

Viviane Nogueira Pinto de Oliveira

**Uma investigação sobre a avaliação de
modelagem conceitual baseada em
ontologias: estudo de caso de modelos para
sistemas de informação desenvolvidos na
Universidade Federal de Minas Gerais**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciência da Informação (PPGCI) da Escola de Ciência da Informação (ECI) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência da Informação.

Área de concentração: Produção, Organização e Utilização da Informação.

Linha de pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Barcellos Almeida.

Belo Horizonte
2009

**Uma investigação sobre a avaliação de
modelagem conceitual baseada em
ontologias: estudo de caso de modelos para
sistemas de informação desenvolvidos na
Universidade Federal de Minas Gerais**

Viviane Nogueira Pinto de Oliveira

**Uma investigação sobre a avaliação de
modelagem conceitual baseada em
ontologias: estudo de caso de modelos para
sistemas de informação desenvolvidos na
Universidade Federal de Minas Gerais**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Ciência da Informação (PPGCI) da Escola de Ciência da Informação (ECI) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência da Informação.

Área de concentração: Produção, Organização e Utilização da Informação.

Linha de pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Barcellos Almeida.

Belo Horizonte
Escola de Ciência da Informação da UFMG
2009

O48i	<p>Oliveira, Viviane Nogueira Pinto.</p> <p>Uma investigação sobre a avaliação de modelagem conceitual baseada em ontologias [manuscrito] : estudo de caso de modelos para sistemas de informação desenvolvidos na Universidade Federal de Minas Gerais / Viviane Nogueira Pinto Oliveira. – 2009.</p> <p>177 f. : il.</p> <p>Orientador: Mauricio Barcellos Almeida.</p> <p>Inclui anexos.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.</p> <p>Referências: f. 154-161.</p> <p>1. Ciência da informação – Teses. 2. Sistemas de recuperação da Informação – Teses. 3. Ontologias (Recuperação da informação) – Teses. 4. Modelagem Conceitual – Teses. I. Título. II Almeida, Mauricio Barcellos. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.</p> <p>CDU: 025.4.3</p>
------	--



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Ciência da Informação
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

FOLHA DE APROVAÇÃO

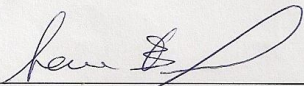
"UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A AVALIAÇÃO DE MODELAGEM CONCEITUAL BASEADA EM ONTOLOGIAS: ESTUDO DE CASO DE MODELOS PARA SISTEMAS DE INFORMAÇÃO DESENVOLVIDOS NA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS"

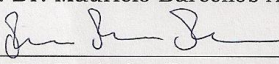
Viviane Nogueira Pinto de Oliveira

Dissertação submetida à Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos à obtenção do título de **"Mestre em Ciência da Informação"**, Linha de Pesquisa **"Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC)"**.

Dissertação aprovada em: 23 de julho de 2009.

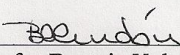
Por:


Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida - ECI/UFMG (Orientador)

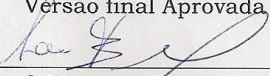

Prof. Dr. Frederico Torres Fonseca - Pennsylvania State University

Prof. Dr. Renato Rocha Souza - ECI/UFMG (por videoconferência)

Aprovada pelo Colegiado do PPGCI


Profa. Beatriz Valadares Cendón
Coordenadora em Exercício

Versão final Aprovada por


Prof. Maurício Barcellos Almeida
Orientador



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Ciência da Informação
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE VIVIANE NOGUEIRA PINTO DE OLIVEIRA, matrícula: 2008651490

Às 14:30 horas do dia 23 de julho de 2009, reuniu-se no Instituto de Ciências Exatas da UFMG a Comissão Examinadora aprovada *ad referendum* pela Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação em 22/06/2009, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado ***Uma investigação sobre a avaliação de modelagem conceitual baseada em ontologias: estudo de caso de modelos para sistemas de informação desenvolvidos na Universidade Federal de Minas Gerais***, requisito final para obtenção do Grau de MESTRE em CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, Área de Concentração: Produção, Organização e Utilização da Informação, Linha de Pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC). Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida - Orientador

APROVADA

Prof. Dr. Frederico Torres Fonseca

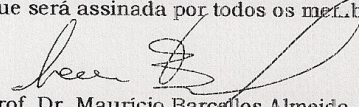
APROVADA

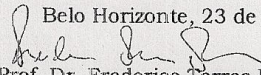
Prof. Dr. Renato Rocha Souza (por videoconferência)

APROVADA

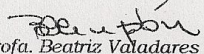
Pelas indicações, a candidata foi considerada APROVADA.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, o Presidente encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ATA que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.


Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida
Orientador - ECI/UFMG

Belo Horizonte, 23 de julho de 2009.

Prof. Dr. Frederico Torres Fonseca
Pennsylvania State University

Prof. Dr. Renato Rocha Souza
ECI/UFMG


Profa. Beatriz Valadares Cendón
Coordenadora em Exercício do Programa de
Pós-Graduação em Ciência da Informação -
ECI/UFMG

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo da Coordenadora.

SUMÁRIO

1)	INTRODUÇÃO.....	1
2)	MODELOS E MODELAGEM.....	6
	2.1) MODELOS: FUNDAMENTOS BÁSICOS.....	6
	2.1.1) <i>Modelos em ciência</i>	7
	2.1.2) <i>A natureza da modelagem</i>	10
	2.1.3) <i>Modelos organizacionais</i>	13
	2.2) MODELAGEM: ABORDAGEM DA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO.....	18
	2.3) MODELAGEM: ABORDAGEM DA CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.....	22
	2.4) IMPLICAÇÕES PARA A PESQUISA.....	33
3)	FUNDAMENTOS ONTOLÓGICOS DE SIS.....	35
	3.1) ONTOLOGIAS E SI.....	35
	3.2) MODELAGEM DE SI BASEADA EM PRINCÍPIOS ONTOLÓGICOS.....	38
	3.3) ONTOLOGIAS DE REFERÊNCIA.....	42
	3.3.1) <i>Contemporâneas: UFO, DOLCE e KR Ontology</i>	42
	3.3.2) <i>Filosóficas: BUNGE e CHISHOLM</i>	44
	3.3.3) <i>Adaptações: Bunge-Wand-Weber (BWW)</i>	46
	3.4) ONTOLOGIAS DE REFERÊNCIA PARA A AVALIAÇÃO DE MODELOS.....	47
	3.5) IMPLICAÇÕES PARA A PESQUISA.....	52
4)	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	53
	4.1) OS MODELOS DE SI OBJETO DA PESQUISA.....	54
	4.2) DESCRIÇÃO GERAL DA METODOLOGIA DE PESQUISA.....	55
	4.3) DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DA METODOLOGIA DE PESQUISA.....	57
	4.3.1) <i>Seleção de diagramas</i>	57
	4.3.2) <i>Condições para aplicação de critérios</i>	59
	4.3.3) <i>Mapeamento</i>	62
	4.3.4) <i>Propostas de novos diagramas</i>	63
5)	COLETA E ANÁLISE DE DADOS.....	64
	5.1) DIAGRAMAS SELECIONADOS.....	65
	5.2) CONDIÇÕES PARA APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS.....	68
	5.3) RESULTADOS DO MAPEAMENTO.....	71
	5.4) PROPOSTA DE NOVOS DIAGRAMAS.....	114
	5.5) DISCUSSÃO.....	135
6)	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146
	6.1) CONSIDERAÇÕES SOBRE A PESQUISA.....	146
	6.2) CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS.....	150
7)	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
8)	ANEXOS.....	163

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MODELOS PRESENTES EM UMA ORGANIZAÇÃO.....	15
FIGURA 2 - DESENVOLVIMENTO DE PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO COM FOCO EM DADOS.....	23
FIGURA 3 - EXEMPLO DE DIAGRAMA ER	28
FIGURA 4 - COMPOSIÇÃO DA UML	30
FIGURA 5 - EXEMPLO SIMPLES DE DIAGRAMA DE CLASSES UML	31
FIGURA 6 - MODELO ONTOLOGICAMENTE INCORRETO DA ENTIDADE <i>CLIENTE</i>	50
FIGURA 7 - MODELO ONTOLOGICAMENTE CORRETO DE <i>CLIENTE</i>	50
FIGURA 8 - CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS DERIVADOS PARA AVALIAÇÃO DOS DIAGRAMAS	61
FIGURA 9 - ESQUEMA DE MAPEAMENTO	62
FIGURA 10 - QUADRO SINÓTICO DE RESUMO DAS TAREFAS.....	64
FIGURA 11 - EXEMPLO DE DIAGRAMA COM APENAS CONCEITOS ABSTRATOS (COD. 3.2.3.1.1.5 ANEXO)	66
FIGURA 12 - CONJUNTO DE CONDIÇÕES ADOTADAS PARA A APLICAÇÃO DOS CRITÉRIOS.....	70
FIGURA 13 - DIAGRAMA PLANO DE CLASSIFICAÇÃO (COD. 3.1.3.1.1.1 ANEXO)	72
FIGURA 14 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA PLANO DE CLASSIFICAÇÃO	76
FIGURA 15 - DIAGRAMA TIPO DE DOSSIÊ (COD. 3.1.3.1.2.1 ANEXO).....	77
FIGURA 16 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA TIPO DE DOSSIÊ.....	80
FIGURA 17 - DIAGRAMA DOSSIÊ (COD. 3.1.3.1.2.2 ANEXO)	81
FIGURA 18 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA DOSSIÊ	85
FIGURA 19 - DIAGRAMA TIPO DE DOCUMENTO (COD. 3.1.3.1.3.1 ANEXO)	86
FIGURA 20 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA TIPO DE DOCUMENTO	89
FIGURA 21 - DIAGRAMA FERRAMENTA EXTERNA (COD. 3.1.3.1.7.1)	90
FIGURA 22 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA FERRAMENTA EXTERNA.....	91
FIGURA 23 - DIAGRAMA ORIGEM DOS DADOS DA CONTRATADA (COD. 1.3.2.1.4 ANEXO)	92
FIGURA 24 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA ORIGEM DOS DADOS DA CONTRATADA.....	97
FIGURA 25 - DIAGRAMA AVALIAÇÃO (COD. 2.3.8.2 ANEXO)	98
FIGURA 26 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA AVALIAÇÃO	101
FIGURA 27 - DIAGRAMA AUDITORIA DOS GASTOS (COD. 2.3.9.2)	102
FIGURA 28 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA AUDITORIA DOS GASTOS	105
FIGURA 29 - DIAGRAMA CAMPOS DE PROPOSIÇÃO (COD. 4.3.9 ANEXO)	106
FIGURA 30 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA CAMPOS DE PROPOSIÇÃO	110
FIGURA 31 - DIAGRAMA CAMPOS DE FASE - DADOS DE COMISSÕES ... (COD 4.3.11 ANEXO)	111
FIGURA 32 - TABELA DE MAPEAMENTO DO DIAGRAMA CAMPOS DE FASE - DADOS DE COMISSÕES	113
FIGURA 33 - DIAGRAMA ORIGINAL: PLANO DE CLASSIFICAÇÃO (COD. 3.1.3.1.1.1 ANEXO)	115
FIGURA 34 - DIAGRAMA MODIFICADO: REFERENTE AO ORIGINAL DA FIG. 33	116
FIGURA 35 - DIAGRAMA ORIGINAL: TIPO DE DOSSIÊ (COD. 3.1.3.1.2.1 ANEXO)	117
FIGURA 36 - DIAGRAMA MODIFICADO: REFERENTE AO ORIGINAL DA FIG. 35	118
FIGURA 37 - DIAGRAMA ORIGINAL: DOSSIÊ (COD. 3.1.3.1.2.2 ANEXO).....	119
FIGURA 38 - DIAGRAMA MODIFICADO: REFERENTE AO ORIGINAL DA FIG. 37	120
FIGURA 39 - DIAGRAMA ORIGINAL: TIPO DE DOCUMENTO (COD. 3.1.3.1.3.1 ANEXO)	121
FIGURA 40 - DIAGRAMA MODIFICADO: REFERENTE AO ORIGINAL DA FIG. 39	122
FIGURA 41 - DIAGRAMA ORIGINAL: FERRAMENTA EXTERNA (COD. 3.1.3.1.7.1 ANEXO)	123
FIGURA 42 - DIAGRAMA MODIFICADO: REFERENTE AOS ORIGINAIS DA FIG. 41	124
FIGURA 43 - DIAGRAMA ORIGINAL: ORIGEM DOS DADOS DA CONTRATADA (COD. 1.3.2.1.4 ANEXO)	125
FIGURA 44 - DIAGRAMA MODIFICADO REFERENTE AO ORIGINAL DA FIG.43	126
FIGURA 45 - DIAGRAMA ORIGINAL: AVALIAÇÃO (COD. 2.3.8.2 ANEXO)	127
FIGURA 46 - DIAGRAMA MODIFICADO REFERENTE A FIG. 45.....	128
FIGURA 47 - DIAGRAMA ORIGINAL: AUDITORIA DOS GASTOS (CÓD. 2.3.9.2 ANEXO)	129
FIGURA 48 - DIAGRAMA MODIFICADO REFERENTE A FIG. 47.....	130
FIGURA 49 - DIAGRAMA ORIGINAL: CAMPOS DE PROPOSIÇÃO (COD. 4.3.9 ANEXO)	131
FIGURA 50 - DIAGRAMA MODIFICADO REFERENTE A FIG. 49	132
FIGURA 51 - DIAGRAMA ORIGINAL: DADOS DE COMISSÕES COMPETENTES (COD 4.3.11 ANEXO)	133
FIGURA 52 - DIAGRAMA MODIFICADO REFERENTE A FIG. 51	134
FIGURA 53 - (A) EXEMPLO DE MODELAGEM INADEQUADA (B) SOLUÇÃO PROPOSTA.....	137

FIGURA 54 - (A) EXEMPLO DE MODELAGEM INADEQUADA (B) SOLUÇÃO PROPOSTA.....	138
FIGURA 55 - (A) DIAGRAMA NÃO ATENDE A C6 (B) SOLUÇÃO PROPOSTA.....	141
FIGURA 56 - DIAGRAMA ALTERADO PARA ATENDER O C6	142
FIGURA 57 - ALTERAÇÃO DE DIAGRAMA PARA ATENDER AO C7	143
FIGURA 58 - PRESENÇA DO ATRIBUTO IDENTIFICADOR.....	144
FIGURA 59 - DIAGRAMA NÃO ATENDE AO C11	145
FIGURA 60 - EXEMPLO DE DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DO SYNERGIA NA TELA	165

Agradecimentos

A Deus, fonte de toda minha existência e inspiração

À minha família pela paciência

Ao Prof. Maurício Barcellos Almeida pela excelente orientação

Aos meus colegas e professores da Escola de Ciência da Informação da UFMG

“No fim tudo dá certo, se não deu certo é porque ainda não chegou ao fim”.

Fernando Sabino (1923-2004)

RESUMO

Sistemas de Informação (SI) cumprem importante papel nas empresas atuais, as quais estão submetidas à competitividade crescente e ao dinamismo do mercado. Para atender as necessidades para os quais foram planejados, os SI devem se basear em representações consistentes do domínio de conhecimento em que vão atuar. Nesse contexto, a atividade de modelagem e as respectivas linguagens de representação têm papel relevante. Modelos construídos de maneira *ad-hoc* podem resultar em representações inadequadas, dificuldades de comunicação entre os desenvolvedores e dificuldades de integração entre sistemas. Apresenta-se aqui um estudo de caso, cujo objeto de estudo consiste de um conjunto de modelos reais desenvolvidos na UFMG para órgãos da administração pública estadual. Utiliza-se uma ontologia de referência como padrão, confrontando os constructos da linguagem de representação aos constructos da ontologia. Desenvolve-se um mapeamento entre os elementos da linguagem e os elementos da ontologia de referência, gerando novos diagramas de modelagem. Ao final, obtêm-se modelos verificados segundo os princípios da ontologia, reduzindo, dessa forma, soluções intuitivas e orientadas por necessidades de implementação. Espera-se que a pesquisa possa contribuir com o desenvolvimento de SI cada vez mais adequados, do ponto de vista da representação da realidade, bem como abrir novas perspectivas de atuação profissional para profissionais de Ciência da Informação.

ABSTRACT

Information Systems (IS) play an important role in current companies, which are subjected to increasing competitiveness and the dynamism of the market. To meet the needs for which they were planned, the IS should be based on consistent representations of knowledge domain in the field that they will act. In this context, the activity of modeling and their language of representation have important role. Models constructed in ad-hoc manner can result in inadequate representation, difficulties of communication between the developers and difficulties of integration between systems. This research presents a case study, whose object of study consists of a set of models developed at UFMG for real organizations of state administration. It uses a reference ontology as a standard, comparing the constructs of language of representation to the constructs of the ontology. It develops a mapping between the elements of language and elements of the reference ontology, creating new modeling diagrams. Finally, it gets models developed under the principles of ontology, decreasing intuitive solutions and implementation-driven solutions. The research hopes to contribute to the development of appropriate IS, in terms of representation of reality, and open new paths for professionals in Information Science.

1) Introdução

Atualmente as organizações estão inseridas em um ambiente crescentemente competitivo. Existem cada vez mais empresas disputando uma mesma fatia de mercado, em todos os ramos profissionais. Diante dessa situação, as organizações têm sido obrigadas a evoluir em sua forma de trabalhar, agilizando processos e produzindo produtos e serviços de qualidade. Neste contexto os sistemas de informação (SI) desempenham um papel fundamental, como alternativa para a automatização de processos, de forma que as empresas possam alcançar seus objetivos.

Processos e metodologias diversas são utilizados para construir SI de acordo com as expectativas dos usuários. Tais metodologias são compostas, dentre outras, por atividades que apreendem o contexto do domínio do conhecimento em questão e a parte da realidade que interessa naquele momento. É necessário compreender a organização, seus fluxos de informação, a atuação de seus funcionários, os fatores explícitos e implícitos envolvidos, dentre outros requisitos. Para tal, utilizam-se *modelos*, mecanismos para a formulação de abstrações, as quais, por sua vez, originam representações para comunicação dos requisitos organizacionais e para a construção de SI.

Construir modelos consiste em descrever a realidade, reproduzindo entidades e relacionamentos relevantes para os usuários, através de uma construção mental, especificada por uma linguagem (SÁNCHEZ, CAVERO e MARCOS, 2005).

Representar toda a realidade é uma tarefa inconcebível devido à infinidade de possibilidades. Sendo assim, os modelos são similares a seus originais, mas não idênticos: são os originais representados de maneira reduzida e simplificada.

Os modelos têm sido aplicados em diferentes disciplinas da Ciência da Informação, para organização da informação e do conhecimento; e da Ciência da Computação, como forma de apreender os elementos necessários ao desenvolvimento de sistemas automatizados. Os *modelos de dados* utilizados em bancos de dados são os precursores dos *modelos conceituais*, cuja característica principal é a capacidade de atribuir significado à representação. Nesse contexto, “atribuir significado” significa tornar as representações inteligíveis para o usuário, visto que os primeiros modelos de dados privilegiavam a aspectos de implementação.

Os modelos conceituais, construídos através de linguagens de modelagem, devem permitir representar conceitos de um domínio de maneira não ambígua e consistente. O conjunto de conceitos representa a “ontologia da linguagem de representação”, representa o compromisso ontológico daquela linguagem com a realidade que se deseja modelar. Segundo Guarino (1998), uma ontologia é uma teoria lógica que explica o significado pretendido de um vocabulário formal, seu compromisso ontológico para com uma *conceitualização* (GENESERETH e NILSSON, 1987) particular do mundo. Dessa forma, obtêm-se *modelos pretendidos* (GUARINO, 1998) especificados pela linguagem lógica.

Ontologia é um termo controverso, mas muitos autores, como por exemplo, Guarino (1998), Gruber (1993), Smith (2003), concordam sobre a

existência de *ontologias filosóficas* e de *ontologias relacionadas a SI*. Cabe aqui destacar as *ontologias de referência*¹, baseada em estudos, teorias e ferramentas da filosofia. As ontologias de referência buscam identificar as entidades básicas do mundo, e por isso são capazes de se adequar a vários domínios. Têm sido usadas desde a década de 1980 (WAND e WEBER, 1989) para avaliar linguagens de modelagem e os modelos conceituais resultantes.

Em termos de avaliação de modelos, as ontologias podem ser úteis das seguintes maneiras: i) na seleção da gramática de modelagem conceitual para a representação do domínio pretendido; ii) na compreensão do fenômeno representado em diagramas de modelagem; iii) na definição de significado e consequente redução da ambiguidade em modelos conceituais (SHANKS, TANSLEY e WEBER, 2003).

Nesse contexto, o uso de ontologias auxilia na busca por melhorias em modelos conceituais e proporciona SI eficientes, resultando em última instância, em qualidade para o usuário. A presente pesquisa se insere no âmbito dessas possibilidades de melhoria e tem como objeto de estudo os problemas advindos da prática de criar modelos para SI em organizações. Apresenta-se um estudo de caso de modelos reais, os quais foram produzidos pelo Laboratório de Engenharia de Software (Synergia) do Depto de Ciência da Computação da UFMG (DCC-UFMG), para órgãos da administração pública estadual de Minas Gerais.

¹ Existem vários termos na literatura para descrever ontologias genéricas, utilizadas como fundamento para desenvolvimento e avaliação de outras ontologias. Exemplos desses termos são: *ontologias de alto nível*, *ontologias fundamentais*, *ontologias de referência*, dentre outros. Apesar da falta de consenso, no presente trabalho adota-se o termo *ontologia de referência*, a menos quando outro termo for utilizado explicitamente por outro autor.

