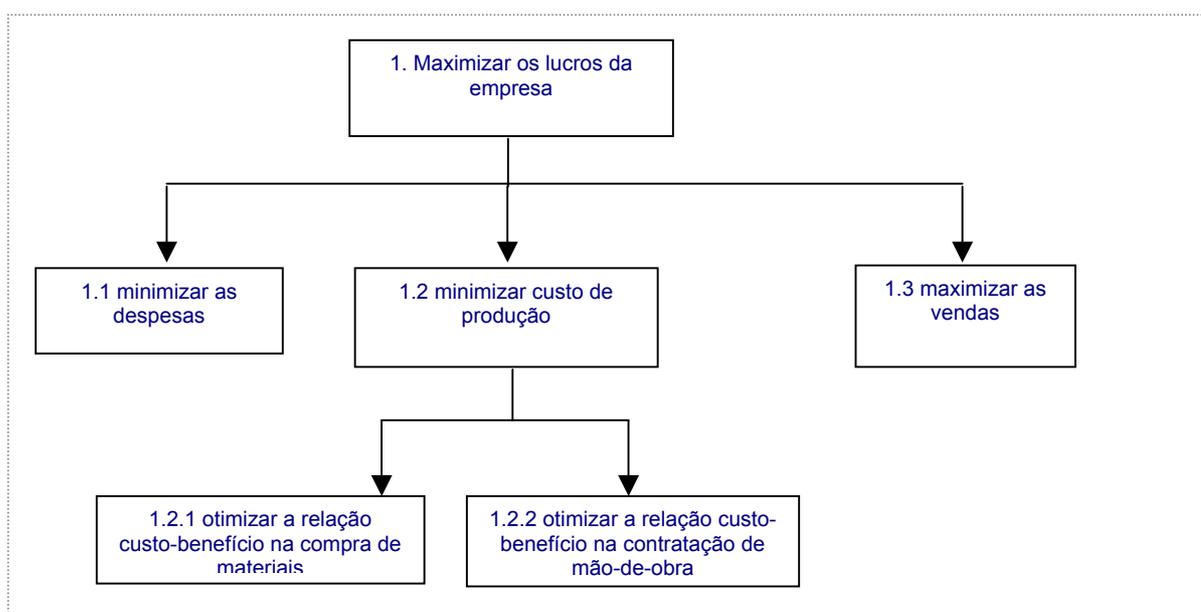


Figura 25: Exemplo do Diagrama de Objetivos da metodologia MADS [66]

Na atividade *definir papéis*, um papel é uma coleção de direitos e deveres. Os deveres dos papéis são modelados como obrigações que especificam que atividades um papel deve executar para atingir um objetivo específico. Os direitos são permissões que especificam que atividades são permitidas (ou proibidas) a um papel executar. Um papel possui os seguintes atributos: nome, responsabilidades, atividades, protocolos, relacionamentos internos, atores e recursos.

Primeiro, se estabelece um nome para o papel, em seguida identificam-se as responsabilidades, que são os deveres do papel, com a função de fazer com que o objetivo geral seja alcançado. As atividades indicam que ações devem ser executadas para o desempenho de um papel. As atividades estão relacionadas com as responsabilidades, pois no momento que uma atividade é executada, uma responsabilidade pode ser cumprida. Um papel pode interagir com outro papel para trocar informações ou solicitar a execução de alguma atividade. Esta interação é representada pelo atributo protocolo. Protocolos são interações entre papéis. O relacionamento interno estabelece que papéis utilizam os protocolos. Um papel também pode interagir com um ator do sistema. Esses atores são especificados através do atributo ator. Um recurso especifica o suporte que o papel precisa para executar seus direitos e deveres. Todos esse atributos estão especificados no diagrama de papel. Um exemplo de diagrama de papel é apresentado na Figura 26.

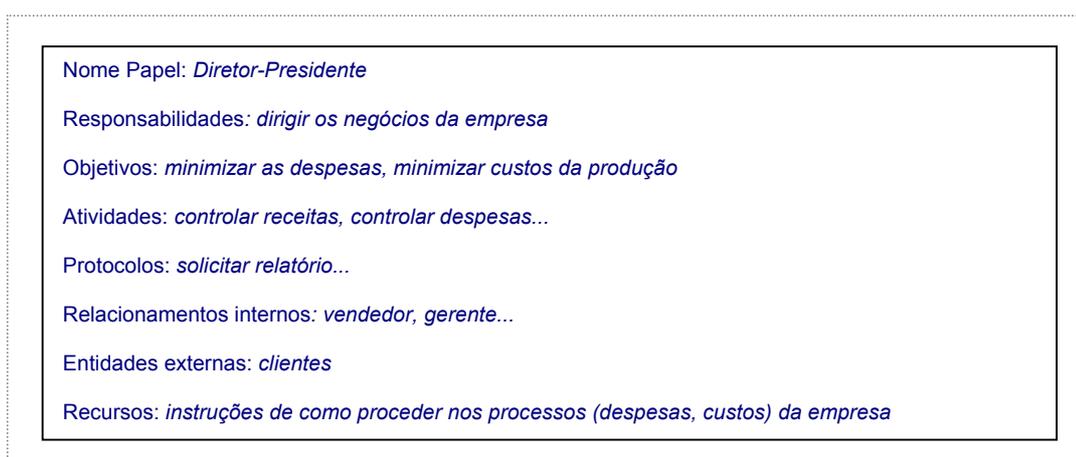


Figura 26: Exemplo do Diagrama de Papel da metodologia MADS [66]

A atividade *construir interações entre papéis* é realizada após a identificação dos protocolos, para construir o diagrama de interação, que tem a finalidade de mostrar as mensagens trocadas entre os papéis e os atores, ou seja, os protocolos. Um exemplo do diagrama de interações é apresentado na Figura 27



Figura 27: Exemplo do Modelo de Interações da metodologia MADS [66]

3.5 Metodologia TROPOS

A TROPOS [10] [48] é uma metodologia para a fase de análise e projeto de aplicações baseadas em agentes. A TROPOS é baseada em conceitos da estrutura i^* , tais como ator, agente, posição e papel, assim como dependências sociais entre atores, incluindo objetivos, objetivos auxiliares, tarefas e recursos.

A estrutura i^* foi desenvolvida para modelagem e compreensão dos ambientes organizacionais. A estrutura i^* consiste de dois modelos principais, o modelo de dependência estratégica, que é usado para descrever as relações de dependências entre vários atores em um contexto organizacional e o modelo de razão estratégica, que é usado para descrever os interesses dos clientes e como eles poderiam se relacionar.

A estrutura i^* constrói uma representação do conhecimento das informações de desenvolvimento do sistema. O conceito central de i^* é da intencionalidade do ator, onde os atores têm propriedades intencionais como objetivos, crenças, habilidades e compromissos. Os atores têm objetivos a atingir através da execução de tarefas e com o auxílio de recursos.

A fase de análise possui duas etapas: *captura preliminar de requisitos* (relativo ao entendimento de um problema pelo estudo organizacional existente, tendo como produto um modelo organizacional, que inclui atores relevantes e seus

respectivos objetivos) e *captura final de requisitos* (onde o sistema é descrito dentro do seu ambiente operacional com funções relevantes e qualidades desejadas).

A etapa *captura preliminar de requisitos* tem como objetivo capturar e analisar as intenções dos clientes, que serão modeladas como objetivos. O produto desta etapa é o modelo de dependência estratégica. Primeiro, são identificados os atores e seus respectivos objetivos. Em seguida, são identificadas as tarefas que levam ao cumprimento dos objetivos. Tarefas são uma seqüência de passos ordenados que buscam alcançar um objetivo. As tarefas podem ser decompostas em subtarefas. O resultado da análise dos objetivos guia a construção do modelo de dependência estratégica (Figura 28). O modelo de dependência estratégica é um grafo onde cada nó representa um ator e cada ligação entre dois atores representa que um ator depende do outro para alguma coisa.

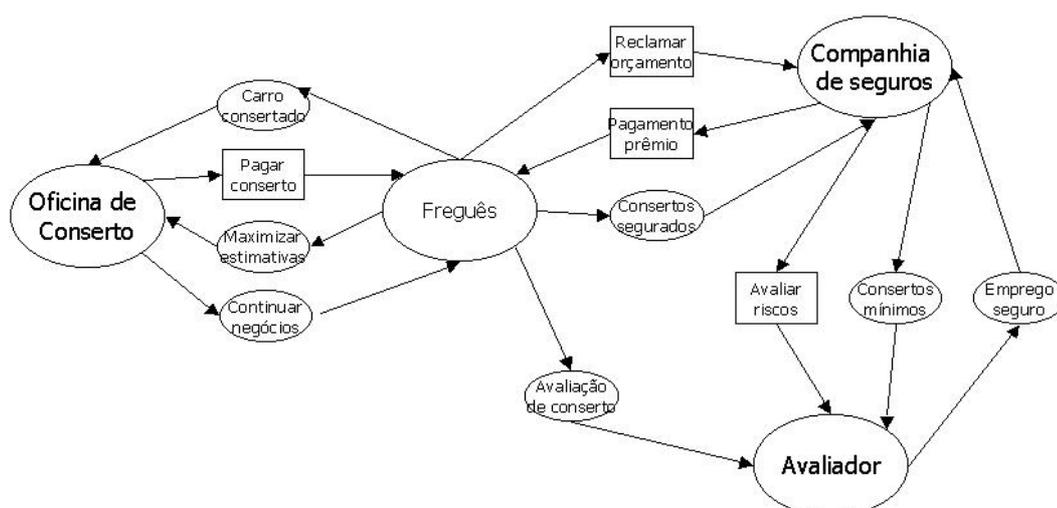


Figura 28: Exemplo do Modelo de Dependência Estratégica da metodologia TROPOS [48]

A etapa *captura final de requisitos* tem como objetivo documentar a especificação de requisitos, que descreve todos os requisitos funcionais e não-funcionais do sistema. O sistema é representado através de atores, cada um com suas dependências externas, que participam do modelo de dependência estratégica (Figura 29).

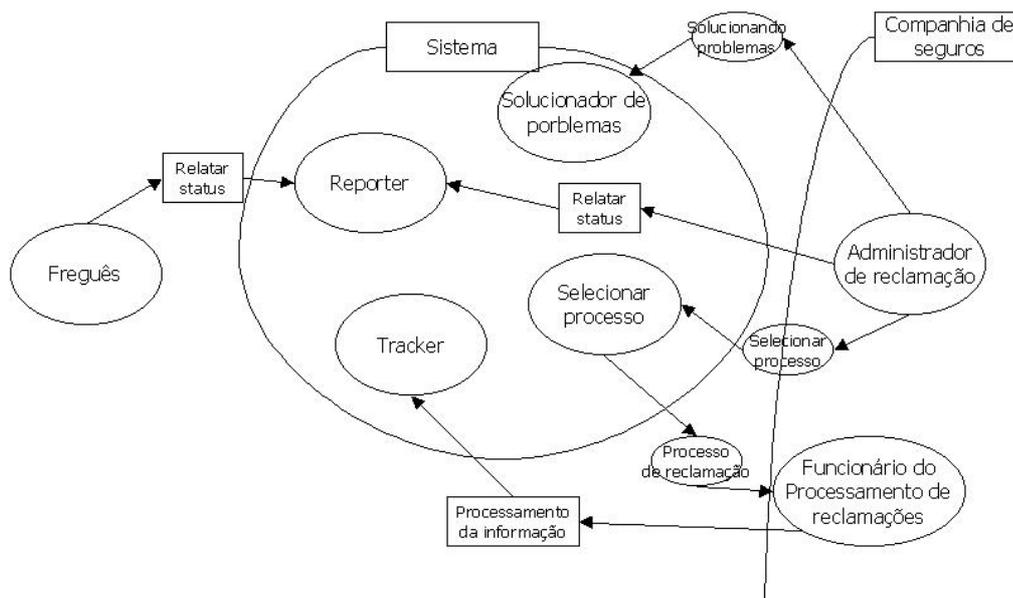


Figura 29: Exemplo da representação do sistema na metodologia TROPOS [48]

3.6 Metodologia SODA

SODA [49] é uma metodologia que aborda as fases de análise e projeto de aplicações baseada em agentes e está baseada nos conceitos de papéis, grupos e recursos. Um papel é definido em termos de suas tarefas individuais, suas permissões para acessar os recursos e o seu protocolo de interação correspondente. Um grupo é definido em termos de suas tarefas sociais, suas permissões para acessar os recursos, a participação em papéis sociais e a sua regra de interação correspondente. Um recurso é definido em termos de serviços, que provê modos de acesso, permissões cedidas a papéis e a grupos, para explorar os seus serviços e os protocolos de interações correspondentes. Na fase de análise, são construídos três modelos: o modelo de papéis, o modelo de recursos e o modelo de interações.

Na construção do modelo de papéis, os objetivos são modelados em termos de tarefas que são executadas e associadas a papéis e a grupos. As tarefas são expressas em termos de responsabilidades, de competências e dos recursos que são necessários ao seu cumprimento. As tarefas são classificadas em individuais e sociais. Tipicamente, as tarefas sociais são aquelas que requerem várias competências e recursos para o seu cumprimento. Enquanto que as tarefas individuais são aquelas que requerem competências e recursos limitados. Cada tarefa individual é associada a um papel, que primeiro é definido em termos de

responsabilidades. As tarefas sociais são atribuídas a grupos. Os grupos são definidos em termos de responsabilidades, tarefas sociais e os papéis sociais participantes do grupo.

Na construção do modelo de recursos, o ambiente é modelado em termos de serviços, que são associados aos recursos. Os serviços expressam a funcionalidade do ambiente multiagente. Cada serviço é associado a um recurso e cada recurso define o modo de acesso ao serviço, que é modelado de diferentes formas para serem explorados pelos agentes.

Na construção do modelo de interações, as interações envolvem papéis, grupos e recursos, que são modelados em termos de protocolos de interação. Os protocolos de interação são associados a papéis e recursos e as regras de interação são associadas a grupos. Um protocolo de interação é associado a um papel, que é definido em termos de informação requerida e provida pelo papel para realizar suas tarefas individuais. Um protocolo de interação também é associado a um recurso, que é definido em termos de informação requerida para invocar o serviço provido pelo recurso. A regra de interação é associada a um grupo, as interações entre papéis sociais e recursos fazem parte do grupo para realizar suas tarefas sociais.

3.7 Metodologia PASSI

PASSI [13] (Figura 30) é uma metodologia que aborda as fases de análise e projeto de aplicações baseadas em agentes, integrando técnicas de projeto da orientação a objetos e a notação UML. A PASSI aborda os conceitos de agentes, papéis e tarefas. Um agente pode desempenhar papéis durante as interações com outros agentes para alcançar seus objetivos, onde um papel tem uma coleção de tarefas a desempenhar para o alcance dos objetivos específicos. Uma tarefa por sua vez é definida como uma atividade que um papel desempenha. A fase de análise é composta de duas etapas: a construção do modelo de requisitos do sistema e a construção do modelo de sociedade dos agentes. A etapa de construção do modelo de requisitos do sistema envolve as seguintes atividades: descrição do domínio, identificação dos agentes, identificação dos papéis e especificação das tarefas. A etapa de construção do modelo de sociedade de agentes envolve as seguintes

atividades: descrição da ontologia de domínio, descrição do papel e descrição do protocolo.

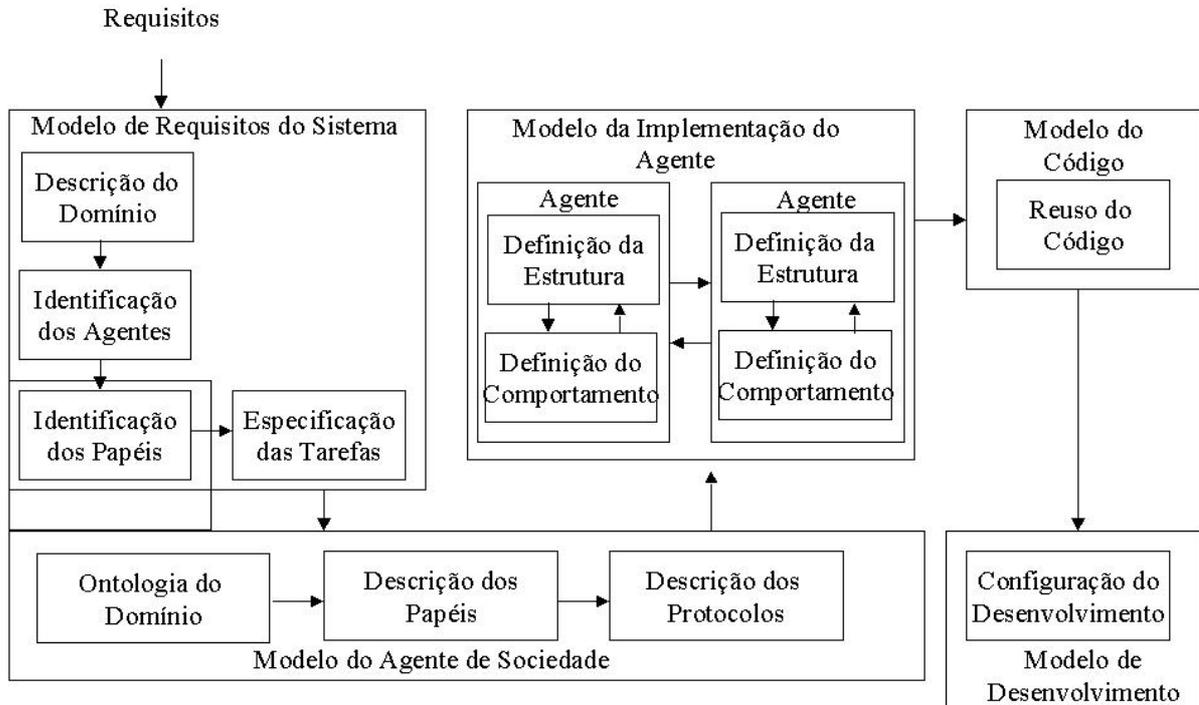


Figura 30: Fases e Produtos da metodologia PASSI [13]

Na atividade de descrição do domínio, são construídos diagramas de casos de uso (Figura 31) com a descrição funcional do sistema. Os requisitos são descritos diretamente em termos de casos de uso, através de técnicas de análise de requisitos padrão ou de métodos para a construção de cenários. Como resultado, é criada uma descrição funcional do sistema através de uma hierarquia de diagramas de casos de uso, onde o diagrama mais alto na hierarquia funciona como o diagrama de contexto. Os cenários dos diagramas de casos de uso são explicados através de diagramas de seqüência.

A atividade de identificação dos agentes inicia a partir dos diagramas de casos de uso construídos na descrição do domínio. Um agente pode ser visto como um caso de uso ou como um pacote de casos de uso, como mostra a Figura 32. As entidades externas que interagem com os agentes são representadas como atores. Algumas suposições gerais sobre a interação entre agentes e atores podem ser descritas e consistem de atos de comunicação. Os agentes atuam para alcançar seus objetivos e necessitam interagir com outros agentes ou atores.

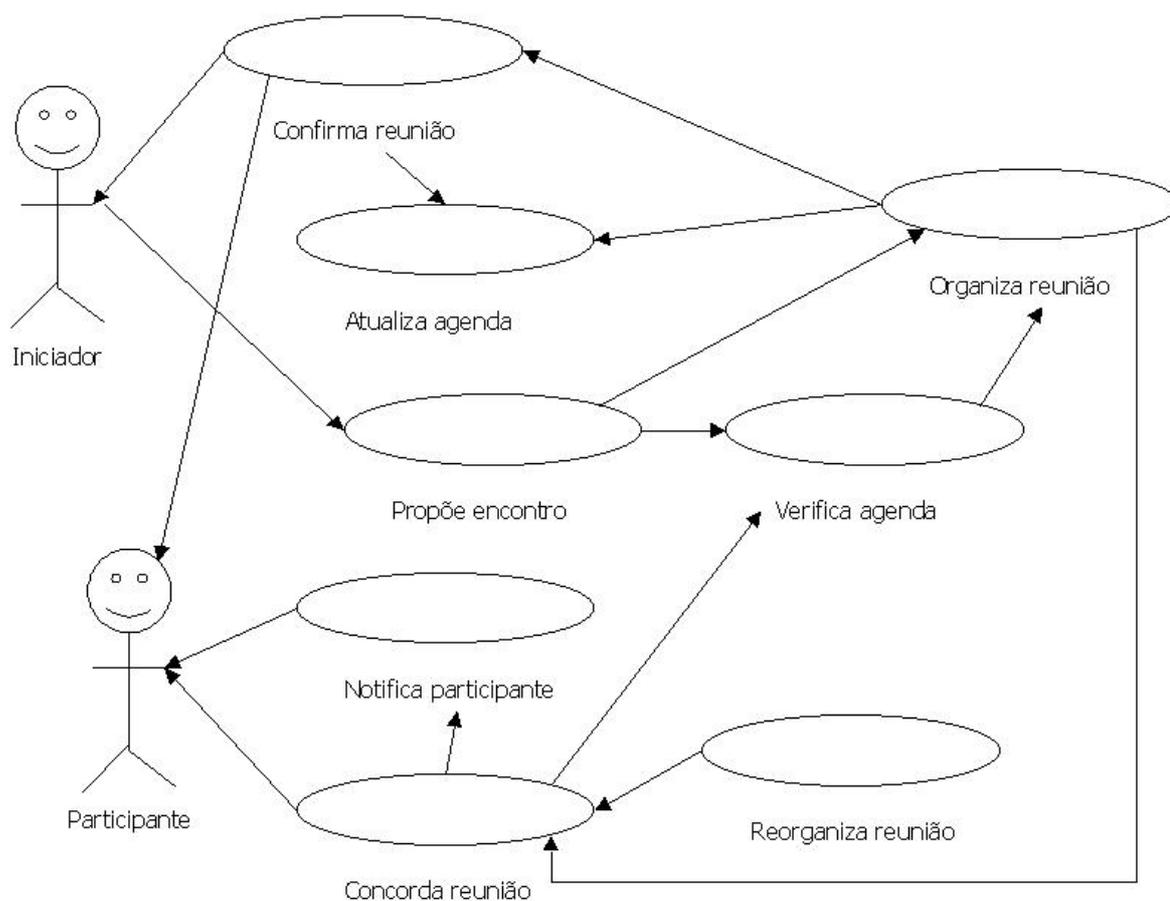


Figura 31: Exemplo do Diagrama de Casos de Uso da metodologia PASSI [13]

Na atividade de identificação dos papéis são construídos diagramas de seqüência (Figura 33), para explorar as responsabilidades de cada agente em cenários específicos. A atividade de identificação dos papéis produz um conjunto de diagramas de seqüência, que especificam os cenários mais importantes a partir dos diagramas de caso de uso da atividade de identificação dos agentes. Os vários papéis que os agentes podem desempenhar são introduzidos como objetos no diagrama de seqüência. Um agente pode participar de vários cenários tendo diferentes papéis em cada um, e o mesmo agente pode aparecer mais de uma vez em um diagrama de seqüência específico. As mensagens trocadas entre objetos em um diagrama de seqüência representam os eventos. Uma mensagem especifica o que o papel realiza ou os possíveis dados a serem enviados ou recebidos. Para cada mensagem do diagrama de seqüência, há uma relação correspondente na descrição da ontologia de domínio com uma descrição do conhecimento trocado ou compartilhado.

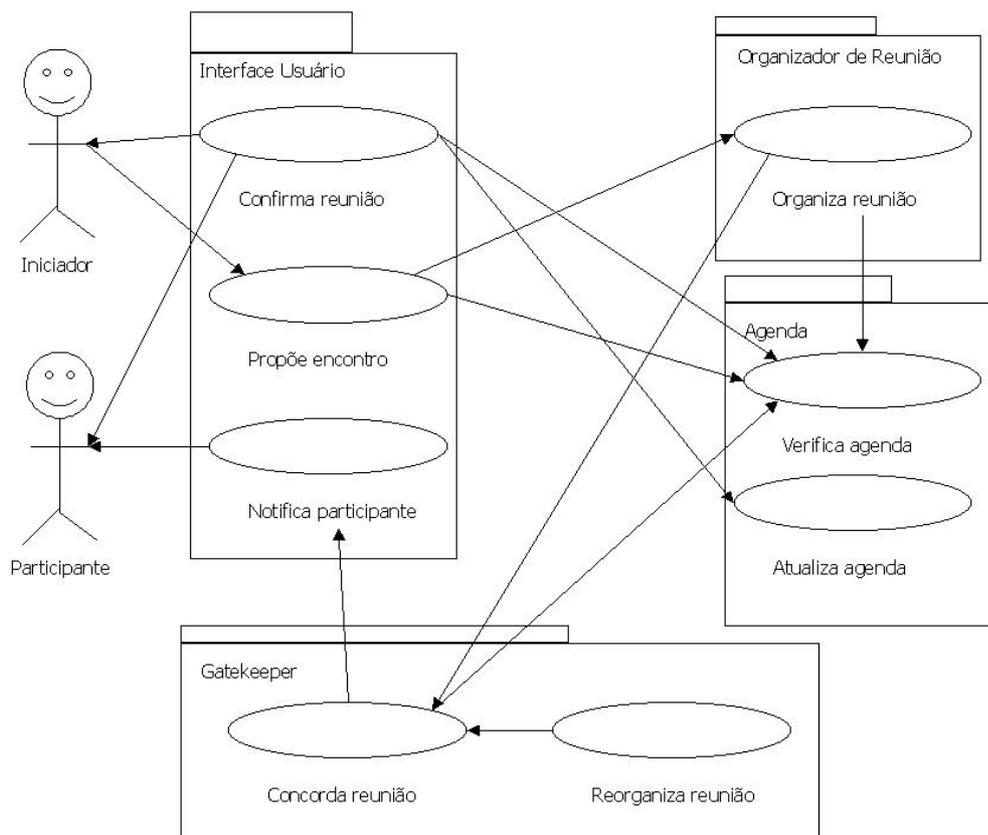


Figura 32: Exemplo do Diagrama de Agentes da metodologia PASSI [13]

Na atividade de especificação das tarefas, as tarefas são representadas em diagramas de casos de uso e descrições auxiliares das capacidades de cada agente. É construído um diagrama de caso de uso (Figura 34) para cada agente, representando as tarefas que os agentes podem realizar. O diagrama de casos de uso coleta todas as capacidades dos agentes e mostra as dependências funcionais, isto é, resumi-se o que o agente é capaz de fazer, ignorando informações sobre os papéis que eles desempenham quando realizam determinadas tarefas. O comportamento representado por cada tarefa pode ser especificado com maiores detalhes em diagramas de atividades ou textos semiformais. As informações necessárias para a construção desses diagramas provêm dos diagramas de seqüência construídos na atividade de identificação dos papéis.

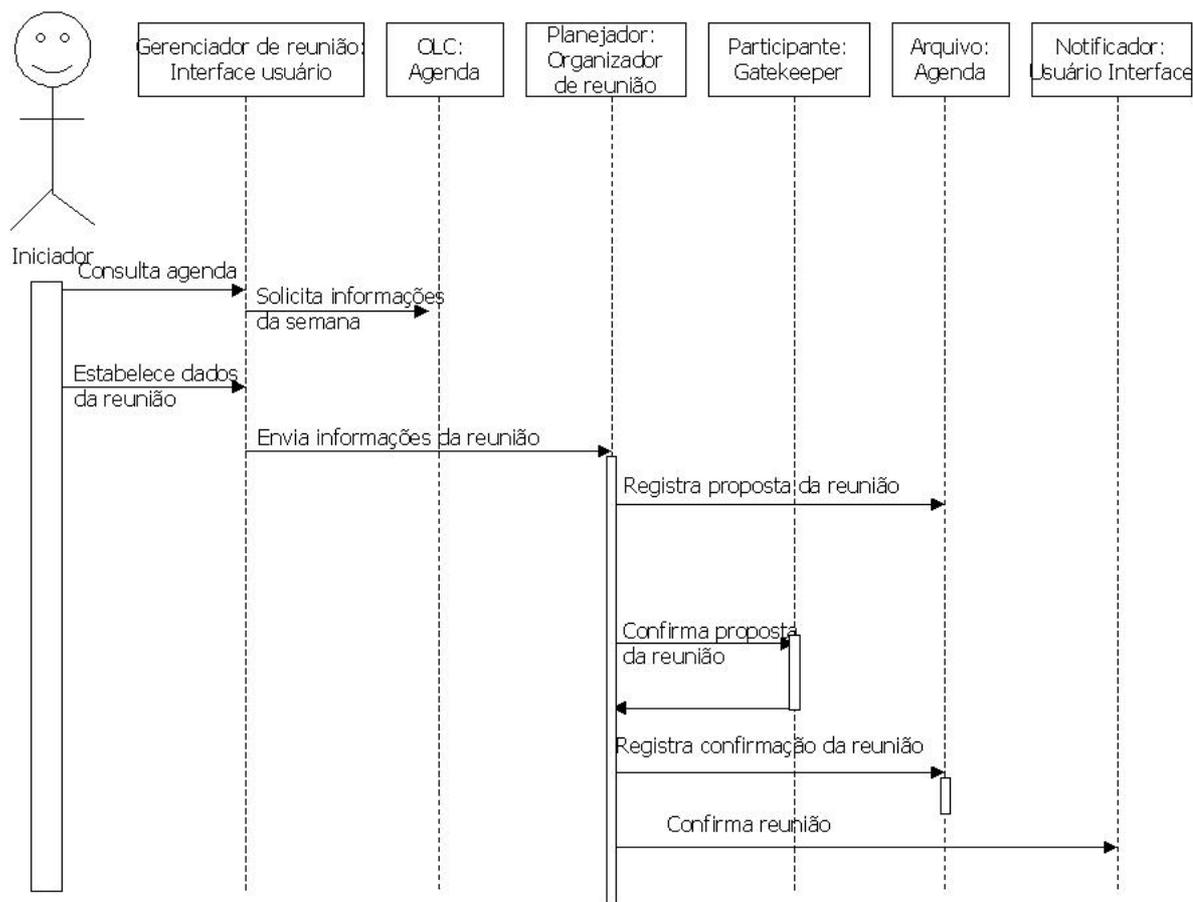


Figura 33: Exemplo do Diagrama de Seqüência da metodologia PASSI [13]

Na atividade de descrição da ontologia do domínio, são construídos diagramas de classes para descrever o conhecimento dos agentes, dos atores e de suas interações. O conhecimento é representado através de atributos das classes e o conteúdo das mensagens através de associações entre as classes. A construção do diagrama de classe (Figura 35) é baseada na atividade de identificação dos agentes, onde cada agente é introduzido como uma classe no diagrama e cada mensagem é introduzida como uma associação no diagrama.

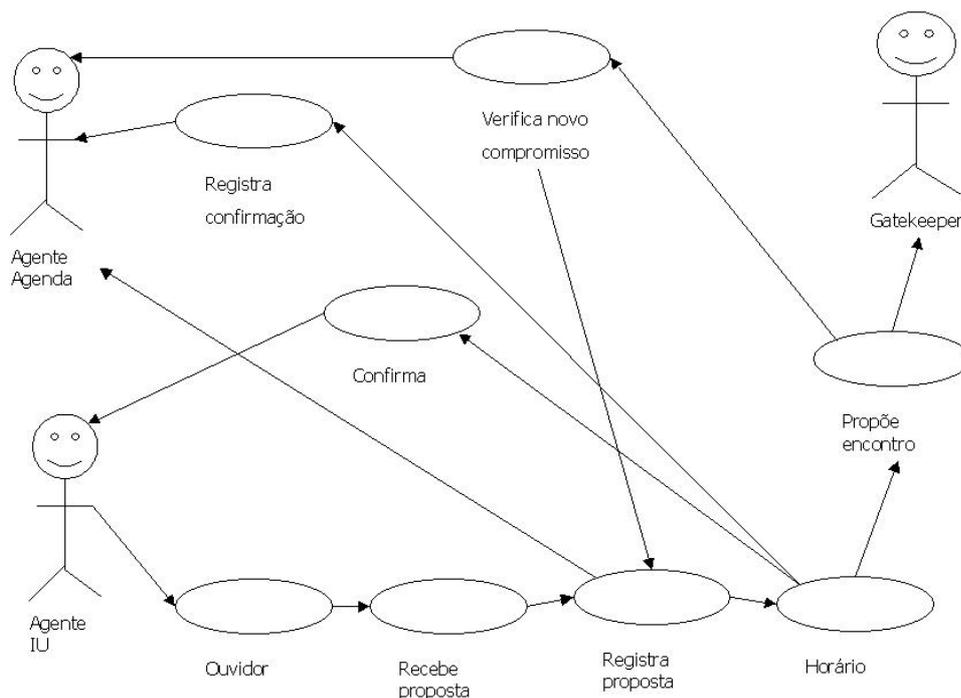


Figura 34: Exemplo do Diagrama de Casos de Uso demonstrando a especificação das tarefas da metodologia PASSI [13]

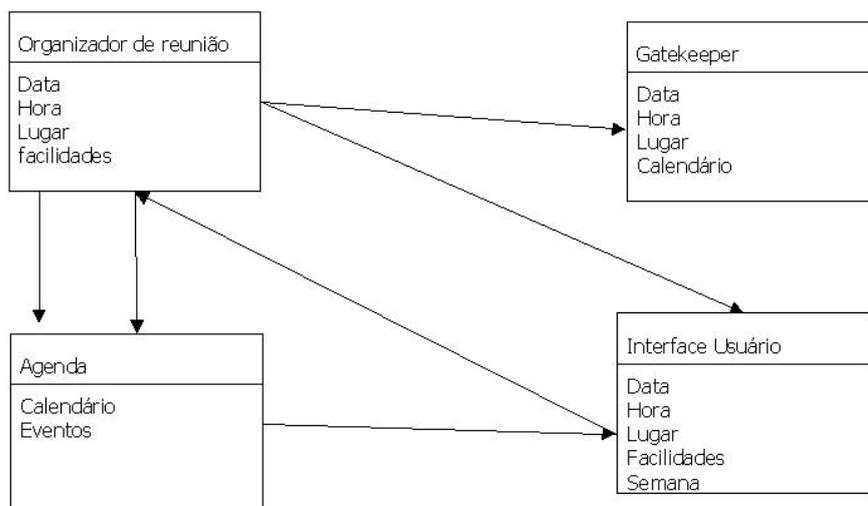


Figura 35: Exemplo do Diagrama de Classes representando a ontologia do domínio da metodologia PASSI [13]

Na atividade de descrição do papel, são construídos diagramas de classes (Figura 36) para mostrar os papéis desempenhados pelos agentes, suas tarefas, suas capacidades de comunicação e suas interações. Na descrição do papel, são introduzidas as regras de sociedade e as regras de comportamento. As informações contidas na descrição do papel são baseadas nos resultados da atividade de identificação dos papéis e da atividade de especificação das tarefas. Na

atividade de identificação dos papéis, são deduzidas informações dos papéis desempenhados pelos agentes e, na atividade de especificação das tarefas, obtêm-se informações das tarefas e a quais papéis pertencem.

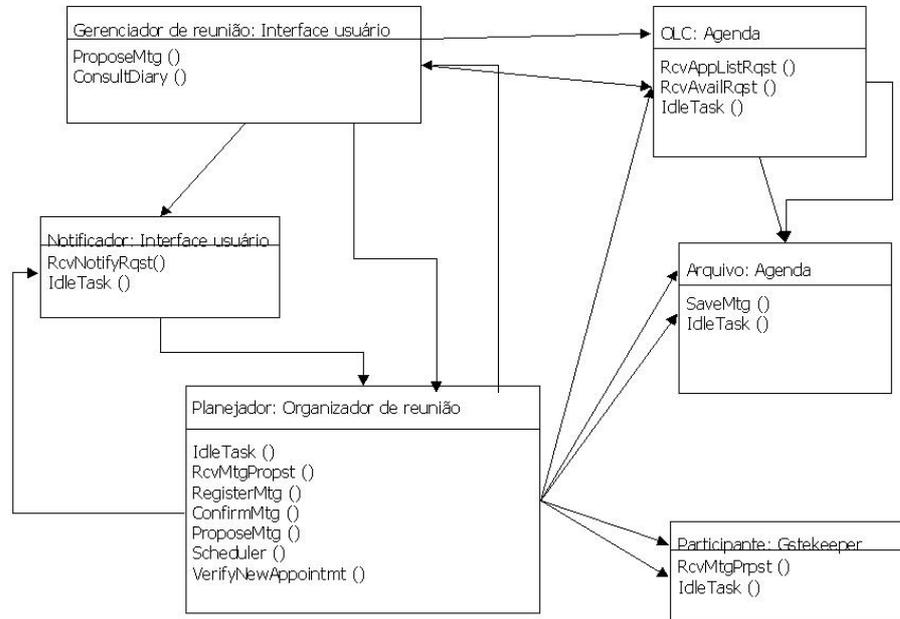


Figura 36: Exemplo do Diagrama de Classes representando a descrição do papel na metodologia PASSI [13]

Na atividade de descrição do protocolo, são construídos diagramas de seqüência para especificar a comunicação entre os agentes e a gramática que cada protocolo de interação utiliza em termos de performativas.

3.8 Metodologia MESSAGE

MESSAGE [8] [9] é uma metodologia que aborda as fases de análise e projeto de aplicações baseadas em agentes e utiliza a notação UML. MESSAGE é baseada nos conceitos de agente, organização, papel, recurso, tarefa, interação e objetivo. Um agente é uma entidade autônoma. Uma organização é um grupo de agentes trabalhando em virtude de um propósito comum. Um papel descreve as características externas de um agente em um contexto particular e um agente pode desempenhar vários papéis. O recurso é usado para representar entidades não autônomas, por exemplo, bases de dados. Uma tarefa é uma atividade realizada por um agente. Interações são necessidades, que estão associadas aos agentes. O objetivo é o que se pretende alcançar e está associado aos agentes.

O propósito da fase de análise é produzir um modelo ou um conjunto de modelos do sistema a ser desenvolvido. A fase de análise é composta de um modelo de visões composto de: visão da organização, visão das tarefas e objetivos, visão dos papéis e agentes, visão das interações e visão do domínio.

A visão da organização representa as entidades concretas (organizações, agentes, papéis e recursos) no sistema e seus relacionamentos. A visão da organização é representada através de diagramas com a estrutura de um organograma.

A visão das tarefas e objetivos representa os objetivos, as tarefas e as dependências entre os mesmos. A visão das tarefas é representada através de diagramas com a estrutura de um organograma.

A visão dos papéis e agentes representa os papéis que os agentes desempenham e suas características, tais como, objetivo, recursos, tarefas e os eventos recebidos e disparados. A visão dos papéis é representada através de diagramas com a estrutura de um cartão CRC.

A visão das interações representa as interações com o iniciador, o colaborador, o motivador, a informação relevante para cada participante e os eventos que disparam a interação. A visão da interação é representada através de diagramas de seqüência.

A visão do domínio representa os conceitos e relacionamentos específicos do domínio. A visão do domínio é representada através de diagramas de classe.

3.9 Análise Comparativa

Um resumo dos produtos e das atividades da fase de análise das metodologias analisadas está demonstrado na Tabela 2.

Critérios		Técnicas						
		GAIA	MaSE	MADS	TROPOS	SODA	PASSI	MESSAGE
A T I V I D A D E S	Modelagem de Objetivos		X	X	X	X		
	Modelagem de Papéis	X	X	X	X	X	X	X
	Modelagem de Interações	X		X		X	X	X
	Modelagem de Conceitos		X				X	X
P R O D U T O S	Modelo de Objetivos		X	X	X	X		
	Modelo de Papéis	X	X	X	X	X	X	X
	Modelo de Interações	X		X		X	X	X
	Modelo de Conceitos		X				X	X

Tabela 2: Análise comparativa dos métodos de Análise de Requisitos baseadas em agentes

As metodologias da Análise de Requisitos da Engenharia de Software baseada em Agentes, em geral, estão baseadas nos conceitos de objetivos, papéis e interações.

Na *modelagem de objetivos*, os *objetivos* do sistema são identificados e estruturados no modelo de objetivos. A identificação dos objetivos é feita através do problema que o sistema se propõe a resolver. O modelo de objetivos tem a estrutura de um organograma. Na *modelagem de papéis*, os *papéis* do sistema são identificados com os seus respectivos atributos, tendo como produto o modelo de papéis. O modelo de papéis tem a estrutura de um cartão CRC. Na *modelagem de interações*, é feita a identificação das *interações* entre papéis ou entre papéis e entidades externas para o exercício de suas *atividades*. As *entidades externas* também são identificadas durante esta modelagem. O produto desta atividade é o *modelo de interações* que especifica as *interações* entre *papéis* e entre *papéis* e *entidades externas*. Na *modelagem de conceitos*, são identificados os conceitos do domínio e seus relacionamentos. O produto é o modelo de conceitos.

Na metodologia MaSE [14] [73], a *modelagem de papéis* é feita baseada em diagramas de casos de uso e diagramas de seqüência. Primeiro, são criados

diagramas de casos de uso, representando cenários básicos que o sistema está apto a realizar. Em seguida, são criados diagramas de seqüência para cada diagrama de casos de uso, representando os eventos do sistema. Baseado nos diagramas de casos de uso e de seqüência, é identificado os papéis do sistema. A *modelagem de conceitos* é feita através da construção de ontologias. Os conceitos do domínio e os relacionamentos são identificados e representados em uma ontologia.

Na metodologia TROPOS [10] [48], a *modelagem de objetivos* é feita através da construção do modelo de dependência estratégica. A *modelagem de papéis* é feita através da representação do sistema, através de atores.