O **objetivo geral** do trabalho é testar a consistência de diagramas de modelagem conceitual sob a perspectiva das ontologias de referência. Para isto, buscam-se os seguintes **objetivos específicos**: i) selecionar modelos de SI e respectivos diagramas; ii) identificar os principais constructos da linguagem de modelagem utilizada na concepção desses modelos, bem como pressupostos e regras de utilização; iii) selecionar uma ontologia de referência, dentre as possibilidades citadas na literatura; iv) mapear constructos da linguagem de modelagem para a ontologia de referência.

Ao final, e a partir dos princípios ontológicos selecionados, espera-se responder as seguintes questões de pesquisa: *existem inconsistências nos modelos conceituais selecionados, quando avaliados via ontologias? A etapa de modelagem conceitual é conduzida a partir de procedimentos uniformes, os quais resultam em representações condizentes com a realidade de um domínio?* Cabe destacar que o presente trabalho não pretende criar novas teorias para avaliação de SI a partir de ontologias, uma vez que existem iniciativas disponíveis na literatura. Propõe-se um estudo de caso em modelos de SI reais que contribua com as pesquisas na área.

Enquanto estudo no campo da informação, espera-se que o presente trabalho contribua ao promover melhorias em processos de comunicação humanos, característicos da atividade de modelagem. Segundo Mylopoulos (1992), a modelagem consiste na atividade de descrever aspectos do mundo físico para fins de comunicação e compreensão, objetivando o uso por pessoas e não por máquinas. Tal formulação é uma das possibilidades de pesquisa da Ciência da Informação.

O restante da presente pesquisa está organizada conforme segue. A Seção Dois e a Seção Três compreendem a fundamentação teórica: descrevem-se os fundamentos básicos dos modelos, suas características, funções, tipos, utilizações e abordagens (Seção Dois), bem como fundamentos dos SI e ontologias de referência (Seção Três). A Seção Quatro apresenta a metodologia de pesquisa e os instrumentos utilizados, além de detalhar a sequência de etapas para consecução das tarefas. A Seção Cinco traz os resultados de pesquisa, apresentando: os diagramas selecionados, os critérios e as condições para aplicação da metodologia proposta, o mapeamento entre ontologia e diagramas de modelagem, e novos diagramas propostos. Finalmente, a Seção Seis apresenta considerações finais e conclusões da pesquisa.

2) Modelos e modelagem

A atividade de criar modelos, ou simplesmente, de modelar, figura dentre importantes práticas da ciência. O estudo dos modelos aparece em diversos campos de pesquisa, configurando-se assim em um assunto multidisciplinar e complexo.

Na presente seção, apresenta-se uma abordagem teórica aos modelos e à modelagem, a qual está organizada da seguinte forma: a Seção 2.1 apresenta os fundamentos básicos, discorrendo sobre modelos na ciência, sobre a natureza da modelagem, bem como sobre casos particulares de modelos; a Seção 2.2 apresenta abordagens específicas aos modelos provenientes da Ciência da Informação, e Seção 2.3 apresenta uma breve visão do assunto na Ciência da Computação. Obtêm-se assim, os pré-requisitos necessários para abordar as questões de interesse para o presente trabalho: os modelos conceituais para SI. Finalmente, a Seção 3.4 apresenta as implicações para a pesquisa obtidas com a fundamentação teórica.

2.1) *Modelos: fundamentos básicos*

Modelos são estruturas que permitem representar a realidade e têm por objetivo a simplificação e a abstração por uma pessoa ou grupo de pessoas. Entender a realidade é um desafio e assim, são criadas estruturas de representação para facilitar a tarefa. Ao criar modelos é preciso observar as características mais importantes, em detrimento de aspectos irrelevantes, do ponto de vista dos objetivos de quem modela.

Uma característica pode ser relevante para um grupo de pessoas, e irrelevante para outro grupo. Podem assim, existir diferentes modelos para representar uma mesma parte da realidade, o que não significa que um ou outro esteja incorreto.

Presentes em inúmeras atividades humanas, os modelos possuem características que dependem do objeto representado. Segundo Sánchez, Cavero e Marcos (2005), para construir estruturas mentais sobre a realidade as pessoas tomam como base seu conhecimento prévio do mundo. Esta construção mental é uma abstração particular da realidade, um mecanismo capaz de descrever um fenômeno por meio da escolha das partes a representar. Por meio da criatividade sensorial e intelectual, a mente de uma pessoa decompõe o mundo em subsistemas e inicia-se a atividade de modelar. Em seguida, os modelos evoluem com a percepção de outros aspectos não considerados antes de sua elaboração.

O restante da presente seção descreve os fundamentos básicos dos modelos e da atividade de modelar. Para tanto, a Seção 2.1.1 apresenta a questão dos modelos sobre o ponto de vista genérico da ciência; a Seção 2.1.2 discute a natureza da atividade de modelar, em geral, identificada pelo termo *modelagem*; a Seção 2.1.3 descreve um caso particular dos modelos, denominado *modelo organizacional*.

2.1.1) Modelos em ciência

Os modelos cumprem um importante papel na prática científica, funcionando como instrumentos de orientação para o cientista em suas pesquisas.

Permitem que se confronte a realidade experimental com a realidade do mundo. São usados para verificar hipóteses e previsões por meio de testes, através de mecanismos de abstração, simplificação e simulação.

Os modelos são formas de produção de conhecimento, pois guiam o cientista em sua pesquisa e na formalização de aspectos da realidade. Em função da importância dos modelos como instrumentos da ciência moderna, esforços têm sido constantemente despendidos em sua construção, teste, comparação, revisão e evolução. Filósofos destacam a importância dos modelos a partir de seu papel na prática científica.

Segundo Frigg (2006) inúmeras questões sobre modelos têm sido estudadas na filosofia, em que se aborda a relação dos modelos com as teorias, ou seja, busca-se esclarecer quais as implicações de uma abordagem baseada em modelos para a ciência. Destacam-se nesse contexto as questões *semânticas*, as questões *ontológicas*, e as questões *epistemológicas*. A questão semântica diz respeito à função de representação dos modelos; a questão ontológica está relacionada a como definir modelos; e a questão epistemológica diz respeito ao que se pode aprender com eles.

Em relação à *questão semântica*, cabe citar a função representacional envolvendo os *modelos de fenômenos*, os *modelos de dados* e as *teorias*.

Os *modelos de fenômenos* referem-se a problemas de representação científica: a razão pela qual um modelo representa algo e quais os estilos de representação da realidade. Segundo Hodges (2005), modelar um fenômeno é

construir uma teoria formal que o descreve e o explica. Já um *modelo de dados* é uma versão idealizada de dados obtidos pela observação direta. Modelos de dados possuem um papel fundamental na confirmação de teorias porque são claros e simples. Nas *teorias*, por sua vez, um modelo é uma estrutura que torna sentenças da teoria verdadeiras, ou seja, a teoria passa a ser um conjunto de sentenças em linguagem formal, cuja estrutura é o modelo que a teoria representa.

A questão refere-se a quais são as diferenças entre modelos e teorias, e como eles se relacionam. Segundo Domingues (2004), os modelos como instrumentos de conhecimento não têm relação com teoria nem com realidade, mesmo que as referencie. Na verdade, os modelos se relacionam a métodos, ou seja, são interpretações das teorias ao invés de traduções da realidade.

A *questão ontológica* diz respeito a definir o que são modelos, dentre as diversas possibilidades: objetos físicos, objetos ficcionais, estrutura da teoria dos conjuntos, descrições, equações, ou combinações dos anteriores. Na *questão epistemológica*, os modelos são meios de aprendizado sobre o mundo. Pelo estudo de um modelo é possível descobrir características do sistema representado. Aprende-se sobre as propriedades do modelo não apenas pela observação, mas também pela utilização e pela manipulação, com experimentos e com simulação. Uma vez compreendido o modelo, tal compreensão é traduzida para o sistema representado. O tipo de aprendizado está relacionado ao tipo de representação.

Uma vez descrito, de forma genérica, o papel dos modelos na ciência, cabe abordar os princípios que explicam a natureza da atividade de modelar. Esse é o assunto da Seção 2.1.2.

2.1.2) *A natureza da modelagem*

A natureza dos modelos é fundamentada em estruturas de conhecimento pelas quais é possível apreender e transferir conhecimento. Por meio dos modelos pode-se compreender uma situação, uma vez que eles são ferramentas de comunicação em que se transmite o conhecimento por meio da estrutura de representação. Para Frigg (2006), a natureza dos modelos está relacionada a suas funções principais de representação: a *representação de parte do mundo*, e a *representação de uma teoria*, ou seja, a interpretação de leis e de axiomas.

Segundo Sayão (2001), os modelos possuem naturezas variadas: i) *sugestiva*, pois apresentam sugestões sobre sua estrutura e para posterior extensão; ii) *especulativa*, pois é possível fazer previsões pela sua análise; iii) *conclusiva*, uma vez que permitem tirar conclusões dos modelos a serem reaplicadas no mundo. De acordo com a natureza da sua constituição, os modelos podem ser classificados em modelos *sólidos*, *físicos* ou *experimentais*. Além disso, podem ser vistos como *construções teóricas*, *simbólicas*, *conceituais* ou *mentais*, as quais lidam com afirmações simbólicas ou formais de tipo verbal ou matemático. Por sua vez, os modelos

matemáticos podem ser classificados em *determinísticos* ou *estocásticos* dependendo do grau de probabilidade.

Os modelos têm as seguintes funções: i) *aquisitiva*, que se refere à estrutura dos modelos na qual o conhecimento é definido, coletado e ordenado; ii) *lógica*, que explicam como ocorre um fenômeno; iii) *normativa*, que permite a comparação de fenômenos com outros semelhantes; iv) *sistemática*, em que a realidade é vista como um conjunto de sistemas interligados; v) *construtiva*, que permite a construção de teorias e leis; vi) *parentesco*, que permite a comunicação das idéias científicas (SAYÃO, 2001).

A função de representação do modelo também define algumas de suas características. Para Sánchez, Cavero e Marcos (2005), uma importante característica dos modelos é a sua capacidade de evitar ambiguidade. Segundo Kühne² (2005) apud Stachowiak (1973), os modelos têm como principais características:

- *mapeamento*: modelos modelam algo, os originais; são aproximações seletivas;
- *redução*: modelos não mapeiam todos os atributos originais, são inexatos e desiguais em relação ao original;
- *pragmatismo*: modelos cumprem funções de substituição dos originais, em um mundo visto como um conjunto de subsistemas.

² KÜHNE, T. *What is a Model?* (2005). Available from Internet: <<http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/23/pdf/04101.KuehneThomas1.Paper.pdf>>. Access 15 July 2008.

Os modelos podem ser classificados em diversos tipos específicos. Sayão (2001) ainda classifica os modelos em: i) *descritivos*, os quais podem ser estáticos no que diz respeito a aspectos estruturais; podem tratar da organização dos dados empíricos, sendo assim denominados modelos de dados; podem ser classificatórios ou de fim experimental; ii) *dinâmicos*, os quais enfatizam as funções através do tempo, resultando em modelos históricos ou temporais. O autor afirma ainda que modelos podem ser classificados como *paradigmas* de acordo com seu amplo poder explanatório, ou seja, paradigmas são modelos estáveis da atividade científica. Entretanto, Domingues (2004) distingue o conceito de “paradigma” do conceito de “modelo”, considerando que paradigmas se aproximam mais da teoria, enquanto que modelos se aproximam mais do método.

Sanchez, Cavero e Marcos (2005) classificam os modelos como *modelos abstratos* e *modelos concretos*. Os modelos abstratos trazem representações na forma descritiva, por meio de estruturas formais e regras de linguagem, por exemplo, os modelos da matemática ou expressos em diagramas gráficos. Os modelos concretos são aqueles que se utilizam de exemplos, instâncias, assuntos que têm características e requisitos necessários para gerar uma idéia ou conceito. Por exemplo, alguma coisa que significa um objeto real, como uma maquete de uma casa ou uma fotografia. Os modelos abstratos são criados a partir de modelos concretos, e os modelos concretos podem ser derivados dos abstratos.

Um caso particular dos modelos ocorre quando a natureza do modelo é fundamentada na representação de entidades sociais, físicas e tecnológicas presentes

no ambiente organizacional. Os modelos organizacionais são discutidos a seguir na Seção 2.1.3.

2.1.3) *Modelos organizacionais*

A alta competitividade do mercado exige que as empresas forneçam produtos e serviços de qualidade, com eficiência cada vez maior. A empresa deve se adaptar às mudanças constantes, ou seja, deve ser ágil e dinâmica para lidar com a brusca alteração de cenários. Os avanços da Tecnologia da Informação (TI) e da Gestão Estratégica (GE) nos últimos vinte anos auxiliaram as empresas no aumento de sua produtividade, mas originaram um novo nível de exigências. Uma empresa deve ser integrada, no sentido de integração de estrutura, comportamento e informação. Entretanto, uma organização nem sempre possui o nível de integração desejado, representado por um conjunto unificado de conceitos comunicáveis.

Os SI automatizados, os quais suportam as funções corporativas, também sofrem de problemas relacionados à falta de integração e com dificuldades de comunicação. Muitas vezes são desenvolvidos independentemente um do outro, gerando ambiguidade e interpretações distintas. Como os sistemas não são preparados para lidar com problemas pouco estruturados, característicos da linguagem natural, o resultado é a falta de interoperabilidade e a dificuldade na comunicação.

A criação de modelos organizacionais é uma importante estratégia para a coordenação, a comunicação e a cooperação dentro da organização e entre diferentes

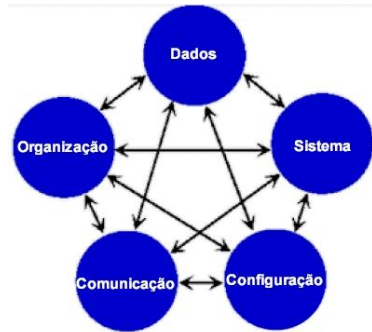
organizações. Um modelo organizacional é uma representação de uma empresa, que considera aspectos de sua estrutura, atividades, processos, informação, recursos, pessoas, comportamento, objetivos e restrições. Para Fox e Gruninger (1998), um modelo organizacional provê uma linguagem para definição explícita dos processos em uma empresa, a qual origina uma infra-estrutura de suporte para a comunicação da informação e conhecimento, para a tomada de decisões e para a coordenação de ações.

Os dados, as informações e o conhecimento existentes no âmbito de uma organização, em diversas instâncias, são passíveis de modelagem. Um modelo organizacional é “[...] uma representação explícita da estrutura, atividades, processos, fluxos, recursos, pessoas, comportamento, metas e restrições de uma organização” (GANDON, 2002, p.42). É, em geral, caracterizado pelo “tipo de empreendimento, os tipos de problemas, o propósito para a construção de modelos, o conteúdo dos modelos, as formas de representação” (FRASER, 1994, p.2). O principal objetivo de um modelo organizacional é obter uma visão da organização, que pode ser utilizada para diversos fins.

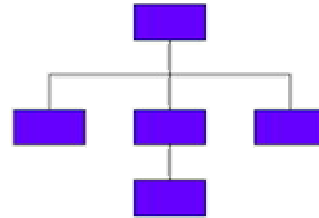
Os modelos que representam dados e informação são utilizados na Engenharia de Software para desenvolvimento de SI. Buscam representar os principais processos envolvidos em um contexto específico com o objetivo de construir um sistema automatizado. Esse tipo de modelo, combinado a outros, prolifera nas organizações como forma de representar o que deve ser codificado e

processado em computadores. Greffen (1999) apresenta, de forma esquemática (FIG.

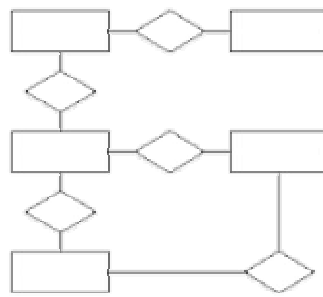
1), os diversos modelos que interagem em uma organização:



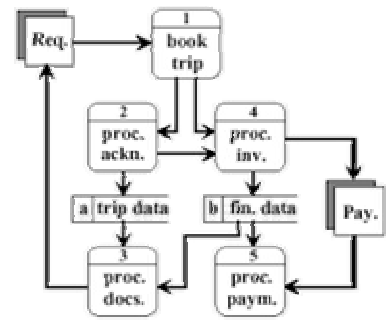
a) modelos organizacionais combinados



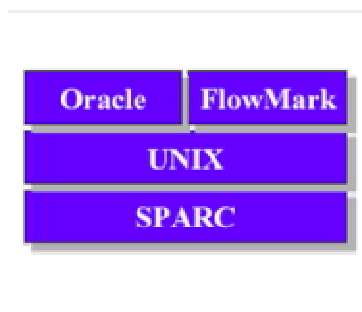
b) modelos de processos: organogramas



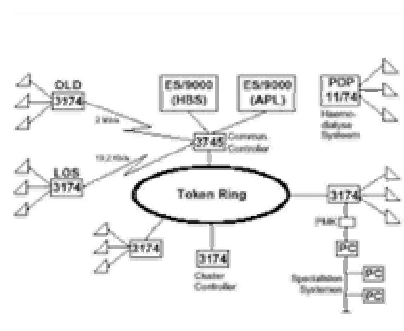
c) modelos de dados: diagrama E-R



d) modelos de análise: diagramas de módulos



e) modelos de *hardware* e *software*: diagramas de configuração



f) modelos de comunicação: diagramas de topologia de redes

Figura 1 - Modelos presentes em uma organização

Fonte: adaptado de Greffen (1999, p. 11)

Modelos para organizações têm sido desenvolvidos na área de SI desde os anos 80 (SCHEER, 1989; FOX, 1992; USCHOLD et al, 1996). Dentre eles, destacam-se *modelos baseados em ontologias*.

Um exemplo de modelo organizacional é a *Enterprise Ontology* (Uschold et al. 1996), que corresponde a uma coleção de termos e definições sobre negócios de empresas. Foi desenvolvido num esforço colaborativo para a criação de uma base para a modelagem corporativa. Trata-se de um arcabouço teórico orientado a sistemas, que permite capturar e analisar aspectos de um negócio para a identificação e a comparação de opções, visando o levantamento de requisitos de negócios. É capaz de suportar os usuários em atividades de modelagem corporativa, proporcionando a comunicação entre pessoas em diferentes organizações, entre pessoas e sistemas e entre diferentes sistemas. A *Enterprise Ontology* pretende ser um formato de intercâmbio para alcançar interoperabilidade entre ferramentas de um ambiente de modelagem corporativo.

Outra iniciativa de construção de modelos organizacionais é o projeto TOVE-*Toronto Virtual Enterprise Ontology* (FOX, 1992). O projeto provê uma terminologia compartilhada, permitindo que aplicações de diferentes organizações possam ser entendidas e utilizadas de maneira integrada. Define-se o significado de cada termo de maneira precisa e sem ambiguidades, através do uso de lógica de primeira ordem na forma de um conjunto de axiomas. Define ainda uma simbologia para representar termos ou conceitos construídos em formato gráfico.

O *Enterprisewide Data Modeling* é um modelo organizacional que permite a construção da estrutura de dados para áreas funcionais típicas, geralmente encontradas nas organizações. Por exemplo, os departamentos podem ser representados de acordo com suas divisões comerciais, tais como produção, engenharia, recursos humanos, vendas, *marketing*, contabilidade, dentre outros (SCHEER, 1989). Para tal, utiliza-se um modelo entidade-relacionamento para criação de estruturas de organização em termos de entidades, atributos e relações. O modelo é então gerado pela representação das estruturas de dados e de relacionamentos entre as áreas funcionais da organização. Um banco de dados integrado é formado pela combinação de estruturas de dados, e posteriormente inserido em um SI gerencial.

Relevantes no contexto das organizações, os modelos organizacionais são estudados por diversos campos científicos. A atividade de modelar, a qual proporciona a criação de modelos, também é objeto de estudo em diferentes disciplinas. Nas seções seguintes, apresentam-se abordagens provenientes da Ciência da Informação (Seção 2.2) e da Ciência da Computação (Seção 2.3) relacionadas a criação de modelos.

2.2) *Modelagem: abordagem da Ciência da Informação*

A modelagem na Ciência da Informação está relacionada à representação do conhecimento³. Esta relação intrínseca se dá pela idéia de modelo conceitual, aquele que enfatiza o significado da informação. No âmbito da Ciência da Informação, os mecanismos para representação de conhecimento possibilitam a elaboração de linguagens documentárias verbais e notacionais com o objetivo de organização e de recuperação (CAMPOS, 2001).

A representação constitui um processo de conhecimento, o qual consiste na assimilação de coisas, sendo os seres humanos os conhecedores e os observadores da realidade externa. As mentes das pessoas armazenam e codificam as informações que serão comunicadas a outras mentes. Como a Ciência da Informação necessita de estudos sobre representação, codificação e uso racional da informação (CAPURRO, 1991), os modelos e a atividade de modelar se apresentam como uma alternativa.

Considerando o âmbito documentário, o processo de conhecimento das entidades que se deseja modelar necessita de avaliação das similaridades e das diferenças entre o conhecimento e os objetos de uma coleção. Este processo ainda envolve uma atitude hermenêutica ou interpretativa, que é indispensável à análise e a classificação de um universo de coisas. Na tentativa de compreensão e descrição de uma realidade, se estabelece este processo de comunicação, o qual necessita de uma linguagem como mecanismo de intermediação.

³ A expressão *representação do conhecimento* é utilizada na sentença de acordo com o sentido encontrado na literatura de Ciência da Informação, e nada tem haver com a expressão da forma como é usada na Inteligência Artificial.

Segundo Alvarenga (2003), torna-se essencial a busca por essa linguagem de interface entre os acervos de documentos e as informações de usuários. Tal linguagem pode fundamentar a construção do modelo do domínio real.

Para Alvarenga (2003), existem dois tipos de representação: a *primária*, relacionada com a construção de conceitos sobre os seres por meio de uma linguagem simbólica; a *secundária*, na qual os elementos constitutivos dos conceitos da representação primária são identificados, escolhendo-se os pontos de acesso que garantem a representação do conhecimento. A representação secundária é utilizada em sistemas de recuperação de informação. Este fato destaca uma característica dos modelos que diz respeito à substituição, ou seja, o documento será substituído por uma representação simplificada que propicia facilidade para localização e uso pelos usuários.