Na metodologia PASSI [13], a *modelagem de papéis* é feita baseada em diagramas de casos de uso e digramas de seqüência. Primeiro, são criados diagramas de casos de uso representando cenários básicos que o sistema está apto a realizar. Em seguida, são criados diagramas de seqüência para cada diagrama de casos de uso representando os eventos do sistema. Baseado nos diagramas de casos de uso e de seqüência, é identificado os papéis do sistema. A *modelagem de conceitos* é feita baseada em diagramas de classe. Baseado nos diagramas de classe, é construída a ontologia para representar os conceitos do domínio e seus relacionamentos.

Na metodologia MESSAGE [8] [9], a *modelagem de conceitos* é feita baseada em diagramas de classe.

A metodologia GAIA [74] [75] foca os aspectos organizacionais em termos de conceitos, tais como, papéis e interações. A metodologia MASE [14] [73] foca os aspectos organizacionais em termos de conceitos, tais como, objetivos e papéis. A metodologia MADS [64] [66] foca os aspectos organizacionais em termos de conceitos, tais como, objetivos, papéis e interações. A metodologia TROPOS [10] [48] foca os aspectos organizacionais em termos de conceitos, tais como, objetivos, papéis e atores. As metodologias SODA [49] e PASSI [13] focam os agentes. A metodologia MESSAGE [8] [9] foca os aspectos organizacionais em termos de conceitos, tais como, objetivos, papéis e interações e os agentes.

Foram identificados dois tipos de modelo de desenvolvimento nas metodologias analisadas, o seqüencial e o interativo. As metodologias que utilizam o modelo de desenvolvimento seqüencial são: PASSI [13] e MESSAGE [8] [9]. As metodologias que utilizam o modelo de desenvolvimento interativo são: GAIA [74] [75], MADS [64] [66], MASE [14] [73], TROPOS [10] [48], SODA [49].

As metodologias analisadas utilizam notações gráficas, que traz vantagens, pois leva os desenvolvedores a agir de uma maneira mais intuitiva e leva a uma visualização mais clara dos conceitos.

3.10 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada uma análise comparativa das principais metodologias da Engenharia de Software baseada em Agentes, enfatizando a fase de análise de requisitos de particular importância neste trabalho.

Nas metodologias analisadas foi observado que somente duas metodologias levam em consideração a informação do domínio e nenhuma leva em consideração os usuários. Uma metodologia completa deveria levar em consideração a informação do domínio e os usuários.

Apesar disso, acredita-se que tais metodologias vêm contribuindo muito para o desenvolvimento de software baseada em agentes, por utilizarem o conceito de agentes, que são adequados para a concepção e construção de sistemas complexos, distribuídos e heterogêneos.

O próximo capítulo apresenta a modelagem de usuários, assim como as técnicas para a aquisição, representação e manutenção das informações dos usuários com a finalidade de obter embasamento teórico e referencial bibliográfico para a elaboração da técnica proposta.

4. MODELAGEM DE USUÁRIOS

4.1 Introdução

O objetivo da modelagem de usuários é identificar quem são os usuários de uma aplicação de software e caracterizá-los, isto é, especificar quais funções exercem, quais capacidades possuem, quais são seus interesses e preferências.

A modelagem de usuários é um processo (Figura 37), que geralmente é realizado em três fases: *fase de aquisição*, *fase de representação* e *fase de manutenção* das informações sobre os usuários [62].

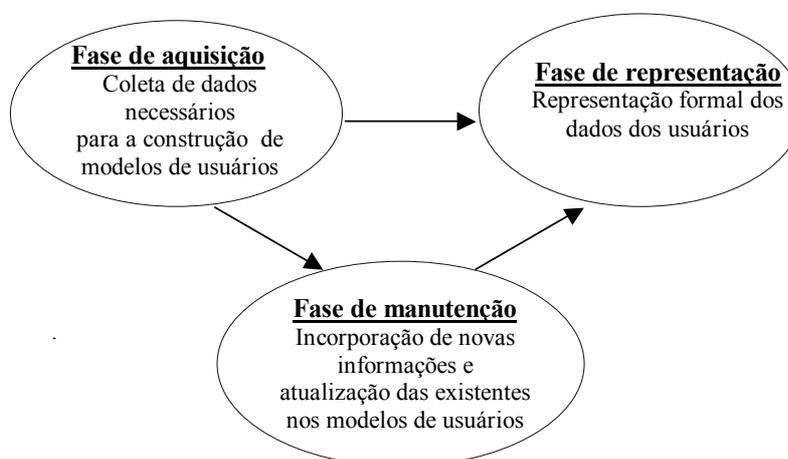


Figura 37: O Processo de Modelagem de Usuários

A *fase de aquisição* utiliza técnicas para aprender novos fatos sobre o usuário, de forma direta (por exemplo, através de questionamentos) ou indireta (observando o comportamento do usuário).

A *fase de representação* utiliza técnicas para a representação formal das informações adquiridas sobre o usuário, ou seja, para a construção de um modelo do usuário.

A *fase de manutenção* utiliza técnicas para a incorporação de novas informações ao modelo existente, ou seja, é responsável por receber as informações adquiridas na fase de aquisição e atualizar o modelo do usuário, fazendo inferências a partir dessas informações.

O modelo de usuário é uma fonte de conhecimento que contém informações explícita ou implicitamente adquiridas, de todos os aspectos relevantes ao usuário.

Durante a criação de modelos de usuários surgem algumas questões fundamentais que precisam ser respondidas: “quais informações precisam ser modeladas?”, “como adquirir, representar e manter essas informações?”. A Tabela 3 cita algumas informações necessárias para a construção de modelos de usuários e a Tabela 4 cita as principais técnicas utilizadas para a aquisição, representação e manutenção desses modelos.

Informações utilizadas na construção de modelos de usuários	Informações pessoais
	Capacidades e habilidades do usuário
	Interesses e preferências do usuário
	Metas e planos do usuário
	Dados de uso do usuário
	Conhecimento do usuário

Tabela 3: Informações utilizadas na construção de modelos de usuários

Técnicas de aquisição de informações dos usuários	<i>Aquisição direta</i>	Informações fornecidas diretamente pelo usuário
		Uso de estereótipos
	<i>Aquisição indireta</i>	Regras de aquisição
		Reconhecimento de planos dos usuários
		Aprendizagem de máquina
	Mineração de uso	
Técnicas de representação de modelos de usuários	Representação baseada em lógica	
	Representação probabilística	
	Representação através de estereótipos	
	Representação baseada em ontologias	
Técnicas de manutenção de modelos de usuários	Lógica fuzzy	
	Teoria de probabilidades	
	Algoritmos genéticos	

Tabela 4: Técnicas para a aquisição, representação e manutenção de modelos de usuários

Neste capítulo são apresentados os principais conceitos da modelagem de usuários, assim como as técnicas utilizadas para a aquisição, representação e manutenção dos modelos de usuários, além das informações necessárias para a construção desses modelos.

4.2 Informações que devem ser capturadas dos usuários

No processo da modelagem de usuários, a coleta de informações é o passo inicial. O conteúdo do modelo do usuário varia de acordo com a aplicação para o qual está sendo construído. Portanto, para definir quais informações precisam ser modeladas, deve-se levar em consideração os recursos computacionais e a necessidade de informação do sistema.

Nas subseções seguintes serão descritas as categorias de informações que têm sido a base para adaptação de muitos sistemas.

4.2.1 Informações Pessoais

São informações fornecidas diretamente pelo usuário, como:

- Nome, endereço, número do telefone;
- Dados geográficos (código de área, cidade, estado, país);
- Características do usuário (idade, sexo, escolaridade, estado civil);
- Dados que indicam estilo de vida do usuário.

4.2.2 Capacidades e Habilidades do Usuário

É possível que o usuário saiba como fazer alguma coisa, mas ele pode não estar apto a fazê-la, ou por falta de permissão ou por causa de alguma incapacidade física ou cognitiva. É importante que o sistema recomende ou disponibilize apenas aquilo que os usuários estejam aptos a fazer naquele momento.

4.2.3 Preferências do Usuário

Os interesses dos usuários em uma mesma aplicação variam consideravelmente e a informação ou produto oferecidos a um grupo particular de usuários pode não ser de interesse para outro grupo. Um exemplo é o anúncio de um carro apresentado a diferentes públicos onde são utilizados enfoques diferentes e até mesmo conflitantes para chamar a atenção dos usuários. Assim, dependendo dos interesses de cada grupo, o anúncio dá enfoque a velocidade, a segurança, a família ou a amizade.

4.2.4 Objetivos Pessoais do Usuário

Quando interagem com o sistema, os usuários geralmente têm uma meta específica em mente. A meta pode ser, por exemplo, encontrar uma informação ou comprar um produto. Sistemas que ajudam os usuários a atingir suas metas são muito úteis, pois facilitam e aumentam a velocidade da interação, uma vez que o sistema tem expectativas sobre as próximas ações do usuário e pode interpretá-las de uma forma flexível.

4.3 Técnicas de Aquisição de Modelos de Usuários

Algumas informações dos usuários podem ser observadas diretamente pelo sistema, enquanto que outras podem necessitar de um ou mais passos para que sejam adquiridas. Alguns dados podem ser diretamente fornecidos pelos usuários, porém a maior parte deles pode ser inferida a partir de observações feitas quando o usuário interage com o sistema.

Nas próximas subseções, iremos descrever técnicas baseadas na entrada explícita de informações pelo usuário (aquisição direta) e técnicas para a aquisição implícita (aquisição indireta).

4.3.1 Técnicas de Aquisição Direta

Nas técnicas de aquisição direta, o usuário fornece, de forma direta, as informações necessárias para a construção dos modelos de usuários. Dentre as técnicas de aquisição explícita, podemos destacar:

- **Informações fornecidas diretamente pelo usuário:** Uma técnica de aquisição explícita óbvia é deixar que o próprio usuário forneça os dados necessários. A provisão de dados pelo usuário pode ser feita através de questionários e/ou formulários solicitados ao usuário, geralmente na fase inicial do uso do sistema. Há um risco em fazer questionários e afirmações explícitas para que o próprio usuário faça sua auto-avaliação, pois muitas vezes eles não têm consciência das coisas que gostam ou de suas próprias capacidades. Alguns sistemas apresentam consultas controladas, testes e exercícios que visam uma avaliação mais objetiva do usuário.

- **Estereótipos:** A classificação dos usuários em estereótipos, ou seja, em grupos de usuários com características semelhantes, é uma técnica bastante utilizada na aquisição direta. O sistema poderá exibir um formulário para o usuário preencher e a partir dessas informações classificá-los em estereótipos pré-definidos pelo sistema. Posteriormente, podem ser feitas previsões baseadas nesses estereótipos. A efetividade da estereotipagem depende da qualidade do estereótipo, por exemplo, o número de diferentes estereótipos conhecidos para o sistema, a precisão da distribuição das características dos usuários em estereótipos e a qualidade das inferências que são feitas sobre o membro do estereótipo. Estes por sua vez dependem da qualidade da informação sobre a população de usuários e da dimensão que subgrupos com diferentes características relevantes à aplicação [37].

4.3.2 Técnicas de Aquisição Indireta

Nas técnicas de aquisição indireta, as informações utilizadas para a construção de modelos de usuários são adquiridas através da observação do comportamento do usuário durante a interação com o sistema. Dentre as técnicas de aquisição indireta, podemos citar:

- **Regras de aquisição:** É um meio freqüentemente usado para a geração de suposições sobre o usuário. Por exemplo, regras de inferência que são executadas quando uma nova informação sobre o usuário está disponível. Na maioria dos casos, as regras de aquisição referem-se a ações observadas do usuário ou à simples interpretação do seu comportamento. As regras de aquisição podem ser específicas para um domínio de aplicação particular ou podem ser independentes do domínio. Em [63], são usadas heurísticas para definir interesses do usuário, como por exemplo: “usuário salvando A indica interesse em A” ou “usuário demorando mais tempo que o usual no documento A mostra interesse em A”. Regras de aquisição que são completamente específicas do domínio são os meios mais populares para a aquisição do modelo de usuário, já que são fáceis de implementar.

- **As técnicas de reconhecimento de planos do usuário:** Estão baseadas no raciocínio sobre as metas que o usuário pode ter e a seqüência de ações (plano) para que possa alcançá-las. O processo de reconhecimento de planos do usuário consiste de uma base de conhecimento de tarefas que representa possíveis ações do usuário, o relacionamento entre essas ações e de um mecanismo que identifica o plano atual do usuário e as metas associadas a esses planos, obtidos através da observação das interações entre o usuário e o sistema. O reconhecimento de planos é especialmente promissor para aplicações com um número pequeno de possíveis metas e um número pequeno de possíveis formas de atingir essas metas.
- **Aprendizagem de Máquina:** Esta técnica utiliza algoritmos da área de aprendizagem de máquina, como algoritmos genéticos, para inferir o estado de conhecimento do usuário, tendo como referência básica o seu comportamento [65]. As técnicas baseadas em aprendizagem de máquina podem inferir conhecimentos do usuário não presente em um modelo de domínio preestabelecido. Uma importante limitação da aplicação de técnicas de aprendizagem de máquinas em sistemas que utilizam as tarefas da modelagem de usuário é que os algoritmos de aprendizagem não constroem o modelo de usuário com um grau de confiança aceitável até que se tenha um grande número de dados de treinamento [71].
- **Técnicas de mineração de uso:** A mineração de uso, utilizada em aplicações para Web, focaliza-se em técnicas que possam prever o comportamento do usuário enquanto ele interage com a Web [39]. A mineração de uso lida com os dados secundários provenientes da interação do usuário com a Web. Os dados de uso da Web incluem dados provenientes de *logs* de servidores *web*, *logs* de servidores *proxy*, *logs* de *browsers*, perfis de usuário, *cookies*, seções ou transações de usuários, pasta favoritos, consultas do usuário, cliques de mouse e qualquer outro dado gerado pela interação do usuário com a Web. As aplicações da mineração de uso da Web podem ser

classificadas em duas categorias principais: aprendizado de perfis de usuários, modelagem em interfaces adaptativas (personalização) e aprendizado de padrões de navegação de usuário. A mineração de uso da Web despertou interesse especial no comércio eletrônico, principalmente pela sua necessidade de aprender acerca do comportamento dos clientes, perfis de compra, preferências e padrões de navegação [4].

4.4 Formas de Representação de Modelos de Usuários

Uma vez que o modelo de usuário foi adquirido, ele precisa ser representado de uma forma adequada para sua utilização posterior [37].

Nas subseções, seguintes são descritas as abordagens mais comuns para a representação dos modelos dos usuários.

4.4.1 Representação baseada em Lógica

A representação do conteúdo do modelo de usuários pode ser feita através de técnicas baseadas em lógica. A representação baseada em lógica do modelo do usuário utiliza formalismos lógicos como, cálculo proposicional, cálculo de predicado e lógica modal.

Em geral, o modelo do usuário representa as suposições que o sistema faz a respeito do usuário, considerando um determinado estado do sistema. A representação baseada em lógica do modelo do usuário descreve estas suposições através do formalismo das expressões da representação do conhecimento baseado em lógica. O modelo do usuário, então, é considerado como um conjunto de expressões que simbolizam as suposições, consideradas verdadeiras, que o sistema tem a respeito do usuário. Desta forma, o modelo do usuário baseado em lógica é uma base de conhecimento baseada em lógica [51].

O formalismo da representação baseada em lógica também provê mecanismos de inferência que permitem fazer conclusões implícitas a partir do conhecimento representado explicitamente. Por exemplo, um modelo de usuário baseado em lógica pode conter expressões que representam crenças do usuário que dizem que a impressora (chamada "lj1"), do escritório dele, é do tipo *laserjet* e

que todas as *laserjets* são impressoras a laser. Uma conclusão que pode ser extraída a partir do conteúdo desse modelo do usuário é que o usuário acredita que “lj1” é uma impressora a laser. O processo para inferir conteúdos implícitos a partir de uma base de conhecimento é chamado dedução. Então, um modelo de usuário baseado em lógica é uma base de conhecimento dedutiva [51].

Um exemplo de sistema que utiliza cálculo de predicado para representar modelos de usuário é o ANATOM-TUTOR [5], um sistema tutorial de anatomia. Um exemplo de uma regra contida no modelo de usuário é [51]:

“any ganglion which receives nerve-impulses from a parasympathic object is itself parasympathic” [5].

Para a representação da regra acima utilizando cálculo de predicado, mostrada na Figura 38, Beaumont [5] declara que as relações ‘*belongs-to-class*’ e ‘*sends-nerve-impulses-to*’ são usadas [51]:

$$\begin{aligned} \forall x, y \quad & \text{belongs-to-class}(x, \text{ganglion}) \\ & \wedge \text{belongs-to-class}(y, \text{parasympathic-object}) \\ & \wedge \text{sends-nerve-impulses-to}(y, x) \\ \rightarrow & \text{belongs-to-class}(x, \text{parasympathic-object}) \end{aligned}$$

Figura 38: Cálculo de predicado representando parte de um modelo de usuário [51]

As duas falhas das abordagens baseadas em lógica para a representação do modelo de usuário é a sua habilidade limitada em lidar com incertezas e com as mudanças no modelo do usuário. Em muitas aplicações, muitas características relevantes dos usuários mudam com o tempo, então uma representação do modelo do usuário dever estar apta a lidar com essas mudanças.

4.4.2 Representação Probabilística

Para lidar com a incerteza que pode ser inerente à modelagem de usuário, muitos sistemas têm usado métodos numéricos para validar o conteúdo do modelo de usuários. Um exemplo é o sistema Hydrive [45], que modela a competência de um estudante para localizar os defeitos de um sistema hidráulico de uma aeronave. O Hydrive emprega redes Bayesianas.

Uma rede Bayesiana é um grafo orientado, no qual todas as variáveis são associadas a distribuições de probabilidade discretas. Redes Bayesianas representam distribuições de probabilidade em problemas de tomada de decisão com grande número de variáveis [41].

A probabilidade de distribuição de nós da rede usada no Hydrive representa, explicitamente, variáveis como “conhecimento em eletrônica” ou “conhecimento estratégico”, que são organizados em diferentes níveis de abstração. Tais nós armazenam as probabilidades de uma seqüência observada de atividades do usuário pertencendo a um número fixo de categorias de ações. Para inserir uma informação em um modelo de usuário, o Hydrive cria um nó de rede e o adiciona na rede com a probabilidade do conjunto observado de categoria de ações. Este é o processo de aquisição. As inferências secundárias são feitas através da propagação de probabilidades dos nós de ações interpretados para os nós de níveis mais altos como “conhecimento estratégico”. Possíveis inferências são determinadas principalmente por conhecimento do domínio predefinido, representado na estrutura da rede Bayesiana e em probabilidades condicionais associadas com os links da rede [38].

As redes Bayesianas, redes neurais, lógica fuzzy, modelos de Markov e redes de Petri estão entre os métodos probabilísticos mais populares para representar a incerteza em modelos de usuários em diferentes domínios.

4.4.3 Representação baseada em Estereótipos

Um estereótipo é uma representação das características comuns a um grupo de usuários no domínio da aplicação do sistema, ou seja, os estereótipos são modelos de usuários grupais.

Os estereótipos têm sido utilizados tanto como um método de representação de informações quanto como um método de aquisição de novas informações para um modelo de usuário [62]. Eles são normalmente utilizados para representar o modelo inicial de um usuário. Os elementos essenciais que compõem um estereótipo são [37]:

- Um *corpo*, que contém as informações sobre um grupo de usuários ao qual o estereótipo é aplicado;
- Um *conjunto de condições de ativação* que representam características-chave que permitem identificar um usuário individual como pertencente a um determinado estereótipo.

As condições de ativação de estereótipos disponíveis são avaliadas e se as condições são satisfeitas para um determinado usuário, os conteúdos do estereótipo correspondente são integrados como suposições no modelo individual do usuário. Por exemplo, o estereótipo 'pai' é aplicado a um determinado modelo individual de usuário se a condição de ativação "o usuário comprou pelo menos dois livros sobre crianças", for verdadeira, ou seja, as informações contidas no estereótipo 'pai' são adicionadas a esse modelo individual [37].

A Figura 39 mostra a representação, através de estereótipos, de um modelo de usuário genérico em um sistema de informação na área educacional. Os estereótipos são categorizados em uma estrutura hierárquica de quatro dimensões diferentes: *nível educacional e profissional*, *linguagem nativa*, *disciplina acadêmica* e *nível de experiência em computadores*. Quando as condições de ativação do estereótipo são satisfeitas, o estereótipo é adicionado ao modelo individual do usuário, sendo que o usuário pode pertencer a diferentes estereótipos quando categorizado em diferentes dimensões.



Figura 39: Uso de estereótipos para representar modelos de usuário [77]

4.4.4 Representação Vetorial

O *modelo de espaço vetorial* (Figura 40) é uma técnica de representação de documentos não estruturados muito utilizada em sistemas de recuperação de informação, podendo também ser utilizada para a representação de modelos de usuários. Nesse modelo estatístico, a informação é representada como um vetor num espaço n-dimensional, no qual cada dimensão representa um termo extraído da informação em questão. Um termo pode tanto ser uma única palavra encontrada no texto, como alguma expressão composta de várias palavras. Um fator muito importante para validação desse modelo é a forma como esses termos são extraídos do documento e como é feita a atribuição de pesos (indexação) para cada um deles. Essa atribuição de pesos deve refletir a importância de cada termo no contexto do documento e também da coleção de documentos, quando existir uma.

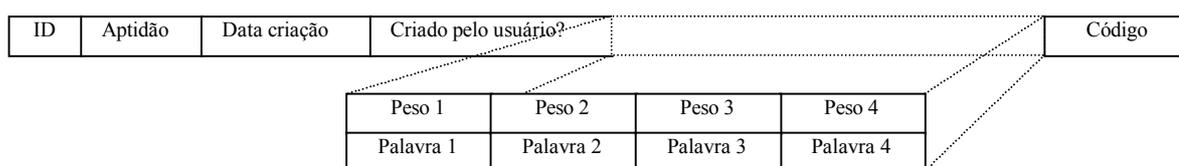


Figura 40: A técnica *modelo espaço vetorial* representando modelo de usuários

No Amalthea [47], um sistema multiagente personalizado que tenta descobrir informações de várias fontes distribuídas que podem ser de interesse do seu usuário, os modelos de usuários são representados através do modelo espaço vetorial. O modelo do usuário no Amalthea é representado por um vetor de palavras-chave com um peso associado a cada palavra.

4.4.5 Técnicas para realizar a Manutenção dos Modelos de Usuários

Todo o processo de modelagem de usuários necessita manter dinamicamente as informações sobre os usuários no modelo. Normalmente, para realizar essa tarefa, existe um módulo de manutenção responsável por integrar as informações oriundas do módulo de aquisição, ou seja, responsável por manter os modelos de usuários.

Existem várias técnicas computacionais que podem ser utilizadas para realizar a manutenção das informações mantidas pelo processo de modelagem de

usuários, dentre elas podemos destacar: lógica difusa, teoria de probabilidades e algoritmos genéticos.

4.5 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a modelagem de usuários, que é um processo que consiste de três fases: a fase de aquisição, a fase de representação e a fase de manutenção, tendo como produto modelo de usuário.

Os modelos de usuários podem ser representados de várias formas como representação baseada em lógica, probabilística, baseada em estereótipos e vetorial, para posterior utilização. De acordo com um estudo feito sobre ontologias na seção 2.4.1, conclui-se que as ontologias são adequadas para a representação dos modelos de usuários.

No próximo capítulo é apresentada a técnica GRAMO e a ONTODUM, uma ontologia genérica, que representa o conhecimento da análise de requisitos baseada em agentes, análise de domínio e modelagem de usuários e guia o processo de aplicação da técnica GRAMO.

5. GRAMO: UMA TÉCNICA BASEADA EM ONTOLOGIAS PARA A ANÁLISE DE DOMÍNIO E USUÁRIOS NA ENGENHARIA DE DOMÍNIO MULTIAGENTE

5.1 Introdução

A Análise de Domínio e Usuários da Engenharia de Domínio Multiagente apresentada na seção 2.6 do capítulo 2, produz a especificação de requisitos de uma família de sistemas similares em um domínio de aplicação. A especificação de requisitos inclui a funcionalidade do sistema e as características dos usuários finais. Os modelos de domínio e usuários são os produtos gerados nesta fase [27].

O modelo de domínio é uma abstração de alto nível dependente de um domínio de aplicação particular, que contém a formulação de um problema, conhecimento ou atividades do mundo real. O modelo de usuários é uma abstração especificada em um alto nível, que representa as características, necessidades, preferências e objetivos dos usuários finais [27].

Neste capítulo é proposta a GRAMO, uma técnica baseada em ontologias para a Análise de Domínio e Usuários na Engenharia de Domínio Multiagente. A técnica GRAMO define as atividades para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias.

Considerando os benefícios do uso de ontologias apresentadas na seção 2.4.2 do capítulo 2, optou-se pela utilização das ontologias como estrutura de representação de conhecimento dos modelos de domínio e usuários.

A GRAMO é baseada na ONTODUM, uma ontologia genérica que guia a especificação dos requisitos genéricos de uma família de aplicações segundo o paradigma computacional de agentes.

Nas subseções seguintes são apresentadas a ONTODUM com o seu processo de construção e a técnica GRAMO.

5.2 ONTODUM: Uma Ontologia genérica para a Análise de Domínio e Usuários na Engenharia de Domínio Multiagente

A ONTODUM [17] [19] [20] representa o conhecimento de técnicas da análise de requisitos, da análise de domínio e da modelagem de usuários, para a captura e especificação dos requisitos genéricos de uma família de aplicações segundo o paradigma computacional de agentes. Ela guia a captura e especificação do conhecimento dos conceitos do domínio, das tarefas a serem realizadas no domínio e dos perfis dos usuários que atuam no domínio.

A Figura 41 ilustra o processo de construção da ONTODUM, que foi inspirado no método proposto [26] para a construção de ontologias. O processo consiste de duas fases: a definição e o projeto da ontologia. Na fase de definição é utilizado o conhecimento de técnicas da análise de requisitos, da análise de domínio e da modelagem de usuários para gerar uma rede semântica com a representação desses conceitos. Na fase de projeto, a ONTODUM (Figura 51) é criada através do mapeamento da rede semântica a uma ontologia baseada em frames representada por uma hierarquia de meta-classes.



Figura 41: Processo de construção da ONTODUM

5.2.1 Conhecimento de Técnicas

5.2.1.1 Análise de Domínio

O conhecimento das técnicas da Análise de Domínio é baseado nas técnicas analisadas na seção 2.3 do capítulo 2 [12] [40] [55]. Em geral, elas indicam como representar os conceitos e os relacionamentos do domínio, através da *modelagem de conceitos*.

A *modelagem de conceitos* relevantes do domínio é feita através de uma análise das fontes de informação relevantes no domínio como: livros, revistas, artigos e relatórios. Os especialistas no domínio também devem ser consultados. Em seguida é feita uma análise de aplicações existentes no referido domínio e é coletado o que existe em comum nessas aplicações. Segundo essa análise, inicia-se

a captura dos conceitos de domínio, a descrição textual desses conceitos e o estabelecimento de relacionamentos, que são representadas pelo produto *modelo de conceitos*.

Por exemplo, como mostra a Figura 42, o conceito *recuperação e filtragem de informação* envolve os conceitos de *necessidade de informação* e *fonte de informação*. *Usuário* tem *necessidade de informação*, *preferência do usuário* e *conhecimento do usuário*. Uma *necessidade de informação pontual* e uma *necessidade de informação em longo prazo* são especializações de uma *necessidade de informação*. Uma *necessidade de informação pontual* é expressa por uma *consulta*. Uma *necessidade de informação em longo prazo* é expressa por um *perfil de usuário*. Uma *consulta*, um *perfil de usuário* e um *elemento de informação* são representados por um *surrogate*. *Surrogate de necessidade em longo prazo*, *surrogate de necessidade pontual* e *surrogate de elementos de informação* são tipos de *surrogate*. *Imagem*, *som*, *vídeo* e *documento* são especializações de um *elemento de informação*. *Documento textual* e *documento hipermídia* são especializações de *documento*. *Elementos de informação recuperados* e *elementos de informação filtrados* são partes de *elemento de informação*. *Elemento de informação* faz parte de *fonte de informação*. *Fonte de informação dinâmica*, *fonte de informação estática*, *fonte de informação estruturada* e *fonte de informação não estruturada* são especializações de *fonte de informação*. *Base indexada* é um tipo de *fonte de informação estruturada*.

5.2.1.2 Análise de Requisitos de Sistemas Multiagente

Várias técnicas para a análise de requisitos de sistemas multiagente tem sido propostas: [8] [9] [10] [13] [14] [48] [49] [64] [66] [73] [74] [75]. Algumas dessas técnicas foram analisadas no capítulo 3. Em geral, elas estão baseadas nos conceitos de objetivos, papéis e interações presentes nas organizações. Porém, não existe um consenso a respeito desses conceitos.

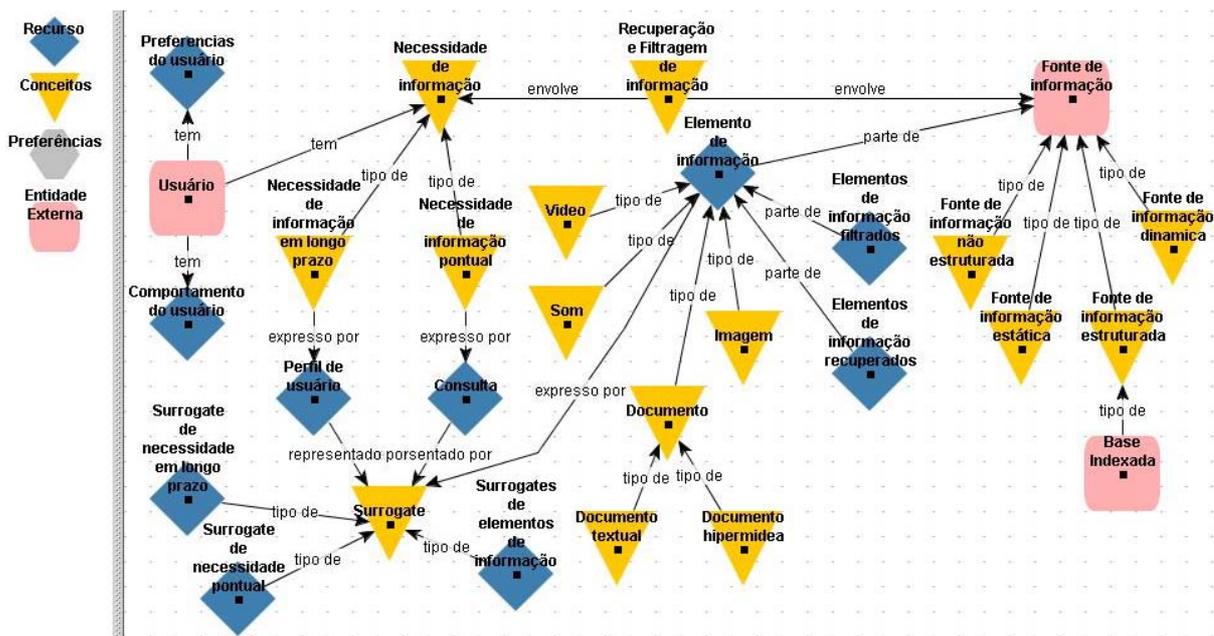


Figura 42: Exemplo do Modelo de Conceitos para a Recuperação e a Filtragem de Informação

A seguir são definidos os conceitos básicos da análise de requisitos de sistemas multiagente de acordo aos critérios adotados no projeto de pesquisa MaAE [28].

Uma organização é composta de indivíduos com *objetivos gerais* e *específicos*, que estabelecem o que a organização pretende alcançar. O alcance dos *objetivos específicos* permite o alcance do *objetivo geral* da organização. Por exemplo, um sistema de informação pode ter como objetivo geral *satisfazer as necessidades de informação de uma organização* e como objetivos específicos *satisfazer as necessidades de informação pontual e satisfazer as necessidades de informação em longo prazo*. Os *objetivos específicos* são atingidos através do cumprimento de *responsabilidades*. Por exemplo, a *modelagem de usuários* é uma responsabilidade a ser exercida para o cumprimento do objetivo *satisfazer a necessidade de informação em longo prazo dos usuários* (Figura 43).

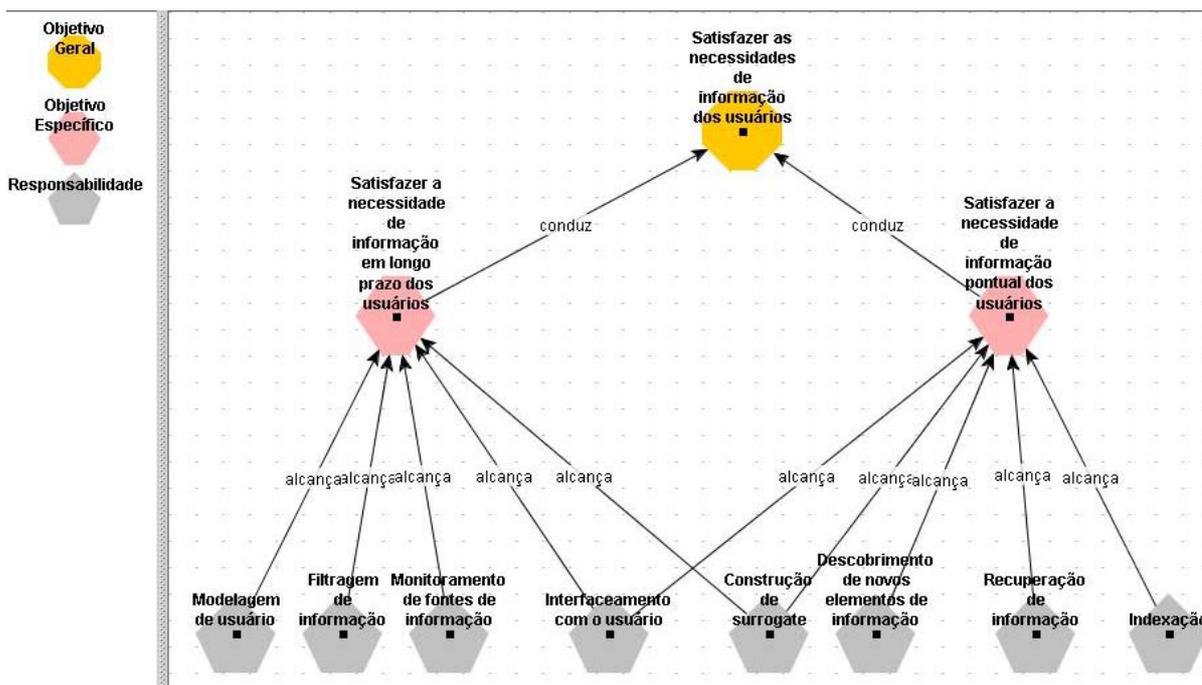


Figura 43: Exemplo do Modelo de Objetivos para a Recuperação e Filtragem de Informação

As *responsabilidades* estão associadas a indivíduos, que desempenham *papéis* com um certo grau de autonomia. As *responsabilidades* são exercidas através da execução de *atividades*. Para tanto, os indivíduos fazem uso de *recursos*. Por exemplo, um indivíduo pode desempenhar o papel de *filtrador de informação* com a responsabilidade de executar atividades que permitam *satisfazer as necessidades de informação em longo prazo dos usuários* da organização. Outro indivíduo pode desempenhar o papel de *recuperador de informação* com a responsabilidade de executar atividades, que permitam *satisfazer as necessidades de informação pontuais dos usuários* da organização. Os *recursos* podem ser, por exemplo, *elementos de informação recuperados* (Figura 44).

Para a realização das *atividades*, os indivíduos necessitam *interagir* com outros indivíduos ou com *entidades externas* à organização. Por exemplo, para a realização da atividade *enviar resultados*, o *papel recuperador de informação* necessita *interagir* com o *papel interfaceador* (Figura 45).

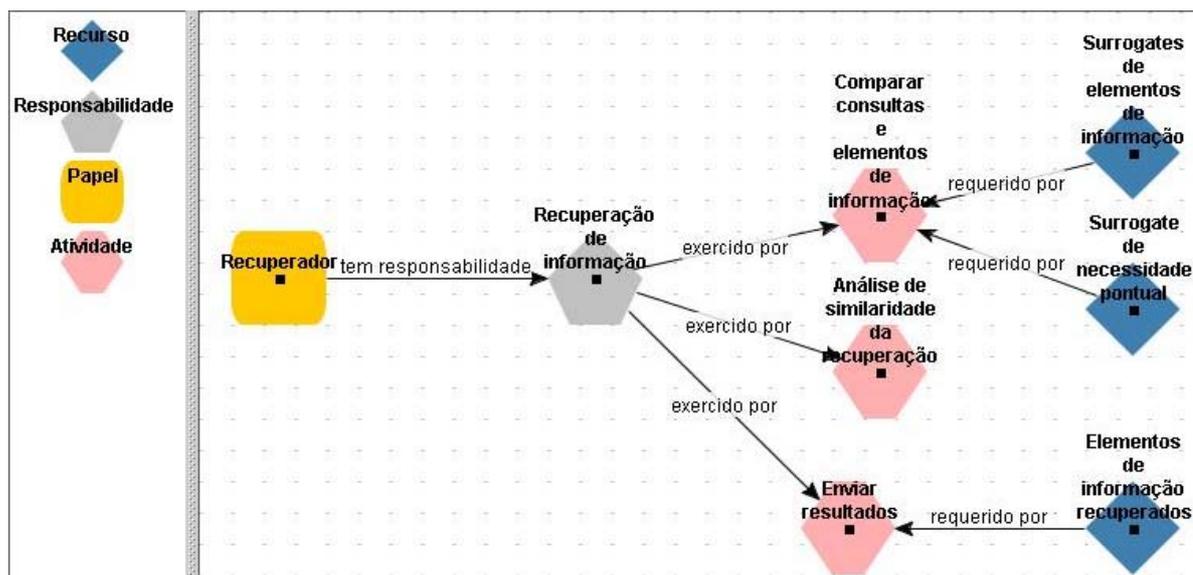


Figura 44: Exemplo do Modelo de Papel do Recuperador

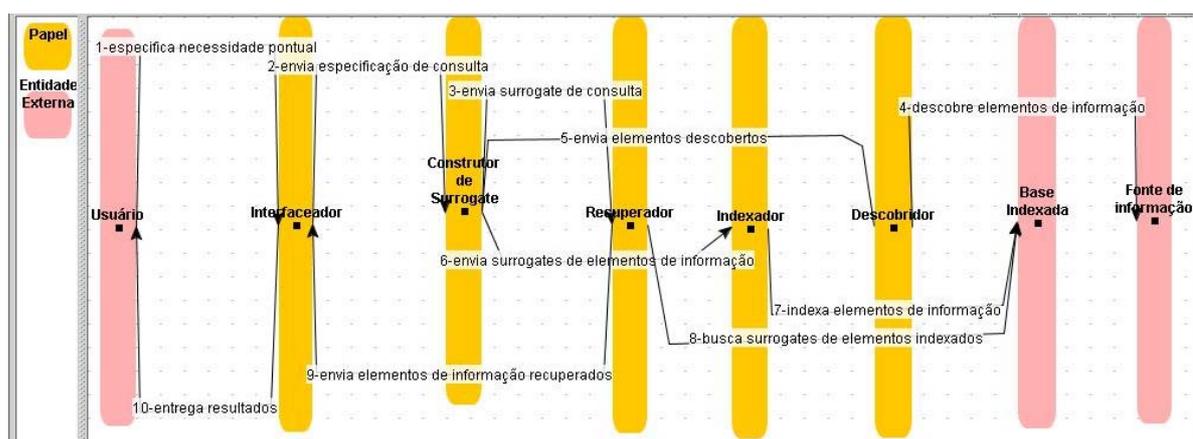


Figura 45: Exemplo do Modelo de Interações para a Recuperação e Filtragem de Informação

De acordo com estas definições a modelagem de requisitos de sistemas multiagente é baseado na modelagem de objetivos, papéis e interações.

Na *modelagem de objetivos*, primeiro é identificado o *objetivo geral* do sistema, através do problema que o sistema se propõe a resolver. Em seguida, são identificados os *objetivos específicos* através da especialização ou refinamento do *objetivo geral*. Por último, são identificadas as *responsabilidades* associadas a cada *objetivo específico*. O produto desta atividade é o *modelo de objetivos* composto dos *objetivos gerais, específicos* e das *responsabilidades* do sistema.

Na *modelagem de papéis*, primeiro é feita uma identificação das *atividades* considerando as *responsabilidades* identificadas na *modelagem de*

objetivos. Para cada responsabilidade é identificado um conjunto de *atividades*. É identificado um *nome* para o *papel*, que decorre da *responsabilidade* que lhe é atribuída. Em seguida, são identificados os *recursos*, que cada papel usa para a realização de suas *atividades*. O produto desta atividade é o *modelo de papéis* composto dos *papéis* do sistema com suas respectivas *responsabilidades*, *atividades* e *recursos*.

Na *modelagem de interações*, primeiro é feita a identificação das *interações* entre papéis para o exercício de suas *atividades*. Durante a identificação das *interações* é feita também a identificação das *entidades externas*. O produto desta atividade é o *modelo de interações* que especifica as *interações* entre *papéis* e *entidades externas*.

5.2.1.3 Modelagem de Usuários

O conhecimento da modelagem de usuários é baseado nas técnicas analisadas no capítulo 4, que indicam como fazer a aquisição, a representação e a manutenção de informações sobre os usuários [37] [50].

Na modelagem de usuários, primeiro é feita a aquisição das informações dos usuários utilizando alguma técnica de aquisição. Após a aplicação da técnica é feita a representação das informações dos usuários em um modelo de usuários. Quando necessário é feita a manutenção das informações sobre os usuários contidas no modelo de usuários.

Por exemplo, no domínio jurídico, o usuário *advogado criminalista* tem as seguintes preferências: *conhecimento legal criminal* e *conhecimento constitucional*; tem como *objetivo manter seu conhecimento legal atualizado* e as seguintes *habilidades cognitivas*: *capacidade de argumentação*, *discernimento para interpretar as normas*, *expressão escrita*, *expressão oral* e *prudência para apreciar os fatos* (Figura 46).

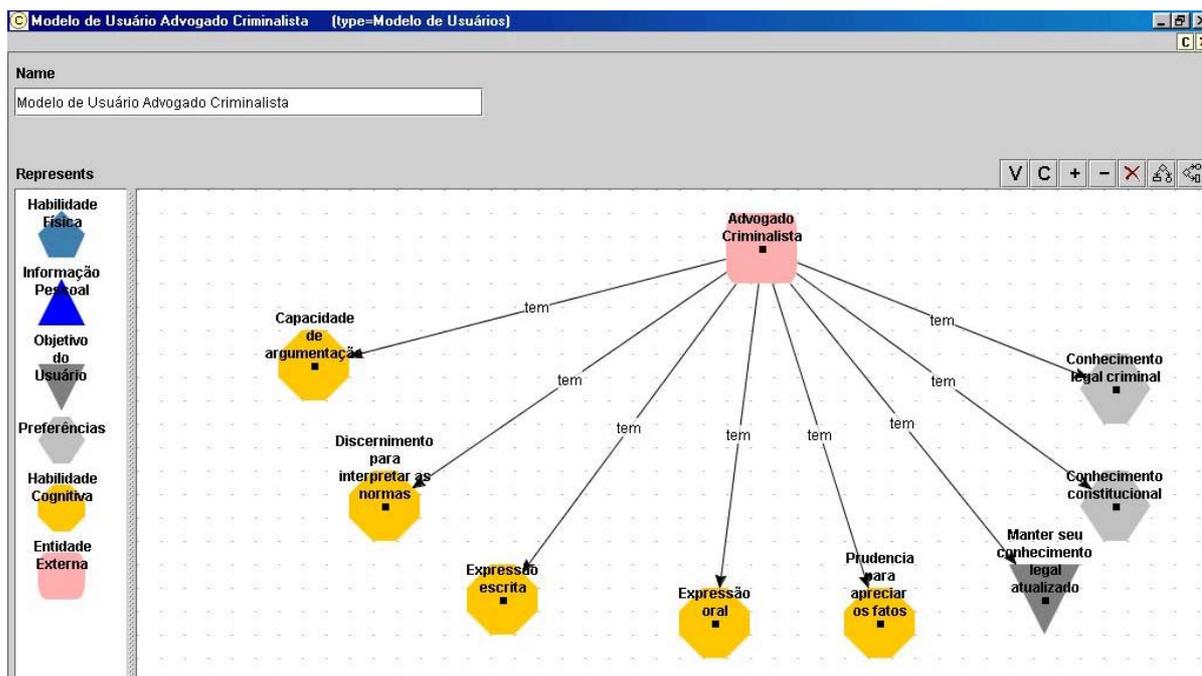


Figura 46: Exemplo do Modelo de Usuário do Advogado Criminalista da Área Jurídica

5.2.2 Definição de Ontologia

Nesta fase o conhecimento das técnicas da análise de requisitos, da análise de domínio e da modelagem de usuários é representado em uma rede semântica (Figura 47, Figura 48 e Figura 49).

A Figura 47 mostra a parte da rede semântica representando os conceitos da modelagem de domínio e usuários, seus relacionamentos e atributos: *objetivo*, *responsabilidade*, *atividade*, *conceito do domínio*, *relacionamento* entre *conceitos do domínio*, *recurso*, *interação* que ocorre entre um *papel* e uma *entidade externa* ou entre *papéis*, *usuário*, *habilidade*, *preferência* e *informação pessoal*. Um *objetivo* pode ser do tipo *geral*, *específico* ou *particular* de cada usuário ou grupo de usuários. O alcance dos *objetivos específicos* conduz ao alcance do *objetivo geral* do sistema. Os *objetivos específicos* são alcançados através do exercício da *responsabilidade* do *papel*. Uma *responsabilidade* é exercida através da execução de *atividades*. Os *papéis* usam *recursos* para a execução de suas *atividades*. Uma *interação* tem origem e destino, que podem ser *papéis* ou *entidades externas*. *Usuário* é um tipo de *entidade externa*, que tem *objetivo particular*, *habilidade cognitiva*, *habilidade física*, *preferência* e *informação pessoal*. A *habilidade* é classificada em *habilidade física* e *habilidade cognitiva*. *Habilidade*, *preferência*,

recurso e entidade externa são tipos de *conceito do domínio*. A *informação pessoal* compreende *endereço, idade, sexo, ocupação, língua materna e grau de instrução*. As *técnicas de aquisição* são classificadas em *implícitas e explícitas*. Uma *técnica de aquisição implícita* é baseada nas *técnicas de aprendizagem de máquina*. Uma *técnica de aquisição explícita* usa *questionário*, que define em *estereótipo* para classificar o *usuário*.

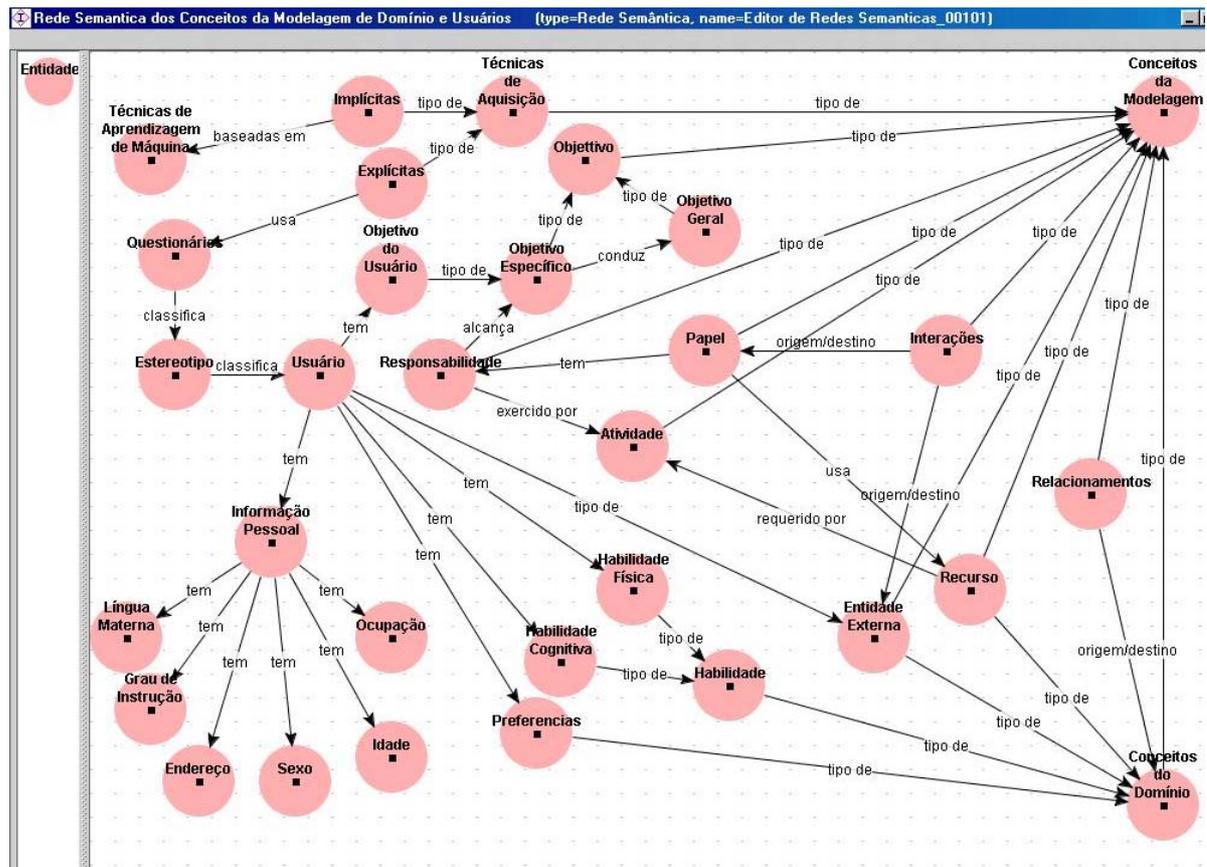


Figura 47: Rede Semântica dos Conceitos da Modelagem de Domínio e Usuários da ONTODUM

A Figura 48 mostra a parte da rede semântica representando as tarefas e os produtos da modelagem de domínio. A *modelagem de domínio* constrói o *modelo de domínio* composto dos *modelos de conceitos, de objetivos, de papéis e de interações*, que são construídos através das subtarefas de *modelagem de conceitos, de objetivos, de papéis e de interações* respectivamente. A *modelagem de conceitos* constrói um *modelo de conceitos* representando os *conceitos do domínio* e os *relacionamentos* existentes entre eles. A *modelagem de objetivos* constrói um *modelo de objetivos* representando os *objetivos gerais e específicos* e as *responsabilidades* que devem ser exercidas para atingi-los. A *modelagem de papéis*

constrói um *modelo de papel* representando os *papéis* do sistema. A *modelagem de interações* constrói um *modelo de interações* representando os *papéis*, as *entidades externas* e as *interações* existentes entre eles. O produto da *modelagem do domínio* é o *modelo de domínio*.

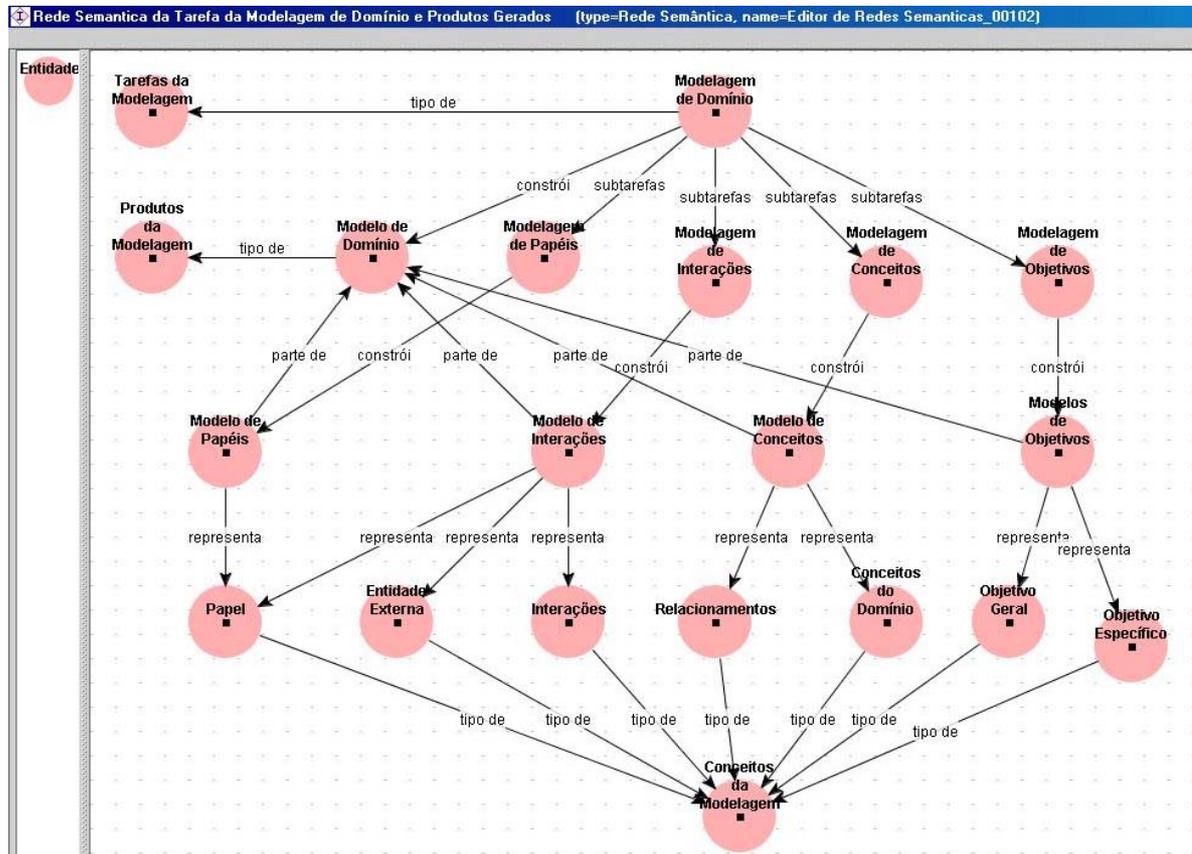


Figura 48: Rede Semântica das Tarefas e Produtos da Modelagem de Domínio da ONTODUM

A Figura 49 mostra a parte da rede semântica representando as tarefas e os produtos da modelagem de usuários. A *modelagem de usuários* constrói o *modelo de usuários*, através das subtarefas *aquisição do modelo de usuário*, *representação do modelo de usuário* e *manutenção do modelo de usuário*. A *aquisição do modelo de usuário* usa *técnicas de aquisição*. As *técnicas de aquisição* são classificadas em *técnicas de aquisição explícitas* e *técnicas de aquisição implícitas*. As *técnicas de aquisição explícitas* usam *questionários*, que definem *estereótipos* e classificam os *usuários*. As *técnicas de aquisição implícitas* são baseadas em *técnicas de aprendizagem de máquina*. O *modelo de usuário* é o produto gerado, que modela um *usuário*, um tipo de *entidade externa*. *Entidade externa* é um tipo de *conceito do domínio*. O *modelo de usuário* representa o *usuário*

- slots: que descrevem propriedades de classes e instâncias;
- facetas: que descrevem propriedades de slots e permitem a especificação de restrições (constraints) nos valores dos slots;

Nesta fase os conceitos e relacionamentos da rede semântica são mapeados a ONTODUM. Os nós são mapeados para meta-classes. Os nós relacionados por um link do tipo “a kind of” são mapeados em uma hierarquia de subclasses e superclasses. Outros links são mapeados para slots das correspondentes meta-classes. Cada slot é associado com facetas apropriadas como tipo e cardinalidade.

Na Figura 50 é mostrada a meta-classe *objetivo* da ONTODUM, que possui as subclasses *objetivo geral*, *objetivo específico* e *objetivo do usuário*.

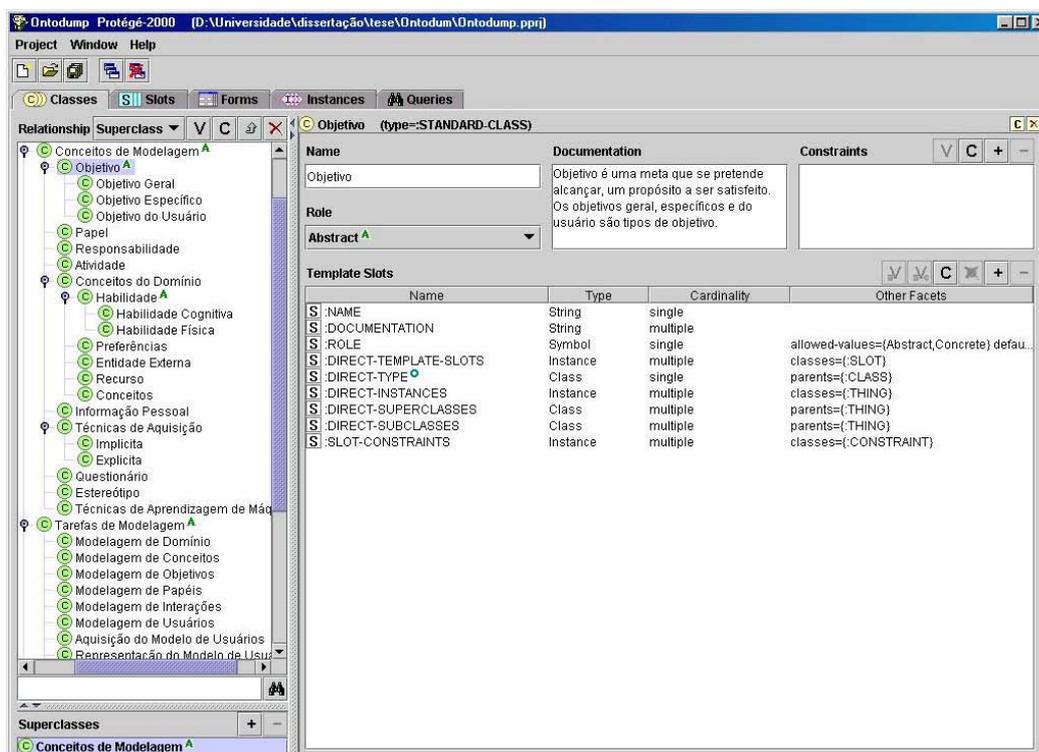


Figura 50: Hierarquia de meta-classes da ONTODUM e a meta-classe Objetivo

Na Figura 51 é mostrada a meta-classe *papel* da ONTODUM, que possui os slots *tem responsabilidade* e *usa recursos* do tipo instância da meta-classe *responsabilidade* e *recurso*, respectivamente.

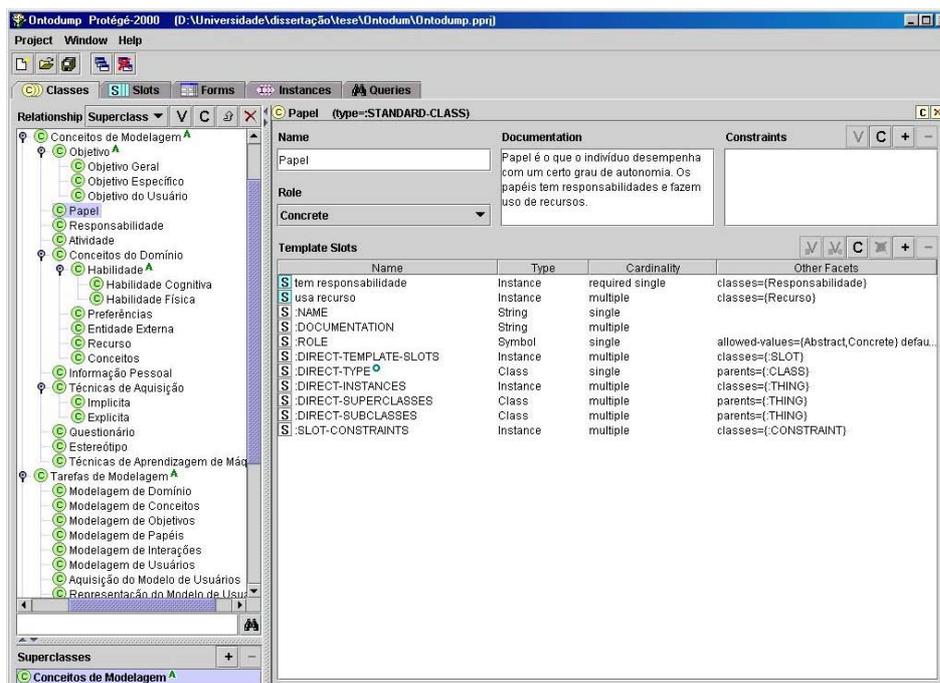


Figura 51: Hierarquia de meta-classes da ONTODUM e a meta-classe Papel

Na Figura 52 é mostrada a meta-classe *informação pessoal* da ONTODUM, que tem os slots *idade*, *endereço*, *grau de instrução*, *língua*, *ocupação* e *SEXO*.

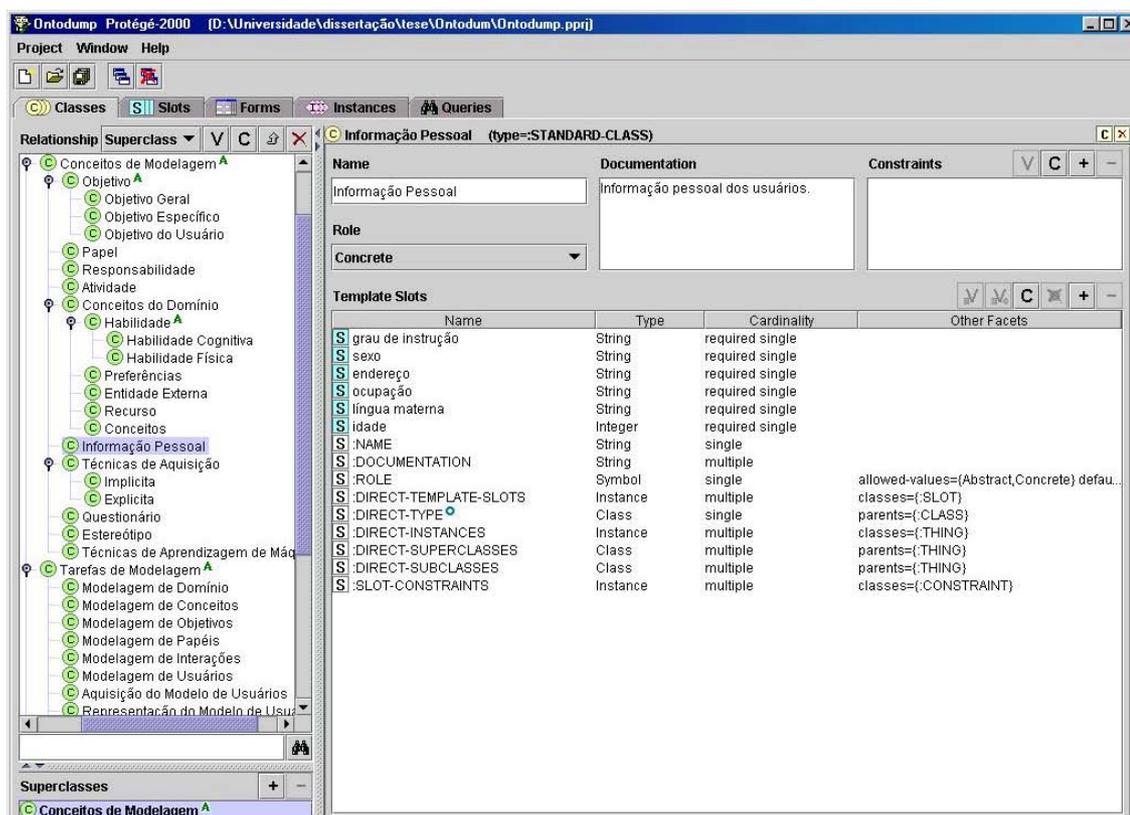


Figura 52: Hierarquia de meta-classes da ONTODUM e a meta-classe Informação Pessoal

5.3 A Técnica GRAMO

A técnica GRAMO [18] (Figura 53) define as atividades a serem realizadas na construção de modelos de domínio e usuários. A construção de modelos de domínio é feita através da instanciação da ONTODUM com o conhecimento de um dado domínio de problema. A construção de modelos de usuários é feita através da instanciação da ONTODUM com o conhecimento sobre os usuários finais do sistema.



Figura 53: Os insumos e os produtos da GRAMO

A técnica GRAMO consiste de duas fases: modelagem de domínio e modelagem de usuários (Tabela 5).

TÉCNICA	Fases	Atividades		Produtos
	GRAMO	Modelagem de Domínio	Modelagem de Conceitos	Modelagem de Objetivos
Modelagem de Papéis				
Modelagem de Interações				
Modelagem de Usuários		Aquisição		Modelo de Usuários
		Representação		
		Manutenção		

Tabela 5: Fases, atividades e produtos da técnica GRAMO

A fase de modelagem de domínio consiste das seguintes atividades: modelagem de conceitos, modelagem de objetivos, modelagem de papéis e modelagem de interações, que geram os produtos modelo de conceitos, modelo de objetivos, modelo de papéis e modelo de interações. O produto desta fase é o modelo de domínio composto do modelo de conceitos, de objetivos, de papéis e de interações.

A modelagem de conceitos é feita paralelamente as modelagens de objetivos, papéis e interações. Na modelagem de conceitos são identificados conceitos e relacionamentos do domínio, que são representados no modelo de conceitos. Na modelagem de objetivos são identificados o objetivo geral, os objetivos específicos e as responsabilidades, que são representados no modelo de objetivos. Na modelagem de papéis são identificados os papéis e seus respectivos atributos, que são representados no modelo de papéis. Na modelagem de interações são identificadas as interações que ocorrem entre papéis ou entre papéis e entidades externas, que são representados no modelo de interações.

A fase de modelagem de usuários consiste das seguintes atividades: aquisição, representação e manutenção das informações dos usuários. O produto desta fase é o modelo de usuários.

Na aquisição das informações dos usuários são identificadas as informações dos usuários. Na representação das informações dos usuários é feita a construção do modelo de usuários a partir das informações coletadas na atividade de aquisição das informações dos usuários. Na manutenção das informações dos usuários é feita a aquisição das informações dos usuários e atualização do modelo de usuários.

Os capítulos 6 e 7 ilustram respectivamente, a aplicação da técnica GRAMO na construção de um modelo de domínio e usuários para o acesso à informação na área jurídica e de um modelo de domínio e usuários da área turística.

5.3.1 Modelagem de Domínio

A construção do modelo de domínio é feita através da instanciação da meta-classe *Modelagem de Domínio* (Figura 54), que cria a classe *Modelo de Domínio*, contendo a especificação dos conceitos e tarefas do domínio. A fase modelagem de domínio consiste das seguintes atividades: *modelagem de conceitos*, *modelagem de objetivos*, *modelagem de papéis* e *modelagem de interações*, que geram os produtos *modelo de conceitos*, *modelo de objetivos*, *modelo de papéis* e *modelo de interações*. O *modelo de domínio* (Figura 63) é composto do *modelo de conceitos*, do *modelo de objetivos*, do *modelo de papéis* e do *modelo de interações*.

5.3.1.1 Modelagem de Conceitos

A construção do modelo de conceitos é feita através da instanciação da meta-classe *Modelagem de Conceitos* (Figura 55), que cria a classe *Modelo de Conceitos*, contendo os *conceitos* e seus *relacionamentos*. Primeiramente são identificados conceitos e relacionamentos óbvios através de uma análise das fontes de informação relevantes no domínio como: livros, revistas, artigos, relatórios, especialistas do domínio e aplicações existentes. Posteriormente serão acrescentados conceitos do domínio identificados no decorrer das modelagens de objetivos, de papéis e de interações que se seguem.

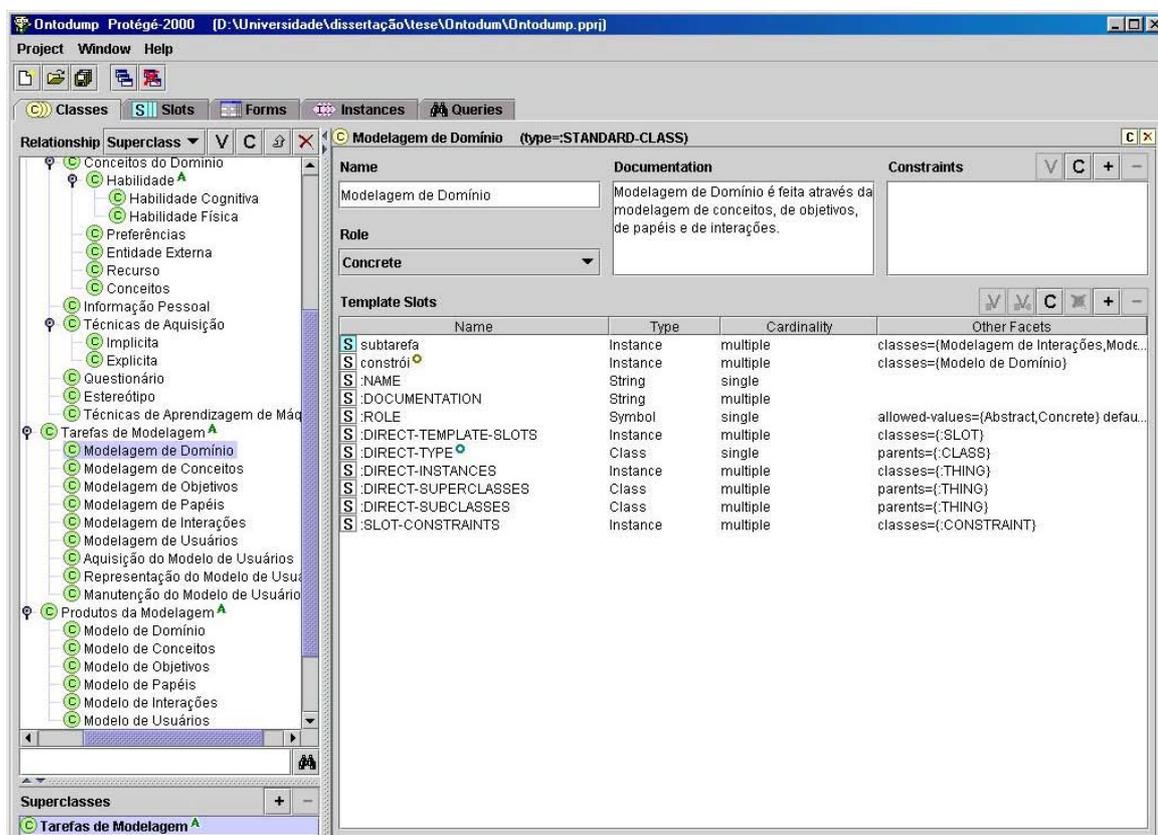


Figura 54: Meta-classe Modelagem de Domínio

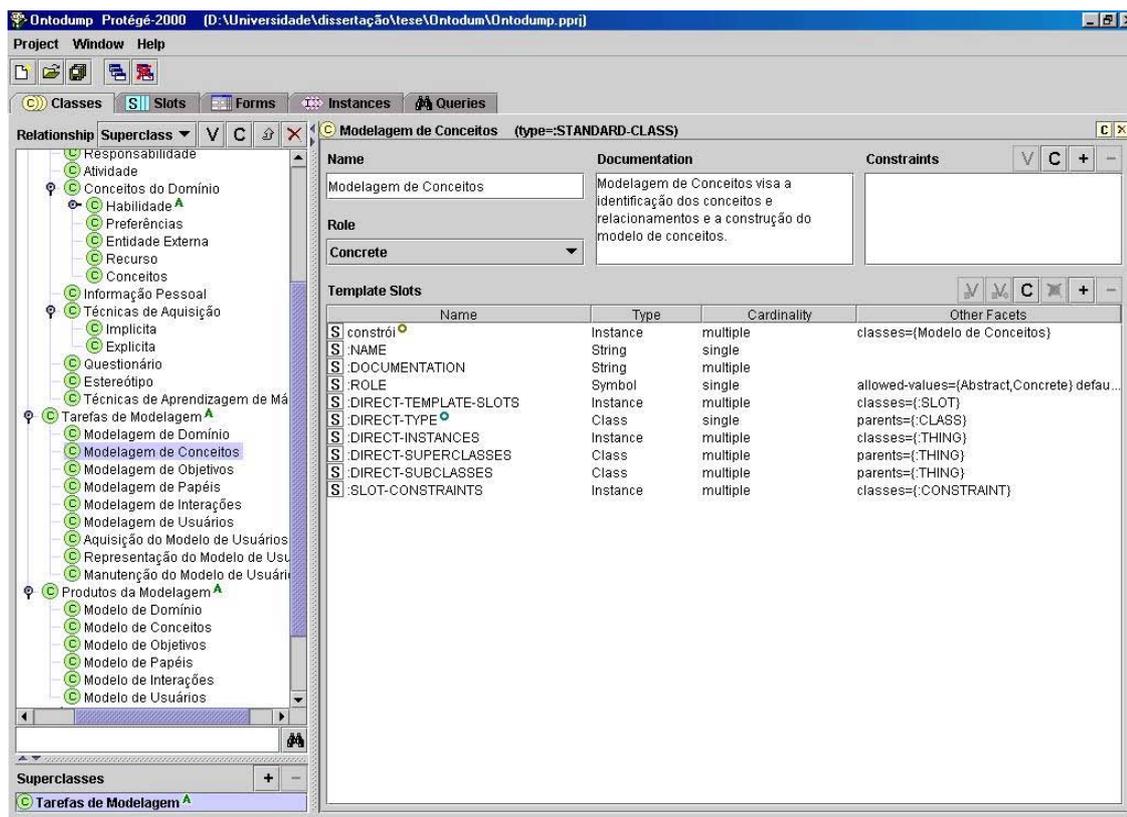


Figura 55: Meta-classe Modelagem de Conceitos

Por exemplo, alguns conceitos a serem modelados em aplicações para o acesso à informação não estruturada (recuperação e filtragem) são [59]:

- **Necessidade de informação:** é uma carência de informação por parte de um ou mais usuários. A necessidade de informação pode ser pontual, ou seja, uma necessidade a ser satisfeita imediatamente, ou em longo prazo, isto é, uma necessidade que se prolongue por um certo tempo.
- **Fonte de informação:** é um repositório de elementos de informação. As fontes de informação podem ser estruturadas ou não estruturadas, podem ainda ser dinâmicas ou estáticas.
- **Elemento de informação:** é um item que contém informação. Os elementos de informação podem ser dos seguintes tipos: vídeo, som, imagem, documentos textuais e hipermídia.

A Figura 56 mostra o exemplo do modelo de conceitos do acesso à informação não estruturada. A Figura 71 e a Figura 89 dos estudos de caso dos capítulos 6 e 7 mostram exemplos mais detalhados de construção de modelo de conceitos.

5.3.1.2 Modelagem de Objetivos

A construção do modelo de objetivos é feita através da instanciação da meta-classe *Modelagem de Objetivos* (Figura 57), que cria a classe *Modelo de Objetivos*, contendo os *objetivos gerais e específicos* e as *responsabilidades*. O *objetivo geral* é identificado através do problema que o sistema se propõe a resolver. Os *objetivos específicos* são identificados através do refinamento ou especialização do *objetivo geral*. As *responsabilidades* são identificadas a partir dos *objetivos específicos*, ou seja, as *responsabilidades* levam ao cumprimento dos *objetivos específicos*.

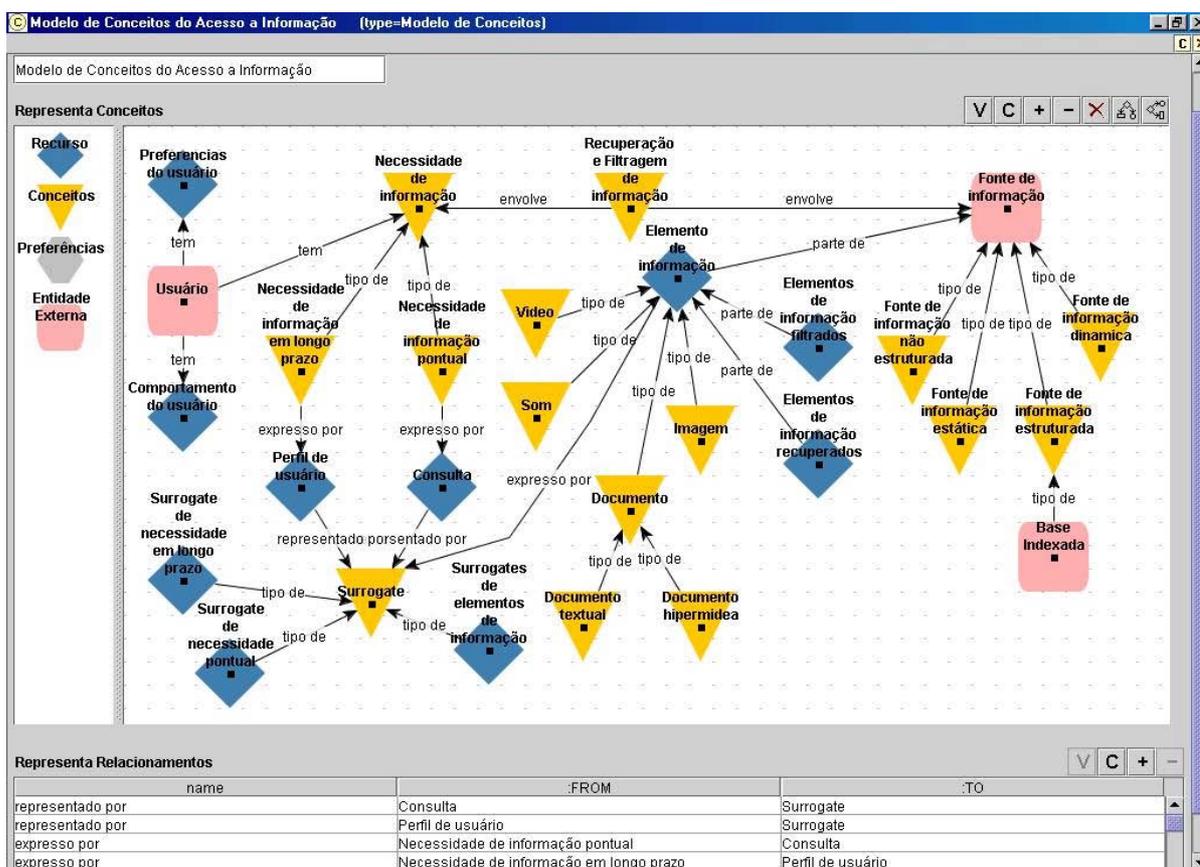


Figura 56: Exemplo do Modelo de Conceitos do Acesso à Informação

Por exemplo, o problema atual dos sistemas para o acesso à informação é *satisfazer de forma eficiente e eficaz as necessidades de informação dos usuários do sistema*. Esse problema sugere o objetivo geral do sistema. Este objetivo geral pode ser refinado nos objetivos específicos *satisfazer as necessidades de informação em longo prazo dos usuários e satisfazer as necessidades de informação pontuais dos usuários*. O cumprimento do objetivo específico *satisfazer as necessidades de informação em longo prazo dos usuários* requer o exercício de algumas responsabilidades, entre elas *a modelagem de usuário, a filtragem de informação, o monitoramento de fontes de informação, a construção de surrogate e o interfaceamento com o usuário*. O cumprimento do objetivo específico *satisfazer as necessidades de informação pontuais dos usuários* requer o exercício de algumas responsabilidades, entre elas *o interfaceamento com o usuário, a construção de surrogate, a recuperação de informação, a indexação e o descobrimento de novos elementos de informação*.

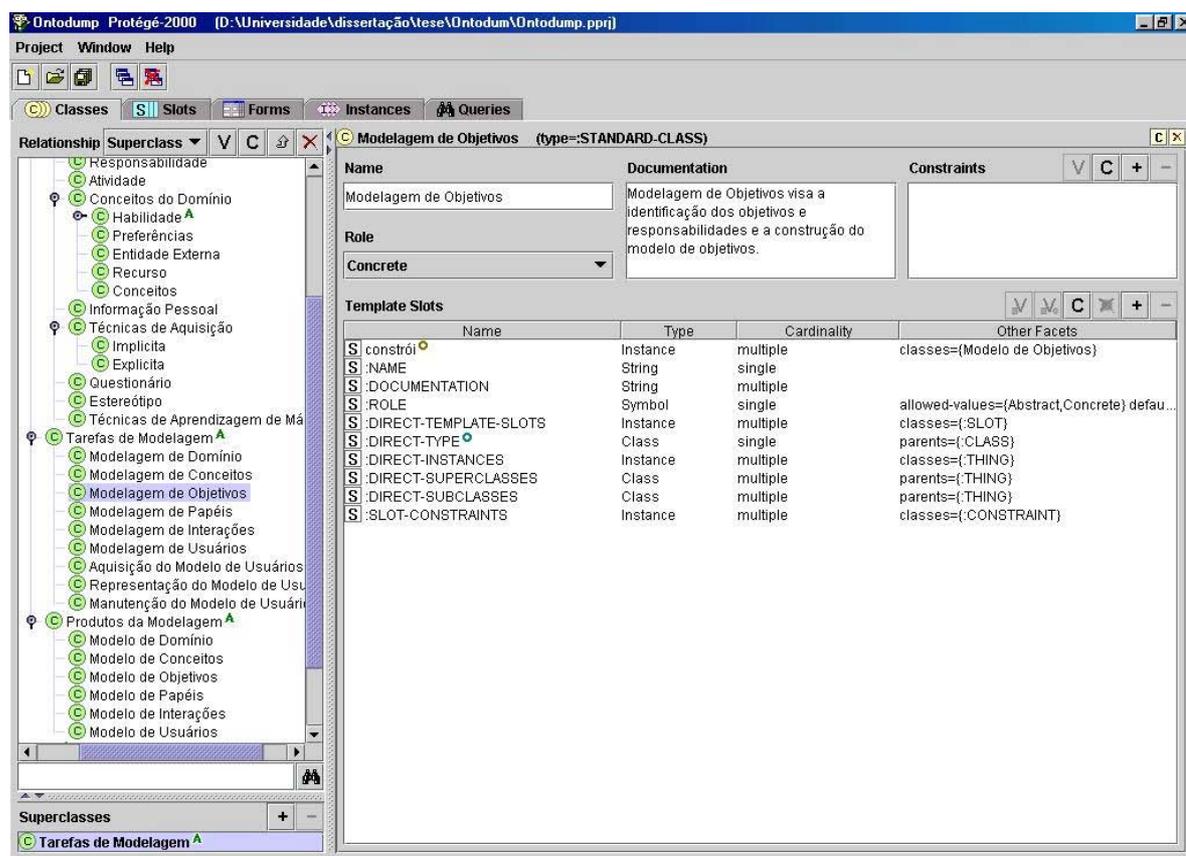


Figura 57: Meta-classe Modelagem de Objetivos

A Figura 58 mostra o exemplo do modelo de objetivos para o acesso à informação não estruturada. A Figura 72 e a Figura 90 dos estudos de caso dos capítulos 6 e 7 mostram exemplos mais detalhados de construção de modelo de objetivos.