Enquanto campo de pesquisa amplo e multidisciplinar, a Ciência da Informação, obrigatoriamente, se valeu e tomou como seus, paradigmas e modelos de outras áreas, tais como Computação, Inteligência Artificial, Linguística, Economia, *Marketing* (SAYÃO, 2001). Ao mesmo tempo, a Ciência da Informação, enquanto disciplina que trabalha com problemas relacionados à informação com alto grau de complexidade, faz fronteira com outras disciplinas, como a Ciência da Computação. Saracevic (1996) fundamenta a interdisciplinaridade da Ciência da Informação pelo imperativo dos problemas envolvendo informação, e, por isso, estes problemas são tratados de inúmeras maneiras em campos diferentes. Dessa forma, a superposição de

abordagens é uma constante também no estudo de modelos em Ciência da Informação, desde, por exemplo, organização da informação para criação de linguagens documentárias, até a criação de modelos para SI.

Na Ciência da Computação, os modelos possuem objetivos distintos, de representar e de auxiliar na implementação das estruturas computáveis. Segundo Campos (2001), a abordagem da modelagem na Ciência da Informação se diferencia da modelagem na Ciência da Computação ainda em relação a outros aspectos. A modelagem na Ciência da Computação se preocupa em construir representações gráficas como descrição da realidade para fins de comunicação para o sistema de informação. Segundo a autora, a Ciência da Informação não possui riqueza de modelos para a representação gráfica de conhecimento, e utiliza princípios teóricos de representação na elaboração de linguagens documentárias. A modelagem na Ciência da Informação exige um esforço maior, pois se preocupa com os princípios básicos de entendimento dos contextos de conhecimento, os conceitos e relações. Campos (2001) acredita que isto acontece pois

[...] na Ciência da Informação a elaboração de sistemas de conceitos já nasce visando a representação de unidades de conhecimento [...] o que determina a necessidade de entendimento da natureza do conhecimento, ou seja, como estão organizadas as áreas e subáreas de assunto dentro de um dado domínio; como os conceitos e suas relações se encontram dispostos dentro de cada área; qual a dinâmica do conhecimento para acompanhar as novas descobertas do homem frente ao mundo fenomenal que o cerca; como estas temáticas estão apresentadas nos registros de conhecimento. O estudo da representação se coloca muito mais em uma perspectiva de entendimento da natureza do conhecimento, para possibilitar a classificação de documentos e sua organização visando a busca de informações, do que numa proposta de elaboração de um meio que permita comunicação entre conhecimento / sistema / desenvolvedor.

Nessa perspectiva, para se construir um modelo deve-se analisar o conhecimento do contexto, compreendendo os conceitos de termos e as suas relações. Os conceitos representam a unidade de conhecimento, ou seja, a percepção dos enunciados sobre as entidades existentes do domínio. Como em outras ciências, os modelos são instrumentos fundamentais na Ciência da Informação, por sua capacidade de representar um fenômeno objetivando seu estudo. Por este motivo há pesquisas variadas sobre modelos para fenômenos relacionados à informação. Nesse contexto, a modelagem conceitual é utilizada no auxílio à organização da informação.

Diversos autores da Ciência da Informação apresentam aplicações de atividade de criação de modelos à realidade das organizações. Cobarsí, Bernardo e Coenders (2008) apresentam uma iniciativa de pesquisa para concepção de modelos conceituais para SI em uma universidade. O objetivo é executar simulações de gestão estratégica, através do teste do modelo em instituições educacionais espanholas. Em outra iniciativa, Lu e Ikeda (2008) propõem uma metodologia para gerar um modelo conceitual uniforme para representação em nível semântico, objetivando modelagem de conhecimento relativo a direito internacional, cuja fonte é a legislação internacional. O modelo é usado como um arcabouço para manter consistência entre diferentes representações de conhecimento existentes em direito. Liao, Proctor e Salvendy (2008) apresentam modelos conceituais para recuperação de informação, considerando as diferenças culturais entre países. Tais modelos são utilizados na preparação do conteúdo de *sites* de *e-commerce*, com o objetivo de facilitar a tomada de decisão. Jarkko (2007) constrói em seu trabalho um modelo conceitual que

sintetiza uma taxonomia de diferentes tipos de entendimentos de uso da informação, enfatizado o indivíduo.

Tendo apresentado uma breve visão dos modelos na perspectiva de autores da Ciência da Informação, a seção seguinte (seção 2.3) destaca a criação de modelos para implementação de estruturas computacionais.

2.3) *Modelagem: abordagem da Ciência da Computação*

A modelagem na perspectiva da Ciência da Computação está relacionada principalmente aos modelos de dados, utilizados pelas áreas de Banco de Dados e Engenharia de *Software*. Os primeiros *modelos de dados* impunham dificuldades de interpretação aos usuários por sua incapacidade de representar a realidade de forma condizente com a percepção humana. Aos modelos de dados se seguiram os *modelos semânticos*, e a estes, por sua vez, aqueles chamados *modelos conceituais*. Tais modelos são utilizados para a modelagem de SI, e fornecem mecanismos para apreensão da semântica⁴ do domínio estudado, além de possibilitar a comunicação entre os responsáveis pela construção do sistema. Desde os anos 60, o desenvolvimento das aplicações tem evoluído conforme esquematizada na FIG. 2:

⁴ O termo “semântica” tem sido amplamente utilizado atualmente em TI, em função da visão da Web Semântica. A conotação da sentença corresponde a utilizada em banco de dados.

Estágio 0	Estágio 1	Estágio 2	Estágio 3	Estágio 4	Estágio 5
Começo do processamento de dados	Anos 70	Anos 80	Final anos 80	Anos 90	Final anos 90
Aplicações isoladas	Uso de SGBD ⁵	Modelagem e padronização	Definido o responsável pelos dados	Recursos de informação	Memória e conhecimento na empresa
Pouca atenção aos dados	Administração de dados	Administração de dados	Gestão de dados	Gestão da Informação	Gestão do Conhecimento

Figura 2 - Desenvolvimento de processamento de informação com foco em dados
Fonte: adaptado de Lehner e Maier (2000, p.281)

No restante da presente discorre-se brevemente sobre os modelos de dados, os modelos semânticos e as linguagens de modelagem.

Os *modelos de dados* são instrumentos capazes de representar um domínio, e normalmente utilizados em projetos de bancos de dados. A definição do modelo se baseia no meio físico no qual os dados são armazenados. Os modelos de dados são construídos de maneira que o armazenamento e a recuperação ocorram de maneira eficiente. Segundo Navathe (1992), um modelo de dados é um conjunto de conceitos usados para descrever a estrutura e as operações do banco de dados. Por “estrutura”, entende-se os tipos de dados, os relacionamentos e as restrições. As operações usuais são aquelas que permitem a recuperação e atualização de dados, incluindo inserções, exclusões e modificações nos conjuntos dados.

A dificuldade em modelar dados ocorre pela diferença entre a percepção humana e a necessidade do sistema em organizar as estruturas de maneira particular para armazenamento e desempenho eficientes. Ainda assim, com frequência, os

⁵ O SGBD é um sistema desenvolvido para abstrair aspectos físicos de bancos de dados.

problemas de comunicação geram sistemas em desacordo com as necessidades dos usuários, conforme explica Costa (1994, p.5):

O que provoca essa distância entre a expectativa do usuário e o produto do analista? Porque o usuário espera um cavalo e o analista entrega um camelo? Certamente a principal razão é barreira de comunicação existente entre eles. Essa barreira é provocada pelos problemas de linguagem [...]

Quando se pretende construir um sistema de informação, é necessário analisar o domínio que se deseja representar, ou seja, é preciso conhecer os processos, rotinas, participantes, papéis, etc. Segundo Codd (1979), um modelo de dados orientado a significado permite ao sistema responder consultas e efetuar outras transações de uma maneira mais próxima da necessidade do usuário. O modelo pode ser um intermediário entre a visão externa empregada pelos sistemas de aplicação e os usuários.

Segundo Sánchez, Caveró e Marcos (2005), a modelagem é a mais importante tarefa no desenvolvimento de SI. A justificativa para tal afirmação reside no fato que uma modelagem bem definida é a base para um bom sistema de informação. Para Milton e Kazmierczak (2000), o processo de modelagem permite descrever e compreender o sistema proposto e compartilhar esse entendimento de maneira significativa, de forma que se possa implementá-lo. Para Evermann (2005), os modelos possuem finalidade de meio de comunicação: é necessário entender a realidade, o que pode ser feito com a ajuda da modelagem. Depois da criação do modelo, ele pode ser usado para implementação.

Cougo (1997) afirma que os modelos de dados são compostos por níveis de abstração distintos, denominados *modelo físico*, *modelo lógico* e *modelo conceitual*. Cada um desses níveis possui diferentes aspectos a representar. O modelo físico lida de aspectos do projeto físico dos dados, por exemplo, estrutura de armazenamento, indexação, particionamento, etc. No modelo físico, a preocupação recai sobre a eficiência no acesso aos dados. A elaboração do modelo lógico está relacionada a uma aplicação específica para a qual foi criado. No estágio lógico, leva-se em consideração, por exemplo, aspectos da implementação de um SGBD. No modelo conceitual, busca-se capturar a percepção dos usuários em relação aos dados, independentemente da tecnologia adotada.

O modelo no nível conceitual tem por objetivo apresentar uma abstração, em alto nível, da realidade a ser representada. Para Wand, Storey e Weber (1999), o modelo conceitual captura o significado, o conhecimento de um domínio do mundo real ou de uma aplicação, e incorpora a percepção humana em SI. Segundo Milton e Kazmierczak (2000), os modelos de dados no nível conceitual são construídos para possibilitar o entendimento das entidades significativas no universo de discurso, bem como seus relacionamentos e suas propriedades.

A *modelagem conceitual* é uma abordagem para superar os problemas de comunicação, o que envolve a presença de elementos fundamentais para a percepção e comunicação da realidade. Segundo Wand e Weber (2002), os modelos podem ser considerados intermediários entre a realidade e o sistema de informação. Um bom modelo deve ser passível de interpretação sem ambiguidades ou redundâncias. Os

modelos conceituais são importantes ferramentas para esta tarefa, pois ao descrever o domínio do mundo real, produzem uma representação que direciona a construção do sistema.

Um modelo semântico expressa as necessidades do usuário por meio de seus constructos. Surgiu da necessidade de atribuir semântica aos modelos de dados tradicionais, facilitando a compreensão humana. Para Peckhman e Maryanski (1988), a modelagem semântica corresponde a criação de uma representação baseada na percepção do usuário, sem considerar aspectos do modelo físico, ou seja, por meio da independência de dados. Neste sentido, os modelos de dados semânticos adicionam expressividade à modelagem conceitual.

Navathe (1992) afirma que as abstrações fundamentais em um modelo semântico são agregação, identificação, classificação e instanciação, conceitos de superclasse e subclasse, herança e generalização. Para que o modelo de dados possa ser considerado um modelo semântico, deve prover estes constructos que proporcionam maior inteligibilidade. Segundo o autor, um modelo semântico deve possuir as seguintes características:

- Expressividade: deve ser expressivo na definição de abstrações, ou seja, ao explicitar as diferenças entre tipos de dados, relacionamentos e restrições;
- Simplicidade: deve ser simples o suficiente para que o usuário possa entendê-lo, o que pode ser facilitado por uma notação diagramática;

- Formalidade: o modelo deve consistir de um conjunto de conceitos formais básicos com significados bem definidos;
- Interpretação única: a definição de semântica bem definida para cada constructo do modelo.

Qualquer modelo é expresso por uma linguagem. Para avaliar se o modelo corresponde às necessidades de uma organização, deve-se então considerar a questão da linguagem, que pode ser formal ou informal. As linguagens informais, como a linguagem natural, são mais ricas, mas possibilitam interpretações ambíguas. As linguagens formais são mais adequadas para uma boa modelagem, pois proporcionam modelos sem muitas ambiguidades e com significados consistentes para o contexto da organização.

Linguagens de modelagem são aquelas utilizadas para criação de modelos de SI, a partir do levantamento de requisitos. Para Milton e Kazmierczak (2004), exemplos de linguagens de modelagem amplamente utilizados são: o modelo *Entity Relationship* (ER), a *Unified Modeling Language* (UML), o *Funcional Data Model* (FDM), e o *Semantic Data Model* (SDM).

O modelo ER é um exemplo de modelo de dados semântico, baseado na teoria dos conjuntos e álgebra relacional. Introduz uma visão de mundo baseada em um conjunto de entidades e em seus relacionamentos. Segundo Chen (1976), o modelo ER é usado como base para a visão unificada de dados e pode ser considerado como uma generalização de modelos de dados anteriores. Chrisman e Beccue (1986) afirmam que o modelo ER é uma ferramenta usada no suporte ao desenvolvimento de

modelos conceituais de bancos de dados. É construído de forma independente do SGBD utilizado, e em seguida, é transformado em um modelo lógico com estruturas de dados apropriadas. Por fim, o modelo físico é criado.

Para Hull e King (1987), o esquema do modelo ER possui representação baseada em grafos que suporta a representação de um conjunto abstrato de entidades, conjuntos de relacionamentos entre as entidades, e atributos definidos para ambos os conjuntos. Uma entidade é algo que pode ser indistintamente identificado como de interesse para a modelagem. Considera-se desnecessário pensar em todas as entidades existentes. Segundo Chen (1976), exemplos de entidades são uma *pessoa*, uma *companhia*, ou *evento* específico. Um relacionamento é a associação entre entidades. Por exemplo, entre as entidades *funcionário* e *empresa* existe um relacionamento denominado *trabalho*. A FIG. 3 apresenta um esquema de um modelo ER:

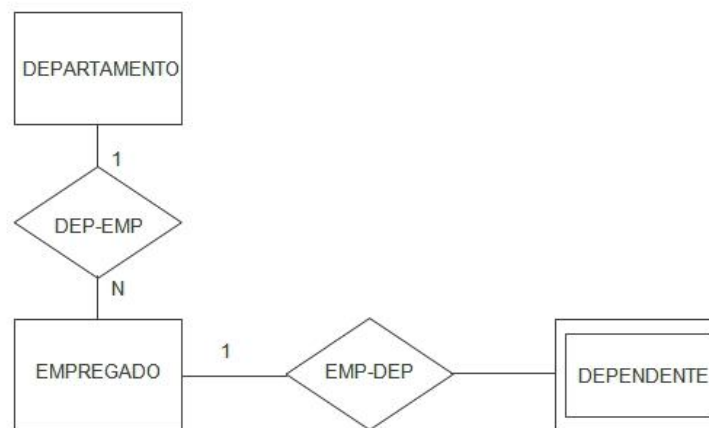


Figura 3 - Exemplo de diagrama ER
Fonte: adaptado de Chen (1976)

O modelo FDM, ou modelo funcional, é um tipo de modelo semântico de dados introduzido na década de 1970. É reconhecido como o primeiro modelo de dados centrado em relacionamentos funcionais, ou seja, atributos simples ou multivalorados (HULL e KING, 1987). O FDM conecta objetos diretamente sem o uso de constructos intermediários (como por exemplo, a agregação), produzindo esquemas mais simples.

O modelo SDM, também um modelo de dados semântico, está entre os primeiros modelos que enfatizam o uso do constructo de agrupamento e o suporte de componentes de esquema derivados. Tais componentes permitem múltiplas perspectivas para o mesmo conjunto de dados. Além disso, o SDM fornece um grande número de constructos, possibilitando a escolha dentre uma variedade de representações do mesmo dado (HULL e KING, 1987).

A UML é um padrão aberto mantido pela *Object Management Group (OMG)*⁶, uma organização internacional cuja finalidade é desenvolver padrões tecnológicos. A UML surgiu da expectativa de padronização de métodos orientados a objetos já existentes para modelagem como o método de *Booch* (BOOCH, 1993), a *Object Modeling Tecchnique* (OMT) (RUMBAUGH et al, 1991) e a *Object Oriented Software Engineering* (OOSE) (JACOBSON, et al, 1992), dentre outros, conforme apresentado na FIG. 4:

⁶Disponível na Internet em <http://www.omg.org>, acesso em 20 Julho 2008.

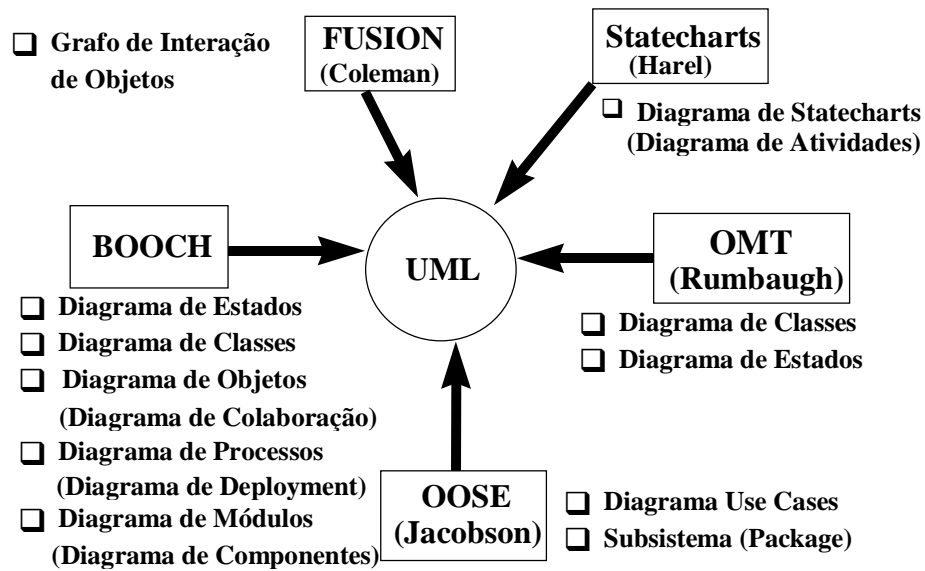


Figura 4 - composição da UML
Fonte: apostila de UML da PUCMINAS, prof. Pauster Otoni

Além disso, incorpora as melhores práticas do projeto de linguagens de modelagem, programação orientada a objetos, e linguagens de descrição de arquitetura (OMG, 2008). Possibilita a criação de diagramas para especificação do *software*, os quais dão origem a artefatos intermediários ao longo das etapas de desenvolvimento.

A UML representa um sistema graficamente através de diagramas. Exemplos de diagramas UML são: *diagrama de caso de uso*, *diagrama de classe*, *diagrama de objetos*, *diagrama de sequência*, *diagrama de atividade*, *diagrama de transição de estados*, dentre outros. Dentre os diagramas UML cabe destacar o diagrama de classes (FIG.5), o qual fornece a estrutura estática do sistema pela identificação de classes e relacionamentos. Os relacionamentos podem ser a associação, agregação e generalização, dentre outros.

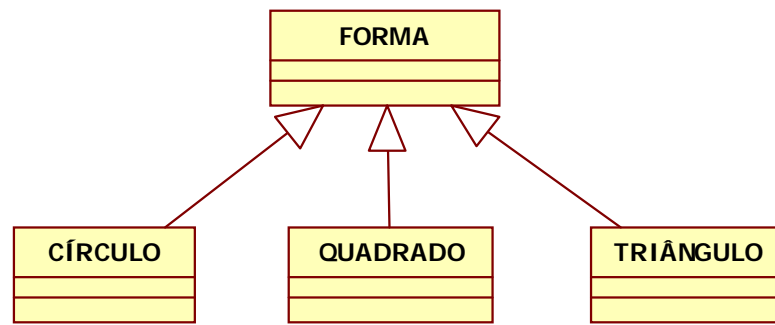


Figura 5 - Exemplo simples de diagrama de classes UML

A UML possui uma definição formal de um metamodelo (*Meta-Object Facility*) que especifica a sua sintaxe abstrata, define o conjunto de conceitos de modelagem, atributos e relacionamentos, assim como as regras de combinação entre conceitos para construir modelos UML completos ou parciais. Alguns constructos UML relevantes para os propósitos do presente trabalho são definidos abaixo:

- Agregação: associação que representa um relacionamento parte-todo entre duas classes;
- Associação: trata-se de um relacionamento que especifica que objetos de uma classe são conectados a objetos de outra classe;
- Atributo: é o nome da propriedade de uma classe que descreve um conjunto de valores de instâncias. Um atributo representa alguma propriedade de uma coisa que se está modelando, que é compartilhando por todos os objetos daquela classe;
- Classe: corresponde a uma descrição de um conjunto de objetos que compartilham os mesmos atributos, operações, relacionamentos e etc.;

uma classe define o comportamento de objetos por meio de atributos e métodos;

- Classe de associação: é uma associação que possui propriedades;
- Composição: é uma forma de agregação, com forte relacionamento entre o todo e a parte com tempos de vida coincidentes. As partes são inerentes ao todo e não existem independentemente;
- Generalização: é um relacionamento entre uma classe geral (superclasse) e uma classe específica (subclasse). Este relacionamento visa compartilhar similaridades e preservar diferenças;
- Identificador de objeto: um objeto deve ser identificado unicamente por meio dos valores de seus atributos;
- Multiplicidade: é a quantidade de objetos que podem estar conectados em uma associação;
- Objeto: corresponde a uma instância de uma classe, é uma manifestação concreta de uma abstração, cujo conjunto de operações podem ser aplicados;
- Operação e método: uma operação é uma função ou transformação que pode ser aplicada a objetos de uma mesma classe podendo afetar seu comportamento. O método é a implementação de uma operação;
- Tipo: relacionamento entre um elemento e sua classificação. Por exemplo, uma instância tem um tipo.

Embora a UML seja uma linguagem especificamente para a modelagem do projeto de SI, vem sendo utilizada para a modelagem conceitual. Evermann (2005) avalia a UML a partir dessa nova perspectiva, apresentando uma abordagem para o mapeamento de constructos de uma ontologia para os constructos da UML. Tal utilização é relevante para os objetivos do presente trabalho, conforme se descreve adiante na Seção 4 (Metodologia).