5.3.1.3 Modelagem de Papéis

A construção do modelo de papéis é feita através da instanciação da meta-classe *Modelagem de Papéis* (Figura 59), que cria a classe *Modelo de Papéis*, contendo *papéis*, *responsabilidades*, *atividades* e *recursos*. Cada *papel* é identificado a partir das *responsabilidades* especificadas no *modelo de objetivos*. As *atividades* de cada papel também surgem da sua *responsabilidade*. Ou seja, deve ser identificado um conjunto de *atividades* que o papel deverá realizar para cumprir sua responsabilidade. Os *recursos* são conceitos do domínio identificados a partir das *atividades*, isto é, são requeridos pelas *atividades*, para que essas possam ser executadas. Todos os recursos identificados serão acrescentados no modelo de conceitos. São criados dois tipos de modelos de papéis: um modelo de papel geral, que contém todos os papéis do sistema com seus respectivos atributos e modelos de papel específicos, que contêm a especificação de cada papel com seus respectivos atributos.

Por exemplo, a responsabilidade *recuperação de informação*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação, sugere o papel *recuperador*. Para que o papel *recuperador* cumpra com a sua responsabilidade de *recuperação de informação* são identificadas as seguintes atividades: *comparar consulta e elementos de informação*, *análise de similaridade da recuperação* e *enviar resultados*. Para a realização das atividades *comparar consulta e elementos de informação* e *enviar resultados*, o papel *recuperador* faz uso dos seguintes recursos: *surrogates de elementos de informação*, *surrogate de necessidade pontual* e *elementos de informação recuperados* respectivamente.

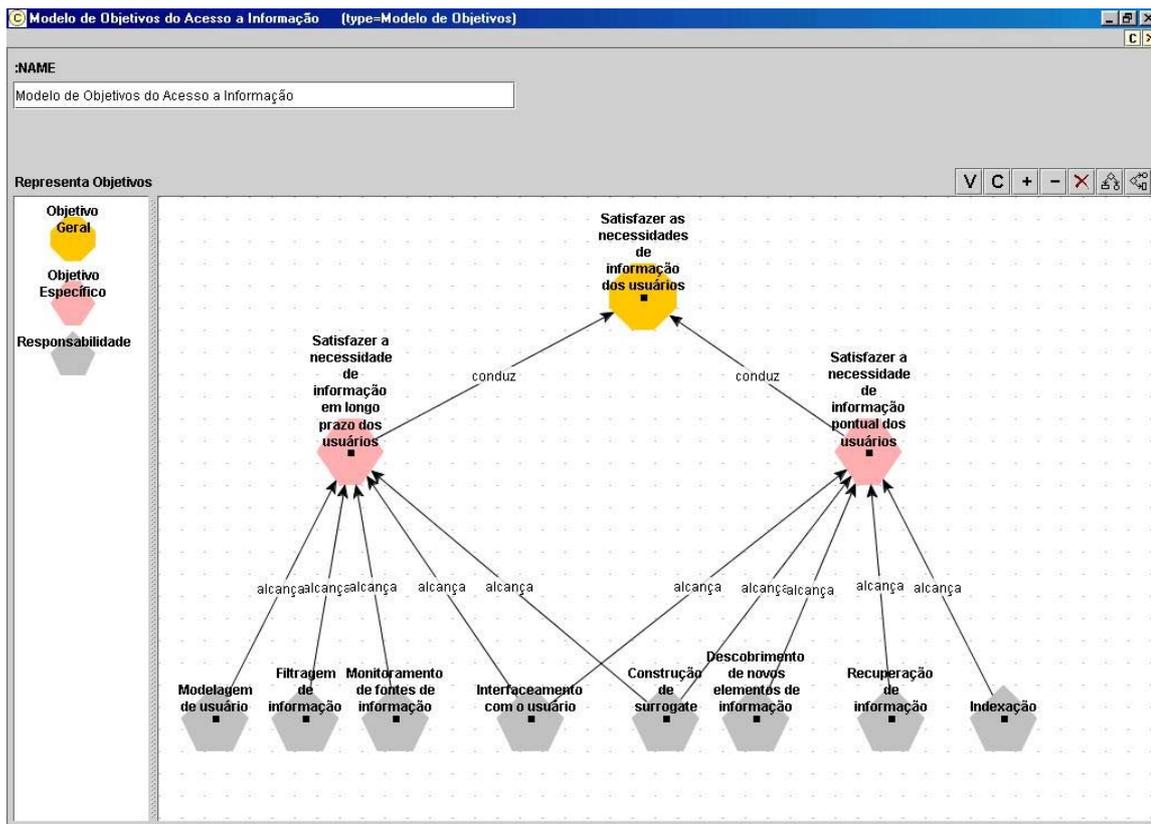


Figura 58: Exemplo do Modelo de Objetivos para o Acesso à Informação

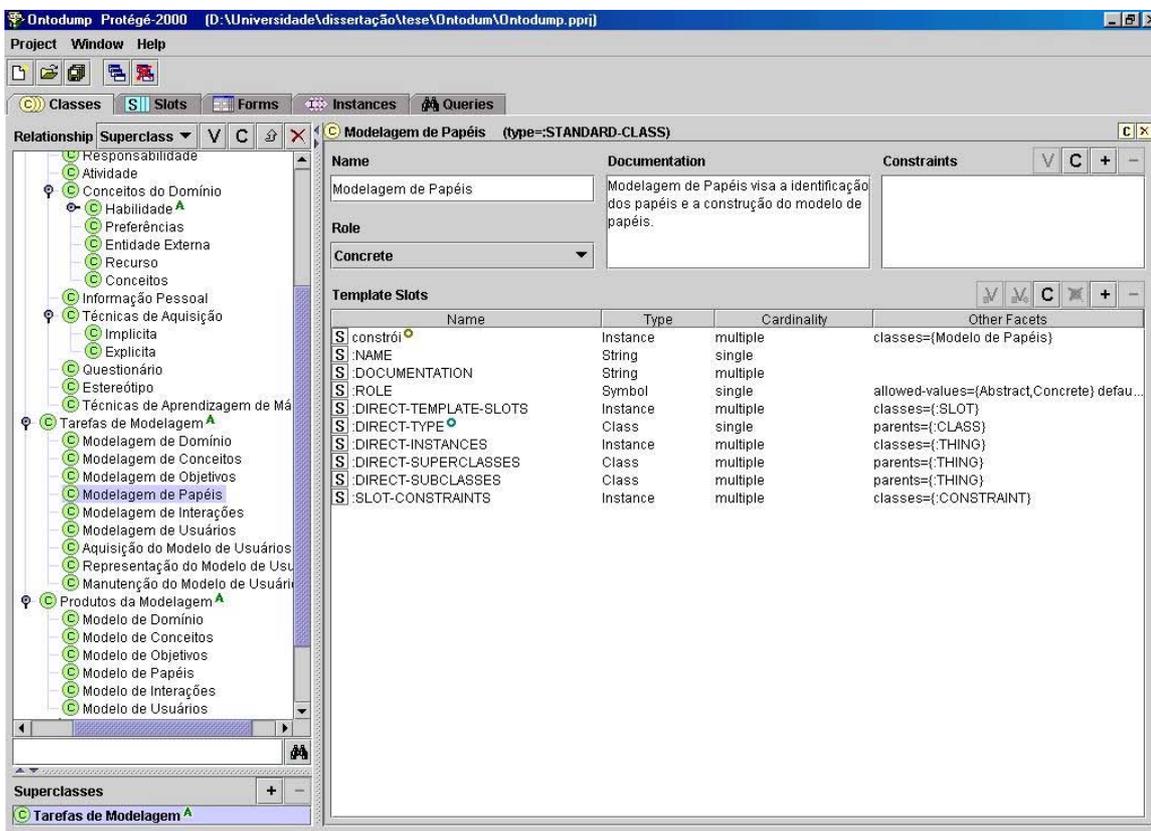


Figura 59: Meta-classe Modelagem de Papéis

A Figura 60 mostra um exemplo do modelo de papel específico do recuperador. Os recursos *surrogate de elementos de informação*, *surrogate de necessidade pontual* e *elementos de informação recuperados* foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 56). Os estudos de casos dos capítulos 6 e 7 mostram exemplos mais detalhados de construção de modelos de papel específicos. A Figura 81 e a Figura 96 dos estudos de casos dos capítulos 6 e 7 mostram exemplos mais detalhados de construção de um modelo de papel geral.

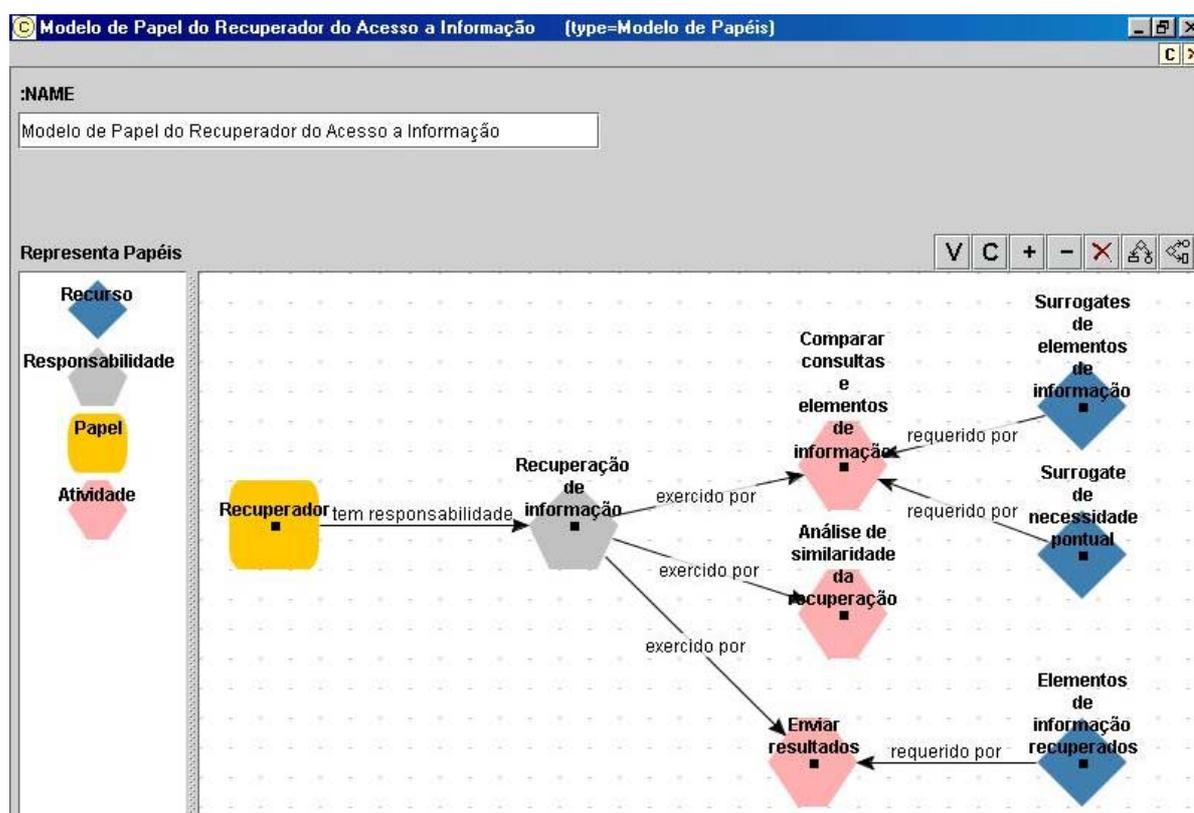


Figura 60: Exemplo do Modelo de Papel Específico do Recuperador do Acesso à Informação

5.3.1.4 Modelagem de Interações

A construção do modelo de interações é feita através da instanciação da meta-classe *Modelagem de Interações* (Figura 61), que cria a classe *Modelo de Interações*, contendo *papéis*, *interações* e *entidades externas*. Um *modelo de interações* representa as *interações* entre papéis ou entre papéis e entidades externas envolvidas no alcance de um *objetivo específico*. As *interações* e as *entidades externas* são identificadas a partir das atividades que os *papéis* realizam no cumprimento de suas responsabilidades. É construído um *modelo de interações* para cada *objetivo específico* especificado no *modelo de objetivos*. Todas as

entidades externas identificadas são acrescentadas no modelo de conceitos. Algumas interações podem dar origem a novos conceitos do domínio. Esses conceitos, uma vez identificados, também serão acrescentados no modelo de conceitos.

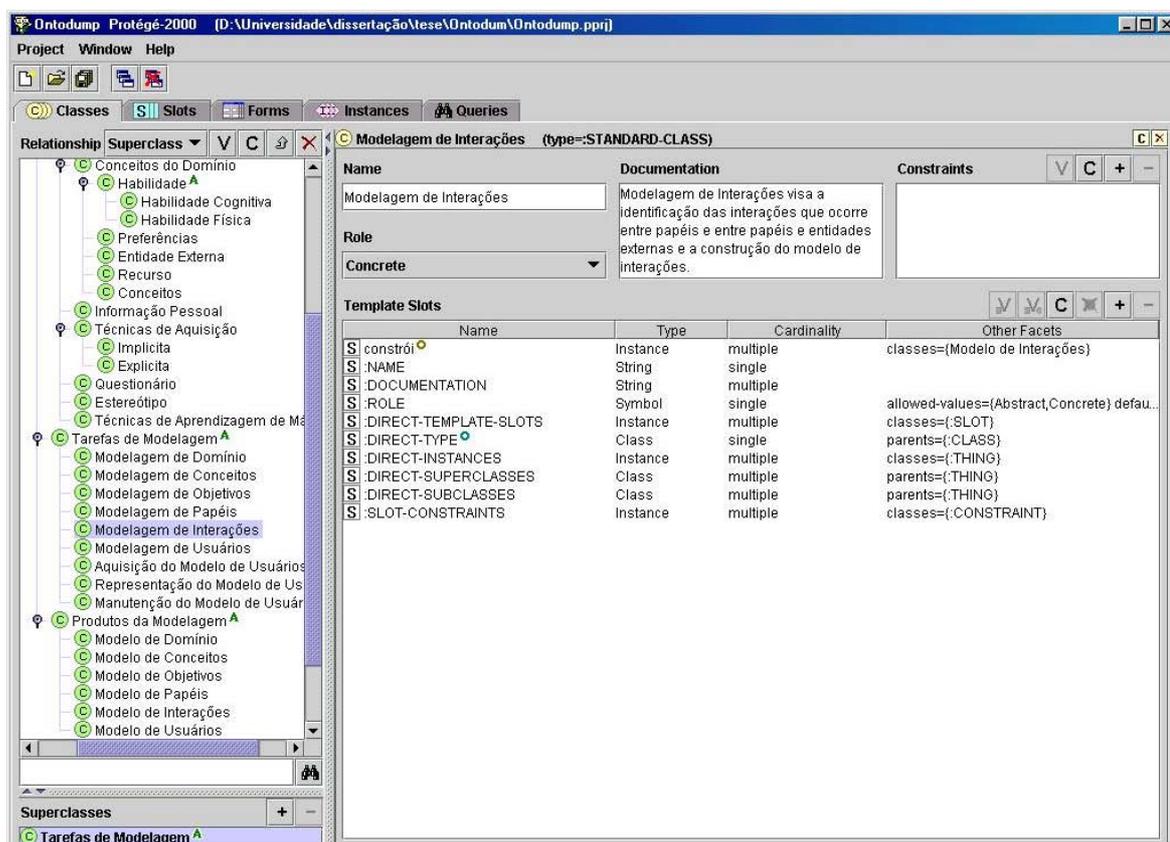


Figura 61: Meta-classe Modelagem de Interações

Por exemplo, para o alcance do objetivo específico *satisfazer a necessidade de informação pontual dos usuários* foram identificados os seguintes papéis: *indexador*, *recuperador*, *construtor de surrogate*, *descobridor* e *interfaceador*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 62. As entidades externas: *fonte de informações*, *usuário* e *base indexada* foram acrescentadas no modelo de conceitos (Figura 56).

Os estudos de casos dos capítulos 6 e 7 mostram exemplos mais detalhados de construção de modelos de interações.

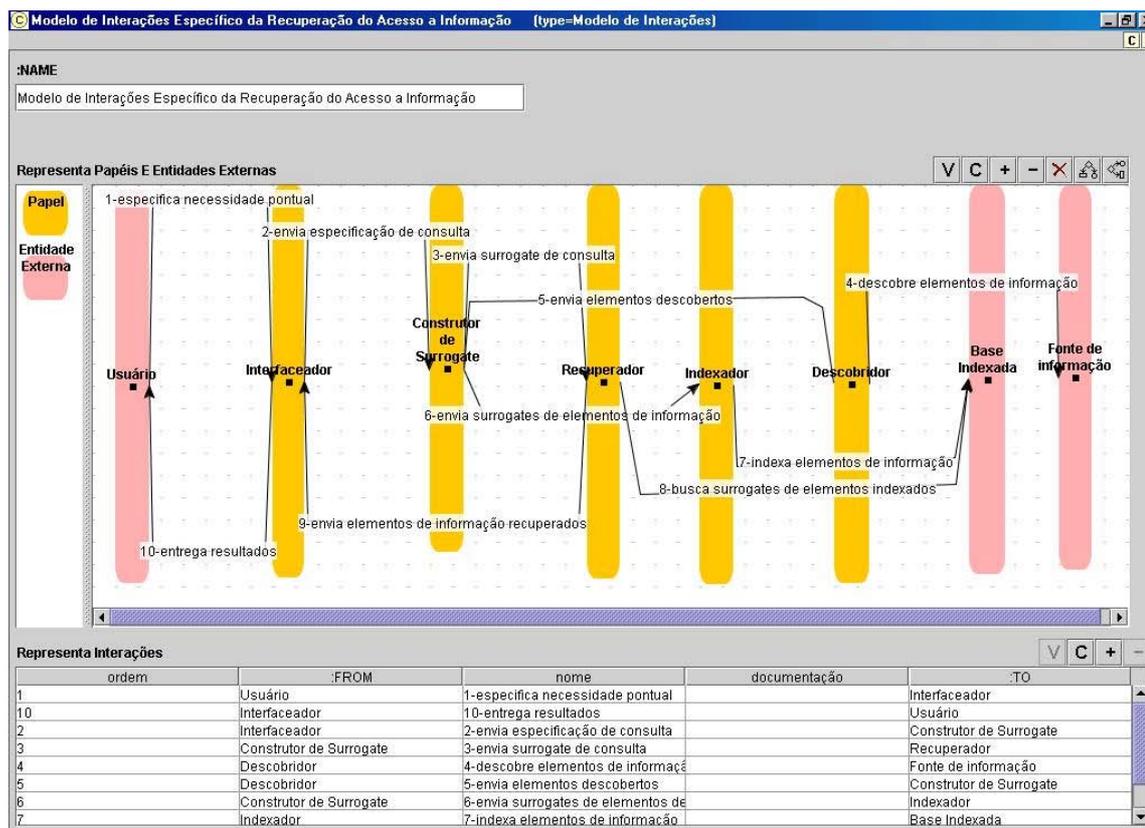


Figura 62: Exemplo do Modelo de Interações para o objetivo específico da Recuperação

A Figura 63 mostra o modelo de domínio do acesso à informação que é composto de modelos de conceitos, de objetivos, de papéis e de interações.

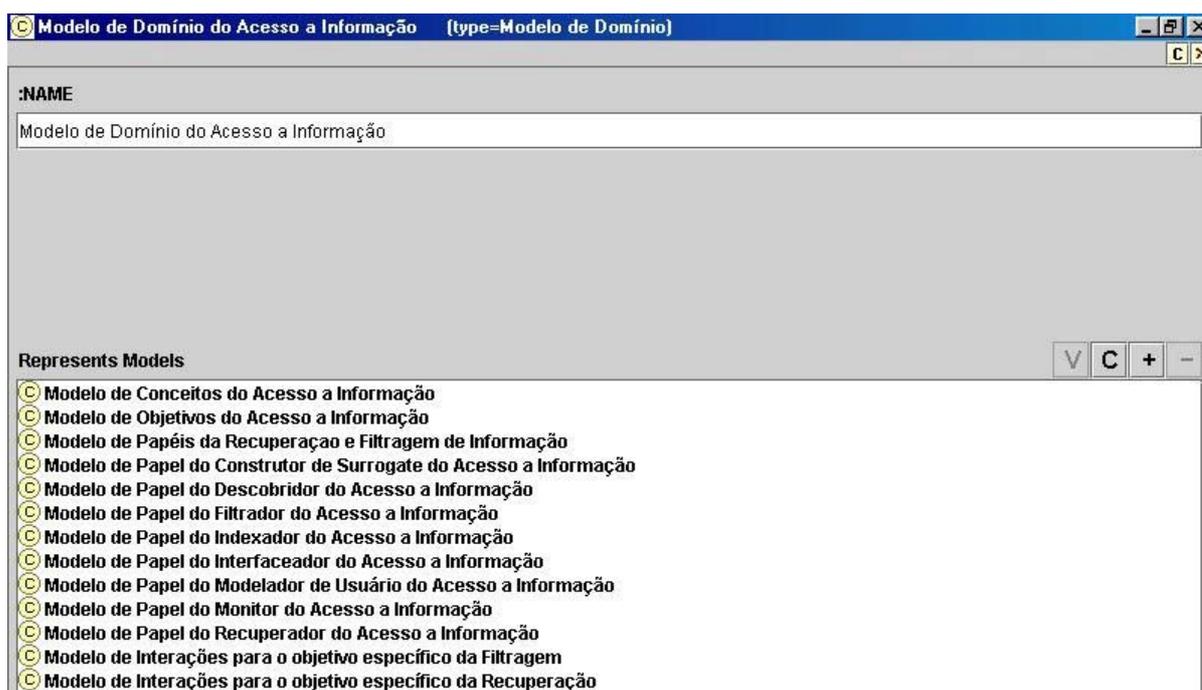


Figura 63: Exemplo do Modelo de Domínio do Acesso à Informação

5.3.2 Modelagem de Usuário

A construção do modelo de usuário é feita através da instanciação da meta-classe *Modelagem de Usuário* (Figura 64), que cria a classe *Modelo de Usuário*, contendo a especificação dos perfis dos usuários do domínio. A fase modelagem de usuário consiste das seguintes atividades: *aquisição*, *representação* e *manutenção das informações dos usuários*, que gera o produto *modelo de usuários*.

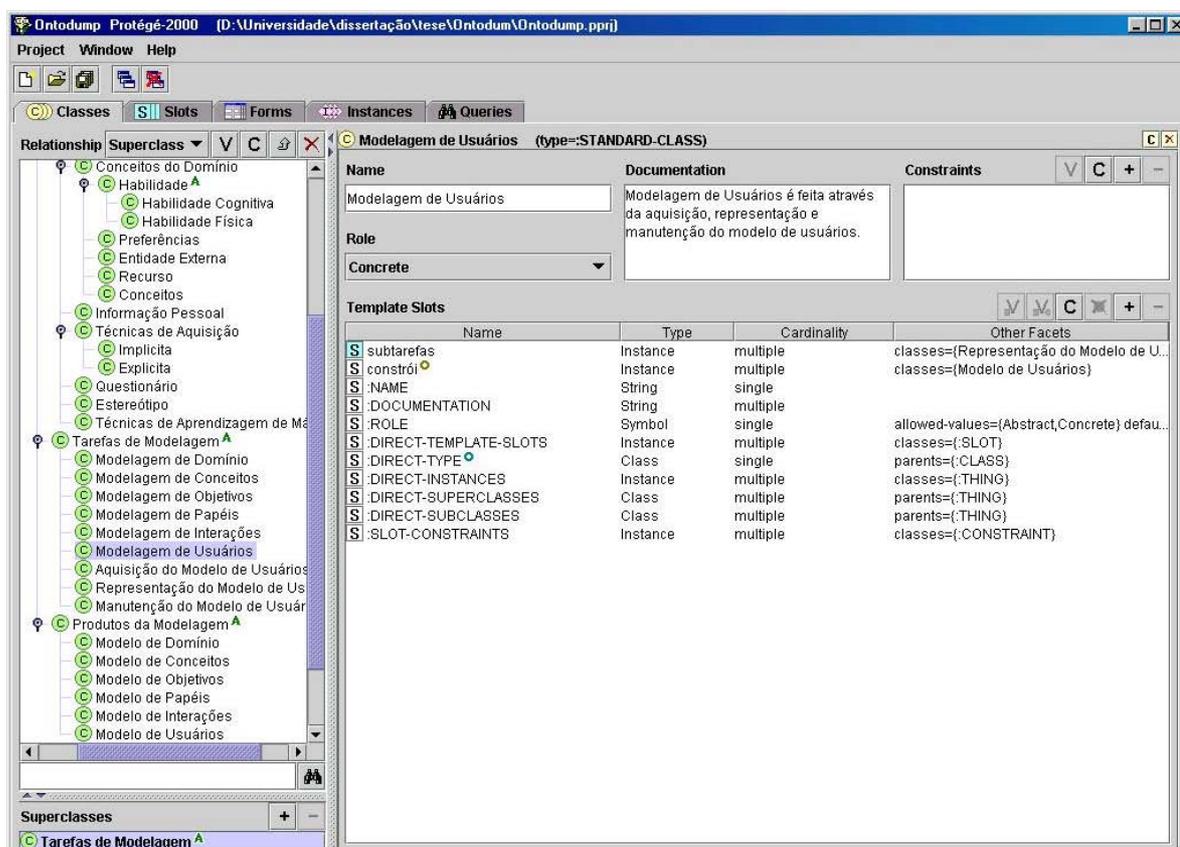


Figura 64: Meta-classe Modelagem de Usuário

5.3.2.1 Aquisição das informações dos usuários

A aquisição das informações dos usuários é feita através da instanciação da meta-classe *Aquisição do Modelo de Usuários* (Figura 65), que utiliza a meta-classe *Técnicas de Aquisição*. É aplicada uma técnica de aquisição, que pode ser explícita ou implícita, para o recolhimento das seguintes informações dos usuários: *informação pessoal*, *habilidade cognitiva*, *habilidade física*, *preferência* e *objetivo do usuário*. Todas as preferências identificadas serão acrescentadas no modelo de conceitos.

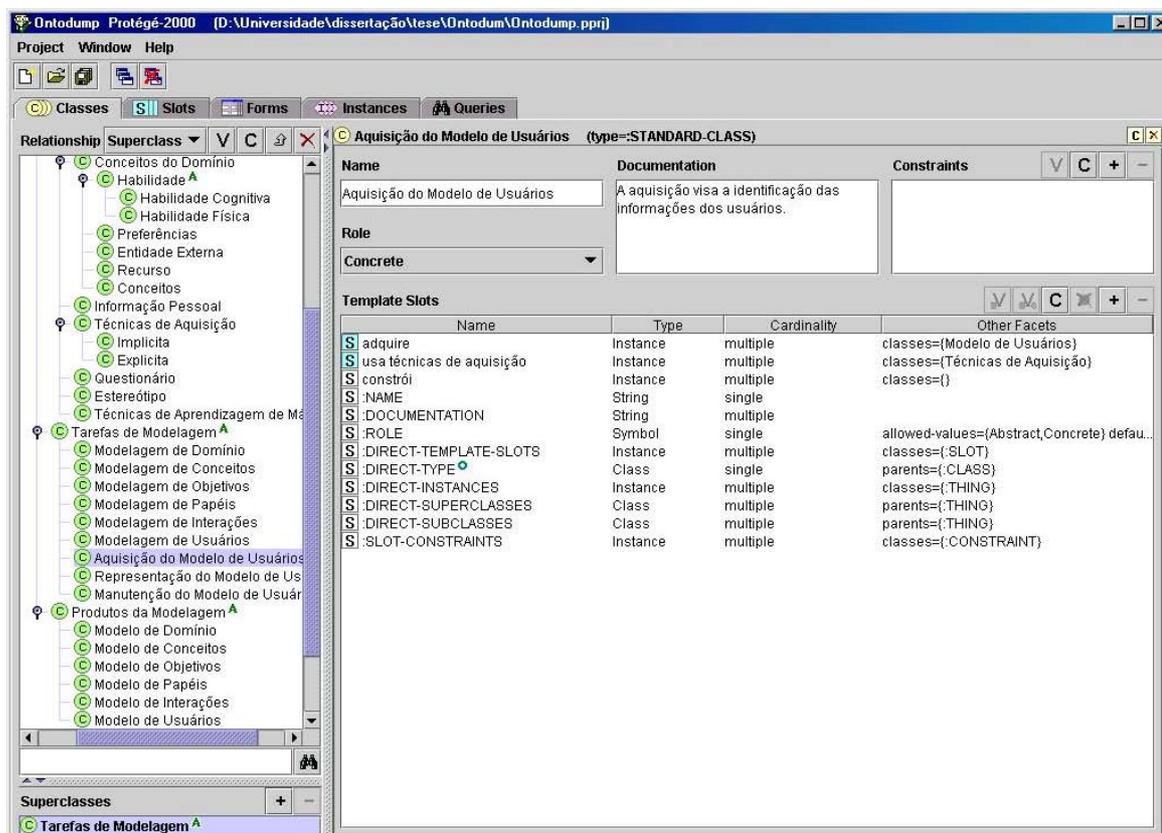


Figura 65: Meta-classe Aquisição do Modelo de Usuários

Por exemplo, foram aplicados questionários, que é uma técnica de aquisição explícita, que classificou o usuário do domínio jurídico em advogado criminalista e foram recolhidas as seguintes informações sobre o usuário: *informação pessoal; preferências por conhecimento legal criminal e conhecimento constitucional; o objetivo de manter seu conhecimento legal atualizado e habilidades cognitivas: expressão oral, expressão escrita, capacidade de argumentação, discernimento para interpretar as normas e prudência para apreciar os fatos.*

5.3.2.2 Representação das informações dos usuários

A representação das informações dos usuários é feita através da instanciação da meta-classe *Representação do Modelo de Usuários* (Figura 66), que cria a classe *Modelo de Usuários*. O modelo de usuários é construído de acordo com as informações adquiridas na atividade de aquisição das informações dos usuários. São criados dois tipos de modelos de usuários: um modelo de usuários geral, que contém todos os usuários do sistema com suas informações respectivas e um

modelo de usuários específico, que contém a especificação de um único usuário com suas informações respectivas.

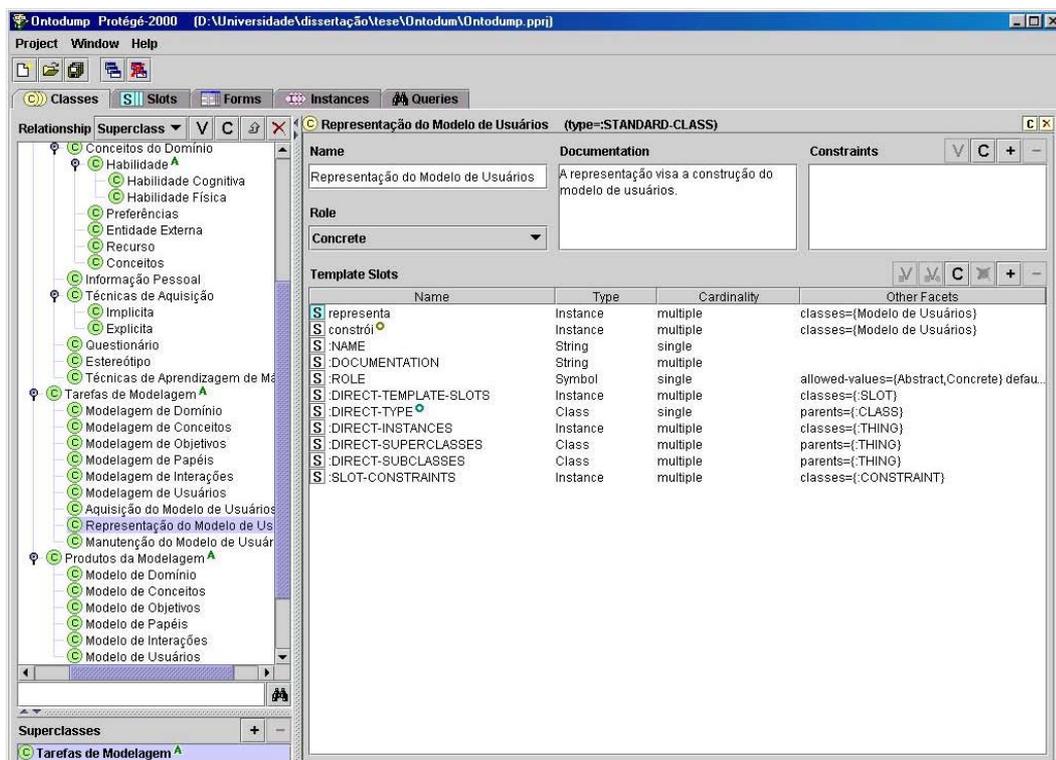


Figura 66: Meta-classe Representação do Modelo de Usuários

Por exemplo, as informações adquiridas do usuário do domínio jurídico advogado criminalista são representadas no modelo de usuários como mostra a Figura 67.

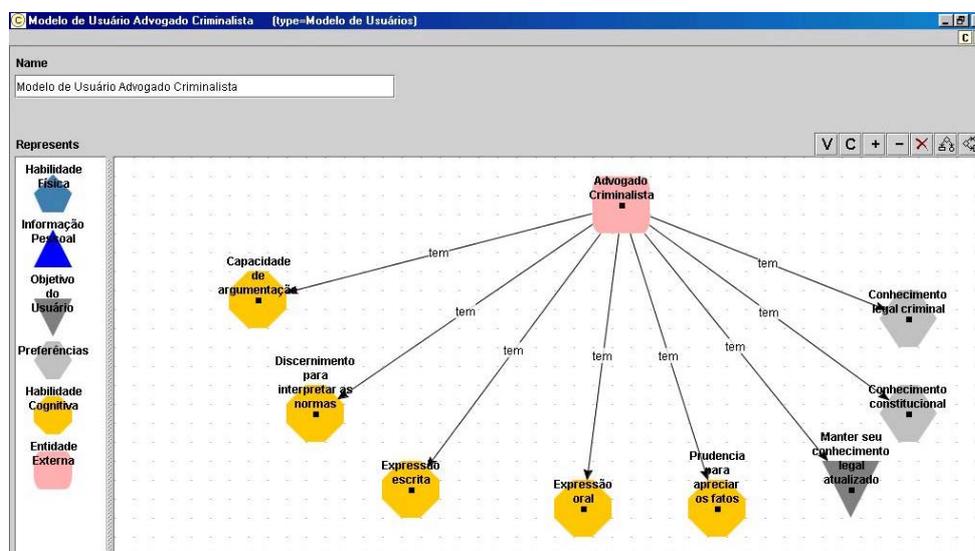


Figura 67: Exemplo do Modelo de Usuários do Advogado Criminalista da Área Jurídica

5.3.2.3 Manutenção das informações dos usuários

A manutenção das informações dos usuários é feita através da instanciação da meta-classe *Manutenção do Modelo de Usuários* (Figura 68), que utiliza a meta-classe *Técnicas de Aquisição*. É aplicada uma técnica de aquisição, que pode ser explícita ou implícita, para o recolhimento das seguintes informações dos usuários: *informação pessoal, habilidade cognitiva, habilidade física, preferência e objetivo do usuário*. Após o recolhimento das informações dos usuários é feita a atualização do modelo de usuários com as novas informações adquiridas.

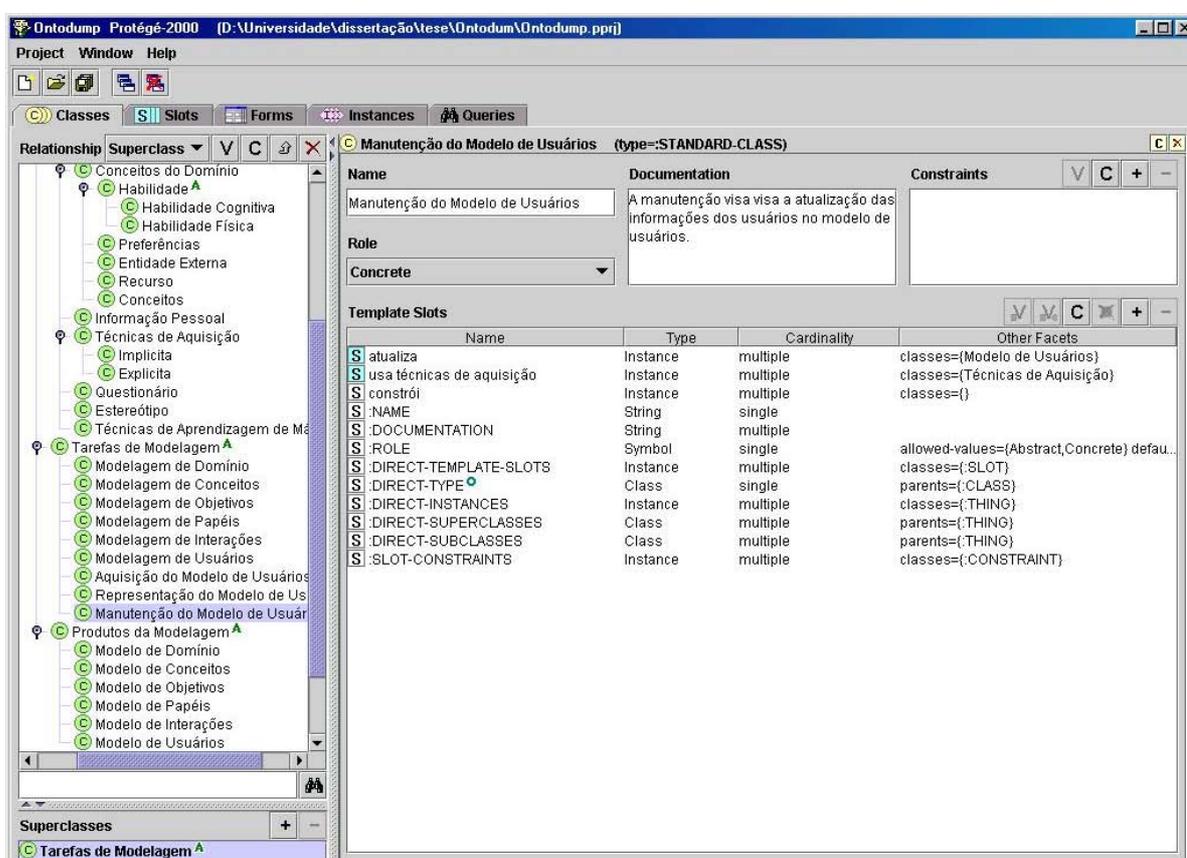


Figura 68: Meta-classe Manutenção do Modelo de Usuários

5.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentada a técnica GRAMO baseada em ontologias para a Análise de Domínio e Usuários na Engenharia de Domínio Multiagente. Ela define as atividades para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias. A técnica propõe uma nova abordagem de desenvolvimento de software para o reuso utilizando a ONTODUM.

A ONTODUM é uma ontologia genérica, que guia o processo da aplicação da técnica GRAMO e representa o conhecimento das técnicas de análise de requisitos, análise de domínio e modelagem de usuários, para a captura e especificação de requisitos genéricos de uma família de aplicações segundo o paradigma computacional de agentes.

A técnica GRAMO torna-se uma técnica completa, pois aborda além do conhecimento da técnica de análise de requisitos, a técnica de análise de domínio e a modelagem de usuários para o desenvolvimento de software baseada em agentes. A GRAMO promove o reuso, através do uso de ontologias e facilita a construção de sistemas complexos, através dos agentes, gerando sistemas de qualidade, baixo custo e com rapidez no seu desenvolvimento.

O próximo capítulo apresenta um estudo de caso para a avaliação da técnica GRAMO.

6. ESTUDO DE CASO I: ESPECIFICAÇÃO DE UM MODELO DE DOMÍNIO E USUÁRIOS PARA O ACESSO À INFORMAÇÃO NA ÁREA JURÍDICA

6.1 Introdução

O estudo de caso apresentado neste capítulo tem o objetivo de avaliar a técnica proposta, através da construção do modelo de domínio e usuários para o acesso à informação na área jurídica, que representa o conhecimento dos conceitos do acesso à informação e da área jurídica, das tarefas do acesso à informação a serem realizadas na área jurídica e o perfil dos usuários da área jurídica.

O modelo de domínio e usuários para o acesso à informação na área jurídica é o produto obtido da instanciação da ONTODUM, através da aplicação da técnica GRAMO, com a finalidade de ser reutilizado em aplicações específicas do domínio jurídico, provendo os usuários e profissionais da área jurídica de sistemas computacionais para a recuperação, filtragem e descoberta de informação de interesse.

As próximas subseções apresentam a área jurídica (seção 6.2), a área do acesso à informação (seção 6.3), o subproblema de acesso à informação na área jurídica (seção 6.4) e o processo de construção do modelo de domínio e usuários para o acesso à informação na área jurídica (seção 6.5).

6.2 Área Jurídica

Tomou-se como base para essa conceitualização acerca do direito os ensinamentos doutrinários do eminente jurista brasileiro Miguel Reale em sua Teoria Tridimensional do Direito [57]. Outras fontes de inspiração para o levantamento de conhecimentos jurídicos foram a *Ontologia Funcional do Direito* – LFU [68], a *Ontologia Legal Baseada em Frames* – FBO [36] [70] e a ONTOJUS [42] [43].

É importante destacar que a preocupação aqui foi, longe de oferecer um modelo completo e acabado da área jurídica, o que se pode afirmar seguramente como inviável, tão somente reunir os conceitos jurídicos necessários para o desenvolvimento dos trabalhos de Engenharia de Software no domínio do acesso à

informação jurídica e descrevê-los em termos formais como é exigido. Assim, justifica-se o caráter limitado e pouco convencional dessa abordagem do Direito [43].

Miguel Reale [57] afirma sobre o direito que “onde quer que haja um fenômeno jurídico, há, sempre e necessariamente, um *fato* subjacente; um *valor*, que confere determinada significação a esse fato, inclinando e determinando a ação dos homens no sentido de atingir ou preservar certa finalidade ou objetivo; e, finalmente, uma *regra* ou *norma*, que representa a relação ou medida que integra um daqueles elementos ao outro, o fato ao valor”. Tal aspecto revela mais que uma simples adição mecânica de elementos, já que eles nem existem separados um dos outros, coexistindo numa unidade concreta.

Dessa forma, mereceram destaque, em um primeiro plano, os conceitos de:

- Fato: constitui a base sobre a qual incide uma valoração, estabelecendo-se um vínculo de significação jurídica e originando novas regras de direito. Um fato, quando previsto como antecedente lógico de uma regra de conduta, aponta um comportamento que deve ser realizado, sendo este último também um fato, porém, concreto, e não apenas hipotético como o primeiro [57];
- Valor: é o aspecto axiológico do direito, incidindo sobre elementos do mundo fático para lhes conferir significado jurídico, orientando a aplicação das normas e determinando que conduta será adotada como consequência da incidência de uma norma [57];
- Norma: divide-se em duas grandes espécies: os princípios, que são enunciados lógicos admitidos como condição de validade para um dado sistema de conhecimento, e as regras, que são asserções sobre formas *de organização* ou *de conduta*. As regras de conduta, por sua vez, são proposições hipotéticas que prevêem fatos, ligam-nos a condutas e prescrevem sanções. Já as regras de organização suportam as de conduta, assumindo em relação a elas funções *de reconhecimento*, *de modificação*, *de interpretação* ou *de julgamento* [57].

Como se percebe, alguns conceitos periféricos surgem a partir da definição daqueles que constituem o tripé sobre o qual se sustenta o direito. São eles:

- Fonte: é o local de onde se originam as normas jurídicas. Distinguem-se em *materiais* ou de produção e *formais* ou de cognição. As primeiras correspondem ao mundo fático que está sendo regulado pelas normas e que inspira o conteúdo destas. As outras representam os processos de exteriorização formal daquele conteúdo, podendo ser *imediatas*, como o caso das leis, ou *mediatas*, a exemplo dos costumes e dos princípios gerais do direito [35];
- Conduta: é comportamento legalmente indicado como consequência lógica de um fato hipoteticamente previsto e que sendo realizado evita a incidência de uma sanção [57];
- Sanção: é o meio através do qual se garante o cumprimento de uma regra, ou seja, corresponde a uma reação que deve ser tomada se uma regra de conduta é violada pela execução de um comportamento proibido ou pela inércia face a um obrigatório [57].

Subsidiariamente, porém não menos úteis, foram a Ontologia Funcional do Direito (LFU) de Valente [68] e Ontologia Legal Baseada em Frames (FBO) de Van Kralingen [36] e de Visser [70]. Ambas serviram para demonstrar, comparativamente, que conceitos deveriam realmente aparecer em uma descrição formal do Direito.

A LFU considera o sistema legal como um instrumento de mudança ou influência da sociedade, determinando os objetivos de uma sociedade. Sua função principal é reagir aos comportamentos sociais. Essa função principal é, então, decomposta em seis funções primitivas que, de acordo com o autor, correspondem a cada uma das categorias de conhecimento legal na ontologia [69]:

- normativo define padrões de comportamento social. Equivale ao conceito de *norma* na ontologia jurídica proposta;

- do mundo descreve o mundo que está sendo regulado. O conceito de *fonte* do direito equipara-se a esta categoria;
- de responsabilidade estende ou restringe as responsabilidades dos agentes por suas condutas, estabelecendo sanções. Corresponde às *regras de conduta*;
- reativo especifica que reação deve ser tomada quando um agente viola uma norma. Como se observa, equivale à *sanção* proposta;
- meta-legal tem as funções básicas de regular a dinâmica do sistema legal e oferecer mecanismos para solucionar conflitos entre normas. Equivale às *regras de organização*;
- criativo permite a criação de entidades legais previamente inexistentes. São também *regras de organização*.

Já na FBO, a abordagem ao Direito é feita sob duas perspectivas: uma conceitual, por Van Kralingen [36] em uma formal, por Visser [70]. No entanto, as diferenças são tão mínimas, além de uma ser complementar em relação à outra, que torna-se possível tratá-las como uma só. A principal distinção é feita entre a *ontologia legal* propriamente dita e a *ontologia específica de estatuto*. Aquela, em contraste com esta, é genérica, sendo a parte reutilizável da ontologia. Nela, o conhecimento legal é dividida em três entidades distinta cada uma definindo uma estrutura de *frames* que lista todos os seus atributos relevantes. São elas [69]:

- normas são regras gerais, padrões e princípios de comportamento que os sujeitos de direito devem obedecer. Correspondem ao conceito de *norma* sugerido;
- atos representam os aspectos dinâmicos que afetam o estado do mundo. Categoria equivalente àquele proposta como *fato*;
- descrições conceituais lidam com a significação dos conceitos. As descrições conceituais correspondem aos *valores*.

A Figura 69 mostra uma rede semântica representando os conceitos relevantes da área jurídica.

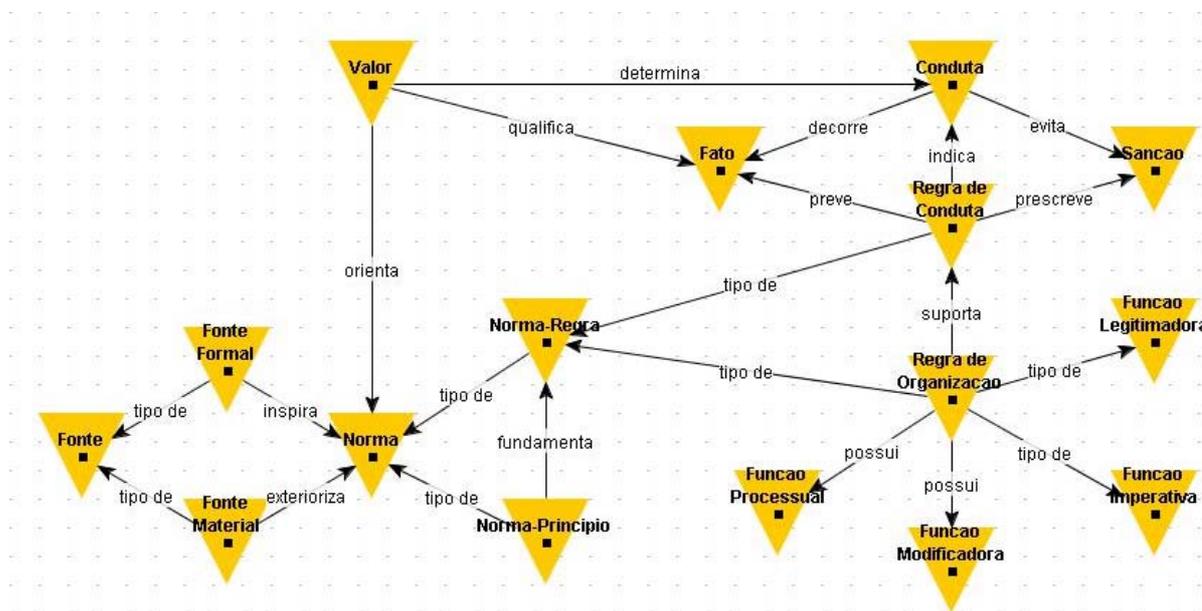


Figura 69: Rede Semântica da área Jurídica [43]

6.3 O problema do Acesso à Informação

O acesso à informação [59] visa prover mecanismos para que seja possível localizar e recuperar informações relevantes aos usuários da forma mais eficiente possível. Os principais conceitos e processos envolvidos no acesso à informação são descritos a seguir [30].

A princípio, tem-se uma necessidade de informação que deve ser expressa em uma consulta ou perfil de usuário. Uma consulta caracteriza uma necessidade de informação pontual. Um perfil de usuário caracteriza uma necessidade de informação em longo prazo.

Se a necessidade de informação for pontual, o sistema deve acessar uma base indexada e recuperar os elementos de informação relevantes após uma avaliação de similaridade. Se a necessidade de informação for em longo prazo, o sistema deve fazer a filtragem, que consiste em estar continuamente monitorando fontes de informação a procura de elementos de informação que possam ser relevantes a seus usuários representados através de modelos de usuário.

Alguns conceitos se destacam no âmbito do acesso à informação, sendo os principais:

- Necessidade de informação: é uma carência de informação por parte de um ou mais usuários. A necessidade de informação pode ser pontual, ou seja, uma necessidade a ser satisfeita imediatamente, ou em longo prazo, isto é, uma necessidade que se prolonga por um certo tempo.
- Elemento de informação: é um item que contém informação. Os elementos de informação podem ser dos seguintes tipos: documentos textuais e hipermídia, vídeo, som, imagem.
- Fonte de informação: é um repositório de elementos de informação. As fontes de informação podem ser estruturadas ou não estruturadas, podem ainda ser dinâmicas ou estáticas. Um exemplo de uma fonte de informação dinâmica e não estruturada é a Web.

Outros conceitos existentes no acesso à informação são:

- Modelo de usuário: é uma representação do usuário a partir do qual o sistema filtra elementos de informação que possam ser relevantes. O modelo de usuário pode ser capturado de forma implícita ou explícita.
- Consulta: é a representação da necessidade de informação do usuário expressa utilizando uma linguagem de especificação de consulta.
- Surrogate: é a forma como as consultas, os elementos de informação e os modelos de usuários são representados internamente no sistema.
- Filtragem: é a modalidade de acesso à informação utilizada no caso de uma necessidade de informação em longo prazo.
- Recuperação: é a modalidade de acesso à informação utilizada no caso de uma necessidade de informação pontual.

- Indexação: é o processo de criação de um índice invertido com os surrogates dos elementos de informação para agilizar o processo de *matching*.
- Matching: compara as representações internas dos itens de informação com a representação interna da consulta ou perfil do usuário e para selecionar uma lista de itens de informação que casam parcial ou totalmente com a consulta.
- Análise de Similaridade: executa uma medida de similaridade ou determina o valor de similaridade que avalia quando um item de informação satisfaz uma necessidade de informação.

A Figura 70 mostra uma rede semântica representando os conceitos relevantes do acesso à informação.

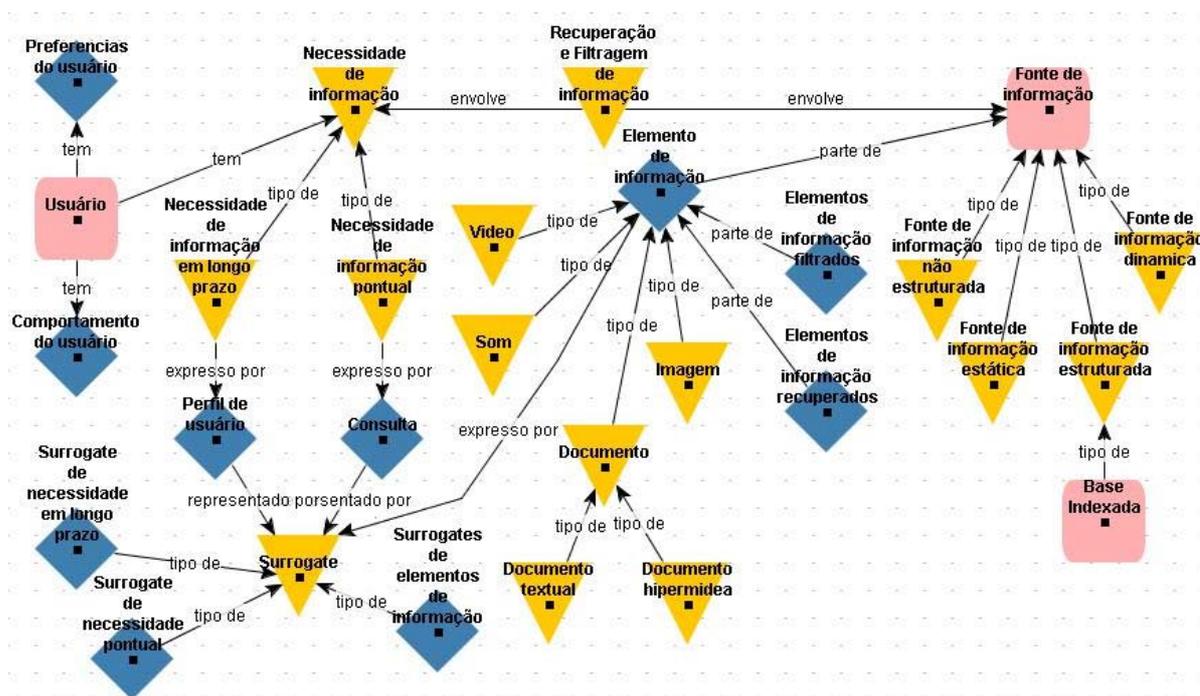


Figura 70: Rede Semântica do Acesso à Informação [42]

6.4 O subproblema da atualização do conhecimento legal do advogado

Um aspecto do problema do acesso à informação na área jurídica, é a necessidade que os advogados possuem de se manterem atualizados de acordo com as constantes modificações pelas quais a legislação passa. Tal situação

configura um problema bastante sério, uma vez que o desconhecimento do atual conteúdo de determinada norma jurídica pode suscitar conseqüências muito graves no exercício de sua atividade profissional, como a sucumbência em uma causa processual.

Tradicionalmente, a solução para essa questão decorre de práticas não muito sistemáticas, o que dá margem à ocorrência de lapsos de informação. Isso porque, normalmente é o advogado, ou seja, aquele que necessita estar ciente das alterações legislativas, quem busca tomar conhecimento das mudanças ocorridas, recorrendo às fontes originárias dessas modificações. O mais adequado seria exatamente o oposto, isto é, as fontes darem ciência aos necessitados daquela informação.

Assim, nada mais lógico que, considerando que não basta ao advogado apenas ter acesso àquela informação, é necessário ainda que ela seja provida no momento oportuno às próprias entidades legiferantes, uma vez que provoquem alguma alteração, imediatamente tenham a iniciativa de levá-las ao conhecimento dos sujeitos interessados, os advogados.

Desse modo, torna-se importante à existência um modelo de domínio e de usuários para o acesso à informação na área jurídica a *ONTOINFOJUS*, para que no futuro este modelo de domínio e usuários seja utilizado na construção de um sistema computacional capaz de executar tal atividade.

Os usuários do sistema seriam advogados cuja necessidade de informação seria se manter constantemente atualizados quanto à legislação vigente. Será pontual a necessidade quando o advogado emergencialmente precisar recorrer às fontes legislativas em busca de um novo e específico dispositivo legal que fundamente sua tese jurídica ou mesmo para saber se aquele no qual ele a apóia ainda subsiste válido. Já em longo prazo será a necessidade expressa através de uma representação de seu perfil de usuário, que contenha dados que permitam inferir as necessidades que ele possui, viabilizando que elas sejam satisfeitas tão logo haja disponibilidade de informação para tanto.

Os elementos de informação, nesse caso, são o próprio conteúdo da mensagem que leva a alteração ao conhecimento do usuário. Por exemplo, uma

notificação por escrito de modificação em determinado dispositivo de Lei ou Medida Provisória. Por fim, as fontes de informação serão aquelas entidades constitucionalmente autorizadas a originar normas jurídicas, como o Poder Legislativo, através de Leis advindas do Congresso Nacional ou o Poder Executivo, por meio de Medidas Provisórias de Competência do Presidente da República [7].

Assim, com fundamento no conhecimento jurídico anteriormente exposto e na formulação do subproblema de atualização do conhecimento legal do advogado, surgem alguns conceitos que serão úteis na extensão do problema do acesso à informação para a área jurídica:

- Notificação de alteração: é o meio através do qual o advogado toma conhecimento da ocorrência de modificações em algum instrumento legislativo. Por exemplo: emendas constitucionais, leis, medidas provisórias etc;
- Poder Legislativo: é exercido pelo Congresso Nacional, que se compõe da Câmara dos Deputados e do Senado Federal, sendo uma *fonte material* de normas jurídicas;
- Poder Executivo: é exercido pelo Presidente da República, auxiliado pelos Ministros de Estado, sendo uma *fonte material* de normas jurídicas;
- Busca de novo dispositivo legal: necessidade imediata que o advogado tem de saber se há uma *norma* adequada ao *fato* em apreciação, antes inexistente;
- Consulta a dispositivo legal vigente: necessidade imediata que o advogado tem de saber se a *norma* considerada adequada ao *fato* em apreciação continua vigendo;
- Acompanhamento do processo legislativo: necessidade em longo prazo que o advogado possui de estar sempre a par dos acontecimentos tocantes a legiferância.

6.5 ONTOINFOJUS: Um Modelo de Domínio e Usuários para o Acesso à Informação na Área Jurídica

ONTOINFOJUS é um modelo de domínio e usuários para o acesso à informação na área jurídica, que representa os conceitos, as tarefas e os perfis dos usuários para o acesso à informação na área jurídica. A construção do ONTOINFOJUS foi feita através de instanciações de meta-classes correspondentes a modelagem de domínio e a modelagem de usuários. A modelagem do domínio produz o modelo de domínio e é composta das seguintes atividades: *modelagem de conceitos*, *modelagem de objetivos*, *modelagem de papéis* e *modelagem de interações*. Os produtos resultantes dessas modelagens são *modelo de conceitos*, *modelo de objetivos*, *modelo de papéis* e *modelo de interações*. A modelagem de usuários é composta das seguintes atividades: *aquisição*, *representação* e *manutenção das informações dos usuários*. O produto resultante é o modelo de usuários.

6.5.1 Modelagem de Domínio

6.5.1.1 Modelagem de Conceitos

Na *modelagem de conceitos* é instanciada a meta-classe *modelo de conceitos* contendo os conceitos e os relacionamentos do domínio. A modelagem de conceitos é feita paralelamente às modelagens de objetivos, de papéis e de interações. De acordo com a análise preliminar da área jurídica apresentada na seção 6.2, da área do acesso à informação apresentada na seção 6.3 e do subproblema do acesso à informação na área jurídica apresentada na seção 6.4, os seguintes conceitos foram identificados e apresentados no modelo de conceitos (Figura 71).

6.5.1.2 Modelagem de Objetivos

Na *modelagem de objetivos* é instanciada a meta-classe *modelo de objetivos* contendo os objetivos gerais e específicos e as responsabilidades. De acordo com a análise preliminar da área do acesso à informação apresentada na seção 6.3 foi identificado o problema atual, *satisfazer de forma eficiente e eficaz as necessidades de informação dos usuários do sistema*. Esse problema sugere o

objetivo geral do sistema. Este objetivo geral pode ser refinado nos objetivos específicos *satisfazer as necessidades de informação em longo prazo dos usuários* e *satisfazer as necessidades de informação pontuais dos usuários*. O cumprimento do objetivo específico *satisfazer as necessidades de informação em longo prazo dos usuários* requer o exercício de algumas responsabilidades, entre elas *a modelagem de usuário, a filtragem de informação, o monitoramento de fontes de informação, a construção de surrogate* e *o interfaceamento com o usuário*. O cumprimento do objetivo específico *satisfazer as necessidades de informação pontuais dos usuários* requer o exercício de algumas responsabilidades, entre elas *o interfaceamento com o usuário, a construção de surrogate, a recuperação de informação, a indexação e o descobrimento de novos elementos de informação* (Figura 72).

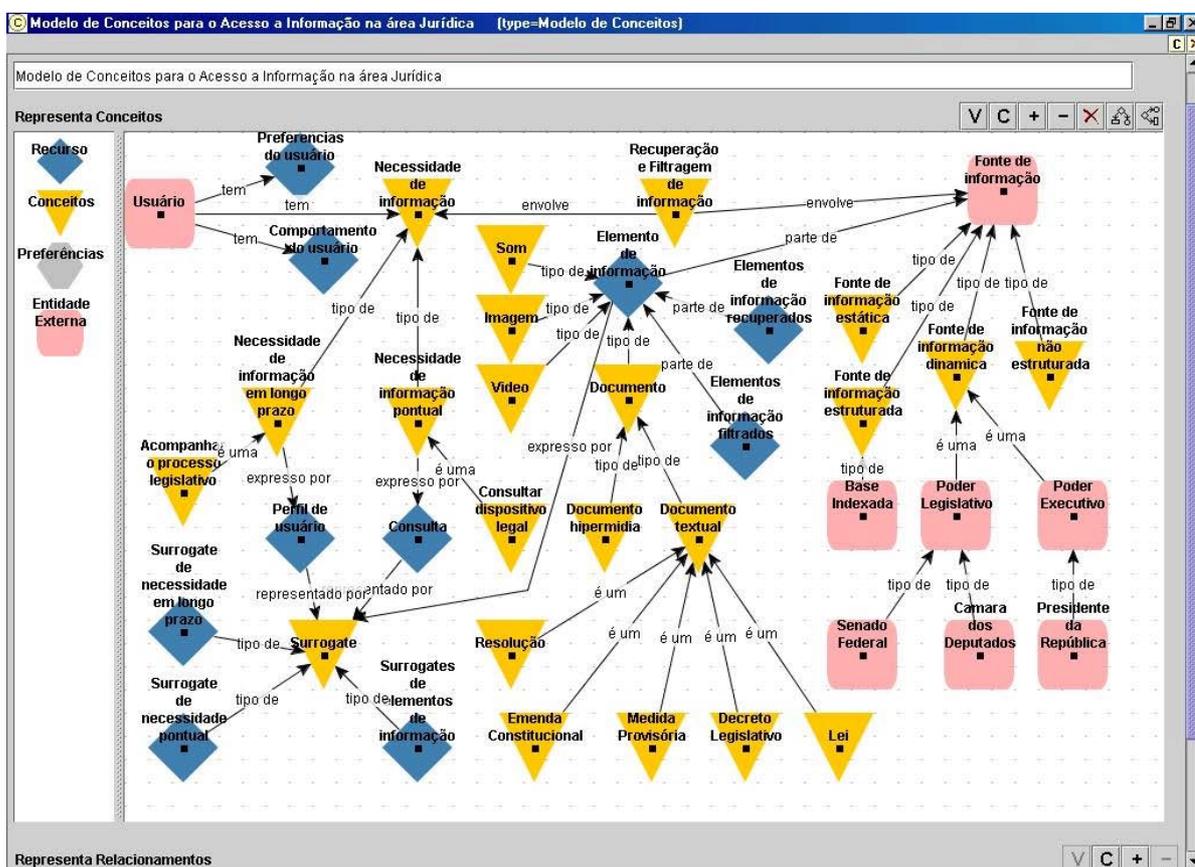


Figura 71: Modelo de Conceitos da ONTOINFOJUS

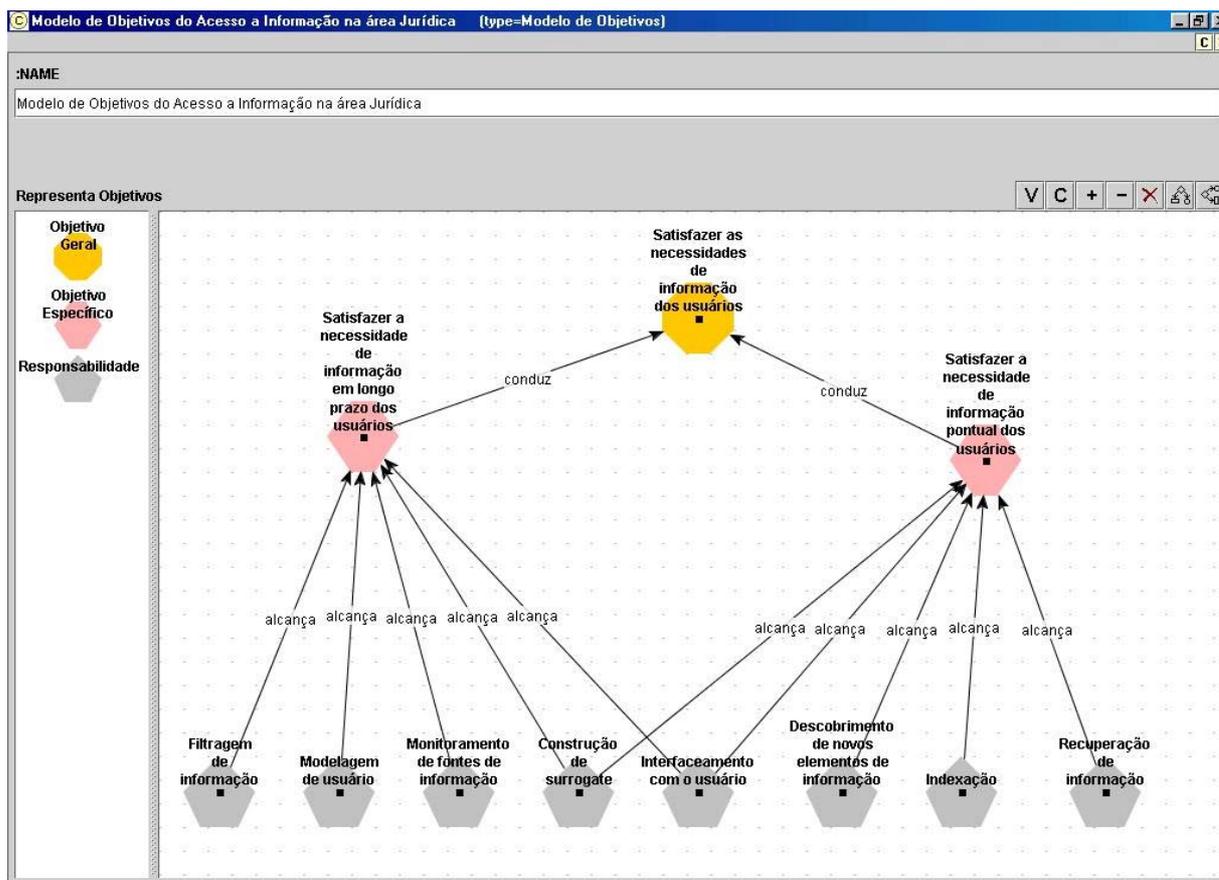


Figura 72: Modelo de Objetivos da ONTOINFOJUS

6.5.1.3 Modelagem de Papéis

Na *modelagem de papéis* é instanciada a meta-classe *modelo de papéis* contendo os papéis, as responsabilidades, as atividades e os recursos. Foram criados nove modelos de papéis: modelo de papel geral, modelos de papel específicos do construtor de surrogate, do descobridor, do filtrador, do indexador, do interfaceador, do modelador de usuário, do monitor e do recuperador.

A responsabilidade *construção de surrogate*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *construtor de surrogate*. Para que o papel *construtor de surrogate* cumpra com a sua responsabilidade de *construção de surrogate* são identificadas as seguintes atividades: *construir surrogates de perfis*, *construir surrogates de elementos de informação* e *construir surrogate de consulta*. Para a realização destas atividades, o papel *construtor de surrogate* faz uso dos seguintes recursos: *perfil do usuário*, *consulta*, *elementos de informação filtrados* e *elementos de informação recuperados*

(Figura 73). Estes recursos foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 71).

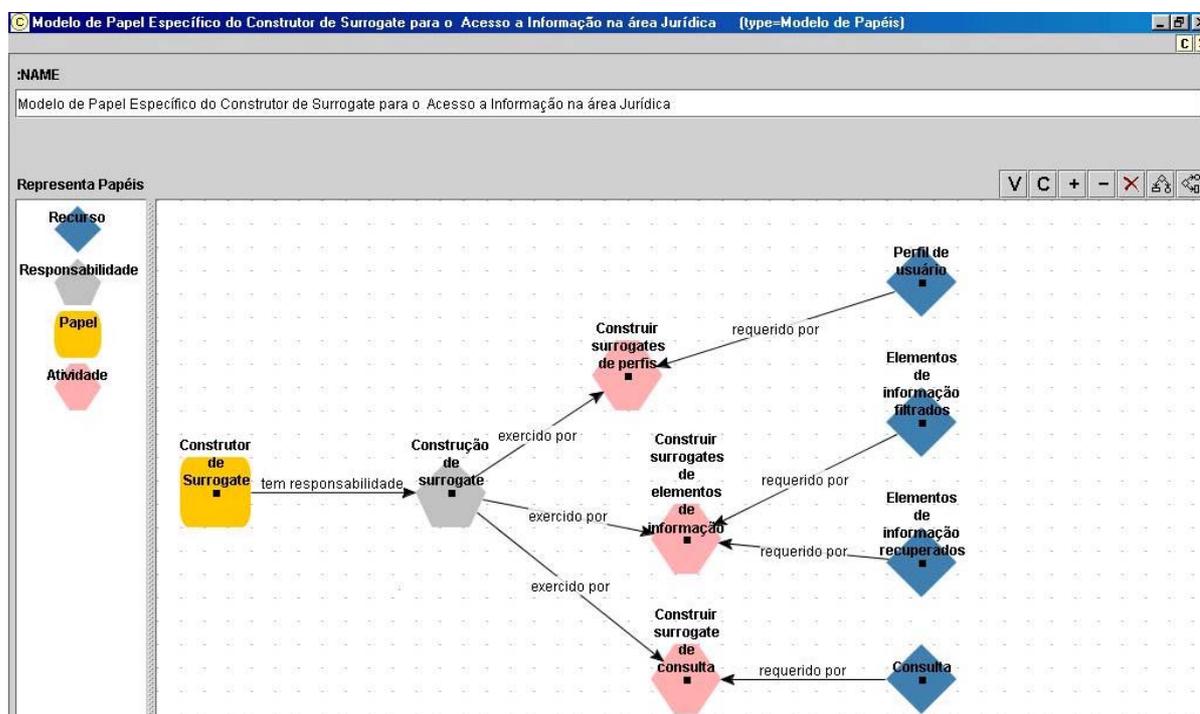


Figura 73: Modelo de Papel Específico do Construtor de Surrogate da ONTOINFOJUS

A responsabilidade *descobrimto de novos elementos de informação*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *descobridor*. Para que o papel *descobridor* cumpra com a sua responsabilidade de *descobrimto de novos elementos de informação* é identificada a seguinte atividade: *descobrir elementos de informação*. Para a realização desta atividade, o papel *descobridor* faz uso do seguinte recurso: *elemento de informação* (Figura 74). Este recurso foi acrescentado no modelo de conceitos (Figura 71).

A responsabilidade *filtragem de informação*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *filtrador*. Para que o papel *filtrador* cumpra com a sua responsabilidade de *filtragem de informação* são identificadas as seguintes atividades: *análise de similaridade da filtragem* e *fazer matching da filtragem*. Para a realização da atividade *fazer matching da filtragem*, o papel *filtrador* faz uso dos seguintes recursos: *surrogate de necessidade em longo*

prazo e surrogate de elementos de informação (Figura 75). Estes recursos foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 71).

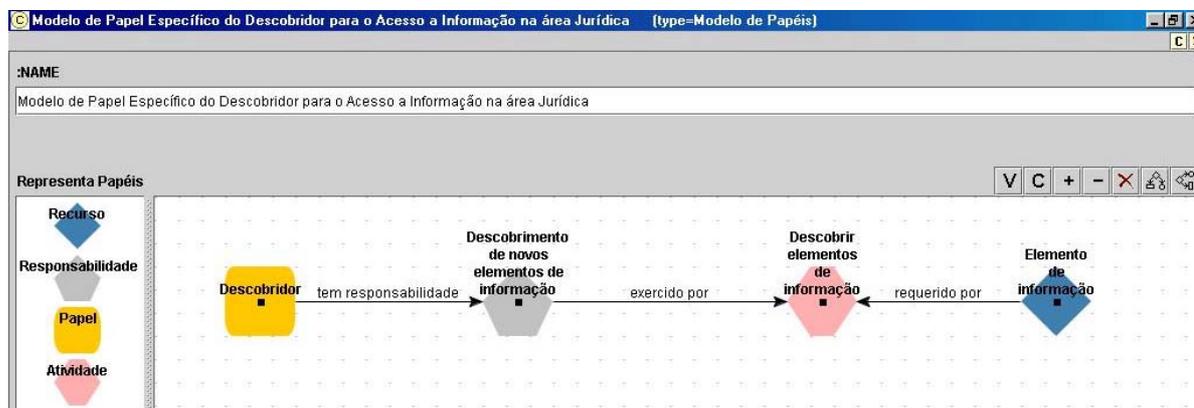


Figura 74: Modelo de Papel Específico do Descobridor da ONTOINFOJUS

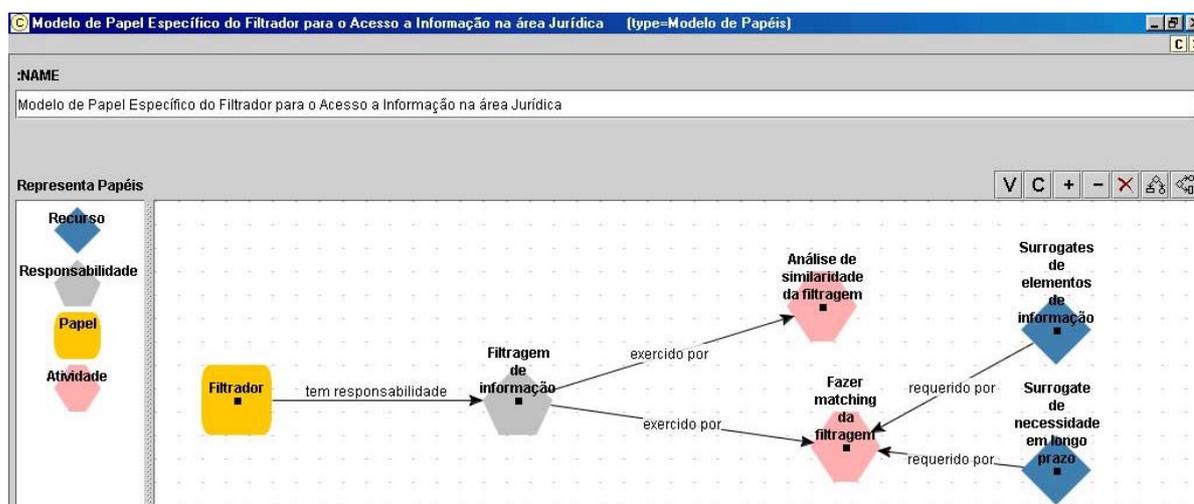


Figura 75: Modelo de Papel Específico do Filtrador da ONTOINFOJUS

A responsabilidade *indexação*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *indexador*. Para que o papel *indexador* cumpra com a sua responsabilidade de *indexação* é identificada a seguinte atividade: *indexar surrogate de elementos de informação*. Para a realização desta atividade, o papel *indexador* faz uso do seguinte recurso: *elementos de informação recuperados* (Figura 76). Este recurso foi acrescentado no modelo de conceitos (Figura 71).

A responsabilidade *interfaceamento com o usuário*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel

interfaceador. Para que o papel *interfaceador* cumpra com a sua responsabilidade de *interfaceamento com o usuário* são identificadas as seguintes atividades: *monitorar usuário*, *processar consulta* e *entregar resultados*. Para a realização destas atividades, o papel *interfaceador* faz uso dos seguintes recursos: *comportamento do usuário*, *consulta*, *elementos de informação filtrados* e *elementos de informação recuperados* (Figura 77). Estes recursos foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 71).

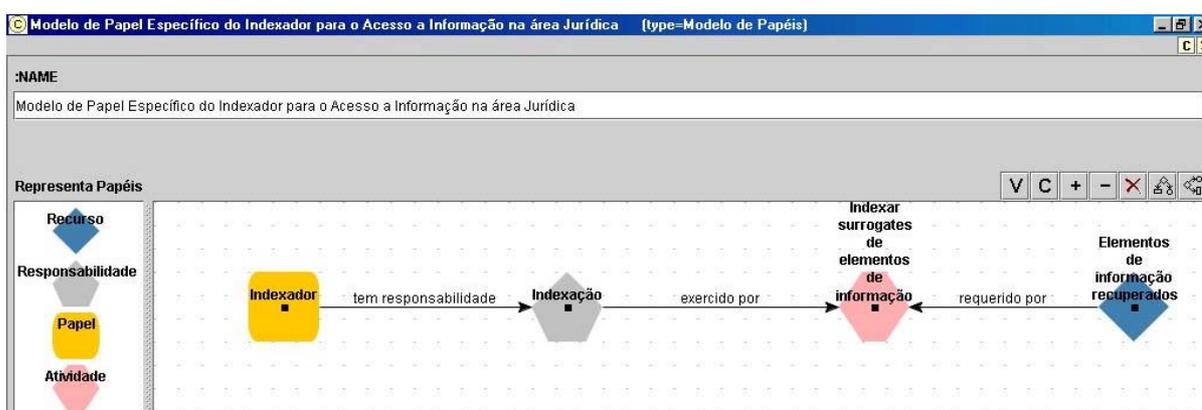


Figura 76: Modelo de Papel Específico do Indexador da ONTOINFOJUS

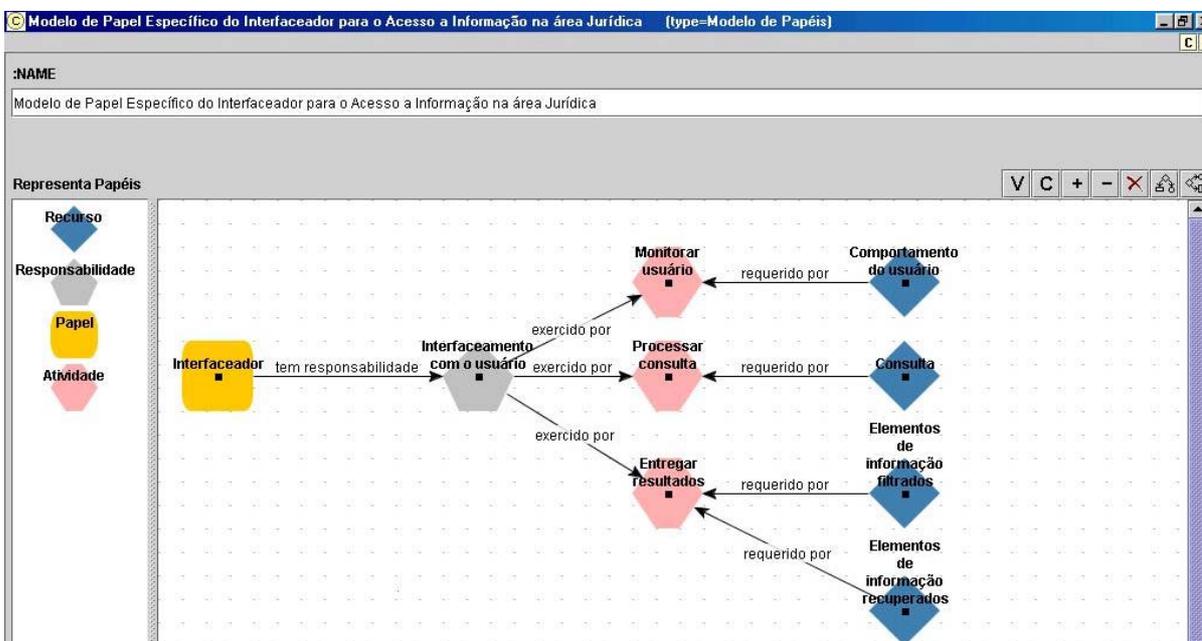


Figura 77: Modelo de Papel Específico do Interfaceador da ONTOINFOJUS

A responsabilidade *modelagem de usuário*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *modelador de usuário*. Para que o papel *modelador de usuário* cumpra com a sua responsabilidade

de *modelagem de usuário* são identificadas as seguintes atividades: *encaminhar elementos filtrados*, *representar modelo de usuários* e *criar e manter o modelo de usuários*. Para a realização destas atividades, o papel *modelador de usuário* faz uso dos seguintes recursos: *preferências do usuário*, *perfil do usuário* e *elementos de informação filtrados* (Figura 78). Estes recursos foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 71).

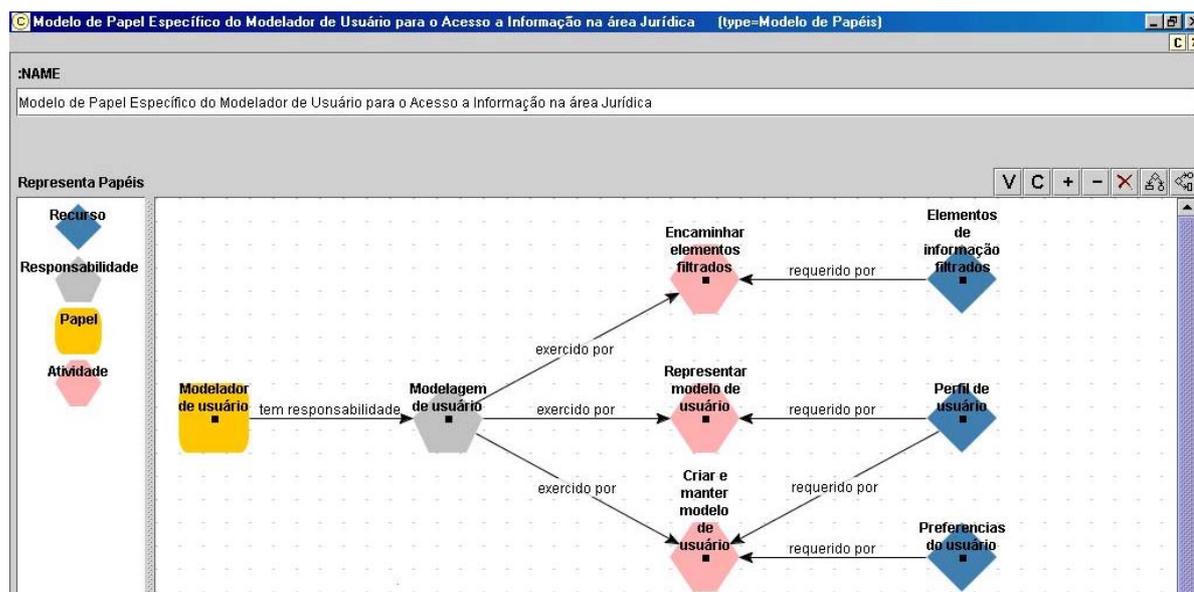


Figura 78: Modelo de Papel Específico do Modelador de Usuário da ONTOINFOJUS

A responsabilidade *monitoramento de fontes de informação*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *monitor*. Para que o papel *monitor* cumpra com a sua responsabilidade de *monitoramento de fontes de informação* é identificada a seguinte atividade: *detectar mudanças em fontes de informação*. Para a realização desta atividade, o papel *monitor* faz uso do seguinte recurso: *elemento de informação* (Figura 79). Estes recursos foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 71).