2.4) *Implicações para a pesquisa*

Apresentou-se até aqui a fundamentação teórica necessária ao entendimento das questões e dos resultados pretendidos para o presente trabalho. A Seção 2 descreveu diversas questões relacionadas a modelos e a modelagem, desde a aplicação de modelos em ciência, passando pelos modelos organizacionais, e chegando aos modelos específicos para a construção de SI. Além disso, os modelos foram discutidos em visões diferentes, como no caso de autores da Ciência da Informação e da Ciência da Computação apresentados. Ao final, abordaram-se os modelos semânticos, a modelagem conceitual e as linguagens de modelagem.

A Seção Dois contribuiu para a pesquisa à medida em que apresentou as diversas abordagens relativas a modelos e permitiu entender que tipo de modelo será utilizado no estudo de caso. Além disso, descreveu as principais características dos vários tipos de modelos, o que facilita a tarefa de verificar em que aspecto é passível alguma intervenção.

No presente trabalho, destaca-se a abordagem de modelos para SI. A tendência que se verifica, inclusive a partir do material empírico apresentado (Seção 4, Metodologia), é construir tais modelos de forma intuitiva. Nesse aspecto, a ser enfatizado adiante em discussões e em conclusões, é que a presente pesquisa traz contribuições.

3) Fundamentos ontológicos de SIs

Conforme mencionado na Seção Dois, o estudo dos modelos é multidisciplinar e complexo, com raízes na filosofia e implicações nos modernos SI automatizados. Segundo Guarino (1998), os estudos sobre ontologias podem contribuir para modelagem de SI, ao estudar as entidades, suas relações no universo do discurso, proporcionando um modelo fidedigno da realidade.

Na presente seção, apresentam-se os fundamentos necessários para entendimento da aplicação de ontologias a modelos conceituais: a Seção 3.1 apresenta as ontologias e sua relação com os SI; a Seção 3.2 apresenta diretrizes para a modelagem ontológica de SI; a Seção 3.3 apresenta as ontologias “candidatas” a ontologias de referência - classificadas em ontologias filosóficas, contemporâneas, e adaptações - utilizadas no processo de modelagem, bem como alguns exemplos dessa abordagem. Finalmente a Seção 3.4 discute as implicações dos fundamentos apresentados para a pesquisa.

3.1) *Ontologias e SI*

O significado do termo *ontologia* é apresentado de diferentes formas em áreas diversas. Na filosofia, *Ontologia* é um sistema particular de categorias para uma determinada visão do mundo. Na computação e SI, refere-se ao conjunto de

formalismos que representam conceitos e suas relações, fundamentados na semântica de um domínio de conhecimento.

Sistema de Informação, por sua vez, pode ser definido como qualquer sistema que provê informação, que pode ou não sofrer processamento antes de sua saída. SI possui elementos inter-relacionados que coletam, manipulam, armazenam e disseminam informação.

As primeiras iniciativas de estudo sobre a natureza e as aplicações de ontologias em SI procedurais resultaram em frutíferas discussões. Por exemplo, para Guarino (1998), a ontologia é um artefato de engenharia de *software*, constituído por um vocabulário específico que descreve certa realidade, mais um conjunto de prerrogativas sobre o significado pretendido para os termos do vocabulário. Por sua vez, Gruber (1993) define ontologias como um esquema conceitual para sistemas de bancos de dados, o qual fornece a descrição lógica dos dados.

Para Borst (1997), uma ontologia é uma especificação formal e explícita de um conceitualização. Neste contexto, conceitualização refere-se a um modelo abstrato de algum fenômeno do mundo; formal significa que pode ser lida por máquinas e *explícita* diz respeito a restrições explicitamente definidas. Segundo Sowa (2006), uma ontologia é um catálogo de tipos de coisas que se assume existir em um domínio, na perspectiva de uma pessoa que usa uma linguagem com a finalidade de representação.

Fonseca (2007) afirma que é importante distinguir as conotações existentes do termo *ontologia* em função de suas utilizações conflitantes em campos

de pesquisa diversos. O autor distingue uma *ontologia DE sistema de informação* e uma *ontologia PARA sistema de informação*. Outros autores também apresentam distinções similares: Smith (2003) distingue *ontologia real (R-ontology)* baseada na realidade e uma *ontologia epistemológica (E-ontology)*. A *R-ontology* é uma teoria sobre a organização do universo, correspondente à formulação filosófica. A *E-ontology* se adequa aos propósitos de engenheiros de *softwares* e cientistas da informação, sendo definida como a teoria sobre como o indivíduo conceitualiza um domínio. Na mesma linha de pensamento, Milton (2000a) define as ontologias como *ontologias teoricamente orientadas e pragmaticamente orientadas*.

Adotando-se a nomenclatura proposta por Fonseca (2007), destaca-se que as *ontologias para SI* são pragmáticas: capturadas na forma computacional, podem ser usadas para gerar e validar componentes de SI. As ontologias para SI são criadas para explicar um domínio do conhecimento (GUARINO, 1998). A *ontologia de SI* é fundamentada na filosofia e suporta a validação de ferramentas usadas para criar modelos conceituais. Pesquisadores nesta área usam as teorias, ferramentas e métodos desenvolvidos na filosofia para estudar os constructos básicos de SI. Suas descobertas definem primitivas que modelos conceituais devem usar para produzir melhores ferramentas de modelagem.

Essa abordagem às ontologias, ontologias de SI, tem papel relevante nos objetivos do presente trabalho, conforme descrito na seção 4 (Metodologia). Exemplos desse tipo de abordagem são trabalhos como o de Milton e Kazmierczak (2004), Guizzardi e Wagner (2004), Everman (2005), Wand e Weber (1990), dentre

diversos outros. Mais detalhes sobre esse tipo de abordagem são apresentados em seguida na Seção 3.3. Antes disso, a Seção 3.2 apresenta os fundamentos para modelagem ontológica de SI.

3.2) *Modelagem de SI baseada em princípios ontológicos*

As ontologias são importantes ferramentas para a modelagem de SI, pois possuem fundamentos teóricos sólidos para estruturação da realidade e proporcionam entendimento adequado de fenômenos do mundo real. As ontologias da filosofia podem, assim, proporcionar contribuições significativas ao desenvolvimento de modelos conceituais para a construção de SI.

O uso de ontologias no desenvolvimento de SI permite a redução de custos da etapa de análise conceitual, produzindo sistemas com “conformidade ontológica”. Além disso, a utilização de uma ontologia em tempo de desenvolvimento permite que o programador reutilize conhecimento produzido no processo (GUARINO, 1998). Tal reutilização é possível uma vez que se utiliza um vocabulário comum entre plataformas de *software* heterogêneas. Assim, o desenvolvedor pode se concentrar na estrutura do domínio, sem se preocupar com detalhes de implementação.

Outro ponto importante na utilização de ontologias em SI é a apresentação de distinções ontológicas fundamentais, as quais podem auxiliar a análise conceitual. Na prática, o papel da ontologia neste caso não é a construção de

um componente de SI a ser adaptado e reutilizado, mas o de uma ferramenta, que pode aumentar a qualidade do processo de análise (GUARINO, 1998).

Um ponto negativo neste tipo de abordagem é a disponibilidade limitada de ontologias para esta tarefa. Segundo Guarino (1998), a razão disso é que essa ontologia não é geral o suficiente para ser efetivamente especializada para várias aplicações, sendo necessária então uma integração de diferentes ontologias. Mesmo com a existência desse tipo de limitação, essa abordagem é amplamente adotada (WAND e WEBER, 2002).

No âmbito da ontologia formal, estudam-se os princípios ontológicos que caracterizam os aspectos formais dos seus constructos: a teoria do todo-parte, tipos e instanciação, identidade, dependência, dentre outros. No restante da presente seção apresentam-se brevemente alguns aspectos sobre relações fundamentais para a modelagem de SI, tais como, a relação “parte-todo” e a relação “é-um”.

A relação parte-todo, também conhecida na Linguística como meronímia, está presente na modelagem baseada no paradigma da orientação a objetos⁷ (por exemplo, modelados pela UML). Filósofos e Linguistas têm estudado as peculiaridades dessas relações, resultando em uma teoria bem estabelecida, denominada *Teoria Clássica* ou *Mereologia Extensional Geral*. Essa teoria possui como princípios básicos (ARTALE et al, 1996):

⁷ Orientação a objetos é um paradigma para o desenvolvimento de SI, surgido nos anos 1990, onde o sistema se baseia na interação entre unidades consideradas objetos; tais objetos mantêm suas características básicas a despeito da utilização em diferentes contextos.

- Extensionalidade: dois indivíduos são idênticos se eles tem as mesmas partes;
- Soma: sempre existem indivíduos compostos por quaisquer dois indivíduos da teoria;
- Suplementação: se um indivíduo x é uma parte própria de um indivíduo y, então existe um indivíduo diferente z, que é a parte complemento de y.

Embora estes princípios estejam difundidos, os autores afirmam que nem sempre são apropriados para representar as relações meronímicas em aplicações. Winston, Chaffin e Herrmann (1987) apresentam as relações parte-todo divididas nas seguintes categorias:

- Componente / Objeto integral: possuem estrutura enquanto seus componentes são separáveis e têm uma funcionalidade específica. Exemplo, rodas e carros;
- Membros / Coleção: apresenta a noção de membros em uma coleção; membros não possuem um papel funcional com relação ao todo de que eles são parte, mas podem se separar dele. Exemplo, árvore e floresta;
- Porção / Massa: o todo é considerado como um conjunto homogêneo, e partes são similares e separáveis. Exemplo, pedaço e torta.
- Substância / Objeto: não podem ser separados do objeto; não tem papel funcional nem é homogêneo;

- Tarefa / Atividade: apresenta uma fase de uma atividade; uma fase, como um componente, tem um papel funcional embora não seja separável;
- Lugar / Área: trata-se de uma relação espacial entre regiões ocupadas por diferentes objetos; é homogênea desde que toda parte de uma região seja similar à região do todo. Exemplo, oásis e deserto.

A relação conhecida na Linguística como hiponímia é uma relação hierárquica, taxonômica, identificada pela expressão “é-um” ou “é-um-tipo-de”. A relação hiperonímia é a relação inversa da hiponímia. No caso de linguagens de modelagem, como a UML, esse tipo de relação é conhecido como classe-subclasse, e também tipo-subtipo. Um exemplo destas relações é a entidade *cão* que é também uma entidade *animal*; as entidades *homem* e *mulher* são entidades que também correspondem à entidade *pessoa*.

Cabe destacar, que os estudos sobre relações recebem grande atenção de pesquisadores da Ciência da Informação (KHOO e NA, 2006; SILVA, 2008; GONÇALVES, 2009), e que tais estudos podem auxiliar sobremaneira a criação de modelos de SI. Apresentaram-se aqui apenas breves considerações, de forma a destacar a sua importância, o suficiente para os propósitos do presente trabalho.

Para verificar a modelagem de SI utilizando ontologias, é necessário confrontar as entidades, relações e outros constructos da linguagem com algum tipo de referência. Tal abordagem é apresentada na seção 3.3.

3.3) *Ontologias de referência*

Na seção 1, citou-se a inexistência de consenso entre as denominações, ontologias fundamentais, de alto nível e de referência. Mencionou-se que o presente trabalho adota a denominação ontologia de referência, a menos que o autor original as defina de forma diferente. As ontologias de referência são ontologias filosóficas originais, adaptadas ou criadas com o intuito de representar as coisas da forma mais genérica possível. Tais ontologias são candidatas a padrão de comparação com modelos conceituais, de forma a obter as melhorias citadas ao longo de todo o trabalho.

O restante da seção apresenta ontologias para esse fim: ontologias genéricas, desenvolvidas nos últimos anos, ou em desenvolvimento; ontologias oriundas da filosofia e suas adaptações. Apresentam-se ainda aspectos relacionados ao uso dessas ontologias como padrão de comparação, bem como exemplos.

3.3.1) *Contemporâneas: UFO, DOLCE e KR Ontology*

Dentre as ontologias aqui denominadas “contemporâneas” destacam-se a *Descriptive Ontology for Linguistics and Cognitive Engineering* (DOLCE), a *Unified Foundational Ontology* (UFO), a *General Formal Ontology* (GFO), a ontologia de Sowa, dentre outras.

A DOLCE é uma ontologia que tem o objetivo de capturar categorias ontológicas enfatizando a linguagem natural e o senso comum humano (MASOLO,

2003). Trata-se de uma ontologia rigorosa, sistemática, interdisciplinar e formal. Possui trinta e sete categorias básicas, sete relações básicas, oitenta axiomas, cem definições, vinte teoremas. A DOLCE é uma ontologia de particulares, sendo que existem os universais que apenas aparecem para organizar e caracterizar os particulares, mas não fazem parte do discurso.

A UFO (GUIZZARDI e WAGNER, 2004) é resultado da combinação da GFO (HERRE et al 2006) e da DOLCE. Representa assim, uma síntese de ontologias ditas fundamentais. A unificação destas ontologias oferece maior número de constructos relevantes para a modelagem conceitual, visto que algumas delas separadamente possuem limitações para capturar os conceitos básicos de linguagens de modelagem conceitual. As ontologias fundamentais são usadas para avaliar e guiar o uso de linguagens de modelagem conceitual. A UFO se divide em três camadas: UFO-A, que define o núcleo ontológico e exclui termos relacionados a processos e às esferas sociais; UFO-B, que define um incremento da UFO-A incluindo os termos relacionados a processos; UFO-C, que define termos relacionados às esferas sociais incluindo aspectos linguísticos. Segundo Guizzardi (2005), essa divisão reflete a estratificação do mundo.

A ontologia de Sowa (*KR Ontology*) é composta por categorias básicas e distinções derivadas de fontes variadas da lógica, da filosofia e da inteligência artificial. A ontologia não é baseada em uma estrutura fixa de categorias, mas em um conjunto de distinções a partir das quais uma hierarquia pode ser gerada automaticamente. Os principais trabalhos que influenciaram a ontologia de Sowa são

os dos filósofos *Charles Sanders Pierce*⁸ e *Alfred North Whitehead*⁹. O objetivo da ontologia é utilizar tais trabalhos para a criação de uma estrutura básica formada por definições e axiomas, que proporcione integração e expansão de bases de conhecimento e de banco de dados (SOWA, 2000). A ontologia de Sowa é composta por níveis denominados alto-nível, processos, relações, causalidade, agentes e papéis temáticos.

3.3.2) *Filosóficas: BUNGE e CHISHOLM*

A ontologia de *Chisholm*¹⁰ é uma ontologia de realismo de senso comum, baseada numa abordagem de fé na própria racionalidade. A ontologia é filosófica, pois é considerada uma crítica de senso comum, combinada a uma forma extrema de realismo. Segundo Milton (2004)¹¹ apud Dancy e Sosa (1992):

Senso comum é a visão que sabemos, se não todos, a maioria; daquelas coisas que as pessoas normais pensam saber e que alguma teoria epistemológica satisfatória deve ser adequada para o fato de que nós sabemos tais coisas.¹²

Segundo Smith (1995), o realismo trata de aspectos que identificam o mundo real, independentemente da vontade humana. Há diferentes maneiras pelas

⁸ *Charles Sanders Pierce* (1839-1914), filósofo, matemático e físico norte-americano.

⁹ *Alfred North Whitehead* (1861-1947), matemático e filósofo inglês.

¹⁰ *Roderick Chisholm*, filósofo norte-americano (1916 - 1999)

¹¹ MILTON, S.; KAZMIERCZAK, E. *An Ontology of Data Modelling Languages; A Study Using a Common-Sense Realistic Ontology*. (2004). Disponível em: <<http://www.dis.unimelb.edu.au/staff/smilton/pdf/JDM2003.pdf>>. Acesso 17 Maio de 2006.

¹² Commonsensism is the view that we know, most, if not all, of those things which ordinary people think they know and that any satisfactory epistemological theory must be adequate to the fact that we do know such things.

quais a presença do mundo pode se manifestar nos assuntos humanos, e em diferentes tipos de circunstâncias. Por exemplo, Milton e Kazmierczak (2004) citam algumas premissas do realismo: i) o mundo existe antes do ser humano existir; ii) não é necessária cognição humana para o mundo existir; iii) na relação entre realidade e a aparência da realidade convivem diferentes perspectivas e contextos; iv) a relação do mundo do senso comum e o mundo físico. O realismo de senso comum se recusa a descartar realidades científicas, de forma a permitir estruturas sociais e compreensão.

Milton e Kazmierczak (2004) descrevem algumas entidades presentes na ontologia de *Chisholm*:

- *Indivíduos*: objetos discerníveis e transientes; são identificados por meio de atributos; podem-se formar objetos a partir de outros, os quais chamados partes ou fronteiras com outros indivíduos;
- *Atributo*: um indivíduo pode exemplificar atributos, e atributos podem ser exemplificados por muitos indivíduos; atributos podem ser derivados de outros; podem haver atributos compostos (disjunção, conjunção);
- *Classificação*: atributos são usados para restringir membros de classes e conjuntos; classes e conjuntos são selecionados a partir de atributos que são conjunções e disjunções de outros atributos;
- *Relação*: existem relações entre indivíduos; são consideradas relações por meio dos pontos de vista dos indivíduos; são unidirecionais e binárias.

A ontologia de *Bunge*¹³ é uma ontologia baseada no materialismo. O materialismo explica o mundo como sendo determinado, em última instância, por matéria. O mundo real, ou seja, o mundo material existe independentemente de conhecimento. O conhecimento humano objetivo é possível, desde que seja baseado em métodos científicos que represente o mundo real. A verdade é possível, mas apenas por meio da ciência, e o método científico é a única maneira de se obter a verdade (WYSSUSEK e KLAUS, 2005). A ontologia de *Bunge* é uma ciência formal, impregnada com abstrações e lógica formal, e sendo assim sugere sua proximidade com a modelagem de SI.

3.3.3) *Adaptações: Bunge-Wand-Weber (BWW)*

A BWW (WAND e WEBER, 1990) é um caso particular de ontologia, adaptada a partir da Ontologia de *Bunge*, que tem sido amplamente utilizada à modelagem de SI. A Ontologia BWW define alguns conceitos relevantes para esta pesquisa, conforme descrito a seguir:

- Coisa: conceito fundamental, o mundo consiste de coisas; uma coisa existe fisicamente no mundo;
- Composição: coisas podem ser agregadas para formar coisas compostas;
- Entidade substancial: coisa material, física;
- Esquema funcional: conjunto de funções de estado descrevendo coisas;

¹³

Mario Bunge, filósofo e físico argentino (1919-?)

- Estado: conjunto de valores de todas as funções de estado, que são funções de tempo indicando os valores de propriedades de uma coisa num ponto do tempo específico;
- Evento: par de estados inicial e final;
- Interação: definida através da história do estado de uma coisa;
- Lei: alguma restrição nos valores de propriedades de uma coisa;
- Processo: conjunto ordenado de eventos que envolvem uma coisa;
- Propriedade: coisas possuem propriedades;
- Propriedade emergente: propriedade de uma coisa composta e que não é possuída pelas partes;
- Propriedade intrínseca: propriedade que pertence a apenas uma coisa;
- Propriedade mútua: propriedade que pertence a duas ou mais coisas ao mesmo tempo;
- Sistema: composição cujas partes ligadas, por exemplo, existe interação entre todas as partes;
- Tipo natural: conjunto de coisas que aderem as mesmas leis;
- Transformação legal: mecanismo que pode mudar o estado de uma coisa.

3.4) *Ontologias de referência para a avaliação de modelos*

As ontologias apresentadas na seção 3.3 são exemplos de ontologias que podem ser utilizadas como referência, ou seja, aquelas capazes de se adequar a vários

domínios, servindo como base para avaliação de linguagens de modelagem e modelos conceituais.

De acordo com Shanks, Tansley e Weber (2003), validar um modelo conceitual envolve verificar se ele representa fielmente um domínio que se pretende representar segundo os princípios de *precisão*, *completeza*, *ausência de conflito* e de *redundância*: i) a *precisão* significa que o modelo deve representar a semântica do domínio em questão de maneira mais próxima de como é percebido; ii) a *completeza* significa que o modelo deve representar completamente a semântica do domínio; iii) a *ausência de conflito* significa que os significados representados em várias partes do modelo não devem se contradizer; e a iv) *ausência de redundância* significa que o modelo não deve conter significado redundante.

A ontologia de referência é uma ontologia de SI, no sentido já mencionado na Seção 3.1. Possui fundamentação filosófica, ou seja, busca a base em estudos, teorias e ferramentas da filosofia para o auxílio à avaliação de constructos básicos de modelos conceituais. Segundo Shanks, Tansley e Weber (2003), as teorias da ontologia podem ainda ser usadas para avaliar a completeza de gramáticas de modelagem conceitual, ou seja, verificar se a gramática provê constructos para representar diferentes tipos de fenômenos do domínio.

Segundo Weber (1997), é necessária uma teoria que articule os constructos genéricos que pessoas empregam para estruturar sua concepção do mundo. Caso seja possível identificar tais constructos, pode-se usá-los para construir

representações de SI. Além disso, é preciso saber se as ferramentas utilizadas para construir SI fornecem formas de representar tais constructos.

Inúmeros trabalhos utilizam ontologias de referência para análise de linguagens de modelagem. Alguns desses trabalhos são apresentados no restante da presente seção, e correspondem a iniciativas de Evermann (2005), de Fettke e Loss (2005), de Wand et al, (1995) e de Guizzardi e Wagner (2005).