A responsabilidade *recuperação de informação*, especificada no modelo de objetivos para o Acesso à Informação na área Jurídica, sugere o papel *recuperador*. Para que o papel *recuperador* cumpra com a sua responsabilidade de *recuperação de informação* são identificadas as seguintes atividades: *análise de similaridade da recuperação*, *comparar consulta e elementos de informação* e *enviar resultados*. Para a realização das atividades: *comparar consulta e elementos de*

informação e enviar resultados, o papel *recuperador* faz uso dos seguintes recursos: *elementos de informação recuperados*, *surrogates de elementos de informação* e *surrogate de necessidade pontual* (Figura 80). Estes recursos foram acrescentados no modelo de conceitos (Figura 71).

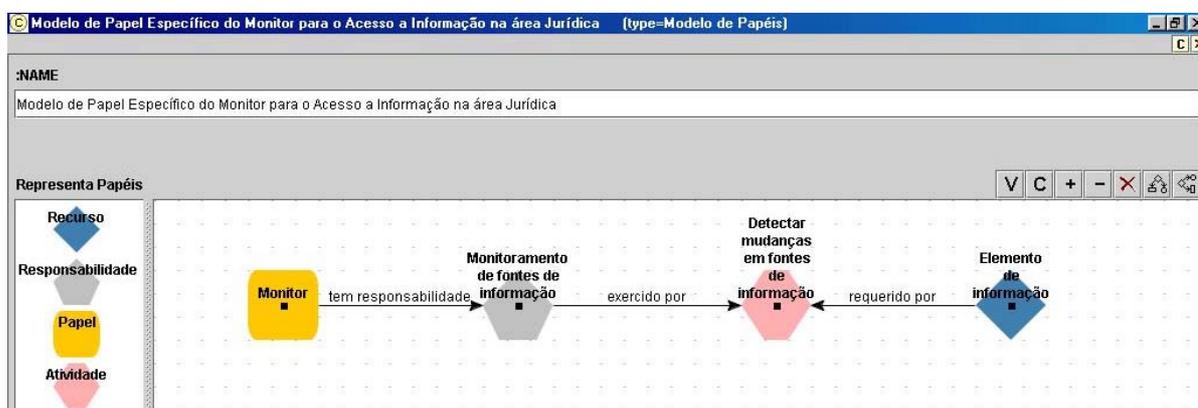


Figura 79: Modelo de Papel Específico do Monitor da ONTOINFOJUS

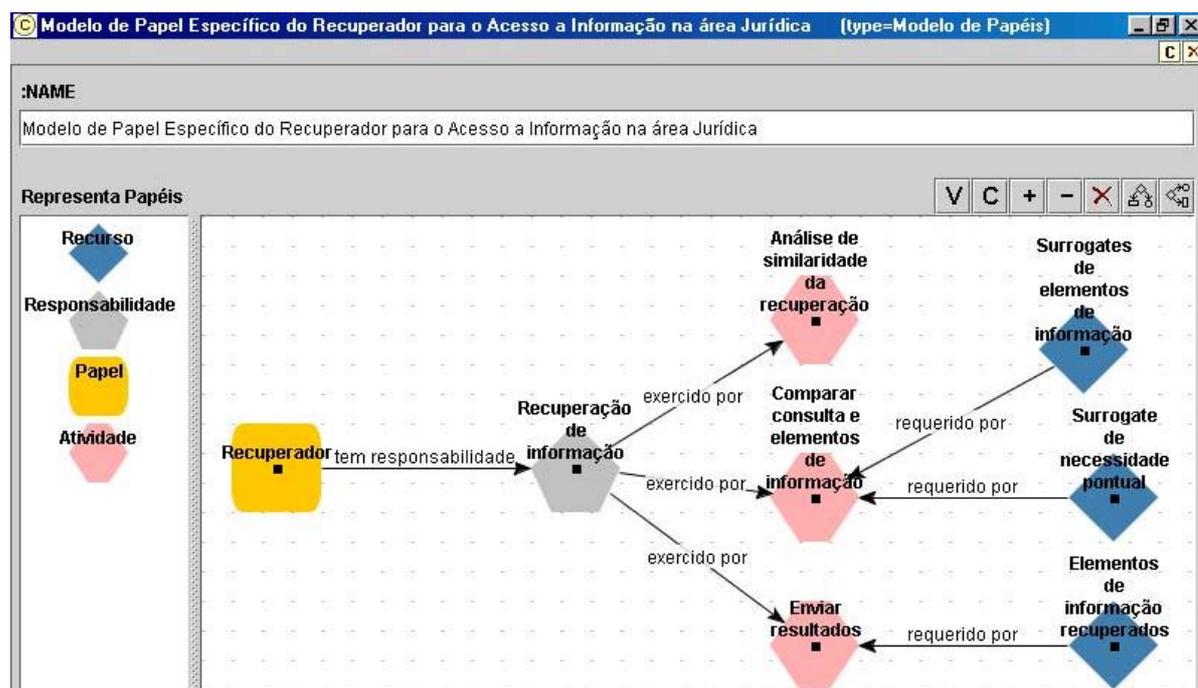


Figura 80: Modelo de Papel Específico do Recuperador da ONTOINFOJUS

O modelo de papel geral para o acesso à informação na área jurídica é obtido à partir da composição de todos os papéis do sistema, com suas responsabilidades, suas atividades e seus recursos. A Figura 81 mostra uma visão parcial do modelo de papel geral para o acesso à informação na área jurídica.

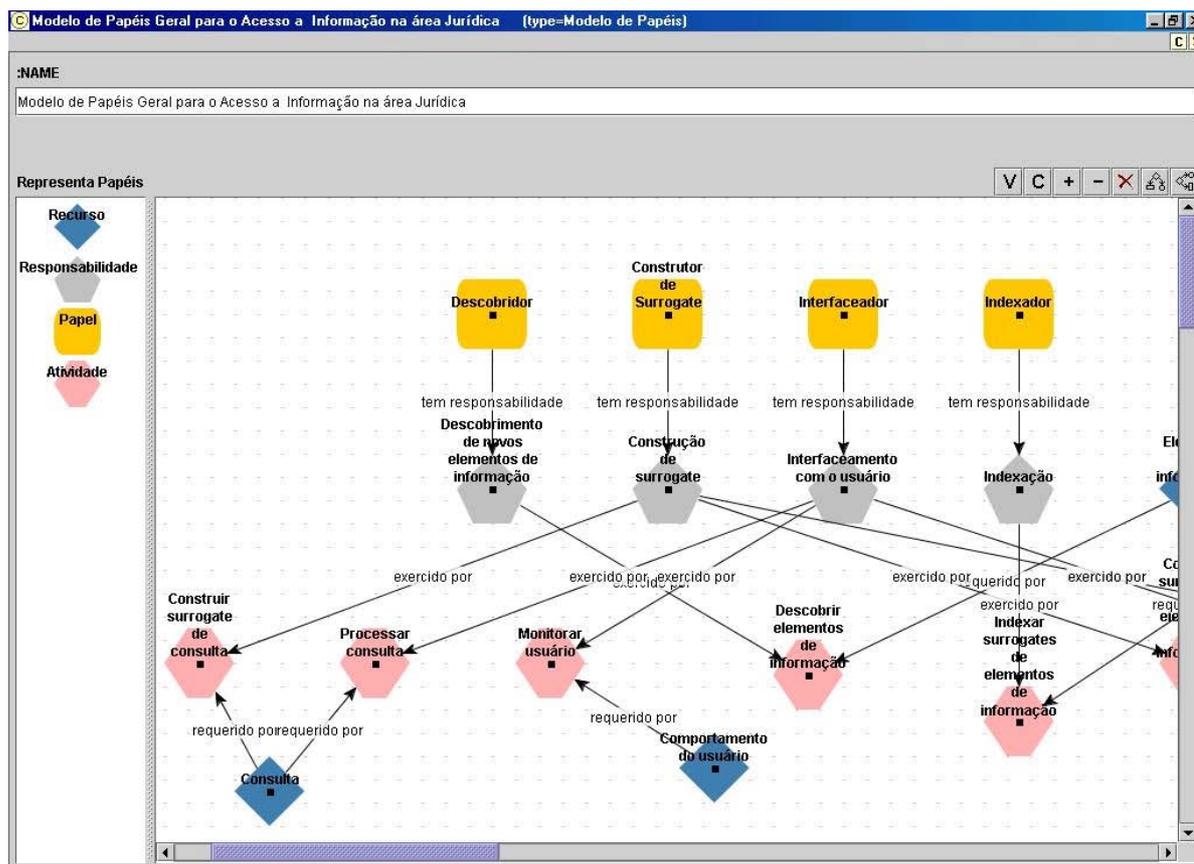


Figura 81: Modelo de Papel Geral da ONTOINFOJUS

6.5.1.4 Modelagem de Interações

Na *modelagem de interações* são criadas instâncias da meta-classe *modelo de interações* contendo as interações entre papéis e entre papéis e entidades externas. Foram criados dois modelos de interações: modelo de interações específico da necessidade de informação em longo prazo e modelo de interações específico da necessidade de informação pontual.

Para o alcance do objetivo específico *satisfazer a necessidade de informação em longo prazo dos usuários* foram identificados os seguintes papéis: *interfaceador*, *modelador de usuário*, *filtrador*, *construtor de surrogate* e *monitor*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 82. As entidades externas: *fonte de informações* e *usuário* foram acrescentadas no modelo de conceitos (Figura 71).

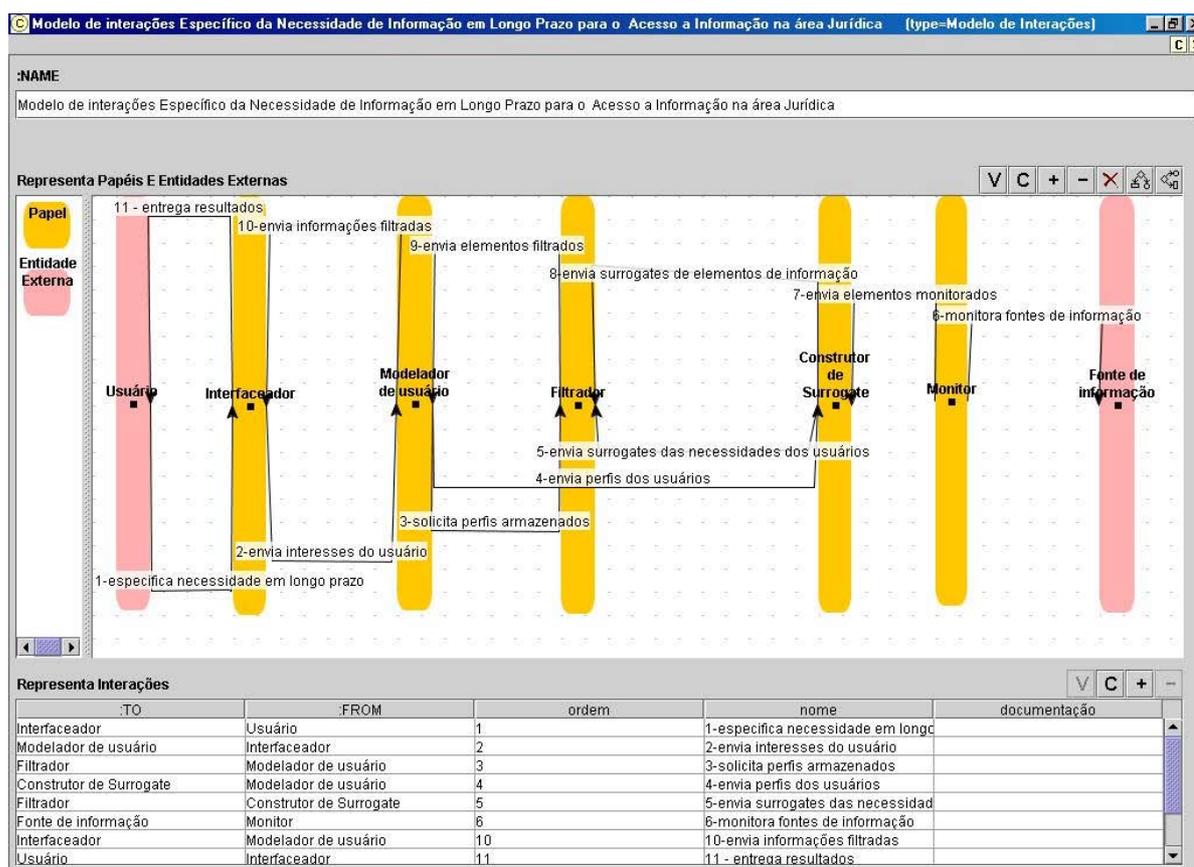


Figura 82: Modelo de Interações para o objetivo específico da Necessidade de Informação em Longo Prazo da ONTOINFOJUS

Para o alcance do objetivo específico *satisfazer a necessidade de informação pontual dos usuários* foram identificados os seguintes papéis: *indexador*, *recuperador*, *construtor de surrogate*, *descobridor* e *interfaceador*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 83. As entidades externas: *fonte de informações*, *usuário* e *base indexada* foram acrescentadas no modelo de conceitos (Figura 71).

O modelo de domínio do acesso à informação na área jurídica é composto do modelo de conceitos, do modelo de objetivos, do modelo de papel geral, dos modelos de papel específicos do construtor de surrogate, do descobridor, do filtrador, do indexador, do interfaceador, do modelador de usuário, do monitor, do recuperador, do modelo de interações para o objetivo específico da necessidade de informação em longo prazo e do modelo de interações para o objetivo específico da

necessidade de informação pontual. A Figura 84 mostra o modelo de domínio da ONTOINFOJUS.

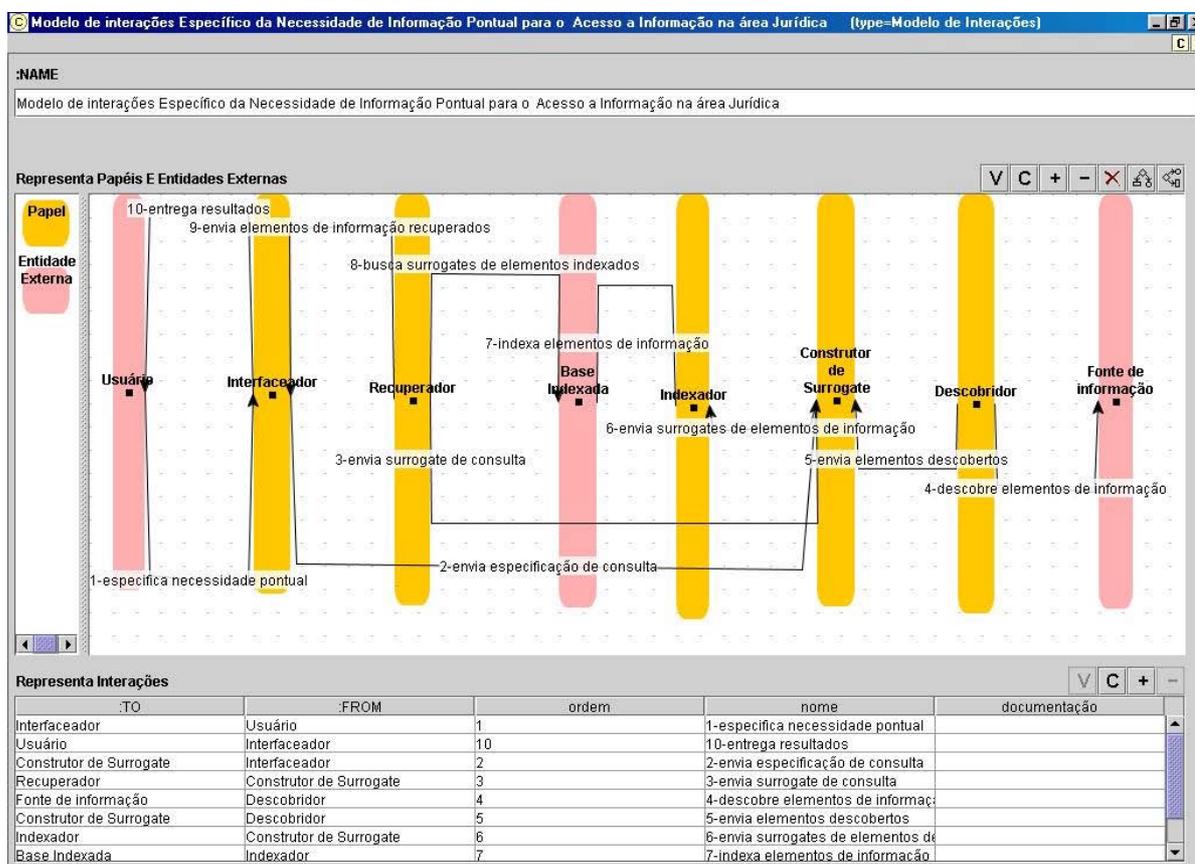


Figura 83: Modelo de Interações para o objetivo específico da Necessidade de Informação Pontual da ONTOINFOJUS

6.5.2 Modelagem de Usuários

6.5.2.1 Aquisição das informações dos usuários

Na *aquisição das informações dos usuários* são criadas instâncias da meta-classe *técnicas de aquisição* contendo a técnica de aquisição usada para o recolhimento das informações dos usuários. São criadas instâncias das meta-classes: entidade externa, habilidades cognitivas, habilidades físicas, preferências e objetivo do usuário.

A aquisição das informações dos usuários foi feita usando a técnica explícita, onde primeiramente é aplicado um questionário para colher informações do usuário. Após o recolhimento das informações, o usuário é inserido em um estereótipo: *criminal*, *cível* e *trabalhista*, que classifica a entidade externa *usuário*

em: *advogado criminalista*, *advogado cível* e *advogado trabalhista*. São identificadas as habilidades cognitivas: *expressão oral*, *expressão escrita*, *discernimento para interpretar as normas*, *prudência para apreciar os fatos* e *capacidade de argumentação*; as preferências por *conhecimento legal trabalhista*, *conhecimento legal cível*, *conhecimento constitucional* e *conhecimento legal criminal* e o objetivo do usuário: *manter seu conhecimento legal atualizado*.

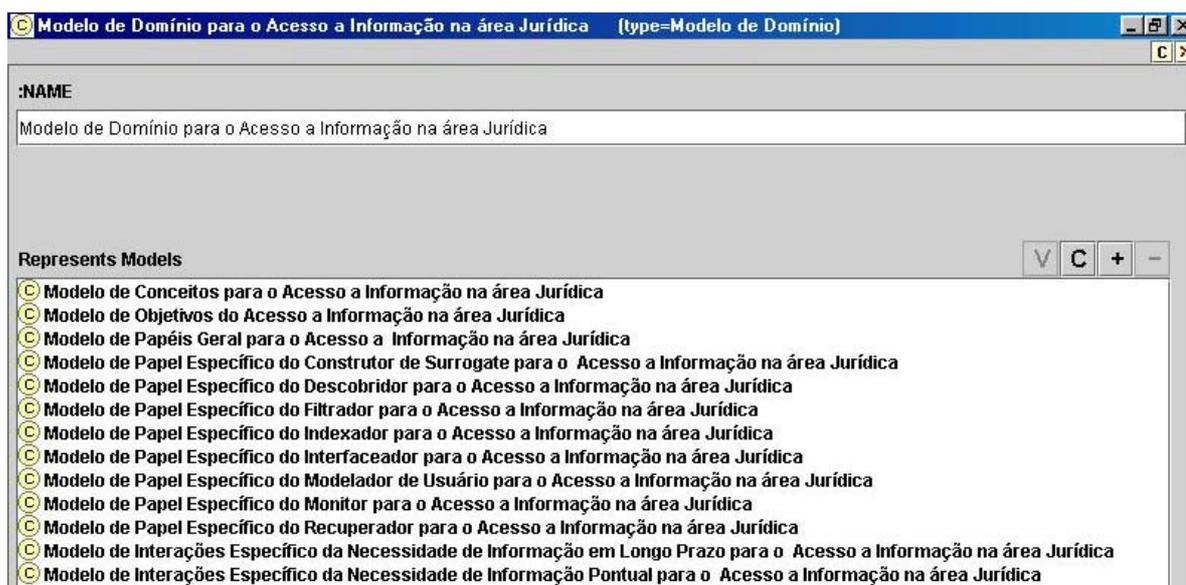


Figura 84: Modelo de Domínio da ONTOINFOJUS

6.5.2.2 Representação das informações dos usuários

Na *representação das informações dos usuários* são criadas instâncias da meta-classe modelo de usuários, contendo as informações sobre os usuários, que foram recolhidas na fase de aquisição das informações dos usuários. Foram criados quatro modelos de usuários para o acesso à informação na área jurídica: modelo de usuários geral do advogado, modelos de usuários específicos do advogado criminalista, do advogado cível e do advogado trabalhista.

As informações adquiridas do usuário do domínio jurídico advogado são representadas no modelo de usuários geral do advogado como mostra a Figura 85.

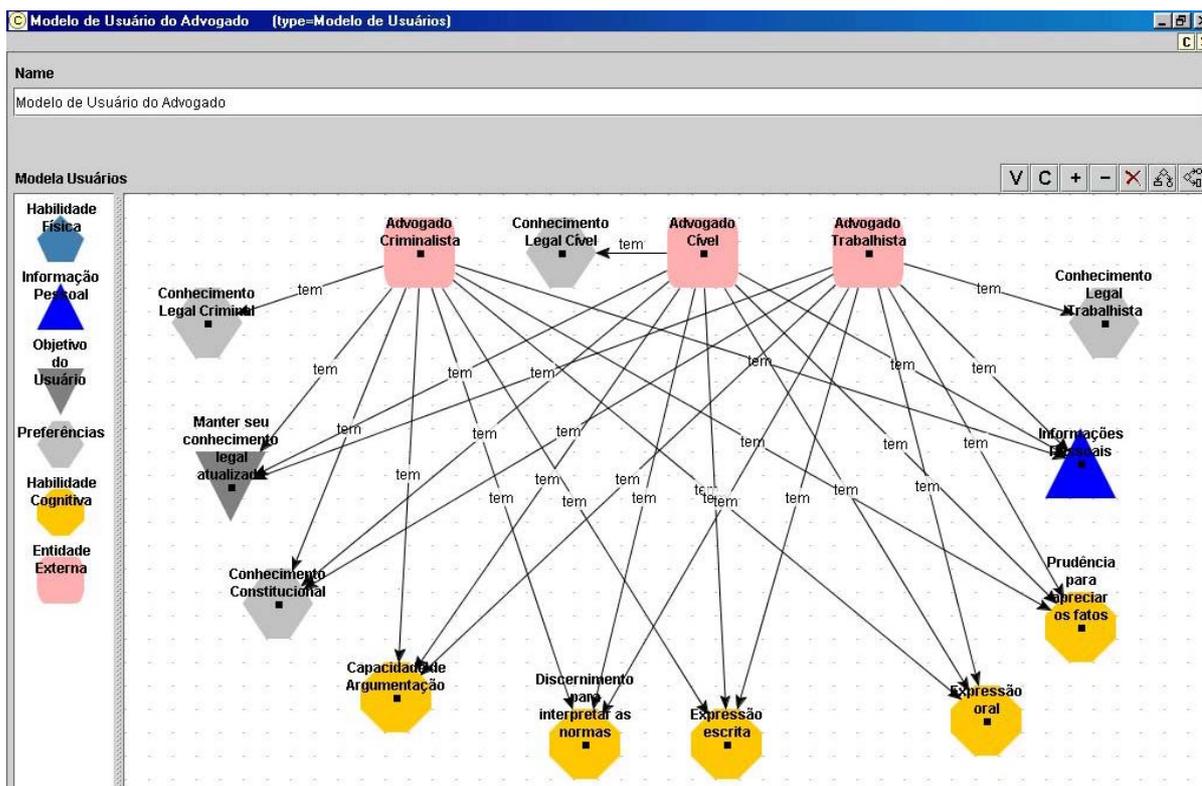


Figura 85: Modelo de Usuários Geral do Advogado da ONTOINFOJUS

As informações adquiridas do usuário do domínio jurídico advogado criminalista são representadas no modelo de usuários específico do advogado criminalista como mostra a Figura 86.

As informações adquiridas do usuário do domínio jurídico advogado cível são representadas no modelo de usuários específico do advogado cível como mostra a Figura 87.

As informações adquiridas do usuário do domínio jurídico advogado trabalhista são representadas no modelo de usuários específico do advogado trabalhista como mostra a Figura 88.

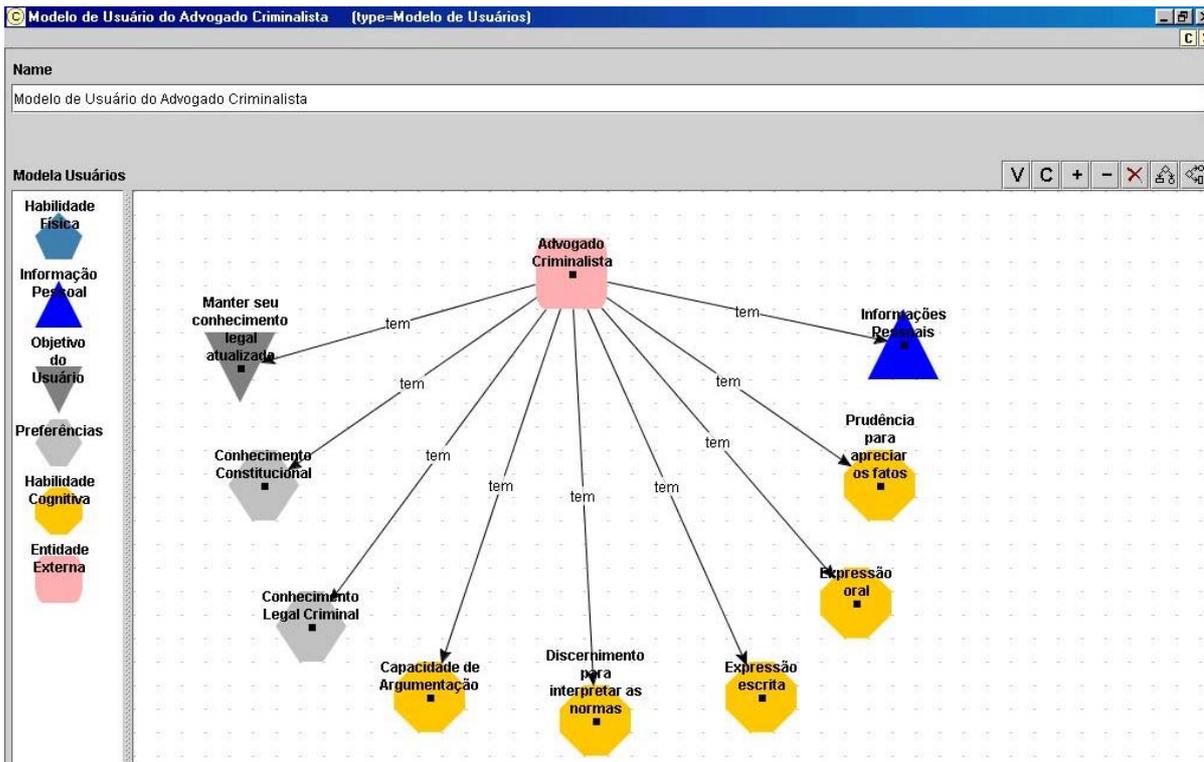


Figura 86: Modelo de Usuários do Advogado Criminalista da ONTOINFOJUS

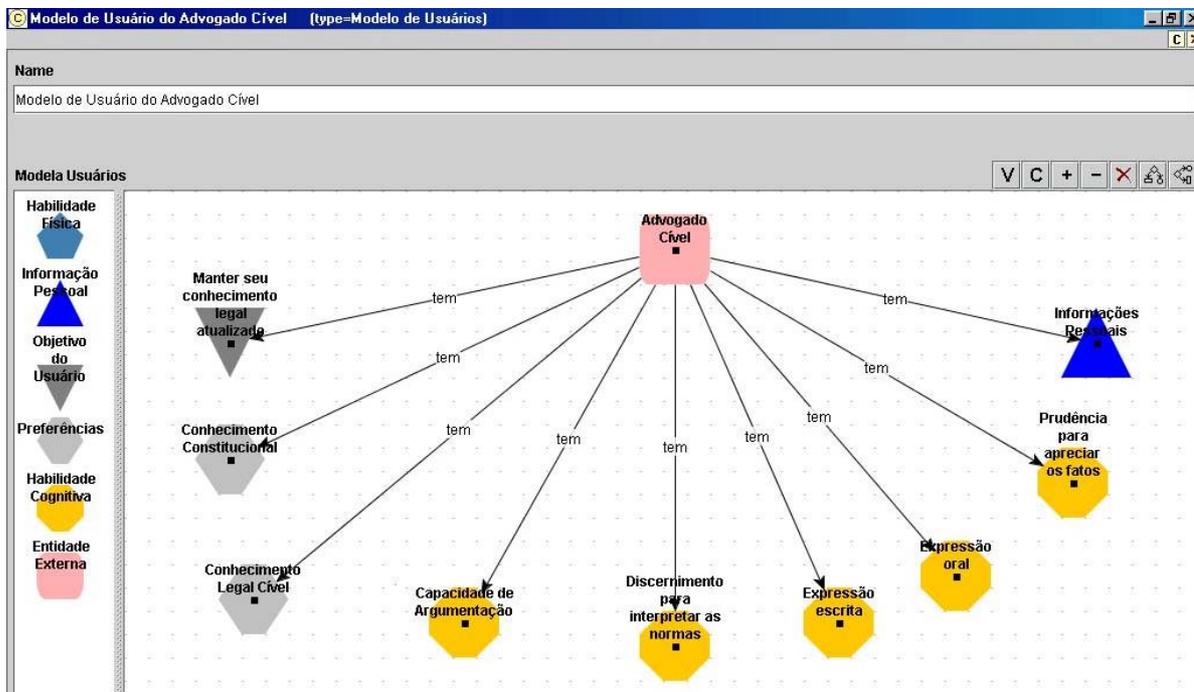


Figura 87: Modelo de Usuários do Advogado Cível da ONTOINFOJUS

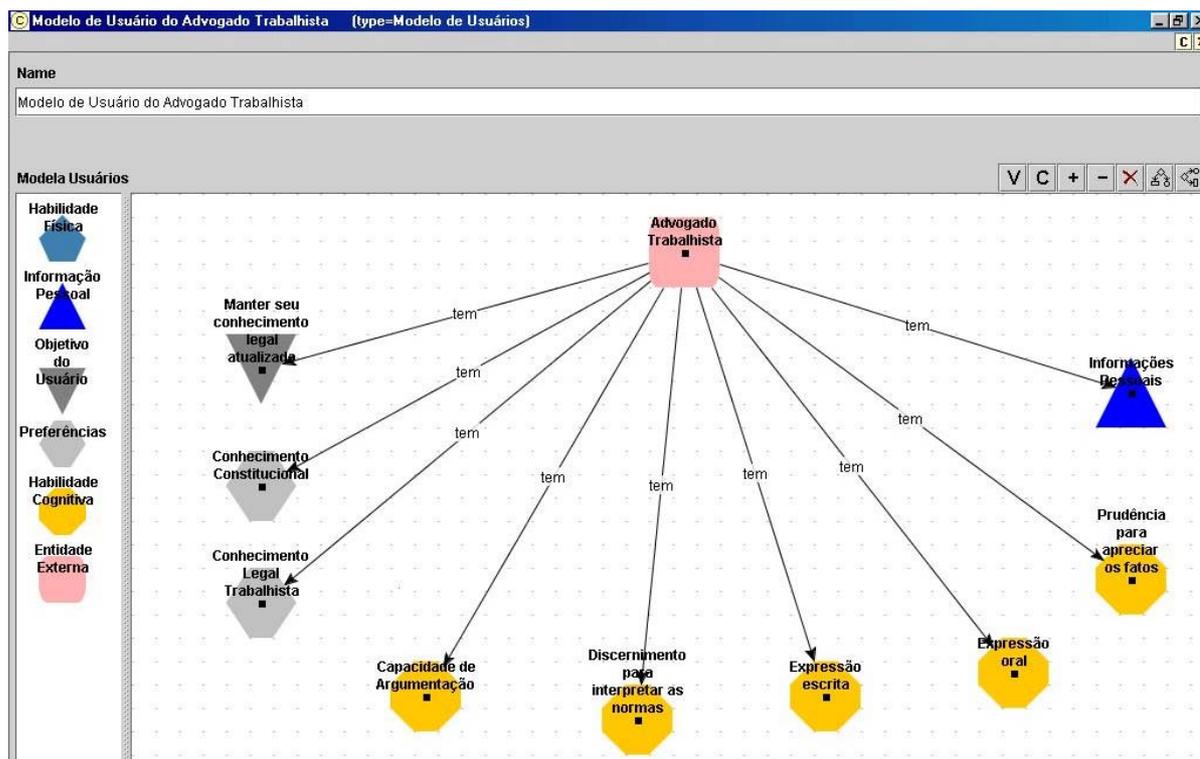


Figura 88: Modelo de Usuários do Advogado Trabalhista da ONTOINFOJUS

6.6 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado um estudo de caso para a avaliação da técnica GRAMO, onde foi feita uma análise do acesso à informação e da área jurídica.

O estudo de caso foi realizado paralelamente à técnica GRAMO, sendo de fundamental importância para o refinamento da mesma. O estudo de caso auxiliou na avaliação das fases, atividades e produtos da técnica.

O modelo de domínio e usuários construído será usado no desenvolvimento de aplicações específicas baseadas em agentes na área jurídica.

O próximo capítulo apresenta um outro estudo de caso para a avaliação da técnica GRAMO.

7. ESTUDO DE CASO II: ESPECIFICAÇÃO DE UM MODELO DE DOMÍNIO E USUÁRIOS PARA A ÁREA TURÍSTICA

7.1 Introdução

O estudo de caso apresentado neste capítulo tem o objetivo de avaliar a técnica proposta, através da construção do modelo de domínio e usuários para a área turística representando o conhecimento dos conceitos, das tarefas a serem realizadas e o perfil dos usuários da área turística.

O modelo de domínio e usuários para a área turística é o produto obtido da instanciação da ONTODUM, através da aplicação da técnica GRAMO, com a finalidade de ser reutilizado em aplicações específicas do domínio turístico.

As próximas subseções apresentam a área turística (seção 7.2) e o processo de construção do modelo de domínio e usuários para a área turística (seção 7.3).

7.2 Área Turística

O Turismo é hoje um dos mais importantes instrumentos para o desenvolvimento econômico e social do Brasil. O seu crescente consumo e difusão tornaram-se temas para os mais variados estudos em uma tentativa de acompanhar esse crescimento na mesma velocidade, para, com isso, contribuir para o aperfeiçoamento de políticas privadas e governamentais do turismo [11].

Um dos mais conceituados estudiosos na área de Turismo, Prof. Mário Beni, conceitua o turismo como sendo um elaborado e complexo processo de tomada de decisão sobre o que visitar, onde, como e a que preço [6]. O conceito de turismo envolve os bens e serviços turísticos (Tabela 6).

TURISMO	
BENS TURISTICOS	Bens Materiais Bens Imateriais Bens Móveis Bens Imóveis
SERVIÇOS TURÍSTICOS	Hospedagem Alimentação Entretenimento Transporte

Tabela 6: Estrutura dos conceitos do Turismo

7.2.1 O Produto Turístico

O produto turístico (Tabela 7) é o “conjunto de prestações, materiais e imateriais, que se oferecem com o propósito de satisfazer os desejos e as expectativas do turista. Turista é todo indivíduo que permanece por mais de 24 horas em uma localidade visitada e não realiza nenhuma atividade remunerada. O produto turístico é composto por três elementos: *atrativos, facilidades e acess*. Os *atrativos* correspondem aos principais elementos que determinam a escolha do destino pelo turista, como atributos naturais, culturais e eventos programados; as *facilidades* correspondem às instalações e serviços que facilitem o alojamento, a alimentação e o entretenimento e o *acesso* que corresponde aos meios de transporte disponíveis [1].

7.2.2 Classificação do Turismo

A variedade de bens e serviços que existem para serem oferecidos ao turista está cada vez maior, a diversidade de locais turísticos com suas características exigiu dos estudiosos da área uma classificação quanto ao tipo de turismo, possibilitando assim uma especialização nos segmentos que atendem aos serviços do turismo (Tabela 8).

Componentes do Produto Turístico			
Atrativos	Sítios	Naturais	
		Usos e costumes	
		Infra-estrutura	
	Eventos	Feiras e exposições	
		Congressos e convenções	
		Acontecimentos especiais	
Facilidades	Hospedagem	Hotéis	
		Motéis	
		Albergue	
		Camping	
		Pousadas	
	Alimentação	Restaurantes	
		Bares	
		Pizzarias	
		Lançonetes	
	Entretenimento	Parques temáticos	
		Parques de Diversões	
		Cinema	
		Teatros	
		Casas de Espetáculos	
		Museus	
	Acesso	Transporte	Aéreo
			Rodoviário
			Ferrovário
Marítimo			

Tabela 7: Componentes do Produto Turístico

Classificação do Turismo	
Científico	Deslocamento de turistas potenciais que se dirigem a grandes centros universitários com atuação no setor de pesquisa e desenvolvimento.
Eventos	Demanda específica de turistas potenciais que se destinam a núcleos receptores eleitos para a realização de congressos, seminários de distintos assuntos e especialidades, organizações, encontros, convenções, exposições, feiras e festas.
Cultural	Afluência de turistas a núcleos receptores que oferecem como produto essencial o legado histórico do homem em distintas épocas, representado a partir do patrimônio e do acervo cultural.
Ecoturismo	Denominação dada ao deslocamento de pessoas a espaços naturais delimitados e protegidos pelo estado ou controlados em parceria com associações
Férias ou lazer	Deslocamento de turistas potenciais para grandes centros urbanos, litoral ou campo para poderem descansar e praticar lazer em família.
Ecológico	Deslocamento de pessoas para espaços naturais, com ou sem receptivos, motivados pelo desejo de estar em contato com a natureza
Negócios	Deslocamento de executivos, que afluem aos grandes centros empresariais e cosmopolitas a fim de efetuar transações e atividades profissionais, comerciais e industriais.
Religioso	Deslocamento de peregrinos, que se destinam a centros religiosos, motivados pela fé em distintas crenças.
Rural	Deslocamento de pessoas para o campo motivado pelo desejo de descanso.

Tabela 8: Classificação do Turismo

7.3 ONTOTOUR: Um Modelo de Domínio e de Usuários para a área Turística

ONTOTOUR é um modelo de domínio e usuários para a área turística, que representa os conceitos, as tarefas e os perfis dos usuários da área turística. A construção da ONTOTOUR foi feita através de instanciações de meta-classes correspondentes a modelagem de domínio e a modelagem de usuários. A modelagem do domínio produz o modelo de domínio e é composta das seguintes atividades: *modelagem de conceitos*, *modelagem de objetivos*, *modelagem de papéis* e *modelagem de interações*. Os produtos resultantes dessas modelagens são *modelo de conceitos*, *modelo de objetivos*, *modelo de papéis* e *modelo de interações*. A modelagem de usuários é composta das seguintes atividades:

aquisição, representação e manutenção das informações dos usuários. O produto resultante é o modelo de usuários.

7.3.1 Modelagem de Domínio

7.3.1.1 Modelagem de Conceitos

Na *modelagem de conceitos*, é instanciada a meta-classe *modelo de conceitos* contendo os conceitos e os relacionamentos do domínio. A modelagem de conceitos é feita paralelamente às modelagens de objetivos, de papéis e de interações. De acordo com a análise preliminar da área turística apresentada na seção 7.2, os seguintes conceitos foram identificados e apresentados no modelo de conceitos (Figura 89).