Evermann (2005) propõe uma abordagem para o mapeamento de constructos ontológicos para os constructos da UML. A ontologia de *Bunge* (BUNGE, 1977; BUNGE, 1979) é analisada para a identificação de elementos básicos que posteriormente são confrontados com constructos da UML. Desse processo, originam-se regras que restringem o uso da linguagem, de acordo com as suposições impostas pela ontologia. Para tal, o processo de análise ontológica consiste das seguintes fases: i) identificação de conceitos ontológicos e constructos da linguagem; ii) mapeamento de conceitos ontológicos para constructos da linguagem; iii) identificação de suposições ontológicas, relacionamentos e restrições entre conceitos; iv) transferência de relacionamentos ontológicos.

Fettke e Loss (2005) utilizam a ontologia do modelo BWV, destacando os motivos para tal escolha: a formalização, a adaptabilidade bem sucedida à modelagem de SI e o alto número de estudos empíricos mostrando a utilidade da ontologia de *Bunge*. A principal idéia desta abordagem é a normalização ontológica de um modelo de referência. Compara-se esta normalização àquela de bancos de dados, cuja preocupação é reduzir problemas de representação e processamento de

informação. A normalização ontológica busca atingir uma representação unificada dos fatos representados pelo modelo de referência de acordo com a estrutura da realidade.

Um exemplo prático desse tipo de procedimento são as versões de um mesmo modelo apresentados nas FIG.6 e FIG.7:

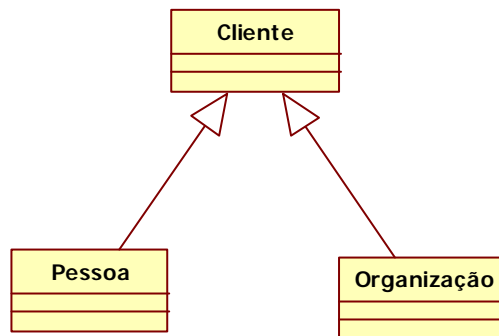


Figura 6 - modelo ontologicamente incorreto da entidade *Cliente*
Fonte: adaptado de Guizzardi e Wagner (2005)

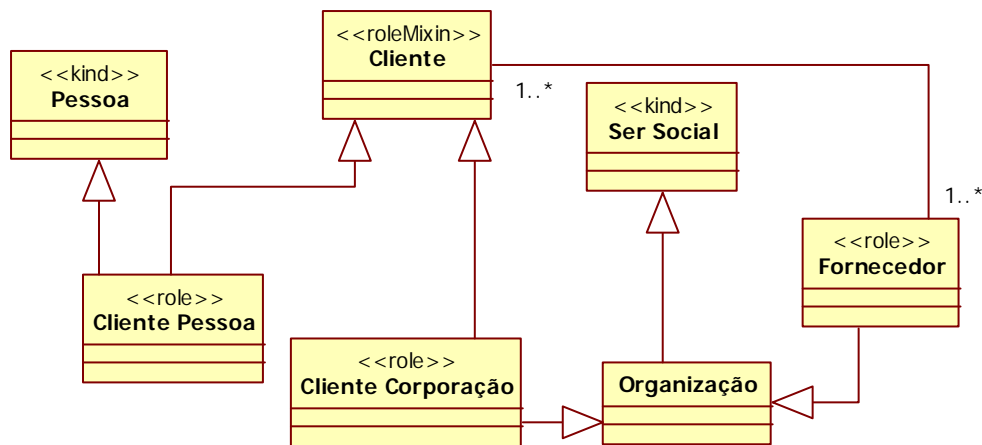


Figura 7 - modelo ontologicamente correto de *Cliente*
Fonte: adaptado de Guizzardi e Wagner (2005)

Apesar do uso de ontologias na modelagem conceitual, existem críticas a essa abordagem. Segundo Wand, et al (1995), não há nenhuma ontologia genericamente aceita, ou seja, há diferentes conceitos em diferentes ontologias que podem levar a resultados diferentes. A ontologia se compromete a uma realidade objetiva, enquanto o mundo é apenas conhecido como um conjunto de percepções humanas. Em relação à ontologia de *Bunge*, os autores citam como crítica o fato dela não lidar com aspectos organizacionais e comportamentais dos SI.

Wyssusek e Klaus (2005) apresentam inúmeras críticas à BWW. Segundo os autores, a adaptação da ontologia de *Bunge* possui problemas: i) não lida com o compromisso ontológico, que é fundamental para ontologia de *Bunge*; ii) formalismo e a terminologia do domínio da ontologia científica foram simplesmente traduzidos para o domínio da modelagem conceitual, ignorando-se que terminologia e constructos pertencem a domínios distintos; iii) a ontologia de *Bunge* foi interpretada em termos de modelagem conceitual, e os conceitos do domínio da modelagem conceitual transferidos para o domínio da ontologia, enquanto deveria ser o inverso; iv) a ontologia de *Bunge* foi considerada uma teoria formal e não uma teoria ontológica. Herrera et al (2005) critica a BWW pelo fato dela não lidar com as mudanças sociais que os SI introduzem na realidade dos que os utilizarão e por estes e outros motivos não são capazes de representar completamente um domínio.

3.5) *Implicações para a pesquisa*

A Seção Três apresentou os fundamentos ontológicos dos SI, discutindo as diversas abordagens a SI baseadas em ontologias, a modelagem baseada em ontologias, além de apresentar exemplos de ontologias de referência.

Uma vez que as ontologias de referência são utilizadas como instrumentos para esta pesquisa, o estudo contido na Seção Três é essencial para o entendimento das questões subjacentes à metodologia de pesquisa e sua aplicação.

4) Metodologia de pesquisa

A Seção Dois do presente trabalho apresentou fundamentos básicos dos modelos e da atividade de modelar, descrevendo modelos em ciência, modelos organizacionais, modelos na abordagem da Ciência da Informação e modelos na visão da Ciência da Computação. A Seção Três apresentou as ontologias, sua relação com os SI, descreveu a aplicação de ontologias na modelagem conceitual e mencionou exemplos de ontologias utilizadas para tal fim.

A presente seção descreve a metodologia utilizada para a pesquisa. Do ponto de vista da metodologia científica, classifica-se a pesquisa da seguinte forma (LAKATOS e MARCONI, 1991):

- Sob o ponto de vista de sua natureza, a pesquisa é aplicada, pois tem o objetivo de criar conhecimento para aplicações práticas direcionadas à solução de problemas específicos;
- Sob o ponto de vista da forma de abordagem, esta pesquisa é qualitativa, pois os resultados não podem ser expressos em números;
- Sob o ponto de vista dos objetivos, trata-se de pesquisa explicativa, pois tem caráter experimental: busca analisar os modelos conceituais sob a perspectiva ontológica, considerando que esta perspectiva produz modelos que representam o domínio de forma mais próxima à realidade;

- Sob o ponto de vista dos procedimentos técnicos, a pesquisa é um estudo de caso, pois envolve o estudo detalhado de um número limitado de objetos, permitindo seu conhecimento em detalhes. Além disso, a pesquisa é documental, pois se baseia num conjunto de especificações de requisitos selecionados do Synergia, DCC-UFMG. Trata-se ainda de uma pesquisa *ex-post-facto*, pois se realiza depois dos fatos ocorridos, no caso, a modelagem conceitual já consolidada.

No restante da presente seção apresenta-se o objeto de pesquisa (seção 4.1), descreve-se a metodologia de pesquisa (seção 4.2), bem como as etapas que a compõem (seção 4.3).

4.1) *Os modelos de SI objeto da pesquisa*

O modelos de SI objeto da pesquisa são parte de um conjunto de diagramas utilizados para modelagem de SI. Esses diagramas são reais, ou seja, não são exemplos didáticos, e foram utilizados na confecção de SI desenvolvidos pelo Synergia, DCC-UFMG.

O Synergia é um laboratório especializado em engenharia de *software* que desenvolve pesquisa e presta serviços de consultoria, treinamento, processos, análise e desenvolvimento para órgãos públicos. Coordenado por professores do DCC-UFMG, possui uma equipe fixa de cerca de sessenta profissionais com formações variadas, na sua maioria doutores, mestres e especialistas.

Os diagramas utilizados na pesquisa foram selecionados dentre material cedido pelo Synergia para estes fins¹⁴. Tal material compreende a análise de sistemas completa para *softwares* desenvolvidos para o governo do Estado de Minas Gerais. Cada análise foi descrita em UML através da metodologia *PRocesso para Aplicativos eXtensíveis Interativos* (PRAXIS), a qual foi concebida por professores do próprio DCC-UFMG a partir do *Processo Unificado* (JACOBSON e RUMBAUGH, 1999). Os diagramas utilizados aqui para a pesquisa foram gerados por uma ferramenta CASE¹⁵.

4.2) *Descrição geral da metodologia de pesquisa*

Antes da descrição das etapas desenvolvidas na pesquisa, apresentam-se alguns pressupostos adotados, relevantes para o entendimento das atividades. Esses pressupostos dizem respeito à consideração de diferentes níveis de modelagem e ao significado da modelagem conceitual.

Os *diferentes níveis de modelagem* considerados são baseados na divisão clássica criada pela área de Banco de Dados (JARDINE, 1976): nível conceitual, nível lógico e nível físico. No *nível conceitual* pretende-se representar parte do mundo para uso em um sistema, independentemente de como o sistema será implementado. O *nível lógico* contém considerações que refletem necessidades de sistemas automatizados e o *nível físico* é voltado para detalhes de implementação

¹⁴ Diagramas cedidos pelo prof. Dr. Robson Mateus e prof. Dr. Clarindo Pádua do DCC-UFMG
¹⁵ *Computer Aided Software Engineering*

específicos para certa tecnologia. Considerou-se, a princípio, que os diagramas estudados se concentram na descrição do domínio e representam o nível conceitual.

Em relação ao *significado da modelagem conceitual*, considera-se que tem por objetivo possibilitar a comunicação entre pessoas, sejam elas parte da equipe de desenvolvimento (programadores, analistas, etc.), ou do grupo de usuários que fornecem informações para confecção da análise (especialistas, consultores, etc.)

A metodologia consiste de etapas em que se comparam os constructos presentes nos modelos sob avaliação com aqueles de uma ontologia de referência. A referências utilizadas na fundamentação teórica apontaram grande variedade de pesquisas sobre a avaliação de modelos de SI utilizando ontologias. Verificou-se, por exemplo, a existência de estudos empíricos envolvendo a Ontologia BWB (SHANKS, TANSLEY e WEBER, 2003; FETTKE e LOSS, 2005), o que comprova a sua viabilidade para a tarefa de avaliação.

Como resultado da comparação, obtêm-se novos diagramas, os quais objetivam melhorias nos processos de comunicação entre os membros da equipe de desenvolvimento, independentemente de tecnologias. Essa independência possibilita reutilização do conhecimento obtido na análise de sistemas por outras equipes e em outros períodos. Também é útil nos casos em que determinada tecnologia se torne obsoleta e seja substituída.

4.3) *Descrição das etapas da metodologia de pesquisa*

A presente seção descreve em maior detalhe cada etapa prevista para a realização da pesquisa, bem como os instrumentos utilizados. Conforme descrição genérica apresentada na seção 4.2, as etapas são:

- Seleção dos diagramas a avaliar (seção 4.3.1);
- Estabelecimento de condições para aplicação dos critérios de avaliação aos diagramas (seção 4.3.2);
- Mapeamento dos diagramas para a ontologia através dos critérios de avaliação (seção 4.3.3);
- Proposição de novos diagramas (seção 4.3.4).

4.3.1) *Seleção de diagramas*

A *primeira etapa* consiste em selecionar, dentre o conjunto de diagramas disponível, aqueles utilizados na pesquisa. Utilizam-se como instrumentos os diagramas fornecidos, bem como dados sobre o contexto de sua produção. Obteve-se junto ao Synergia um conjunto de especificações de requisitos de *software*:

- Portal de compras para o Estado (206 páginas);
- Contabilização, Monitoração e Controle de telefonia do Estado (85 páginas);
- Especificação de Requisitos de Sistema AURUS (189 páginas).

A escolha desse conjunto de especificações buscou uniformizar os diagramas para avaliação, de acordo com informações obtidas no Synergia. Os seguintes critérios foram utilizados para a escolha das especificações citadas:

- *Equipe responsável:* todas as especificações foram confeccionadas pela *Equipe de Requisitos e Análise* do Synergia;
- *Período:* as especificações foram desenvolvidas quase simultaneamente, entre o final de 2005 e o início de 2007.
- *Cliente:* todas as especificações foram contratadas pelo mesmo cliente, a Secretaria de Planejamento e Gestão do Estado de MG (SEPLAG-MG);
- *Equipe do cliente:* os profissionais do Estado não eram os mesmos, mas tinham características semelhantes: praticamente todos eram servidores públicos, de alto nível educacional e bom conhecimento dos temas relativos ao projeto em desenvolvimento.

Dentre as especificações de requisitos selecionadas, realizou-se ainda outro “recorte” de acordo com observações obtidas no estudo da BWB. Como esse segundo recorte ocorreu durante a própria pesquisa, ou seja, ao longo da avaliação das especificações disponíveis, ele é apresentado na seção de resultados (seção 5.1).

4.3.2) *Condições para aplicação de critérios*

A *segunda etapa* envolve o estabelecimento de condições para a aplicação dos critérios de avaliação. Utilizam-se como instrumentos para essa etapa os próprios diagramas e informações sobre a ontologia BWW.

Os critérios de avaliação foram obtidos a partir da pesquisa de vários autores para mapeamento entre a BWW e a UML, em particular na abordagem proposta por Evermann (2005). Representam uma sistematização das propostas para análise ontológica e são aplicados diretamente aos diagramas.

As condições orientam a aplicação dos critérios de avaliação nos diferentes diagramas disponíveis: um critério só é aplicável em um constructo do diagrama, se este constructo for de um tipo específico. Por exemplo, alguns critérios ou sub-critérios têm aplicação restrita. Por exemplo, o sub-critério SC3 é aplicável somente a classes de associação, pois se restringe a este constructo ao afirmar que classes de associação devem possuir atributos.

O conjunto completo de critérios de avaliação são apresentados na FIG. 8. Vários termos utilizados na descrição dos critérios têm origem na UML (descritos na seção 2.3) e na BWW (descritos na seção 3.3.3).

Critério	Sub-critério	Descrição do critério / sub-critério
C1		Somente entidades substanciais no mundo são modeladas como objetos. Coisa é equivalente ao conceito de objeto da UML. Substancial significa que é material, físico.
C2		Propriedades ontológicas de coisas devem ser modeladas como atributos UML; o conceito de propriedade na BWW equivale ao conceito de atributo na UML.
	SC1	Atributos em uma descrição UML do mundo real não podem se referir a coisas substanciais; atributos não podem ser substanciais.
C3		Conjuntos de propriedades mútuas devem ser representados como atributos de classes de associação. As propriedades mútuas, ao contrário das intrínsecas, são compartilhadas entre coisas. Classes de associação são representações de propriedades dos objetos participantes da associação.
	SC2	Uma classe de associação não deve possuir métodos ou operações. Uma classe de associação não pode representar entidades substanciais porque neste caso seus atributos seriam intrínsecos de uma coisa substancial.
C4		Se propriedades mútuas podem mudar quantitativamente, métodos e operações que alteram os valores de atributos da classe de associação devem ser modelados por uma ou mais classes que participam da associação, e não por classes de associação. As classes de associação não são coisas e por isso não podem possuir métodos ou operações. As mudanças estão ligadas a coisas e representadas por métodos e operações.
	SC3	Uma classe de associação deve possuir um atributo; se uma classe de associação representa propriedades mútuas, então deve possuir pelo menos um atributo.
	SC4	Uma classe de associação não deve estar associada à outra classe; propriedades na ontologia não podem possuir propriedades mútuas relacionadas a outras propriedades ou coisas.
	SC5	Uma classe de associação não deve participar em relacionamentos de generalização. Classes de associação são propriedades e propriedades na ontologia não podem ser generalizadas ou especializadas.
C5		Uma classe de associação representa um conjunto de propriedades mútuas que se originam na mesma interação. Caso existam propriedades que surgem de interações diferentes, elas devem ser modeladas em outra classe de associação.

C6		Classes de objetos que exibem comportamentos adicionais, atributos adicionais, ou classes de associação adicionais em relação a outros objetos da mesma classe, devem ser modelados como sub-classes especializadas.
C7		Todo objeto agregado UML deve consistir de pelo menos duas partes. Na ontologia, uma coisa composta não pode ter esta classificação se não possui pelo menos duas partes; se uma coisa composta é formada de apenas uma parte, então ela é a própria parte.
C8		Todo agregado UML deve possuir ao menos um atributo ou participar em uma associação. Na ontologia, uma coisa composta deve possuir pelo menos uma propriedade emergente, caso contrário não existe coisa composta, mas somente um conjunto de coisas (partes); coisas compostas devem ser mais que a soma de suas partes.
C9		Todas as classes UML devem possuir ao menos um atributo ou participar em uma associação. Se todas as coisas possuem propriedades, então as classes que representam conjuntos de objetos devem possuir atributos ou participar de uma associação.
C10		A identificação (ID) dos objetos não deve ser modelado como atributo. Na ontologia, as coisas são identificadas pelos conjuntos de valores das propriedades e não existe um equivalente para o identificador de um objeto.
C11		O conjunto de valores de atributos, representando propriedades mútuas e intrínsecas, deve identificar unicamente um objeto; o conjunto de valores das propriedades de coisas deve ser capaz de representar essa coisa como única.
C12		Uma classe especializada deve definir maior número de atributos, operações, ou participar em maior número de associações do que a classe geral; se uma classe especializada é criada em função de atributos ou operações adicionais, então eles devem ser modelados.
C13		Toda associação ordinária deve ser uma classe de associação; a associação ordinária é aquela diferente de composição e agregação.
	SC6	Todo objeto deve ter ao menos uma operação; na Ontologia todas as coisas podem mudar e as operações representam mudanças.

Figura 8 - critérios e subcritérios derivados para avaliação dos diagramas

Adiante, na seção 5.2 (Aplicação dos Critérios) são apresentadas condições sob as quais tais critérios podem ou não ser usados nos diagramas selecionados para essa pesquisa.

4.3.3) Mapeamento

Na *terceira etapa* procede-se o mapeamento dos diagramas para a ontologia através de critérios. Os instrumentos utilizados nessa etapa são a especificação UML, os diagramas fornecidos pelo Synergia e os critérios estabelecidos na segunda etapa. A especificação UML é utilizada para compreensão da semântica dos constructos utilizados na linguagem. A partir dessa compreensão, é possível realizar o mapeamento usando os critérios.

É importante destacar que a análise é realizada sobre os diagramas de classe UML, uma vez que esses são representativos dos tipos UML utilizados, ou seja, representam a divisão de entidades do domínio analisado e seus relacionamentos, assim como a ontologia representa as entidades do mundo e seus relacionamentos. O mapeamento ocorre no nível dos constructos UML presentes nos diagramas, os quais são confrontados com as entidades da ontologia BWW, conforme apresentado na FIG. 9. Os resultados referentes a essa etapa são apresentados adiante na seção 5.3.

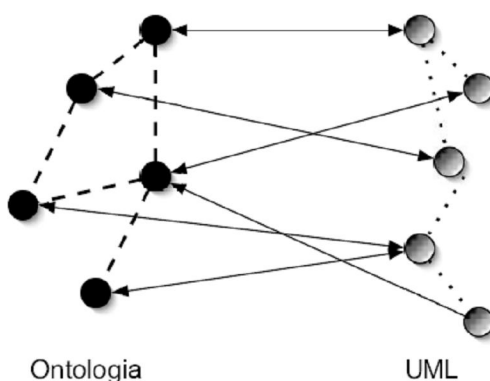


Figura 9 - Esquema de mapeamento
Fonte: adaptado de Evermann (2005)

4.3.4) *Propostas de novos diagramas*

A *quarta e última etapa* consiste em, a partir do mapeamento realizado, propor mudanças nos diagramas sob análise objetivando diagramas ontologicamente coerentes. Os instrumentos utilizados nessa etapa são: o mapeamento obtido na etapa três e uma ferramenta CASE para criação de novos diagramas. Essa etapa envolve a análise e discussão da comparação entre modelo e ontologia. Dessa forma, diz respeito diretamente aos objetivos do presente trabalho e contribuições esperadas. Os resultados dessa etapa são descritos adiante na seção 5.4.

5) Coleta e Análise de Dados

Na presente seção, apresenta-se o produto da coleta de dados, bem como os resultados obtidos a partir da metodologia proposta na Seção 4. Para maior clareza, a FIG. 10 apresenta um quadro sinótico com uma breve descrição de cada uma das etapas.

Etapas	Tarefa	Instrumento
Etapa 1	Seleção dos diagramas para utilização na pesquisa.	Diagramas fornecidos; Contexto de produção dos diagramas.
Etapa 2	Estabelecimento de condições para a aplicação dos critérios de avaliação.	Diagramas fornecidos; Ontologia BWB.
Etapa 3	Mapeamento do diagrama para a ontologia através dos critérios.	Especificação UML; Diagramas fornecidos; Critérios de avaliação.
Etapa 4	Proposição de novos diagramas.	Mapeamento obtido na etapa três; Ferramenta CASE.

Figura 10 - Quadro sinótico de resumo das tarefas

No restante da presente seção apresenta-se uma sub-seção de resultados equivalente a cada etapa da metodologia. Na seção 5.4 apresenta-se ainda uma discussão que suporta a proposta de novos diagramas. Dessa forma, a presente seção está organizada como segue:

- Diagramas selecionados (seção 5.1);
- Condições estabelecidas para aplicação dos critérios (seção 5.2);
- Resultados do mapeamento (seção 5.3);

- Proposta de novos diagramas (seção 5.4).

5.1) *Diagramas selecionados*

Diversas considerações nortearam a escolha dos diagramas objeto da análise dentre o material empírico. Elas estão relacionadas ao outro “recorte” mencionado na seção 4.3.1. Algumas dessas considerações são provenientes do contexto de produção dos diagramas, obtido com a equipe responsável por sua criação (Synergia, DCC-UFMG). Outras, por sua vez, levam em conta questões relativas a aplicabilidade da ontologia à avaliação dos diagramas.

Uma questão relevante no *contexto de produção dos diagramas* diz respeito a sua localização em relação aos três níveis de abstração considerados, conforme mencionado na seção 4.2. A fundamentação teórica indicou a possibilidade de avaliação ontológica em modelos conceituais. Entretanto, de acordo com informações obtidas com a equipe do Synergia, os diagramas tendem para o nível lógico em alguns casos (como por exemplo, no Sistema de Telefonia) e para o nível conceitual em outros casos (como por exemplo, no Sistema de Gestão de Documentos). Utiliza-se a expressão “tende para o nível”, lógico ou conceitual, uma vez que os limites entre um nível e outro em geral não são bem definidos, podendo variar de equipe para equipe.

Do ponto de vista da *aplicabilidade da ontologia* à avaliação de diagramas, considerou-se o número de entidades substanciais existentes em cada um deles. Entidades substanciais são aquelas denominadas “coisas” na ontologia BWB. Essa

consideração se baseia no fato de que, para a BWW, o mundo é feito de coisas que existem fisicamente, as quais possuem propriedades e relacionam-se entre si. Não cabe análise em um domínio sem entidades físicas, composto apenas, por exemplo, por interações ou propriedades. Dessa forma, os diagramas que possuem apenas entidades abstratas não foram utilizados por sua incompatibilidade com as premissas da BWW. Esta limitação de mapeamento confirma críticas sobre a incapacidade da BWW em representar completamente um domínio, conforme citado na seção 3.4. Por exemplo, o diagrama de classes *Subfluxo*, no Sistema de Gestão de Documentos (denominado Sistema Aurus) apresentado na FIG. 11, não representa nenhuma coisa (no sentido da BWW). Apresenta apenas conceitos abstratos e, portanto, não é passível de comparação com a ontologia.

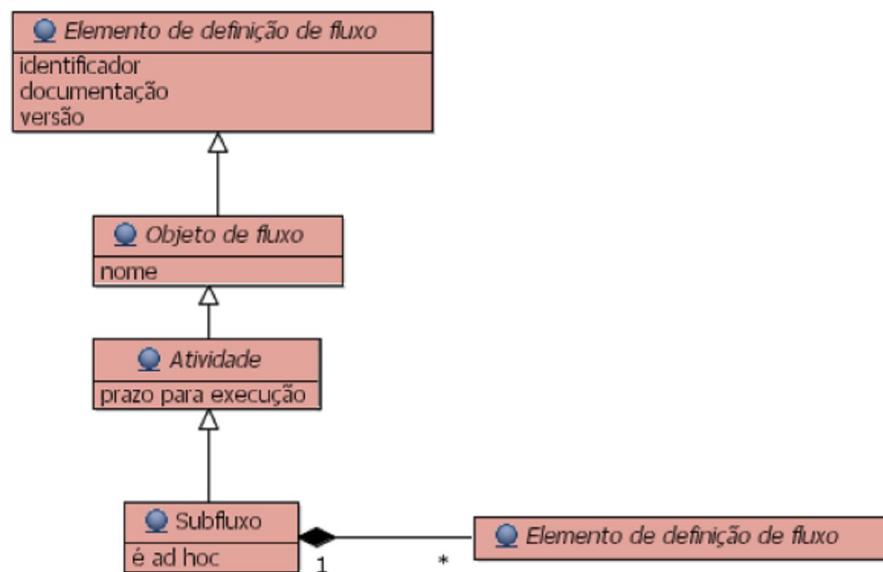


Figura 11 - exemplo de diagrama com apenas conceitos abstratos (cod. 3.2.3.1.1.5 Anexo)

Em função dessas considerações, os seguintes diagramas foram selecionados para a pesquisa. Os números das seções correspondem aos documentos do Synergia (especificações UML), cujos sumários foram listados no Anexo 3.

- Diagrama: Plano de Classificação (seção 3.1.3.1.1.1, Sistema Aurus);
- Diagrama: Tipo de dossiê (seção 3.1.3.1.2.1, Sistema Aurus);
- Diagrama: Dossiê (seção 3.1.3.1.2.2, Sistema Aurus);
- Diagrama: Tipo de documento (seção 3.1.3.1.3.1, Sistema Aurus);
- Diagrama: Ferramenta externa (seção 3.1.3.1.7, Sistema Aurus);
- Diagrama: Origem dos dados da contratada (seção 1.3.2.1.4, Sistema Portal de Compras);
- Diagrama: Avaliação (seção 2.3.8.2, Sistema Portal de Compras);
- Diagrama: Auditoria de Gastos (seção 2.3.9.2, Sistema Portal de Compras);
- Diagrama: Campos de proposição (seção 4.3.9, Sistema Portal de Compras);
- Diagrama: Campos de fase - Dados de comissões competentes e enumeradas (seção 4.3.11, Sistema Portal de Compras).

5.2) *Condições para aplicação dos critérios*

O estabelecimento de condições para aplicação dos critérios de avaliação tem por objetivo evitar incoerências. Dentre elas, uma possibilidade é a aplicação do mesmo critério de forma distinta a um constructo sob análise.

Alguns tipos de constructos comuns observados nos diagramas são, por exemplo: classe, atributo, classe de associação, associação, multiplicidade, dentre outros. Os critérios foram considerados de acordo com suas possibilidades de avaliação de constructos dos diagramas. Por exemplo, o C7 (seção 4.3.2) pode ser aplicado apenas em elementos com a relação parte-todo, pois sua definição contém uma especificação de utilização apenas deste constructo.

Outra condição adotada foi a consideração de que as classes correspondem a objetos, uma vez que os diagramas representam classes e suas respectivas participações em relacionamentos entre os próprios objetos. Apesar de classe significar uma descrição para um conjunto de objetos que compartilham os mesmos atributos e operações, os diagramas não levam em consideração apenas um objeto, mas todos aqueles que fazem parte daquela definição de classe (EVERMANN, 2005). Os modelos objeto da pesquisa são diagramas de classe e por isso representam classes e relacionamentos. Para os critérios que diziam respeito a objetos, a classe foi considerada um objeto e para os critérios que diziam respeito a classes, ela foi considerada na sua forma original.

A FIG. 12 representa o conjunto de condições adotadas para a aplicação dos critérios aos diagramas, bem como a argumentação que justifica a conclusão:

Critério e sub-critério	Será aplicado?	Constructo aplicável	Argumentação
Critério 1	Sim	Classe/objeto ¹⁶ Classe de associação	Em ambos os casos, ou seja, se for classe/objeto ou classe de associação, verificar se corresponde à coisa na ontologia. ¹⁷ No caso de classe de associação, se é coisa, então o critério é falso, pois não foi mapeado como classe/objeto.
Critério 2	Sim	Classe/objeto Classe de associação	Verificar se o constructo analisado refere-se a uma propriedade na ontologia; Se propriedade e o constructo for uma classe/objeto, então o critério é falso; Se propriedade e o constructo for uma classe de associação, então o critério é verdadeiro; Se não for propriedade, o critério não é aplicável.
Sub-critério 1	Não	Classe/objeto Classe de associação	Este sub-critério não é utilizado, pois está implícito nos critérios 1 e 2.
Critério 3	Sim	Classe/objeto Classe de associação	Verificar se o constructo analisado refere-se a uma propriedade mútua ou interação na ontologia; Se propriedade mútua ou interação e o constructo for uma classe/objeto, então o critério é falso; Se propriedade mútua ou interação e o constructo for uma classe de associação, então o critério é verdadeiro; Se não for propriedade mútua ou interação, o critério não é aplicável.
Sub-critério 2	Não	Classe de associação	Este sub-critério não é utilizado, pois nenhuma operação é representada nos diagramas.
Critério 4	Não	Classe de associação	Este sub-critério não é utilizado, pois nenhuma operação é representada nos diagramas.

¹⁶ O constructo é nomeado como classe/objeto para representar que este critério é aplicado nas classes que são descrições de objetos.

¹⁷ A verificação mencionada nesse critério (e similares em outros critérios) foi feita a partir da consulta ao dicionário de dados da especificação de requisitos fornecida pelo Synergia.

Sub-critério 3	Sim	Classe de associação	Verificar se a classe de associação possui atributos.
Sub-critério 4	Sim	Classe de associação	Verificar se a classe de associação está associada com outra classe.
Sub-critério 5	Sim	Classe de associação	Verificar se a classe de associação possui relacionamentos de generalização.
Critério 5	Sim	Classe de associação	Verificar se há mais de uma interação entre classes/objetos; Verificar se todas as propriedades da classe de associação são originadas na interação.
Critério 6	Sim	Classe/objeto	Verificar se a classe/objeto faz parte de uma hierarquia; Verificar se o constructo analisado refere-se à coisa na ontologia.
Critério 7	Sim	Classe/objeto	Verificar se a classe/objeto faz parte de uma relação parte-todo. Este critério analisa o objeto composto como um todo, ou seja, a parte e o todo conjuntamente.
Critério 8	Sim	Classe/objeto	Este critério é similar ao anterior, pois se deve estar diante de uma relação parte-todo: verificar se a classe/objeto faz parte de uma relação parte-todo. Este critério analisa o objeto composto como um todo, ou seja, a parte e o todo conjuntamente.
Critério 9	Sim	Classe/objeto	Verificar se a classe/objeto possui pelo menos um atributo ou participa de uma associação.
Critério 10	Sim	Classe/objeto	Verificar a existência de atributos; Verificar se não possui o ID (identificador), neste caso este critério é verdadeiro.
Critério 11	Sim	Classe/objeto	Verificar a existência de atributos; Verificar se os atributos estão de acordo com este critério, mas se existir ID, desconsiderá-lo.
Critério 12	Sim	Classe/objeto	Verificar se a classe/objeto é especializada; Verificar se o constructo analisado refere-se à coisa na ontologia.
Critério 13	Não	Associação	Este critério não é utilizado, pois não é relevante ao nível de análise proposto.
Sub-critério 6	Não	Classe/objeto	Este sub-critério não é utilizado, pois nenhuma operação é representada no diagrama.

Figura 12 - conjunto de condições adotadas para a aplicação dos critérios

5.3) *Resultados do mapeamento*

Esta seção apresenta os diferentes conceitos dos diagramas, a verificação da conformidade dos critérios, os respectivos correspondentes na Ontologia BWW, a modelagem na UML. O mapeamento é apresentado a seguir nas FIG. 13 a 32.

Além disso, para maior clareza, o Anexo 2 descreve brevemente o significado dos símbolos UML utilizados nos diagramas, sobre os quais se realizou o mapeamento.

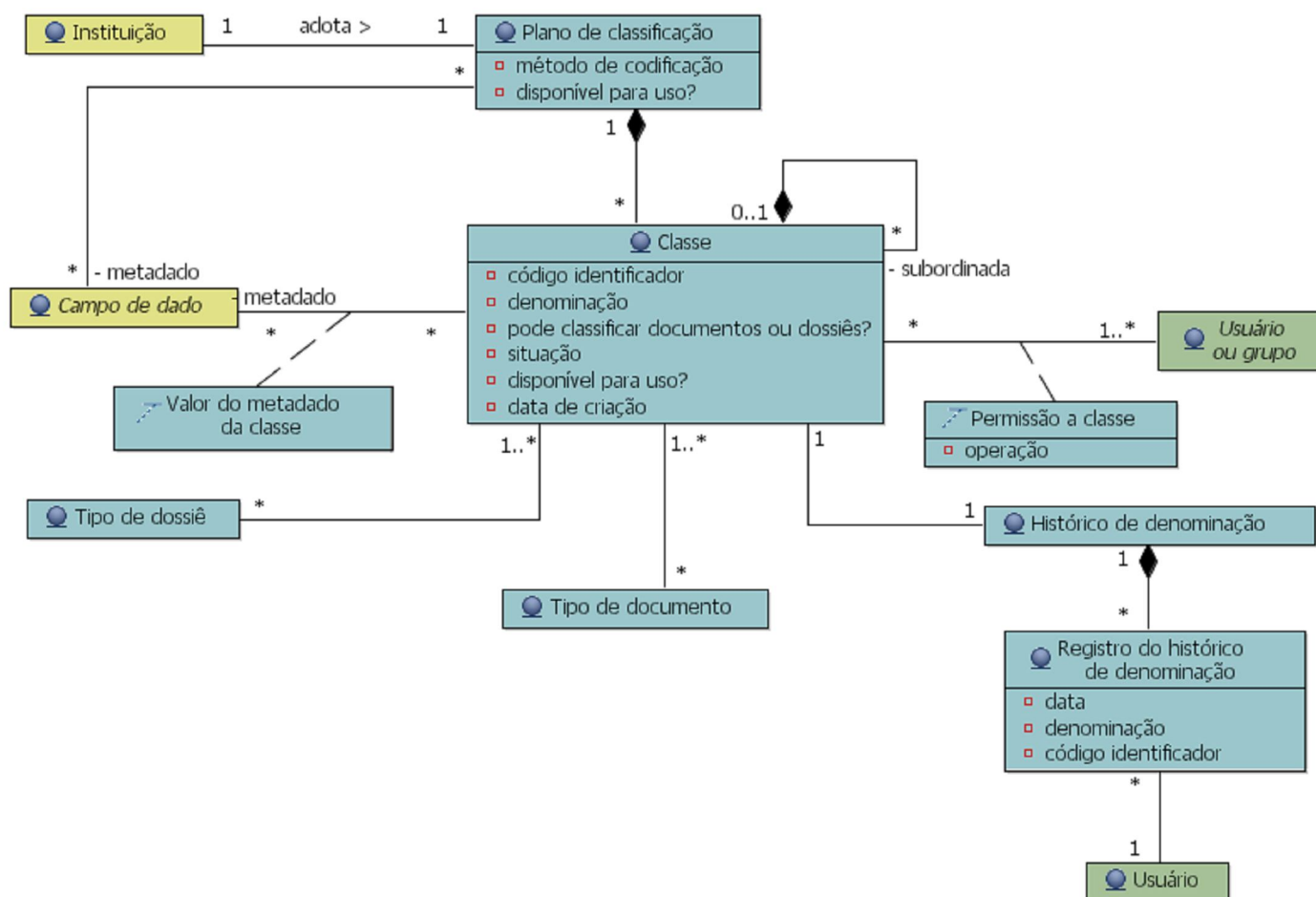


Figura 13 - Diagrama Plano de classificação (cod. 3.1.3.1.1.1 Anexo)

Diagrama 3.1.3.1.1 Plano de Classificação	Elemento Analisado	Tipo de Elemento Analisado	Critérios Aplicáveis	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Plano de Classificação ¹⁸	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Classe	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Tipo de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Dossiê</i> .	<i>Tipo de dossiê</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Dossiê</i> ; Os nomes destes atributos são

18

É importante destacar que os diagramas e as tabelas de critérios do Sistema Aurus, representados nas FIG. 15 a FIG. 24, possuem elementos repetidos, pois estão desta maneira nos diagramas originais. Os diagramas foram assim criados visando representar partes relevantes em questão. Sendo assim, os elementos repetidos terão as mesmas descrições, pois realmente representam os mesmos elementos. Nos diagramas modificados é utilizado o mesmo raciocínio, e são representados apenas as partes relevantes em questão.

						sucedidos com o nome da classe original <i>Tipo de dossiê</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Dossiê</i> .
	Instituição	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Campo de dado ¹⁹	Classe/objeto	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Usuário	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Permissão a classe	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Critério 5: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V Sub-critério 5: V	Propriedade mútua	Continua como classe de associação.	
	Histórico de denominação	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Interação	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.

19

Os critérios não foram aplicados em entidades sem correspondentes específicos na ontologia.

	Registro do histórico de denominação	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V		De classe/objeto para classe de associação.	
	Tipo de documento	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Documento</i> .	<p><i>Tipo de documento</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Documento</i>;</p> <p>Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome da classe original <i>Tipo de documento</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Documento</i>.</p>

	Valor do metadado da classe	Classe de associação	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Usuário ou grupo	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V	Coisa	<i>Grupo e Usuário</i> são representados como classes/objetos separadamente em uma hierarquia.	

Figura 14 - Tabela de mapeamento do Diagrama Plano de classificação

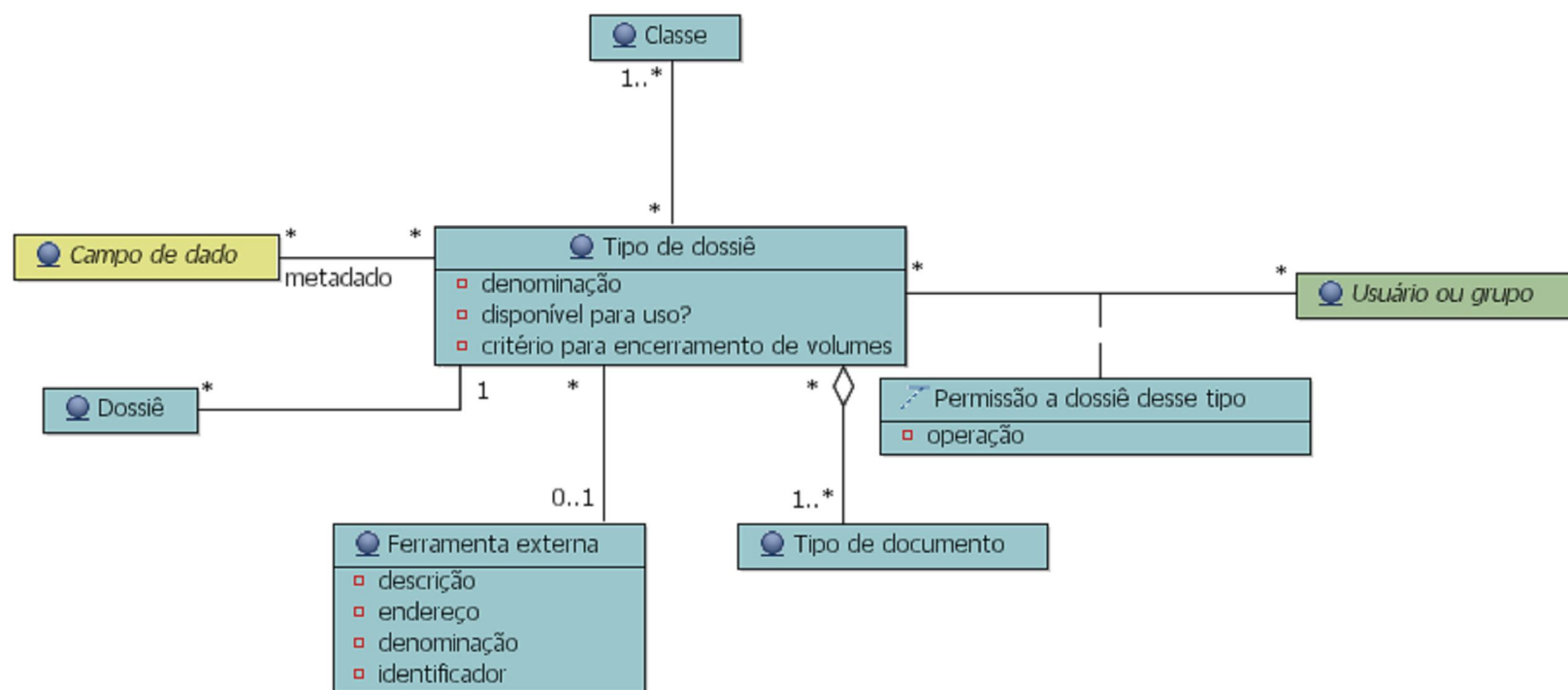


Figura 15 - Diagrama Tipo de dossiê (cod. 3.1.3.1.2.1 Anexo)

Diagrama 3.1.3.1.2.1 Tipo de dossiê	Elemento Analisado	Tipo de Elemento Analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Tipo de Dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Dossiê</i> .	<i>Tipo de dossiê</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Dossiê</i> ; Os nomes destes atributos são sucédidos com o nome da classe original <i>Tipo de</i> <i>dossiê</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Dossiê</i> .
	Ferramenta externa	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>identificador</i> é omitido.	

	Permissão a dossiê desse tipo	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V Sub-critério 5: V	Propriedade mútua	Continua como classe de associação.	
	Classe	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Dossiê	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Usuário ou grupo	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V	Coisa	<i>Grupo e Usuário</i> são representados como classes/objetos separadamente em uma hierarquia.	
	Tipo de documento	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Documento</i> .	<i>Tipo de documento</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Documento</i> ;

						Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome da classe original <i>Tipo de documento</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Documento</i> .
	Campo de dado	Classe/objeto	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.