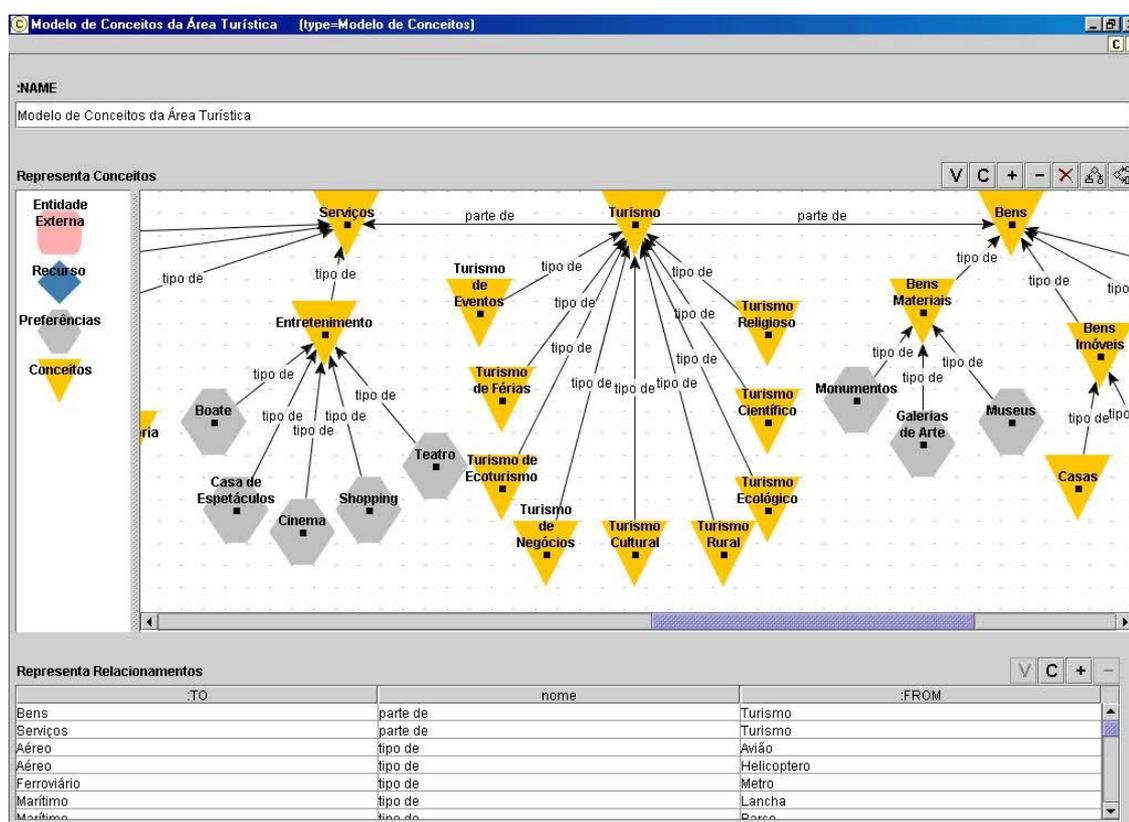


Figura 89: Visão Parcial do Modelo de Conceitos da ONTOTOUR

7.3.1.2 Modelagem de Objetivos

Na *modelagem de objetivos*, é instanciada a meta-classe *modelo de objetivos* contendo os objetivos gerais e específicos e as responsabilidades. De acordo com a análise preliminar da área turística apresentada na seção 7.2, foi

identificado o problema atual *fornecer serviços turísticos*. Esse problema sugere o objetivo geral do sistema. Este objetivo geral pode ser refinado nos objetivos específicos *fornecer serviço de alimentação*, *fornecer serviço de entretenimento*, *fornecer serviço de hospedagem* e *fornecer serviço de transporte*. O cumprimento do objetivo específico *fornecer serviço de alimentação* requer o exercício das responsabilidades *serviço de alimentação* e *serviço de pagamento*. O cumprimento do objetivo específico *fornecer serviço de entretenimento* requer o exercício das responsabilidades *serviço de entretenimento* e *serviço de pagamento*. O cumprimento do objetivo específico *fornecer serviço de hospedagem* requer o exercício das responsabilidades *serviço de hospedagem* e *serviço de pagamento*. O cumprimento do objetivo específico *fornecer serviço de transporte* requer o exercício das responsabilidades *serviço de transporte* e *serviço de pagamento*(Figura 90).

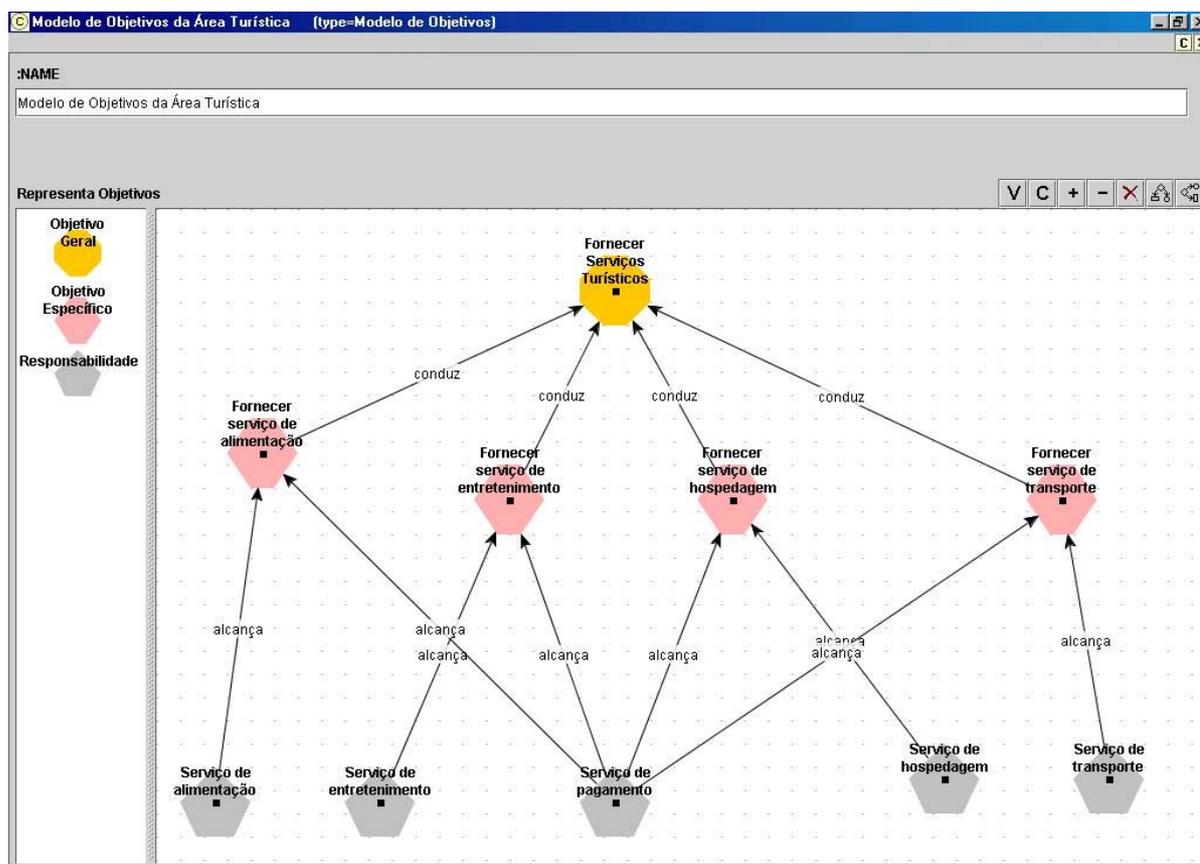


Figura 90: Modelo de Objetivos da ONTOTOUR

7.3.1.3 Modelagem de Papéis

Na *modelagem de papéis*, é instanciada a meta-classe *modelo de papéis* contendo os papéis, as responsabilidades, as atividades e os recursos. Foram criados seis modelos de papéis: modelo de papel geral, modelos de papel específicos do agente de transporte, do agente de hospedagem, do agente de alimentação, do agente de entretenimento e do agente de pagamento.

A responsabilidade *serviço de alimentação*, especificada no modelo de objetivos da área Turística, sugere o papel *agente de alimentação*. Para que o papel *agente de alimentação* cumpra com a sua responsabilidade de *serviço de alimentação*, são identificadas as seguintes atividades: *reservar alimentação* e *confirmar alimentação* (Figura 91).

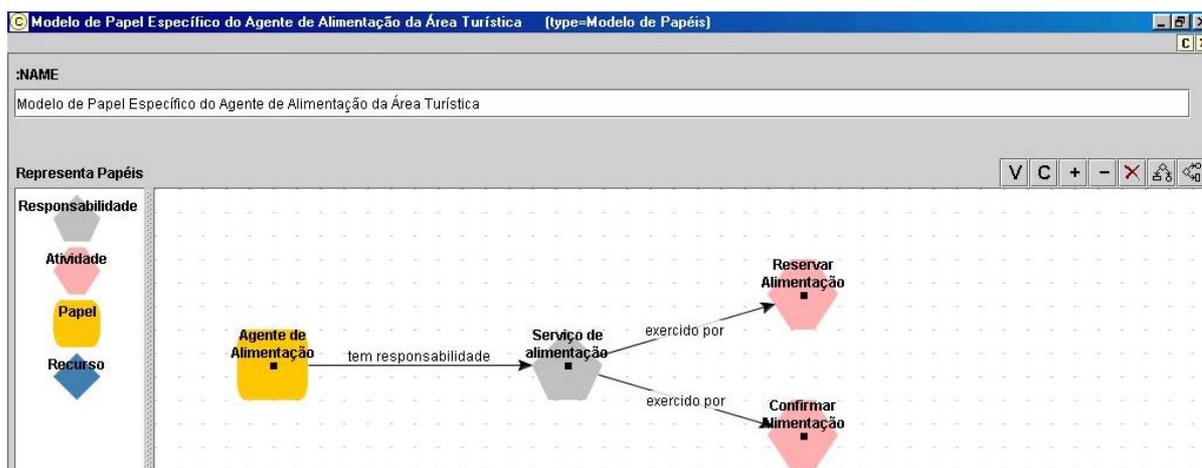


Figura 91: Modelo de Papel Específico do Agente de Alimentação da ONTOTOUR

A responsabilidade *serviço de entretenimento*, especificada no modelo de objetivos da área Turística, sugere o papel *agente de entretenimento*. Para que o papel *agente de entretenimento* cumpra com a sua responsabilidade de *serviço de entretenimento*, são identificadas as seguintes atividades: *reservar entretenimento* e *confirmar entretenimento* (Figura 92).

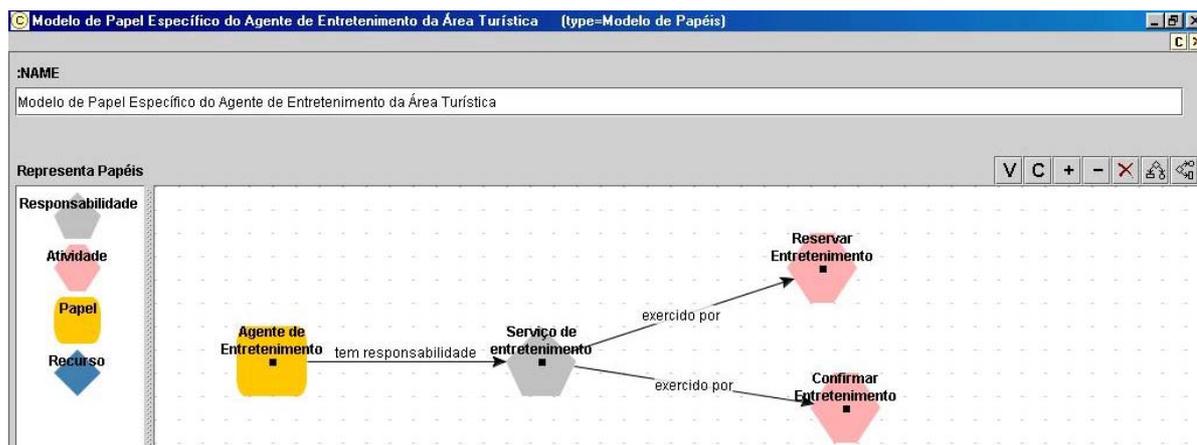


Figura 92: Modelo de Papel Específico do Agente de Entretenimento da ONTOTOUR

A responsabilidade *serviço de hospedagem*, especificada no modelo de objetivos da área Turística, sugere o papel *agente de hospedagem*. Para que o papel *agente de hospedagem* cumpra com a sua responsabilidade de *serviço de hospedagem*, são identificadas as seguintes atividades: *reservar hospedagem* e *confirmar hospedagem* (Figura 93).

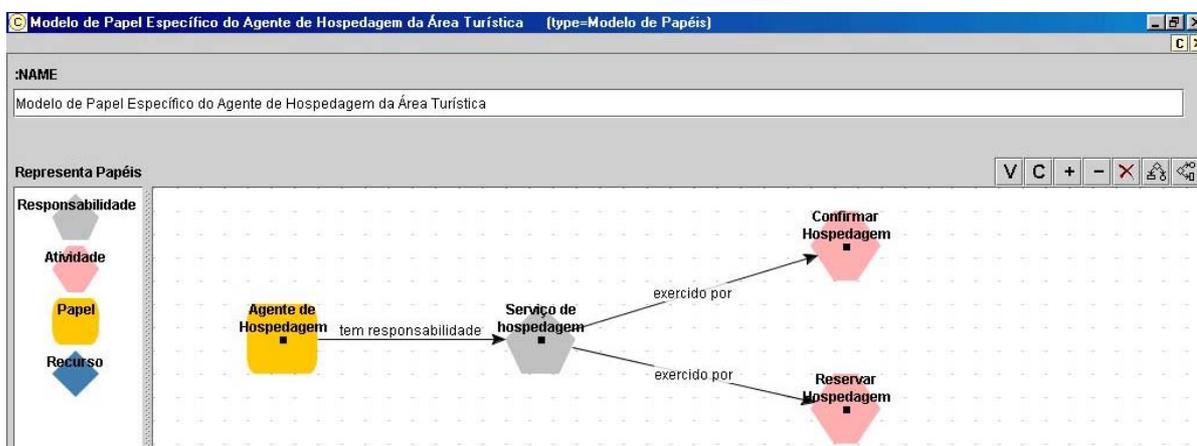


Figura 93: Modelo de Papel Específico do Agente de Hospedagem da ONTOTOUR

A responsabilidade *serviço de pagamento*, especificada no modelo de objetivos da área Turística, sugere o papel *agente de pagamento*. Para que o papel *agente de pagamento* cumpra com a sua responsabilidade de *serviço de pagamento*, são identificadas as seguintes atividades: *efetuar pagamento* e *emitir comprovante de pagamento*. Para a realização das atividades, o papel de *agente de pagamento* faz uso dos seguintes recursos: *cartão de crédito*, *cheque*, *dinheiro* e *recibo* (Figura 94).

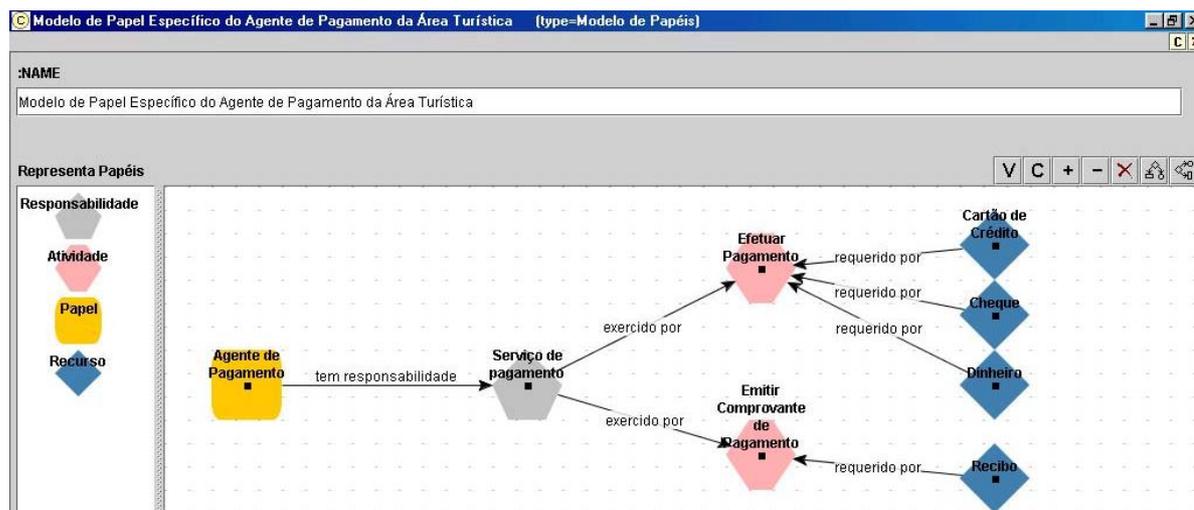


Figura 94: Modelo de Papel Especifico do Agente de Pagamento da ONTOTOUR

A responsabilidade *serviço de transporte*, especificada no modelo de objetivos da área Turística, sugere o papel *agente de transporte*. Para que o papel *agente de transporte* cumpra com a sua responsabilidade de *serviço de transporte*, são identificadas as seguintes atividades: *reservar bilhete*, *confirmar bilhete* e *emitir bilhete*. Para a realização das atividades, o papel de *agente de transporte* faz uso do seguinte recurso: *ticket* (Figura 95).

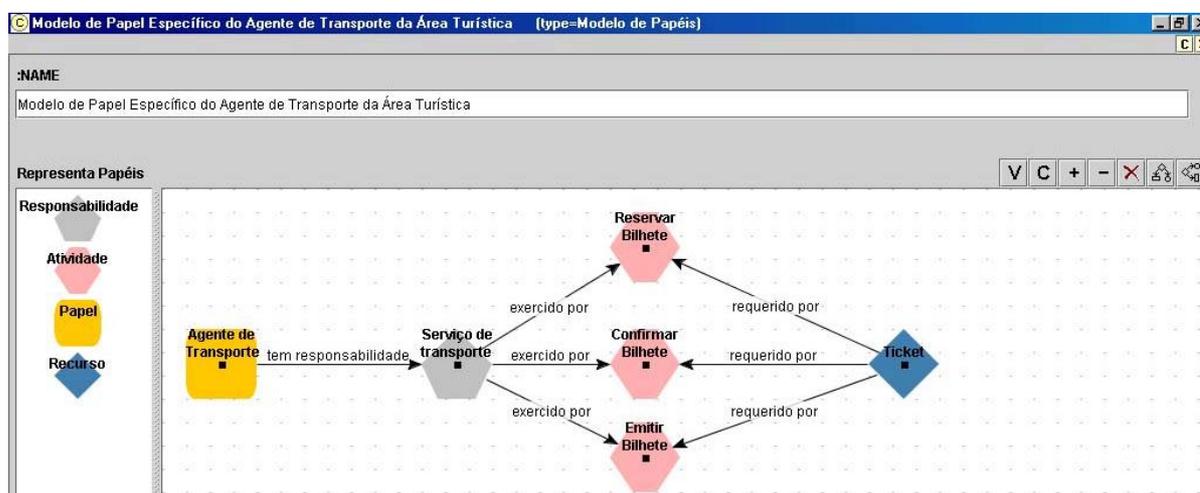


Figura 95: Modelo de Papel Especifico do Agente de Transporte da ONTOTOUR

O modelo de papel geral da área turística é obtido à partir da composição de todos os papéis do sistema, com suas responsabilidades, suas atividades e seus recursos. A Figura 96 mostra o modelo de papel geral da área turística.

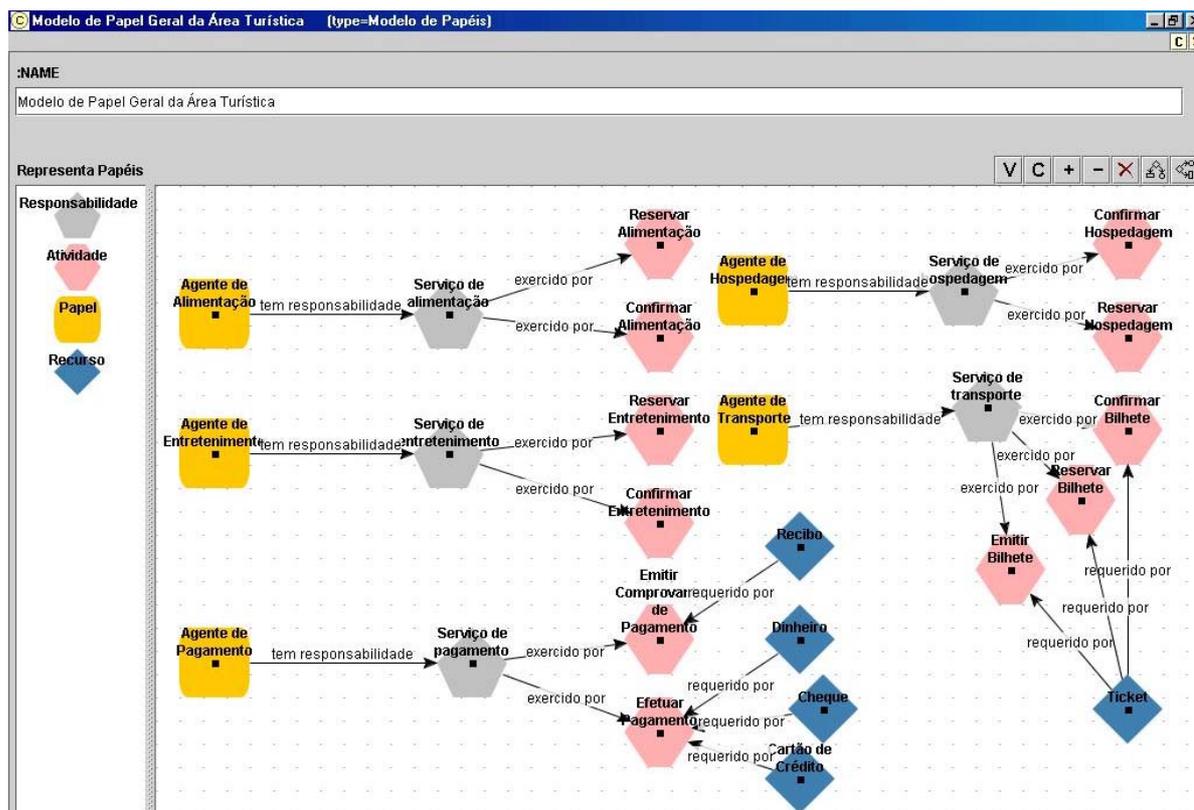


Figura 96: Modelo de Papel Geral da ONTOTOUR

7.3.1.4 Modelagem de Interações

Na *modelagem de interações*, são criadas instâncias da meta-classe *modelo de interações* contendo as interações ente papéis e entre papéis e entidades externas. Foram criados quatro modelos de interações: modelos de interações específicos da hospedagem, da alimentação, do transporte e do entretenimento.

Para o alcance do objetivo específico *fornecer serviço de hospedagem*, foram identificados os seguintes papéis: *agente de hospedagem* e *agente de pagamento*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 97. A entidade externa *usuário* foi acrescentada no modelo de conceitos (Figura 89).

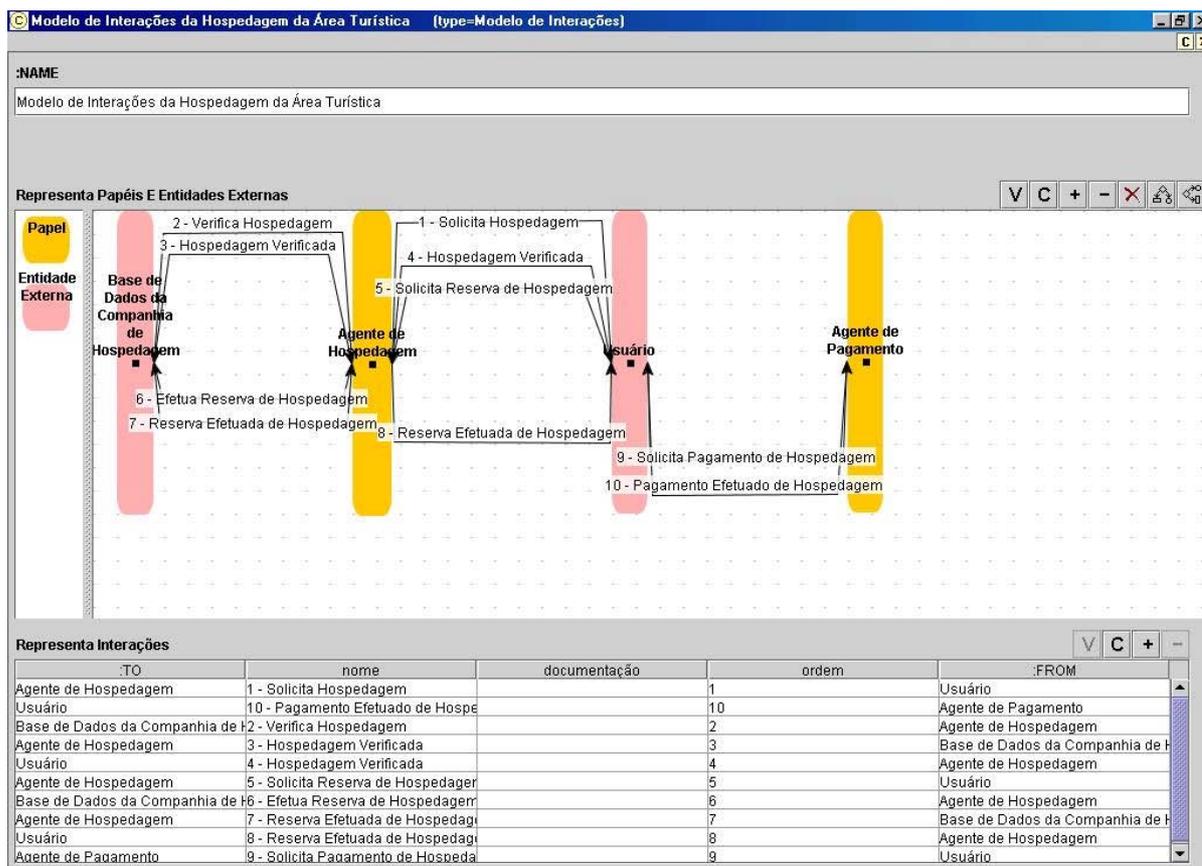


Figura 97: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de hospedagem da ONTOTOUR

Para o alcance do objetivo específico *fornecer serviço de transporte*, foram identificados os seguintes papéis: *agente de transporte* e *agente de pagamento*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 98. A entidade externa *usuário* foi acrescentada no modelo de conceitos (Figura 89).

Para o alcance do objetivo específico *fornecer serviço de alimentação*, foram identificados os seguintes papéis: *agente de alimentação* e *agente de pagamento*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 99. A entidade externa *usuário* foi acrescentada no modelo de conceitos (Figura 89).

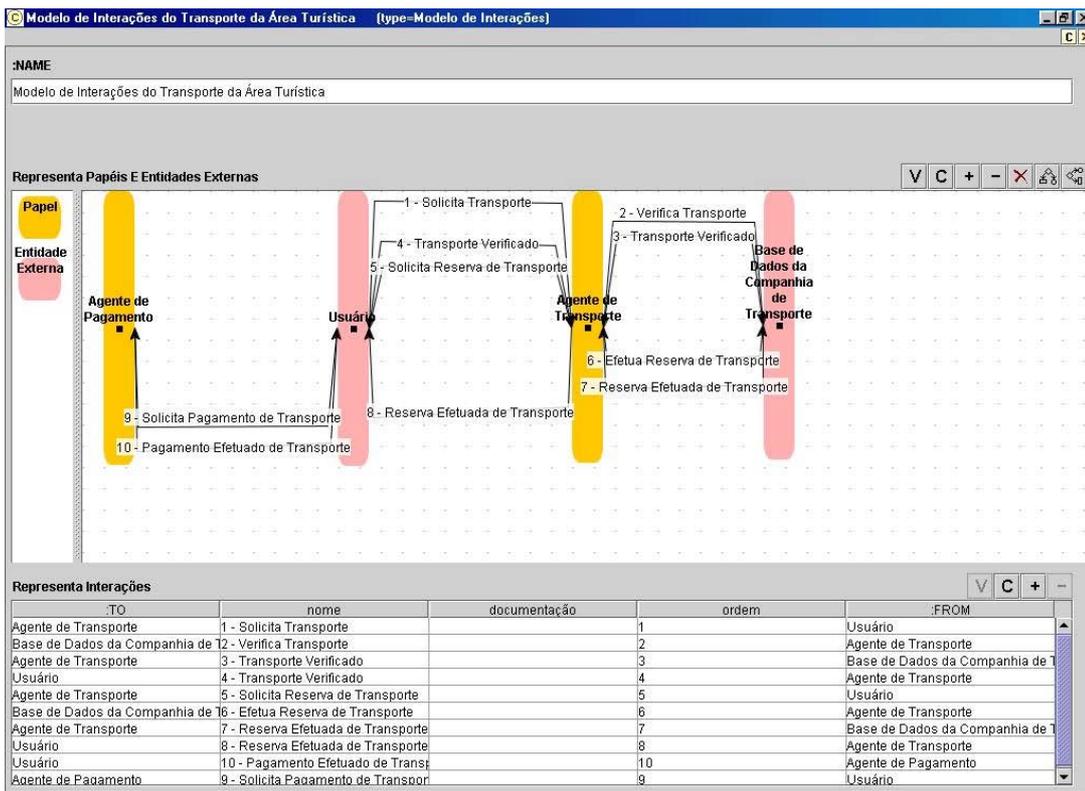


Figura 98: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de transporte da ONTOTOUR

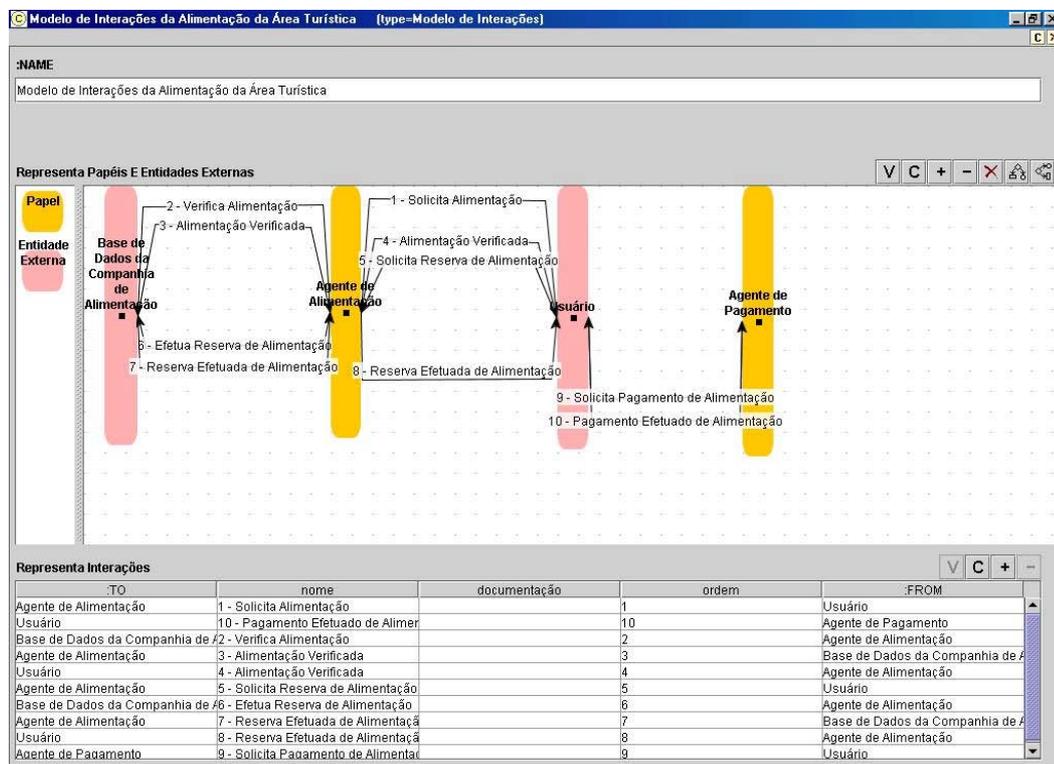


Figura 99: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de alimentação da ONTOTOUR

Para o alcance do objetivo específico *fornecer serviço de entretenimento*, foram identificados os seguintes papéis: *agente de entretenimento* e *agente de pagamento*. Os papéis no cumprimento de suas responsabilidades realizam atividades, as atividades necessitam de recursos, o que origina as interações e as entidades externas mostradas na Figura 100. A entidade externa *usuário* foi acrescentada no modelo de conceitos (Figura 89).

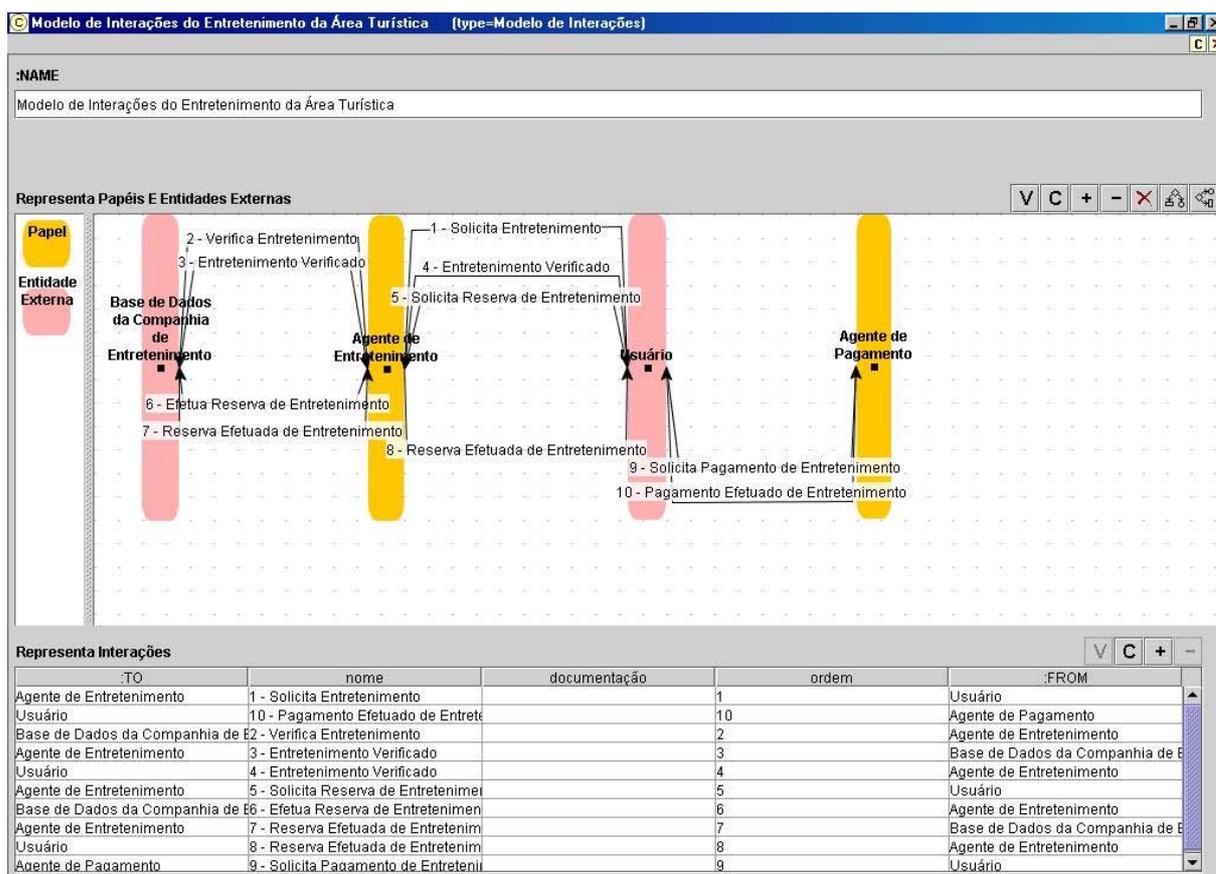


Figura 100: Modelo de Interações para o objetivo específico de fornecer serviço de entretenimento da ONTOTOUR

O modelo de domínio da área turística é composto do modelo de conceitos, do modelo de objetivo, do modelo de papel geral, dos modelos de papel específicos do agente de hospedagem, do agente de alimentação, do agente de pagamento, do agente de entretenimento, do agente de transporte, dos modelos de interações para os objetivos específicos de fornecer serviço de hospedagem, de alimentação, de entretenimento e de transporte. A Figura 101 mostra o modelo de domínio da ONTOTOUR.



Figura 101: Modelo de Domínio da ONTOTOUR

7.3.2 Modelagem de Usuários

7.3.2.1 Aquisição das informações dos usuários

Na *aquisição das informações dos usuários*, são criadas instâncias da meta-classe *técnicas de aquisição* contendo a técnica de aquisição usada para o recolhimento das informações dos usuários. São criadas instâncias das meta-classes: entidade externa, habilidades cognitivas, habilidades físicas, preferências e objetivo do usuário.

A aquisição das informações dos usuários foi feita usando a técnica explícita, onde primeiramente é aplicado um questionário para colher informações do usuário. Após o recolhimento das informações, o usuário é inserido em um estereótipo: *rural, científico, congressual, cultural, ecoturismo, férias, negócios, ecológico e religioso*, que classifica a entidade externa *usuário* em: *turista rural, turista científico, turista congressual, turista cultural, turista ecoturismo, turista férias, turista negócios, turista ecológico e turista religioso*. São identificadas as preferências: *acervo cultural, animais silvestres, arquitetura, atividades comerciais, atividades empresariais, boates, cachoeiras, campo, casas de espetáculos, cavernas, centros históricos, centros de pesquisa, centros empresariais, centros religiosos, cinemas, congressos, convenções, dunas, edificações, encontros,*

escalada, exposições, feiras, festas, florestas, folclore, galerias de arte, gastronomia internacional, gastronomia típica, igrejas, lagos, mata, montanhas, monumentos, museus, organizações, paisagens, pantanal, parques aquáticos, parques temáticos, patrimônio cultural, praias, rafting, rios, ruínas, seminários, seminários eucarísticos, shopping, sítios arqueológicos, teatro, trilhas ecológicas, área de conservação ambiental e área de proteção ambiental; do objetivo do usuário: deslocamento de sua residência em busca de descanso, deslocamento de sua residência para efetuar pesquisas, deslocamento de sua residência para conhecer a cultura de determinado povo, deslocamento de sua residência para participar de eventos, deslocamento de sua residência em busca do contato com a natureza, deslocamento de sua residência em busca de conhecer espaços naturais, deslocamento de sua residência em busca de descanso e da prática do lazer, deslocamento de sua residência para efetuar transações e atividades profissionais, comerciais e industriais, deslocamento de sua residência para centros religiosos;

7.3.2.2 Representação das informações dos usuários

Na *representação das informações dos usuários*, são criadas instâncias da meta-classe modelo de usuários, contendo as informações sobre os usuários, que foram recolhidas na fase de aquisição das informações dos usuários. Foram criados nove modelos de usuário da área turística: modelo de usuário geral do turista, modelos de usuário específicos rural, científico, de eventos, cultural, de ecoturismo, de férias, de negócios, ecológico e religioso.

As informações adquiridas do usuário da área turística são representadas no modelo de usuários geral do turista como mostra a Figura 102 uma visão parcial.

As informações adquiridas do usuário científico da área turística são representadas no modelo de usuários específico científico como mostra Figura 103.

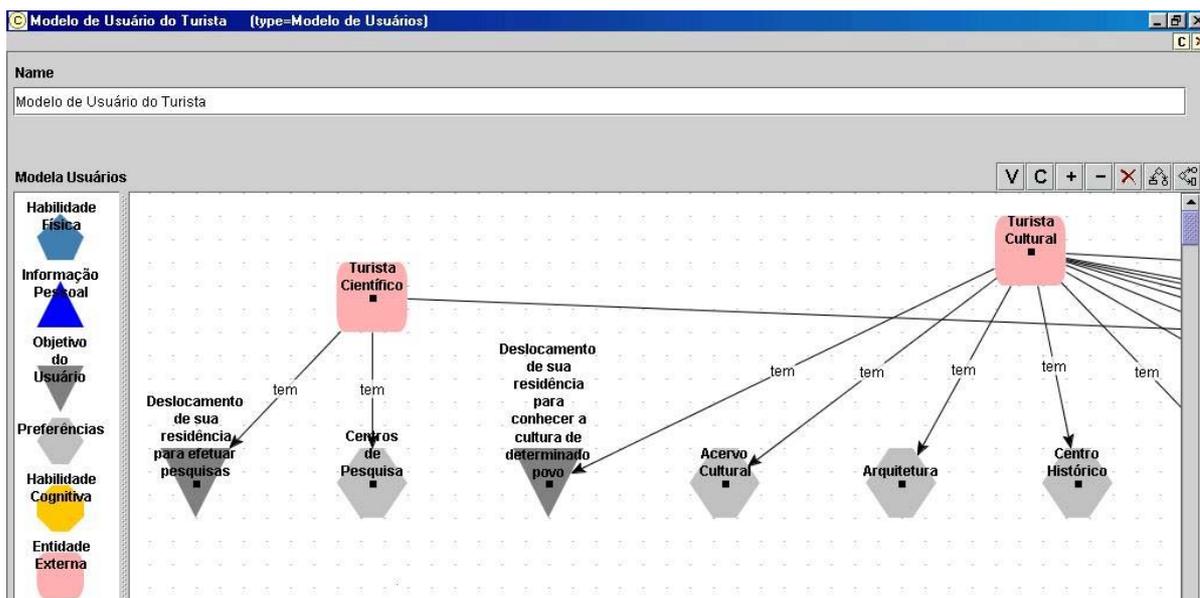


Figura 102: Visão Parcial do Modelo de Usuários Geral do Turista da ONTOTOUR

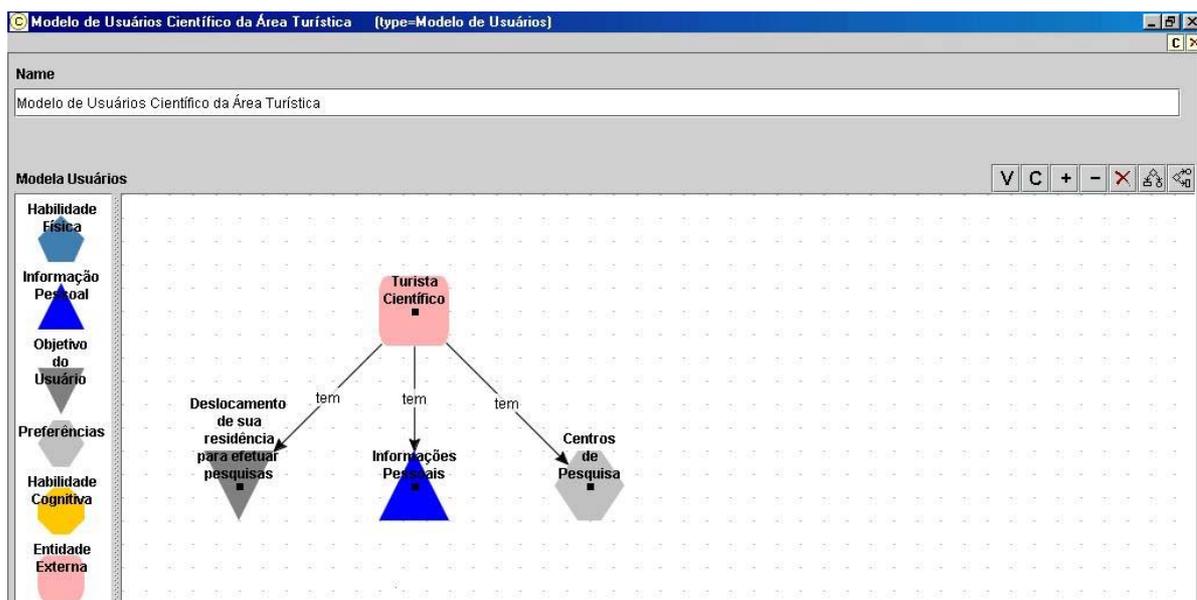


Figura 103: Modelo de Usuários Específico Científico da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário cultural da área turística são representadas no modelo de usuários específico cultural, como mostra Figura 104.

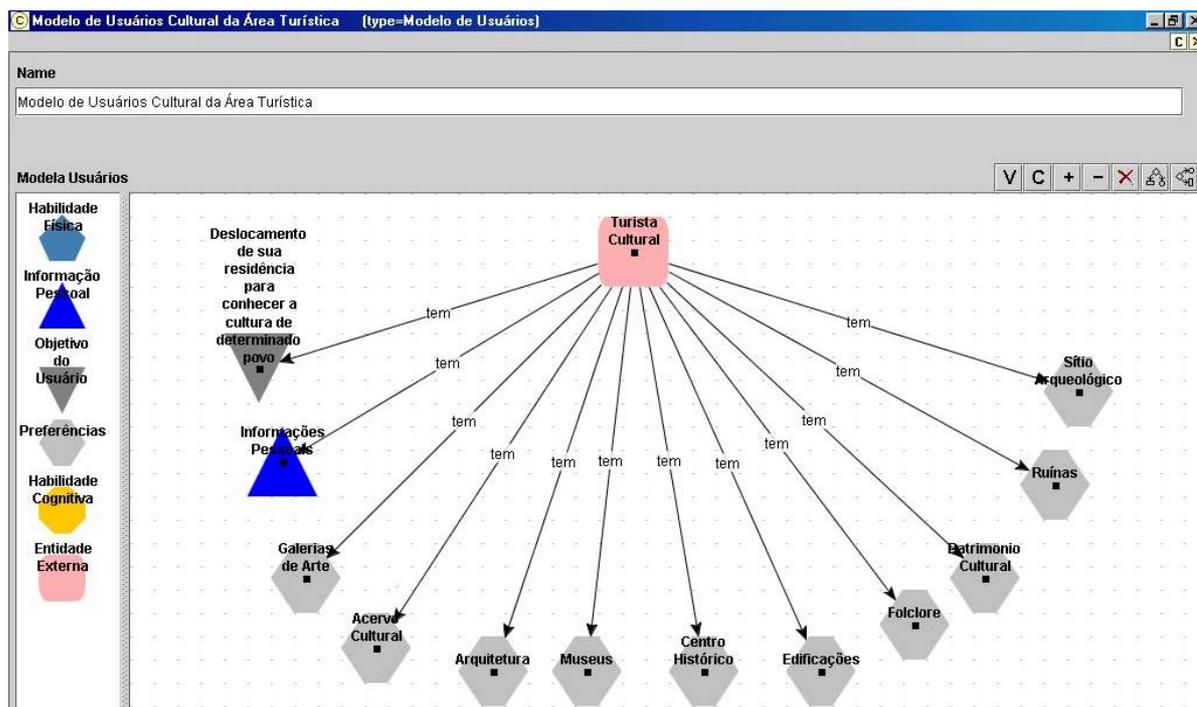


Figura 104: Modelo de Usuários Específico Cultural da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário de ecoturismo da área turística são representadas no modelo de usuários específico de ecoturismo, como mostra Figura 105.

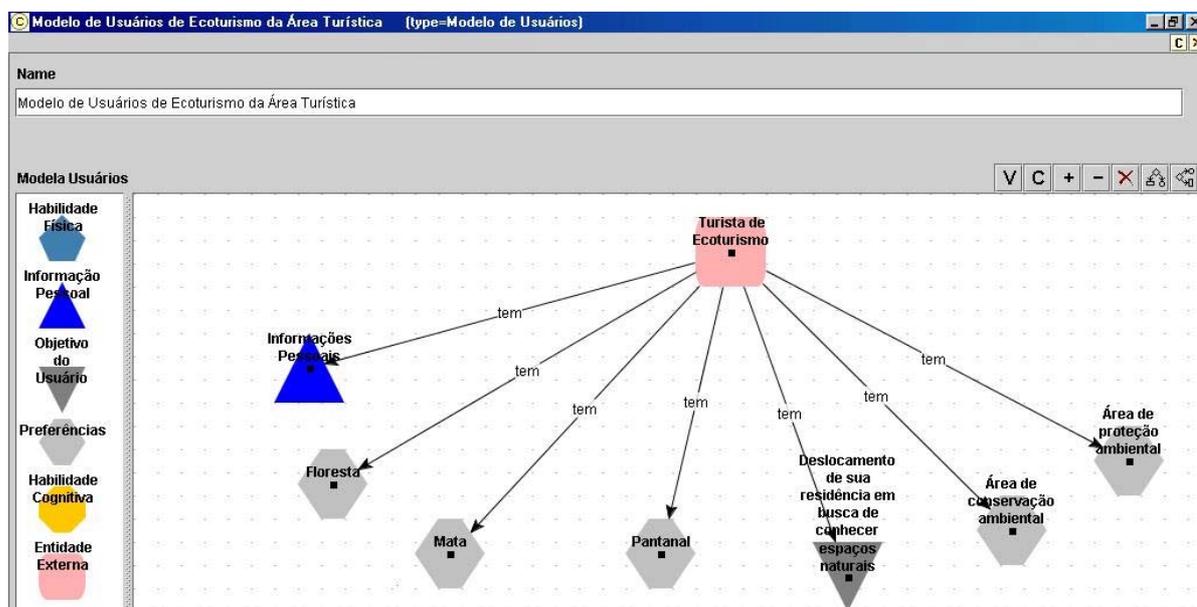


Figura 105: Modelo de Usuários Específico de Ecoturismo da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário de eventos da área turística são representadas no modelo de usuários específico de eventos, como mostra Figura 106.

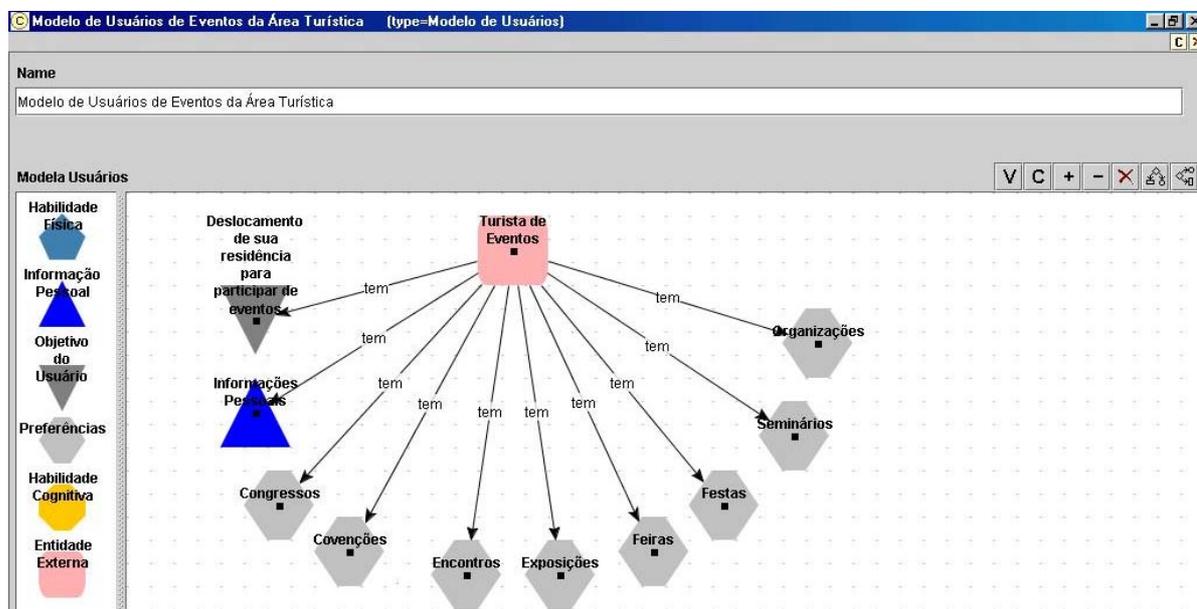


Figura 106: Modelo de Usuários Específico de Eventos da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário de férias da área turística são representadas no modelo de usuários específico de férias, como mostra Figura 107.

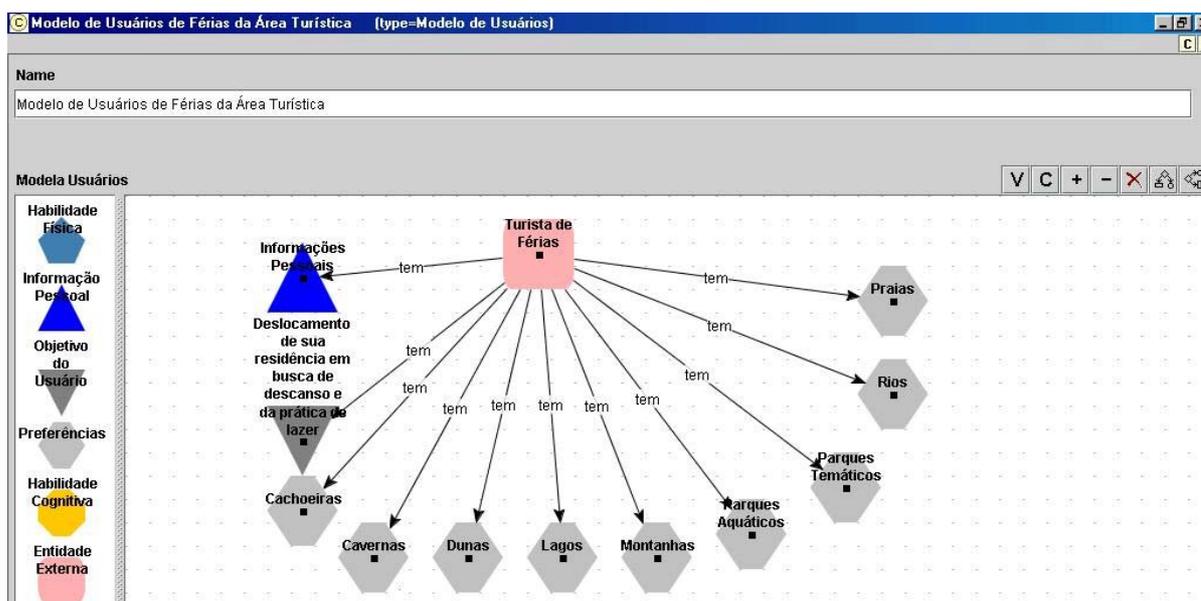


Figura 107: Modelo de Usuários Específico de Férias da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário de negócios da área turística são representadas no modelo de usuários específico de negócios, como mostra Figura 108.

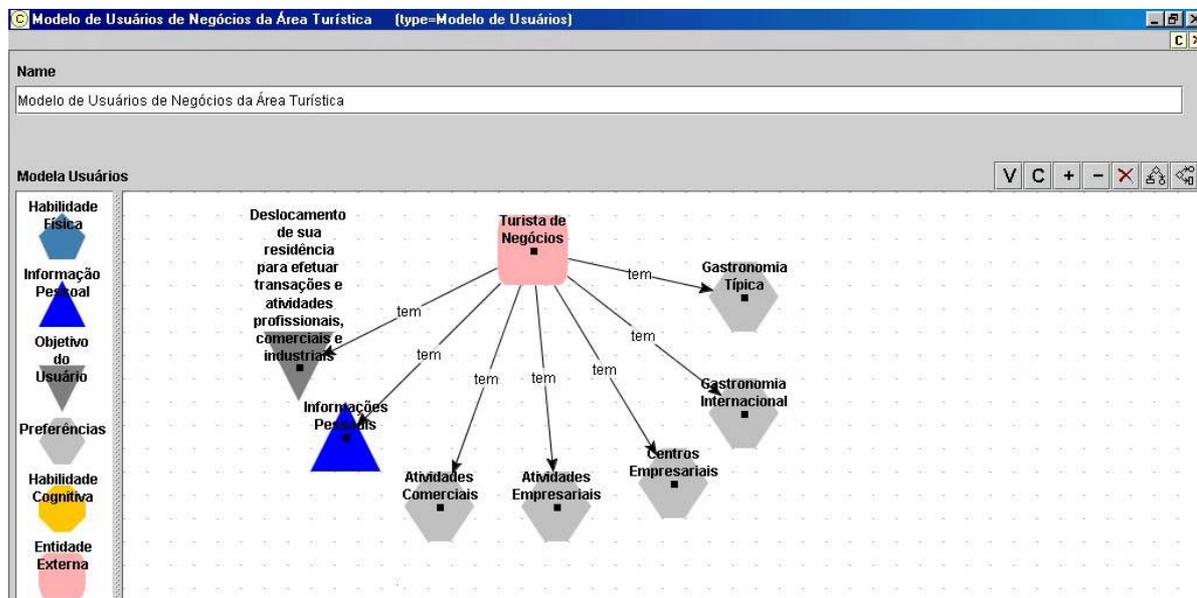


Figura 108: Modelo de Usuários Específico de Negócios da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário ecológico da área turística são representadas no modelo de usuários específico ecológico, como mostra Figura 109.

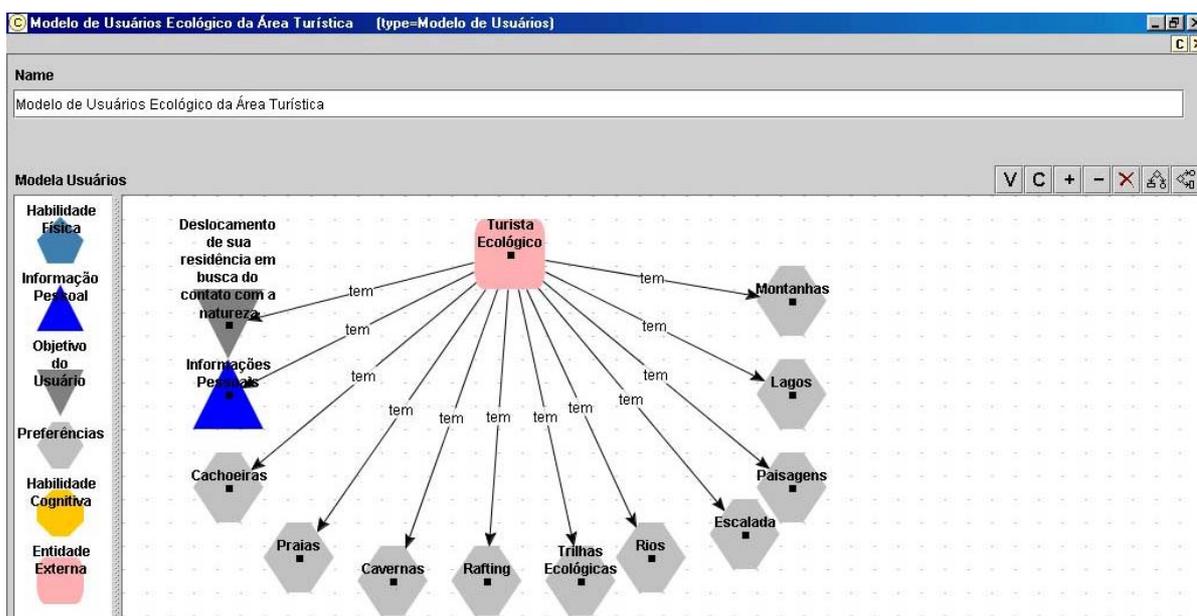


Figura 109: Modelo de Usuários Específico Ecológico da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário religioso da área turística são representadas no modelo de usuários específico religioso, como mostra Figura 110.

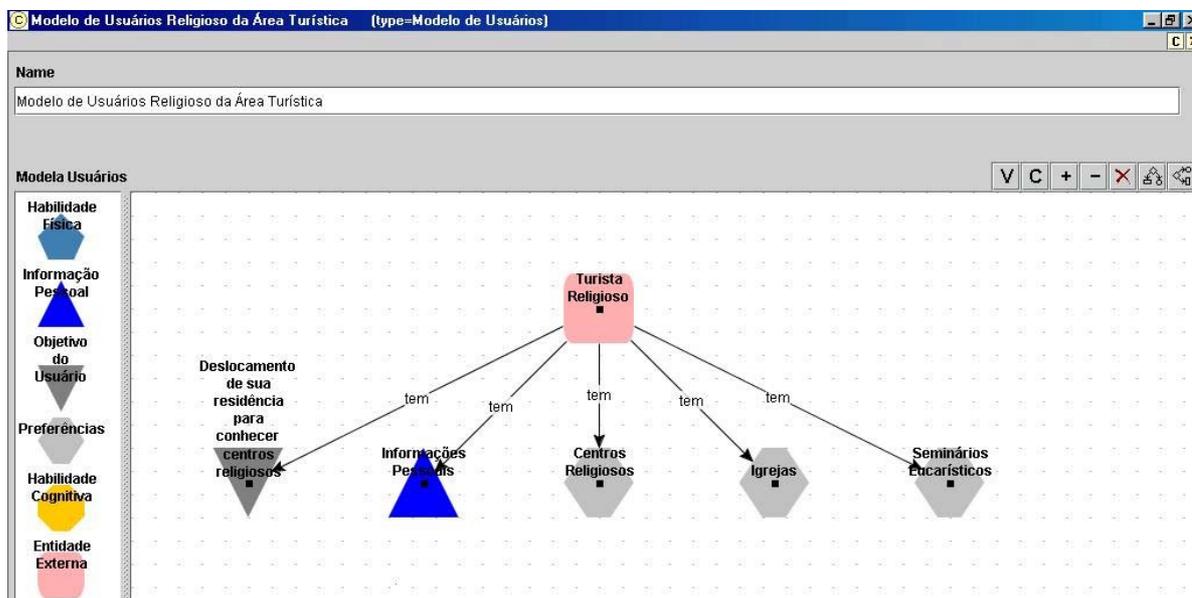


Figura 110: Modelo de Usuários Específico Religioso da ONTOTOUR

As informações adquiridas do usuário rural da área turística são representadas no modelo de usuários específico rural, como mostra Figura 111.

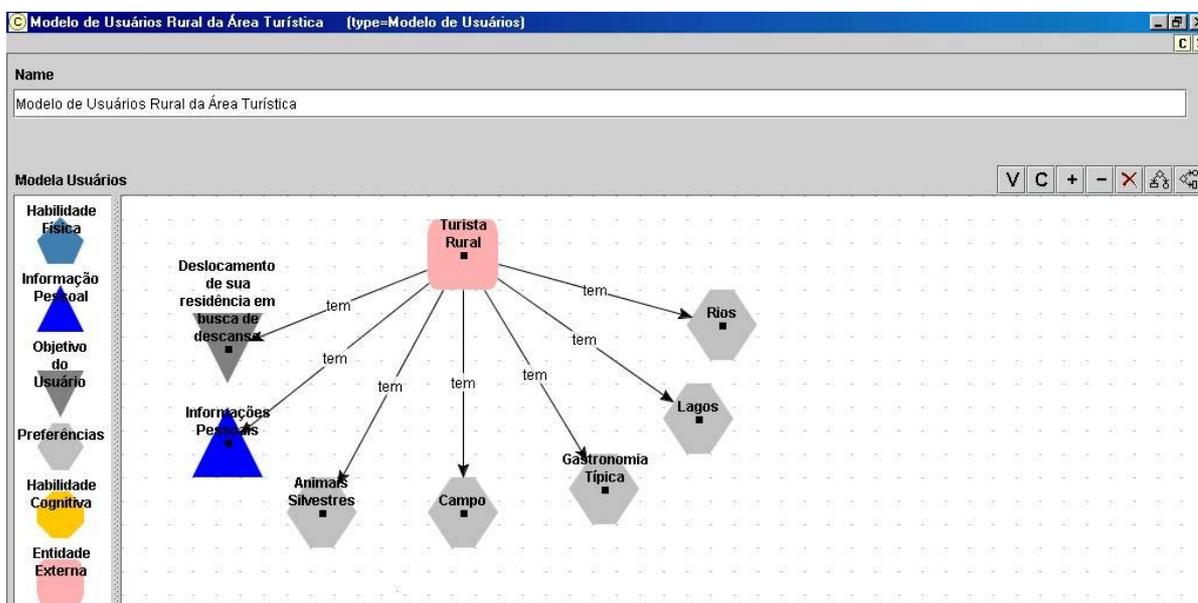


Figura 111: Modelo de Usuários Específico Rural da ONTOTOUR

7.4 Considerações Finais

Neste capítulo foi apresentado um estudo de caso para a avaliação da técnica GRAMO, onde foi feita uma análise da área turística.

O estudo de caso foi realizado após a avaliação da técnica GRAMO com o primeiro estudo de caso desenvolvido. Servindo para o refinamento das fases e atividades.

O modelo de domínio e usuários construído será usado no desenvolvimento de aplicações específicas baseadas em agentes na área turística.

O próximo capítulo apresenta as considerações finais do trabalho, destacando os resultados obtidos e os trabalhos futuros que poderão ser desenvolvidos a partir desta pesquisa.

8. CONCLUSÃO

Neste trabalho, foi apresentada a técnica GRAMO baseada em ontologias para a análise de domínio e usuários na Engenharia de Domínio Multiagente. Ela define as atividades para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados em ontologias. A técnica propõe uma nova abordagem do desenvolvimento de software para o reuso utilizando a ONTODUM, uma ontologia genérica que guia o processo de construção de modelos de domínio e usuários.

8.1 Resultados e Contribuições da Pesquisa

A GRAMO contribui com a comunidade de desenvolvedores através de um processo de desenvolvimento sistematizado e interativo para a fase de Análise de Domínio e Usuários, que objetiva a construção e disponibilização efetiva de modelos de domínio e usuários de qualidade para o processo de desenvolvimento de software baseada em agentes.

As principais contribuições desta pesquisa foram:

- Análise do estado da arte das técnicas da Análise de Domínio na Engenharia de Domínio, de captura e especificação de requisitos de aplicações baseadas em agentes e da modelagem de usuários, para a identificação e comparação dos problemas e aspectos positivos de cada uma;
- Desenvolvimento da ONTODUM, uma ontologia genérica, que representa o conhecimento de técnicas da Análise de Domínio, de Requisitos e da Modelagem de Usuários, guiando a aplicação da técnica GRAMO;
- Elaboração da técnica GRAMO para a aquisição e construção de modelos de domínio e usuários baseados na ONTODUM para a fase de Análise de Domínio e Usuários da Engenharia de Domínio Multiagente;

- Avaliação inicial da técnica proposta através de dois estudos de caso: desenvolvimento de um modelo de domínio e usuários para o acesso à informação na área jurídica e desenvolvimento de um modelo de domínio e usuários na área turística.

8.2 Trabalhos Futuros

A partir desta proposta outros trabalhos estão sendo e serão desenvolvidos no futuro:

- Elaboração de uma técnica, a DDEMAS, baseada em padrões e ontologias para a construção de frameworks multiagente no Projeto de Domínio da Engenharia de Domínio Multiagente [21] [22], que reutilize os modelos de domínio e usuários desenvolvidos segundo a GRAMO;
- Uma integração das técnicas GRAMO e DDEMAS deverá ser abordada em um trabalho futuro na criação de uma metodologia para a Engenharia de Domínio Multiagente;
- Um aspecto que não foi abordado pela GRAMO é a análise de semelhanças e diferenças existentes no domínio. Esta análise é fundamental para o desenvolvimento de linhas de produção de software e linguagens específicas de domínio. Este assunto está sendo abordado em um trabalho que propõe uma metodologia para o desenvolvimento de linguagens específicas de domínio na Engenharia de Domínio Multiagente [60] [61];
- Extensão da ontologia genérica especificada e da técnica GRAMO para suportar axiomas e os avanços das técnicas de desenvolvimento de aplicações baseadas em agentes.
- Desenvolvimento de aplicações específicas baseadas em agentes nas áreas jurídica e turística reutilizando os modelos de domínio e usuários apresentados neste trabalho;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ACERENZA, M. "Promoção turística: um enfoque metodológico". São Paulo: Pioneira, 1991.
- [2] ARANGO, G. "**Domain Analysis**", Encyclopedia of Software Engineering, Volume 1, John J. Marciniak, Editor-in-chief, John Wiley & Sons, Inc., pp. 424-434, 1994.
- [3] ARANGO, G. "**Domain Engineering for Software Reuse**". Ph.D. Thesis, Department of Information and Computer Science, University of California, Irvine, 1988.
- [4] BALBY, Leandro, GIRARDI, Rosario, "**Mineração na Web**", Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC, v. III, n. II, Junho de 2003.
- [5] BEAUMONT, I. "**User Modelling in the Interactive Anatomy Tutoring System ANATOM-TUTOR**". User Modelling and User-Adapted Interaction 4(1) 21 -45, 1994.
- [6] BENI, Mário. "**Análise estruturada do turismo**". São Paulo: SENAC, 2002.
- [7] Brasil. "**Constituição da República Federativa do Brasil**". 4. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002.
- [8] CAIRE, G., LEAL, F., CHAINHO, P., EVANS, R., GARIJO, F., GOMEZ, J., PAVON, J., KEARNEY, P., STARK, J., MASSONET, P. "**Agent-Oriented Analysis using MESSAGE/UML**", In M. Woodridge, P. Ciancarini, and G. Weirs, editors. Second International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering, AOSE 2001, pp. 101-108, Montreal, Canada, August, 2001.
- [9] CAIRE, G., LEAL, F., RODIGUES, J. "**MESSAGE: Methodology for Engineering System of Software Agents**", EURESCOM Project, Technical Report, September, 2001.
- [10] CASTRO, Joelson, KOLP, Manuel, MYLOPOLUS, John. "**A Requirement-Driven Software Development Methodology**", 13th International Conference on Advanced Information Systems Engineering CAISE01, Interlaken, Switzerland, 4-8 June, 2001.
- [11] CERVEIRA, Núbia. "**Desenvolvimento de um Modelo de Domínio baseado**

em Ontologias para a Área Turística”, Monografia de Especialização, CEAPS/DEINF/UFMA, 2003.

- [12] COHEN, S., KANG, K., HESS, J., PETERSON, S. “**Feature Oriented Domain Analysis (FODA) Feasibility Study**”, Technical Report CMU/SEI-90-TR-21. Software Engineering Institute, Cornege Mellon University, Pittsburgh, PA, November, 1990.
- [13] COSSENTINO, M., BURRAFATO, P., LOMBARDO, S., SABATUCCI, L. “**Introducing Pattern Reuse in the Design of Multi-agent Systems**”, AITA02, Workshop at NODE 02, Efurt, Germany, 8-9 October, 2002.
- [14] DILEO, Jonathan, JACOBS, Timothy, DELOACH, SCOTT. “**Integrating Ontologies into Multiagent Systems Engineering**”, 4th International Bi-Conference Workshop on Agent Oriented Information Systems (AOIS 2002), Bologna (Italy), pp. 15-16 July, 2002.
- [15] FALBO, R.A., GUIZZARDI, G., DUARTE, K.C. “**An Ontological Approach to Domain Engineering**”, XIV International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE-2002), Ischia, Italy, 2002.
- [16] FALBO, R.A., GUIZZARDI, G., DUARTE, K.C., NATALI, A.C.C. “**Developing Software for and with Reuse: An Ontological Approach**”, ACIS International Conference on Computer Science, Software Engineering, Information Technology, e-Business, and Applications (CSITeA-02), Foz do Iguacu, Brazil, 2002.
- [17] FARIA, Carla, GIRARDI, Rosario. “**Especificação de uma Ontologia Genérica para a Análise de Requisitos da Engenharia de Aplicações Multiagente**”, Anais do Terceiro Congresso Brasileiro de Computação (CBComp 2003), UNIVALI, Itajaí, SC, Brasil, pp. 1445-1455, Ed. UNIVALI. 25 a 29 de agosto de 2003.
- [18] FARIA, Carla, GIRARDI, Rosario. “**GRAMO: Uma Técnica para a Construção de Modelos de Domínio Reutilizáveis no Desenvolvimento de Sistemas Multiagente**”, Anais do XII Seminário de Computação (SEMINCO 2003), Centro de Convenções, Willy Sievert, PROEB, Blumenau, Santa Catarina, Brasil, pp. 71-84, Ed. FURB. 05 a 08 de agosto de 2003.
- [19] FARIA, Carla, OLIVEIRA, Ismênia, GIRARDI, Rosario. “**Uma Ontologia Genérica para a Análise de Domínio e Usuário na Engenharia de Domínio Multiagente**”, Anais do Simpósio de Informática da Região Centro/RS (SIRC/RS 2003), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil, Ed. SIRC/RS 20 a

22 de agosto de 2003.

- [20] FARIA, Carla, OLIVEIRA, Ismênia, GIRARDI, Rosário. **“Especificação de uma Ontologia Genérica para a Construção de Modelos de Usuários”**, Anais da 3ª Jorandada Ibero-Americana de Engenharia de Software e Engenharia do Conhecimento (JIISIC 2003), Valdivia, Chile, 26 a 28 de novembro de 2003.
- [21] FERREIRA, Steferson. **“Uma Ferramenta e Técnica para o Projeto Global e Detalhado de Sistemas Multiagente”**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Universidade Federal do Maranhão, 2004.
- [22] FERREIRA, Steferson. **“Uma Técnica para o Projeto de Domínio de Sistemas Multiagente”**, Anais do II Workshop de Informática do IMESA, Assis, São Paulo, Brasil, 13 a 17 de outubro de 2003.
- [23] FOREMAN, John. **“Product Line Based Software Development - Significant Results Future Challenges”**, Software Technology Conference, Salt Lake City, UT, April 23, 1996.
- [24] FOURO, A. M. M., WERNER, C. M. L. **“Modelos de Domínio ou Ontologias?”**, RTInfo – Revista da Tecnologia da Informação, 2001.
- [25] FRAKES, W.B., PRIETO-DIAZ, R, FOX, C. **“DARE: Domain Analysis and Reuse Environment”**. Proceedings of Software Engineering, pp. 125-141, September, 1998.
- [26] FRIDMAN, N. N., MCGUINNESS, D. L. **“Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology”**, Knowledge Systems Laboratory, March, 2001.
- [27] GIRARDI, Rosario, FARIA, Carla. **“A Generic Ontology for the Specification of Domain Models”**, Proceedings of 1st International Workshop on Component Engineering Methodology (WCEM 2003) at Second International Conference on Generative Programming and Component Engineering, pp. 41-50, Ed. Sven Overhage and Klaus Turowski. Efurt, Germany, September, 2003.
- [28] GIRARDI, Rosario. **“Reuse in Agent-based Application Development”**, In: Proceedings of 1^o International Workshop on Software Engineering for Large-Scale Multi-Agent Systems (SELMAS'2002), May, 2002.
- [29] GIRARDI, Rosario. **“Software Abstractions in Agent-Based Application**

Engineering”, In: Joint Meeting of the 5th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001), Orlando, Florida.

- [30] GIRARDI, Rosario. **“Main Approaches to Software Classification and Retrieval”**. En las actas del curso Ingeniería del Software y reutilización: Aspectos Dinámicos y Generación Automática. Editores J. L. Barros y A. Domínguez. (Universidad de Vigo - Ourense, del 6 al 10 de julio de 1998). Julio, 1998.
- [31] GRENN S., HURST L., NANGLE, B., CUNNINGHAM, P., SOMERS, F., EVANS, R. **“Softwares Agents: A Review”**, Disponible na Internet no endereço: http://www.cs.tcd.ie/research_groups/aig/iag/iag.html, 1997.
- [32] GRUBER, T. R. **“Toward Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing”**, International Journal of Human-Computer Studies. N° 43, pp. 907-928, 1995.
- [33] GUARINO, Nicola. **“Formal Ontology and Information Systems”**, Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy. Amsterdam, IOS Press, pp. 3-15, 6-8 June, 1998.
- [34] HARSU M. **“A Survey on Domain Engineering”**. Report 31, Institute of Software Systems, Tampere University of Technology, December 2002, 26 pp.
- [35] JESUS, Damásio E. **“Direito Penal: parte geral”**. São Paulo: Editora Saraiva, 1999.
- [36] KRALINGEN, R. W. Van. **“Frame-based Conceptual Models of Statute Law”**, Computer/Law Series, No. 16, Kluwer Law International, The Hague, The Netherlands, 1995.
- [37] KOBSA, Alfred. **“Personalised Hypermedia presentation techniques for improving online customer relationships”**. GMD Report 66, 1999.
- [38] KOBSA, Alfred. **“User Modeling and User-Adapted Interaction”**. Conference Companion on Human Factors in Computing Systems, Boston, Massachusetts, United States, pp. 415-416, April 24-28, 1994.
- [39] KOSALA, R., BLOCKEEL, H., **“Web Mining Research: a Survey”**. SIG KDD Explorations, vol.2, pp. 1-15, 2000.
- [40] KRUT, R. **“Integrating 001 Tool Support into the Feature Oriented Domain**

Analysis Methodology”, Technical Report CMU/SEI-93-TR-11. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.

- [41] LIGEIRO, Roberto, DUTRA, Inês, **“Redes Bayesianas: o que são, para que servem, algoritmos e exemplos de aplicações”**, disponível em: www.cos.ufrj.br/~ines/courses/cos740/leila/cos740/Bayesianas.pdf, acesso em agosto, 2003.

- [42] LINDOSO, Alisson, SERRA, Ivo da Cunha e GIRARDI, Rosário. **“ONTOINFOJUS: Um Modelo de Domínio baseado em Ontologias para o Acesso à Informação na Área Jurídica”**, Anais do V Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins (ENCOINFO 2003), Palmas, Tocantins, Brasil, pp. 251-260, Ed. ULBRA. 29 a 30 de outubro de 2003.

- [43] LINDOSO, Alisson, **“Desenvolvimento de um Modelo de Domínio baseado em Ontologias para o Acesso à Informação Jurídica”**, Monografia de Graduação, DEINF/UFMA, 2003.

- [44] MAGNAN, M. A. S., MURTA, L. G. P., SOUZA, J. M., WERNER, C. M. L. **“Modelos de domínio e Ontologias: uma comparação através de um estudo de caso prático em hidrologia”**, IV International Symposium on Knowledge Management/Document Management (ISKM/DM'2001). Curitiba, Agosto, 2001.

- [45] MISLEVY, RJ, GITOMER, DH. **“The Role of Probability-based Inference in an Intelligent Tutoring System”**, User Modeling and User-Adapted Interaction 5(3-4) 253-282, 1996

- [46] MOORE, John M, BAILIN, Sidney C. **“Domain Analysis: Framework for Reuse”**, in Domain Analysis and Software System Modeling, R. Prieto-Diaz and G. Arango, eds., IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, Calif., pp. 179-203, 1991.

- [47] MOUKAS, Alexandros, MAES, Pattie. **“Amalthea: Information Discovery and Filtering using a Multiagent Evolving Ecosystem”**, Proceedings of the Conference on Practical Applications of Agents and Multiagent Technology, 1996.

- [48] MYLOPOULOS, Jonh, CASTRO, Joelson. **“TROPOS: A Framework for Requirements-Driven Software Development”**, In J. Brinkkemper and A. Solvberg (edts), Information Systems Engineering: State of the Art and Research Themes, Lecture Notes in Computer Science, Springer, Verlag, pp. 261- 273, June, 2000.

- [49] OMICINI, Andrea. "**SODA Societies and Infrastructures in the Analysis and Design of Agent-based Systems**", First International Workshop, AOSE 2000 on Agent-Oriented Software Engineering, Limerick, Ireland, pp. 185-193, January, 2001.
- [50] PALAZZO, Luiz Antônio. "**Sistemas de Hipermídia Adaptativa**". <http://ia.ucpel.tche.br/~lpalazzo/sha/sha.htm>, acessado em 05/02/2003.
- [51] POHL, Wolfgang, "**Logic-Based Representation and Reasoning for User Modeling Shell Systems**", User Modeling and User-Adapted Interaction 9: 217-282, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands, 1999.
- [52] PRIETO-DÍAZ, R. "**A Faceted Approach to Building Ontologies**" Submitted to the 2003 IEEE International Conference on Information Reuse and Integration, Las Vegas, NV, October 27-29, 2003,
- [53] PRIETO-DÍAZ, R. "**Domain Analysis and Software Systems Modeling**". Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society Press, 1991.
- [54] PRIETO-DÍAZ, R. "**Domain Analysis: An Introduction.**" Software Engineering Notes 15, nº 2, pp. 47-54, April, 1990.
- [55] PRIETO-DÍAZ, R. "**Classifying Software for Reuse**", IEEE Software, Vol. 4, nº01, January, 1987.
- [56] Protégé Project. (2003) <http://protege.stanford.edu>. Acesso em: 05 de maio de 2003.
- [57] REALE, Miguel. "**Lições Preliminares de Direito**", 24. Ed., São Paulo, Editora Saraiva, p 64-68, 72-77, 93-104, 199-203, 305-306, 1999.
- [58] RUSSELL, S, NORVIG, P. "**Artificial Intelligence: A Modern Approach**", Prentice-Hall, 1995.
- [59] SALTON, G., e MCGILL, M.. "**An Introduction to Modern Information Retrieval**". New York: McGraw-Hill. 1983.
- [60] SERRA, Ivo da Cunha. "**Uma Abordagem Gerativa para a Engenharia de Domínio Multiagente**", Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Universidade Federal

do Maranhão, 2004.

- [61] SERRA, Ivo da Cunha e GIRARDI, Rosário. **“Uma Abordagem Gerativa para a Engenharia de Domínio Multiagente”**, Anais do V Encontro de Estudantes de Informática do Tocantins (ENCOINFO 2003), Palmas, Tocantins, Brasil, pp. 261-270, Ed. ULBRA. 29 a 30 de outubro de 2003.
- [62] SERRA JR, Gentil Cutrim. **“Agente de Modelagem do Aprendiz para o sistema MATHNET de Ensino Inteligente Cooperativo Computadorizado”**, Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade, Universidade Federal do Maranhão, 2001.
- [63] SHARMA, Amit. **“A Generic Architecture for User Modeling Systems and Adaptive Web Services”**, Proceedings of Workshop on E-Business & the Intelligent Web. (IJCAI, 2001), August, 2001.
- [64] SILVA, José Henrique Alves da, GIRARDI, Rosário. **“SIMCAP: Um Sistema Multiagente para a Captura de Publicações Científicas na Web”**, Revista Eletrônica de Iniciação Científica da SBC, Março, 2002.
- [65] SOBRINHO, Antonio Carlos. **“Uma Análise das Aplicações dos Algoritmos Genéticos em Sistemas de Acesso à Informação Personalizada”**, 2003 (artigo submetido)
- [66] SODRÉ, Alídia Clícia Silva. **“MADS: Uma Metodologia para o Desenvolvimento de Sistemas Baseados em Agentes”**, Conferência Ibero-americana em Sistemas, Cibernética e Informática (CISCI 2002), Julho, 2002.
- [67] TVEIT, A. **“A Survey of Agent-Oriented Software Engineering”**, NTNU Computer Science Graduate Student Conference, Norwegian University of Science of Technology, 2001.
- [68] VALENTE, A. **“Legal Knowledge Engineering: A Modelling Approach”**, University of Amsterdam, IOS Press, Amsterdam, The Netherlands, 1995.
- [69] VISSER, Pepijn R. S., BENCH-CAPON, Trevor J. M. **“A Comparison of two Legal Ontologies”**, In: Working papers of the First International Workshop on Legal Ontologies, University of Melbourne, Melbourne, Australia, 1997.
- [70] VISSER, Pepijn R. S. **“Knowledge Specification for Multiple Legal Tasks: A Case Study of the Interaction Problem in the Legal Domain”**, Computer/Law

Series, No. 17, Kluwer Law International, The Hague, The Netherlands, 1995.

- [71] WEBB, Geoffrey, PAZZANI, Michael, BILLSUS, Daniel, “**Machine Learning for User Modeling**”, User Modeling and User-Adapted Interaction 11: 19-29, Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherland, 2001.

- [72] WERNER, C. M. L., BRAGA, R. M. M. “**Desenvolvimento Baseado em Componentes**”, XIV Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software, Mini-curso, João Pessoa, Outubro, 2000.

- [73] WOOD, M. F., DELOACH, S. A. “**An Overview of the Multiagent Systems Engineering Methodology**”, In Agent-Oriented Software Engineering - Proceedings of the First International Workshop on Agent-Oriented Software Engineering, 10th June 2000, Limerick, Ireland. P. Cicarini, M. Woodridge, editors. Lecture Notes in Computer Science. Vol. 1957, Springer Verlag, Berlin, January, 2001.

- [74] WOODRIDGE, M., CICARINI, P. “**Agent-Oriented Software Engineering: the State of the Art**”, In P. Cicarini and M. Woodridge, editors, Agent Oriented Software Engineering, Springer, Verlag, 2001.

- [75] WOODRIDGE, Michael J., JENNINGS, Nicholas R., KINNY, David. “**The GAIA methodology for agent-oriented analysis and design**”, Autonomous Agents and Multi-Agent Systems. 3(3):285-312, September 2000.

- [76] WOOLDRIDGE, Michael, JENNINGS, Nicholas. “**Intelligent Agents: Theory and Practice**”, Knowledge Engineering Review, October 1994, Rev. January, 1995.

- [77] ZHANG, Xiangmin, “**Discriminant Analysis as a Machine Learning Method for Revision of User Stereotypes of Information Retrieval Systems**”, Proceedings of UM'03, 9th International Conference on User Modeling Pennsylvania, USA, 2003.