Figura 16 - Tabela de mapeamento do Diagrama Tipo de dossiê

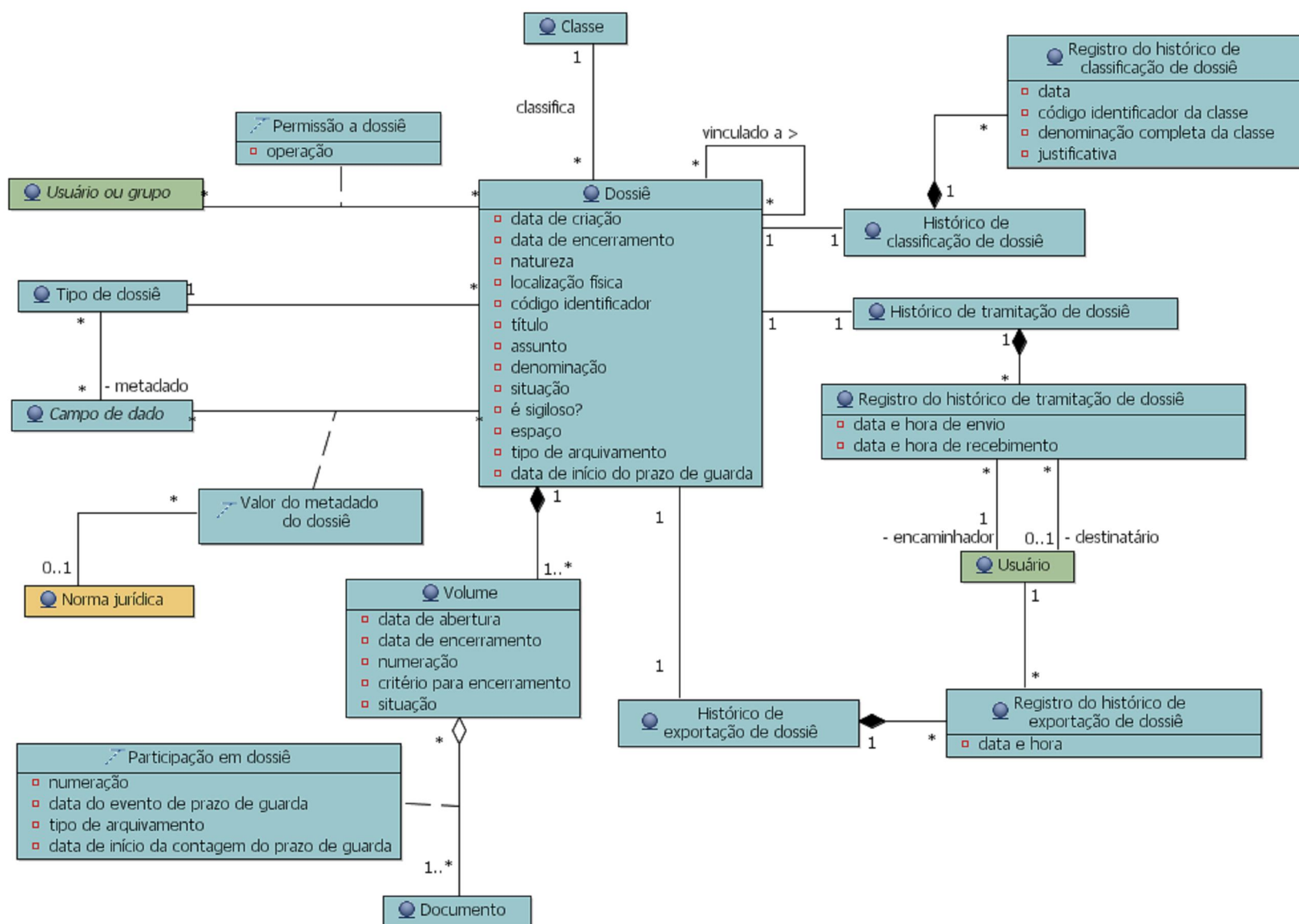


Figura 17 - Diagrama Dossiê (cod. 3.1.3.1.2.2 Anexo)

Diagrama 3.1.3.1.2.2 Dossiê	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Volume	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Dossiê	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como Classe/objeto.	
	Participação em dossiê	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Critério 5: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V Sub-critério 5: V	Propriedade mútua	Continua como classe de associação.	
	Permissão a dossiê	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Critério 5: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V Sub-critério 5: V	Propriedade mútua	Continua como classe de associação.	
	Histórico de tramitação de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V	Interação	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.

			Critério 9: V			
	Registro de histórico de tramitação de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V		De classe/objeto para classe de associação.	
	Histórico de exportação de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Interação	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Registro de histórico de exportação de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V		De classe/objeto para classe de associação.	
	Histórico de classificação de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Interação	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Registro de histórico de classificação de dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V		De classe/objeto para classe de associação.	
	Norma	Classe/objeto	Critério 1: V	Coisa	-	Não é representado, pois esta

	jurídica		Critério 9: V			classe/objeto está ligado a <i>Valor do metadado do dossiê</i> que também não é representado.
	Campo de dado	Classe/objeto	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Documento	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Tipo de Dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Dossiê</i> .	<i>Tipo de dossiê</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Dossiê</i> ; Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome da classe original <i>Tipo de dossiê</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Dossiê</i> .
	Classe	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Usuário ou grupo	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V	Coisa	<i>Grupo e Usuário</i> são representados	

					como classes/objetos separadamente em uma hierarquia.	
	Usuário	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Valor do metadado do dossiê	Classe de associação	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.

Figura 18 - Tabela de mapeamento do Diagrama Dossiê

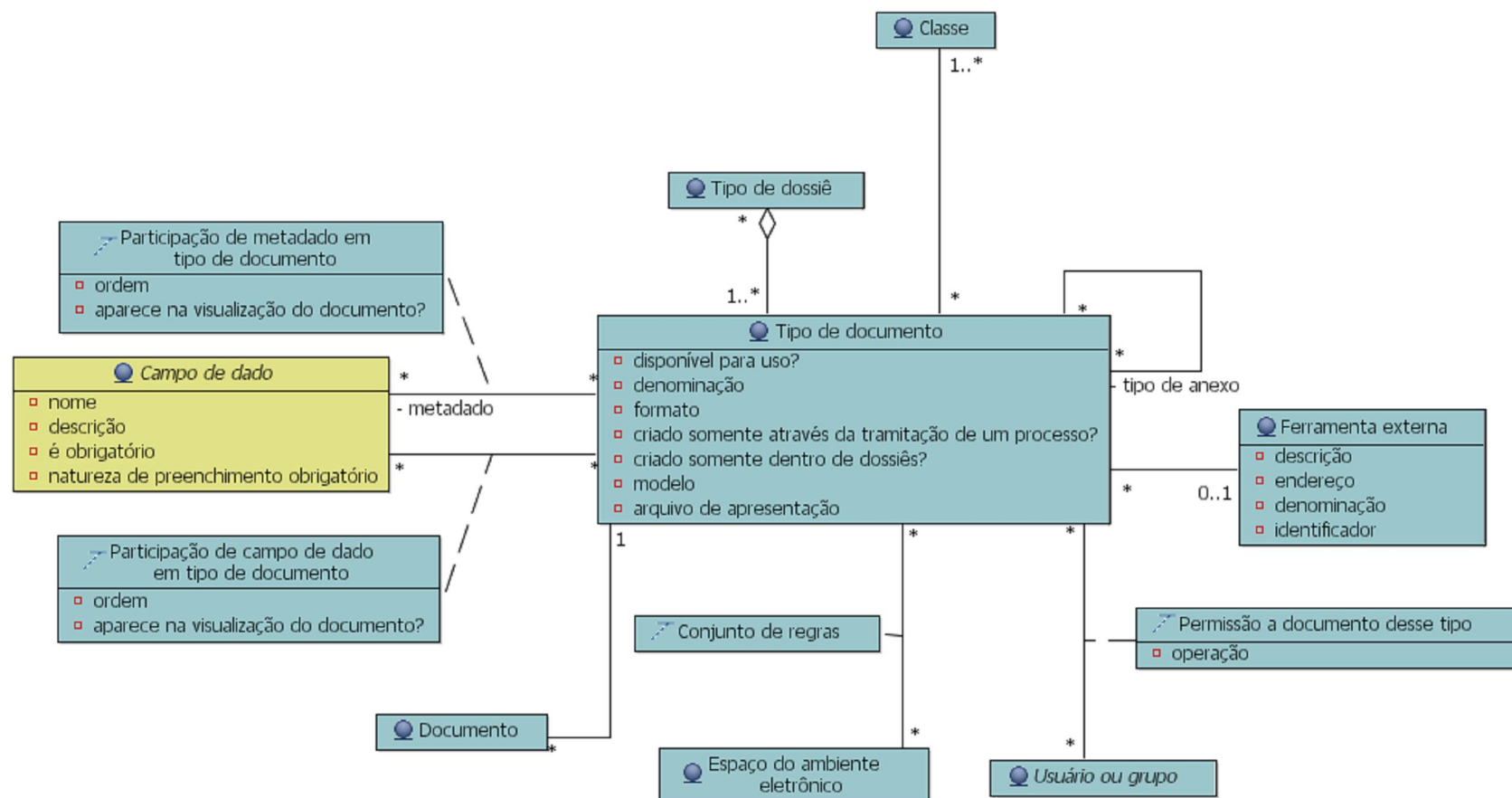


Figura 19 - Diagrama Tipo de documento (cod. 3.1.3.1.3.1 Anexo)

Diagrama 3.1.3.1.3.1 Tipo de documento	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Documento	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Tipo de documento	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Documento</i> .	<i>Tipo de documento</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Documento</i> ; Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome da classe original <i>Tipo de documento</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Documento</i> .
	Participação de metadado em tipo de documento	Classe de associação	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Participação de campo de dado em tipo de documento	Classe de associação	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.

	Campo de dado	Classe/objeto	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Espaço do ambiente eletrônico	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Documento</i> .	
	Tipo de Dossiê	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto, para atributo da classe/objeto <i>Dossiê</i> .	<i>Tipo de dossiê</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Dossiê</i> ; Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome da classe original <i>Tipo de dossiê</i> para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe/objeto <i>Dossiê</i> .
	Classe	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Conjunto de regras	Classe de associação	-	-	-	Não é representado, pois está ligado ao <i>Espaço do ambiente eletrônico</i> , que agora é um atributo, além de estar intrinsecamente ligado ao sistema de informação.
	Usuário ou	Classe/objeto	Critério 1: V	Coisa	<i>Grupo e</i>	

	grupo		Critério 9: V		<i>Usuário</i> são representados como classes/objetos separadamente em uma hierarquia.	
	Permissão a documento desse tipo	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V Sub-critério 5: V	Propriedade mútua	Continua como classe de associação.	
	Ferramenta externa	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>identificador</i> é omitido.	

Figura 20 - Tabela de mapeamento do Diagrama Tipo de documento

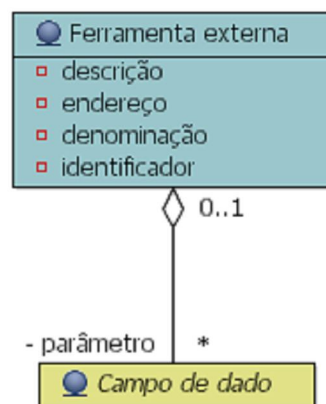


Figura 21 - Diagrama Ferramenta externa (cod. 3.1.3.1.7.1)

Diagrama 3.1.3.1.7 Ferramenta externa	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Ferramenta externa	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>identificador</i> é omitido.	
	Campo de dado	Classe/objeto	-	-	-	Não é representado, pois está intrinsecamente ligado ao sistema de informação.

Figura 22 - Tabela de mapeamento do Diagrama Ferramenta externa

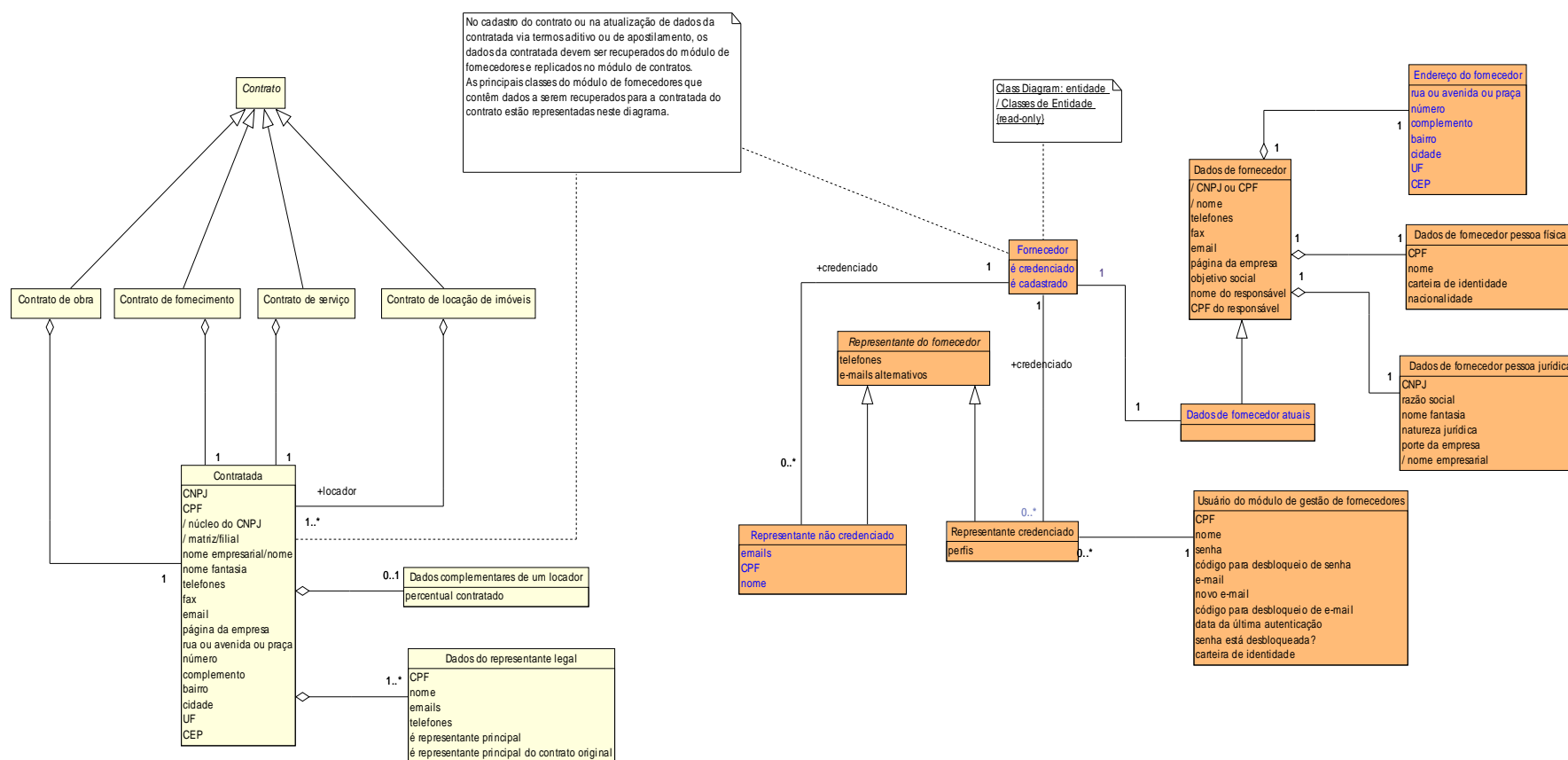


Figura 23 - Diagrama Origem dos dados da contratada (cod. 1.3.2.1.4 Anexo)

Diagrama 1.3.2.1.4 Origem dos dados da contratada	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Contrato	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: F	Interação	-	Não é representado, pois suas especializações <i>Contrato de obra</i> , <i>Contrato de fornecimento</i> , <i>Contrato de locação de imóveis</i> são representados como classes de associação e, segundo a ontologia, não existe especialização de classe de associação.
	Contrato de obra	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação.	Não existia a classe/objeto <i>Órgão</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Contrato de obra</i> .
	Contrato de fornecimento	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação.	Não existia a classe/objeto <i>Órgão</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Contrato de fornecimento</i> .
	Contrato de serviço	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação.	Não existia a classe/objeto <i>Órgão</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Contrato de serviço</i> .
	Contrato de locação de imóveis	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F	Interação	De classe/objeto para classe de	Não existia a classe/objeto <i>Órgão</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação

			Critério 8: V Critério 9: V		associação.	que dará origem à classe de associação <i>Contrato de locação de imóveis</i> .
	Contratada	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Dados complementares de um locador	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto, mas seu nome é alterado para <i>Locador</i> e é especializado de <i>Contratada</i> .	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é o <i>Locador</i> . Esta entidade representa propriedades adicionais de <i>Contratada</i> caso ela seja um <i>Locador</i> , por isso será representada como uma classe/objeto especializada de <i>Contratada</i> .
	Dados do representante legal	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto, mas seu nome é alterado para <i>Representante legal</i> .	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é o <i>Representante legal</i> .
	Fornecedor	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: F	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Representante do fornecedor	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 6: V	Coisa	Continua como	Esta classe/objeto tem um relacionamento parte-todo como

			Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V		classe/objeto.	<i>Fornecedor</i> , identificado no diagrama original.
	Representante não credenciado	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 6: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V Critério 12: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Representante credenciado	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 6: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V Critério 12: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	É criada uma nova classe/objeto <i>Usuário credenciado módulo gestão de fornecedores</i> que especializará a classe/objeto <i>Representante credenciado</i> . Isto porque se pode perceber pelo antigo diagrama que nem todos os representantes credenciados são <i>usuários do módulo de gestão de fornecedores</i> , e de acordo com o critério 6 será uma classe/objeto que possui comportamento adicional à classe/objeto geral.
	Dados de fornecedor	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Fornecedor</i> .	<i>Dados de fornecedor</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Fornecedor</i> ; O atributo <i>CNPJ ou CPF</i> não é representado, pois estão nas classes/objetos especializadas <i>Fornecedor pessoa jurídica</i> e

						<i>Fornecedor pessoa física.</i>
	Dados de fornecedor atuais	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 6: V Critério 9: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Fornecedor.</i>	
	Usuário do módulo de gestão de fornecedores	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Endereço do fornecedor	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Fornecedor.</i>	<i>Endereço de fornecedor</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Fornecedor.</i>
	Dados de fornecedor pessoa física	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto, mas seu nome é alterado para <i>Fornecedor pessoa física.</i>	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é o <i>Fornecedor pessoa física</i> , que possui informações adicionais a <i>Fornecedor</i> , desta forma é especializado desta classe/objeto.
	Dados de fornecedor pessoa jurídica	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto, mas seu nome é alterado para <i>Fornecedor pessoa</i>	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é o <i>Fornecedor pessoa jurídica.</i>

					<i>jurídica.</i>	
--	--	--	--	--	------------------	--

Figura 24 - Tabela de mapeamento do Diagrama Origem dos dados da contratada

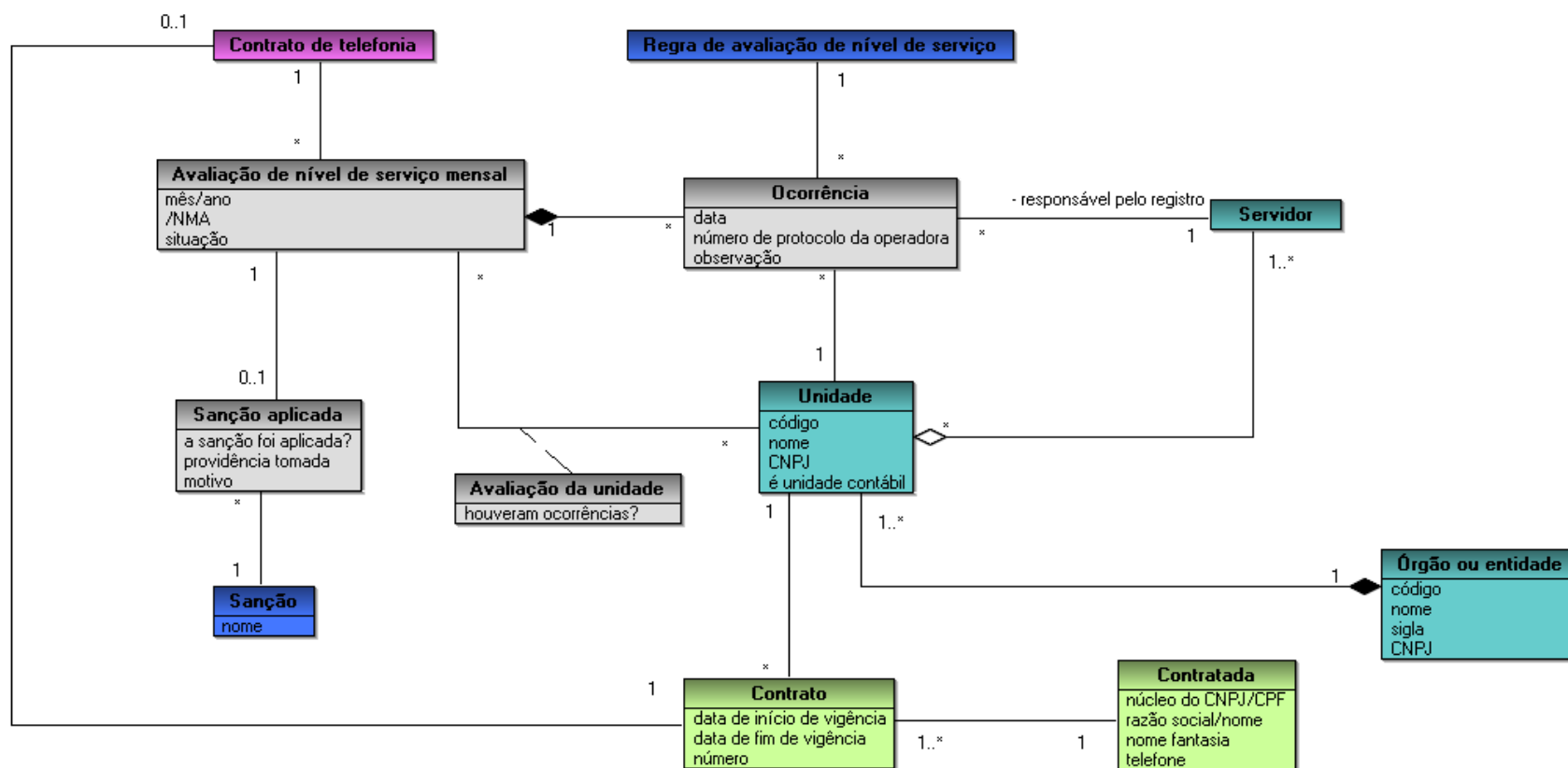


Figura 25 - Diagrama Avaliação (cod. 2.3.8.2 Anexo)

Diagrama 2.3.8.2 Avaliação	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Contrato de telefonia	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação.	Os atributos de <i>Contrato</i> são transferidos para esta classe de associação.
	Contrato	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação.	Não será representado, pois sua especialização <i>Contrato de telefonia</i> já é representada e, segundo a ontologia, não existe especialização de classe de associação.
	Contratada	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Unidade	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>código</i> é omitido.	
	Ocorrência	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação entre <i>Unidade</i> , <i>Servidor</i> e <i>Contratada</i> .	
	Servidor	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F	Coisa	Continua como classe/objeto.	

			Critério 8: V Critério 9: V			
	Órgão ou entidade	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>código</i> é omitido.	
	Avaliação de nível de serviço mensal	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade mútua	De classe/objeto para atributo da classe de associação <i>Ocorrência</i> .	<p><i>Avaliação de nível de serviço mensal</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe de associação <i>Ocorrência</i>;</p> <p>Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome avaliação para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe de associação <i>Ocorrência</i>.</p>
	Sanção aplicada	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: F	Propriedade mútua	De classe/objeto para atributo da classe de associação <i>Ocorrência</i> .	<p><i>Sanção aplicada</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe de associação <i>Ocorrência</i>;</p> <p>Os atributos <i>providência tomada</i> e <i>motivo</i> são sucedidos com o nome sanção para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já</p>

						existentes na classe de associação <i>Ocorrência</i> .
	Sanção	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade mútua	De classe/objeto para atributo da classe de associação <i>Ocorrência</i> .	<p><i>Sanção</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe de associação <i>Ocorrência</i>;</p> <p>O nome deste atributo é sucedido com o nome sanção para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe de associação <i>Ocorrência</i>.</p>
	Regra de avaliação de nível de serviço	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: V	Propriedade mútua	De classe/objeto para atributo da classe de associação <i>Ocorrência</i> .	Como não há atributos nesta classe/objeto, então ela própria se torna atributo na classe de associação <i>Ocorrência</i> .
	Avaliação da unidade	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Critério 5: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V Sub-critério 5: V	Propriedade mútua	-	Não é representada, pois a classe de associação <i>Ocorrência</i> representa a avaliação da unidade.

Figura 26 - Tabela de mapeamento do Diagrama Avaliação

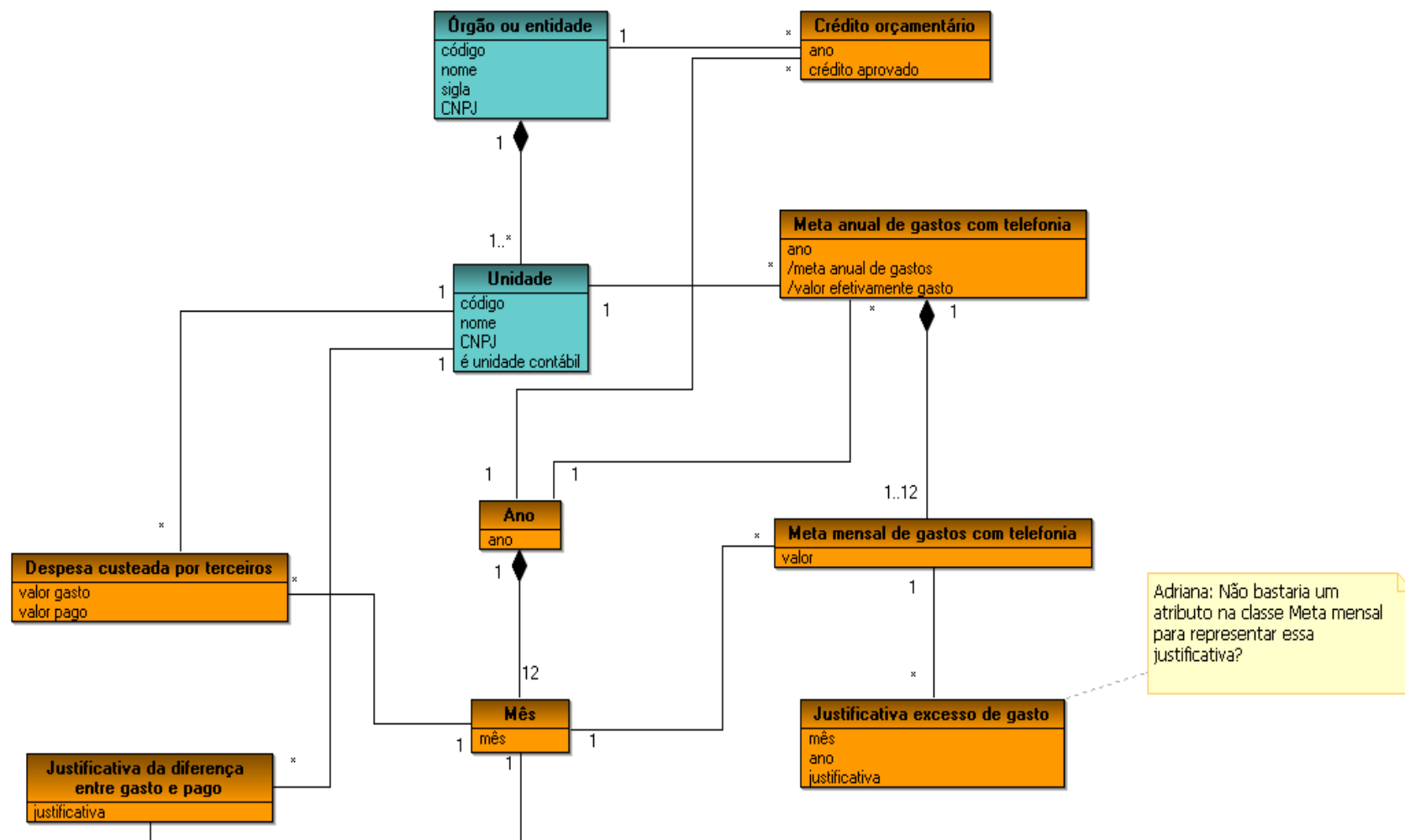


Figura 27 - Diagrama Auditoria dos gastos (cod. 2.3.9.2)

Diagrama 2.3.9.2 Auditoria dos gastos	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Órgão ou entidade	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>código</i> é omitido.	
	Unidade	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: F Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; O atributo <i>código</i> é omitido.	
	Crédito orçamentário	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação entre <i>Estado</i> e <i>Órgão ou Entidade</i> .	Não existia a classe/objeto <i>Estado</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Crédito orçamentário</i> .
	Meta anual de gastos com telefonias	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação entre <i>Estado</i> e <i>Unidade</i> .	O atributo <i>valor efetivamente gasto</i> não deve estar nesta classe de associação e sim numa nova criada, <i>Prestação de serviço</i> , que representa uma nova interação, com objetivo diferente de <i>Meta anual de gastos com telefonia</i> . Não existia a classe/objeto

						<i>Estado</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Meta anual de gastos com telefonia</i> .
	Meta mensal de gastos com telefonia	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação entre <i>Estado</i> e <i>Unidade</i> .	Não existia a classe/objeto <i>Estado</i> , mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Meta mensal de gastos com telefonia</i> .
	Ano	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: V Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo das classes/objetos que possuem relacionamento com <i>Ano</i> no diagrama original.	Nas classes/objetos que possuem associação com a classe/objeto <i>Ano</i> , já existe este atributo.
	Mês	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: V Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo das classes/objetos que possuem relacionamento com <i>Mês</i> no diagrama original.	
	Despesa custeada por	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F	Interação	De classe/objeto para classe de	Não existia a classe/objeto <i>Terceiro</i> , mas ela é necessária

	terceiros		<p>Critério 9: V</p> <p>Critério 10: V</p> <p>Critério 11: V</p>		<p>associação entre <i>Terceiro</i> e <i>Unidade</i>.</p>	<p>para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Despesa custeada por terceiros</i>.</p>
	Justificativa da diferença entre gasto e pago	Classe/objeto	<p>Critério 1: F</p> <p>Critério 3: F</p> <p>Critério 9: V</p> <p>Critério 10: V</p> <p>Critério 11: V</p>	Propriedade mútua	<p>De classe/objeto para atributo de <i>Prestação de serviço</i> que estará entre <i>Operadora de telefonia</i> e <i>Unidade</i>.</p>	<p>Não existia a classe/objeto <i>Operadora de telefonia</i>, mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Prestação de Serviço</i>;</p> <p>O atributo <i>valor pago</i> deve ser representado na classe de associação <i>Prestação de serviço</i>, pois se origina nesta interação e cujo valor será utilizado para <i>justificativa da diferença entre gasto e pago</i>.</p>
	Justificativa excesso de gasto	Classe/objeto	<p>Critério 1: F</p> <p>Critério 3: F</p> <p>Critério 9: V</p> <p>Critério 10: V</p> <p>Critério 11: V</p>	Propriedade mútua	<p>De classe/objeto para atributo de <i>Prestação de serviço</i> entre <i>Operadora de telefonia</i> e <i>Unidade</i>.</p>	<p>Não existia a classe/objeto <i>Operadora de telefonia</i>, mas ela é necessária para o mapeamento de uma interação que dará origem à classe de associação <i>Prestação de Serviço</i>.</p>

Figura 28 - Tabela de mapeamento do Diagrama Auditoria dos gastos

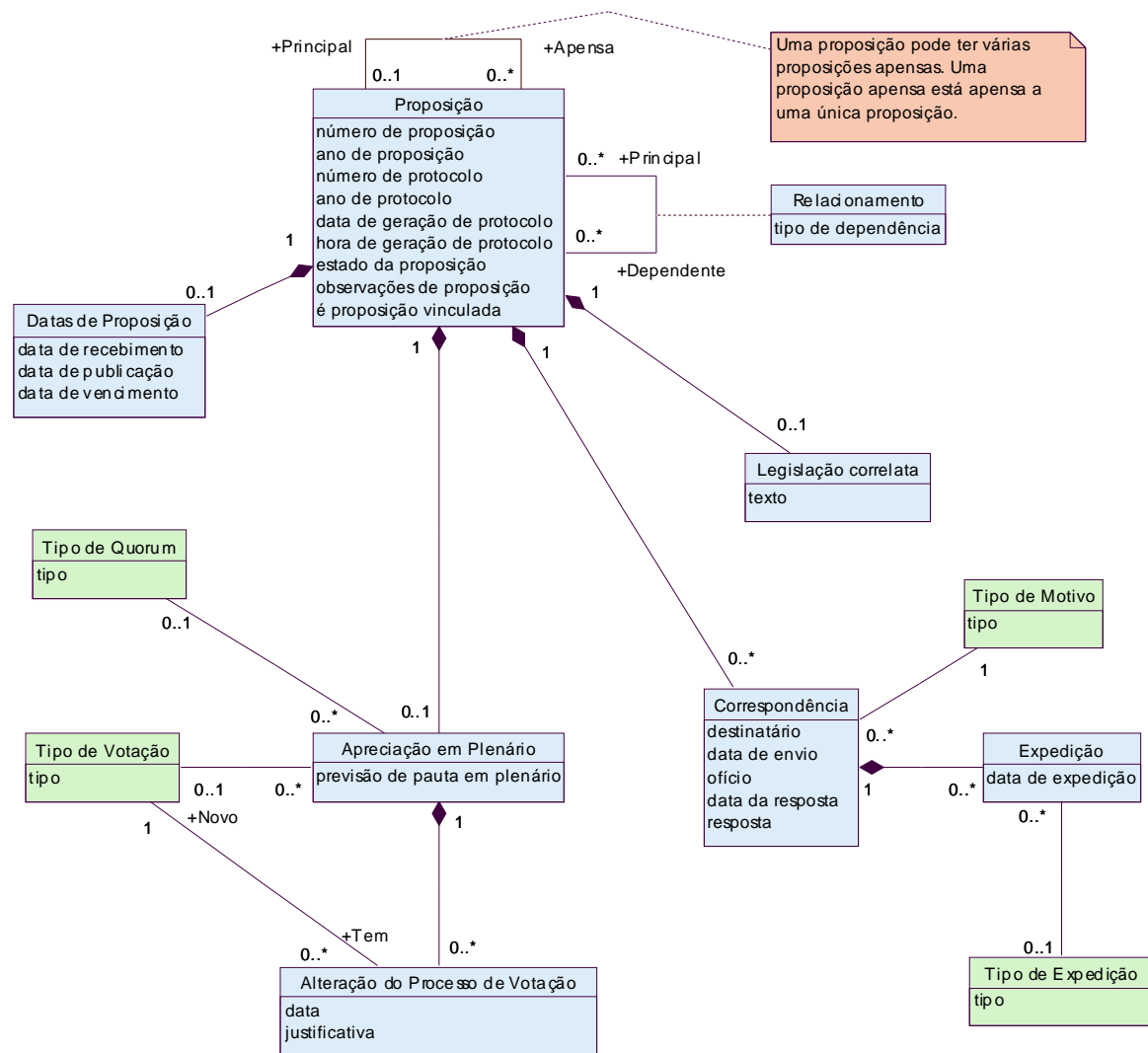


Figura 29 - Diagrama Campos de proposição (cod. 4.3.9 Anexo)

Diagrama 4.3.9 Campos de proposição	Elemento Analisado	Tipo de elemento analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Proposição	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Datas de proposição	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Proposição</i> .	<i>Datas de proposição</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Proposição</i> .
	Apreciação em Plenário	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para classe de associação entre <i>Parlamentar</i> e <i>Proposição</i>	Não existia a classe/objeto <i>Parlamentar</i> neste diagrama, mas ela é necessária para a representação da interação que dará origem à classe de associação <i>Apreciação em Plenário</i> .
	Tipo de quórum	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto, para atributo da classe de associação <i>Apreciação em Plenário</i> .	O atributo desta classe/objeto não é representado, pois sendo apenas um atributo e com nome similar ao nome da classe/objeto, <i>Tipo de quórum</i> já o representa

						como um todo.
	Tipo de votação	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto, para atributo da classe de associação <i>Apreciação em Plenário.</i>	O atributo desta classe/objeto não é representado, pois sendo apenas um atributo e com nome similar ao nome da classe/objeto, <i>Tipo de votação</i> já o representa como um todo.
	Alteração de processo de votação	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 3: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Interação	De classe/objeto para atributo da classe de associação <i>Apreciação em plenário.</i>	<p><i>Alteração de processo de votação</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe de associação <i>Apreciação em plenário</i>;</p> <p>Os nomes destes atributos são sucedidos com o nome da classe original para facilitar o entendimento e não conflitar com os atributos já existentes na classe de associação <i>Apreciação em plenário.</i></p>
	Correspondência	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	
	Legislação	Classe/objeto	Critério 1: V	Coisa	Continua como	

	correlata		Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V		classe/objeto.	
	Tipo de motivo	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Correspondência</i> .	O atributo desta classe/objeto não é representado, pois sendo apenas um atributo e com nome similar ao nome da classe/objeto, <i>Tipo de motivo</i> já o representa como um todo.
	Expedição	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Correspondência</i> .	<i>Expedição</i> propriamente dito não é representado, mas os seus atributos são transferidos para a classe/objeto <i>Correspondência</i> .
	Tipo de expedição	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo de <i>Correspondência</i> .	O atributo desta classe/objeto não é representado, pois sendo apenas um atributo e com nome similar ao nome da classe/objeto, <i>Tipo de expedição</i> já o representa como um todo.
	Relacionamento	Classe de associação	Critério 1: V Critério 3: V Critério 5: V Sub-critério 3: V Sub-critério 4: V	Interação	Continua como classe de associação.	

			Sub-critério 5: V			
--	--	--	-------------------	--	--	--

Figura 30 - Tabela de mapeamento do Diagrama Campos de proposição

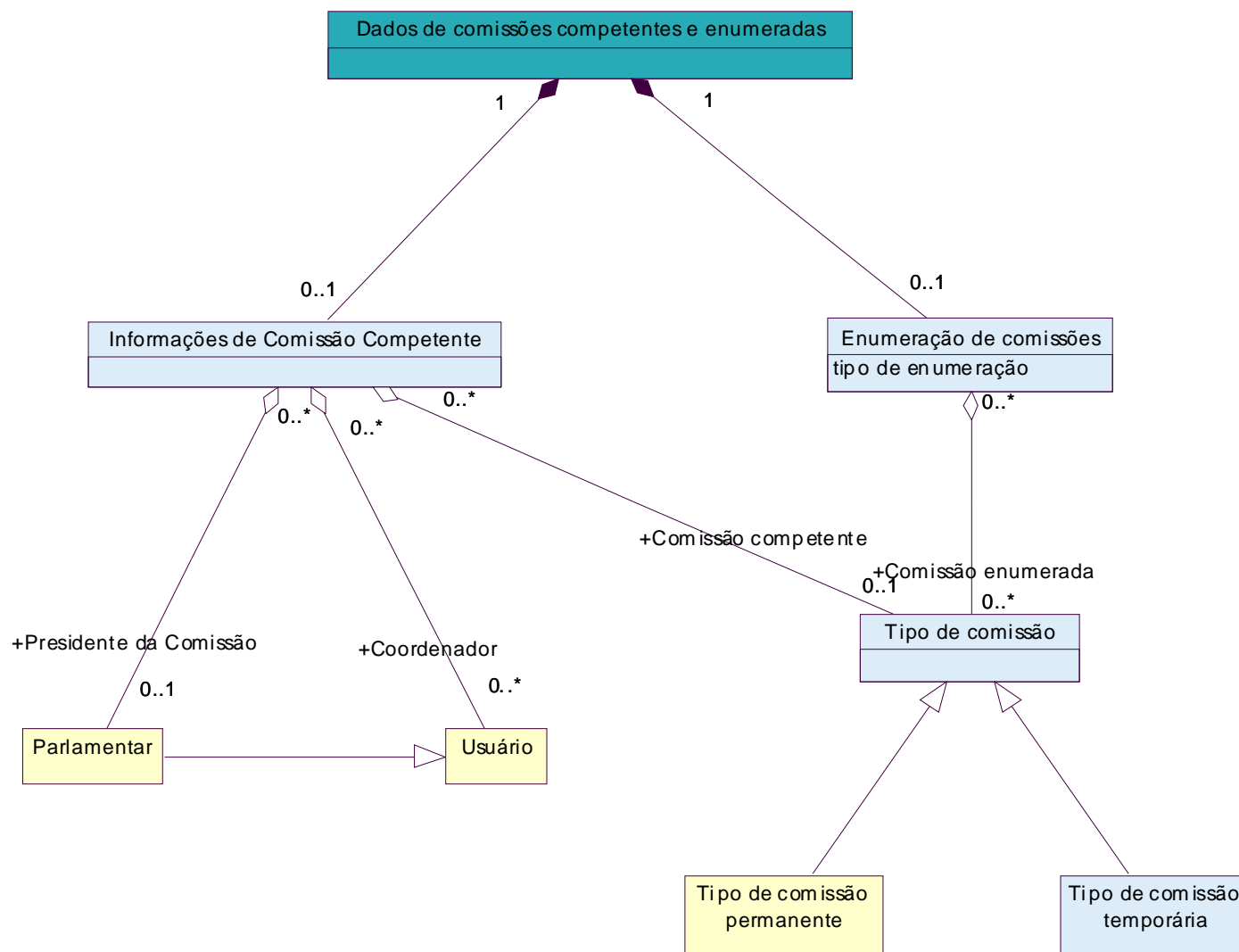


Figura 31 - Diagrama Campos de fase - Dados de comissões ... (cod 4.3.11 Anexo)

Diagrama 4.3.11 Campos de fase – Dados de comissões competentes e enumeradas	Elemento Analisado	Tipo de Elemento Analisado	Aplicação dos Critérios	BWW	Alterações Propostas	Observação
	Dados de comissões competentes e enumeradas	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Coisa	Continua como classe/objeto; Alteração nome para <i>Comissão</i> .	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é <i>Comissão</i> .
	Informações de comissão competente	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Coisa	Continua como classe/objeto; Alteração nome para <i>Comissão competente</i> .	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é <i>Comissão competente</i> .
	Enumeração de comissões	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 10: V Critério 11: V	Coisa	Continua como classe/objeto; Alteração nome para <i>Comissão enumerada</i> .	Apesar do nome da classe/objeto induzir ao pensamento que é uma propriedade, ela representa uma coisa, que é <i>Comissão enumerada</i> .
	Tipo de comissão	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Propriedade	De classe/objeto para atributo da classe/objeto <i>Comissão</i> .	
	Parlamentar	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 6: V	Coisa	Continua como	Classe/objeto <i>Presidente da comissão</i> é especializado da

			Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V Critério 12: V		classe/objeto.	classe/objeto <i>Parlamentar</i> , pois possui comportamento adicional ao participar de uma <i>Comissão</i> .
	Usuário	Classe/objeto	Critério 1: V Critério 6: V Critério 7: F Critério 8: V Critério 9: V	Coisa	Continua como classe/objeto.	Classe/objeto <i>Coordenador</i> é especializado da classe/objeto <i>Usuário</i> , pois possui comportamento adicional ao participar de uma <i>Comissão</i> .
	Tipo de comissão permanente	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V	Propriedade	-	Não é representado, pois o atributo <i>Tipo comissão</i> foi criado na classe/objeto <i>Comissão</i> . <i>Tipo comissão permanente</i> poderá ser um valor do atributo <i>Tipo comissão</i> .
	Tipo de comissão temporária	Classe/objeto	Critério 1: F Critério 2: F Critério 9: V	Propriedade	-	Não será representado, pois o atributo <i>Tipo comissão</i> foi criado na classe/objeto <i>Comissão</i> . <i>Tipo comissão temporária</i> poderá ser um valor do atributo <i>Tipo comissão</i> .

Figura 32 - Tabela de mapeamento do Diagrama Campos de fase - Dados de comissões ...

5.4) *Proposta de novos diagramas*

Uma vez que o mapeamento entre os constructos dos diagramas UML e os critérios que operacionalizam a BWW foi levado a termo (seção 5.3), cabe agora propor diagramas alternativos quando for o caso. O restante da presente seção se ocupa dessa tarefa, apresentando os diagramas originais e sua versão modificada.

Para facilidade de consulta e comparação, o Anexo 1 traz uma tabela resumo, a qual faz a correspondência entre a localização (página do presente trabalho) do diagrama original, do critério aplicado e do diagrama modificado.

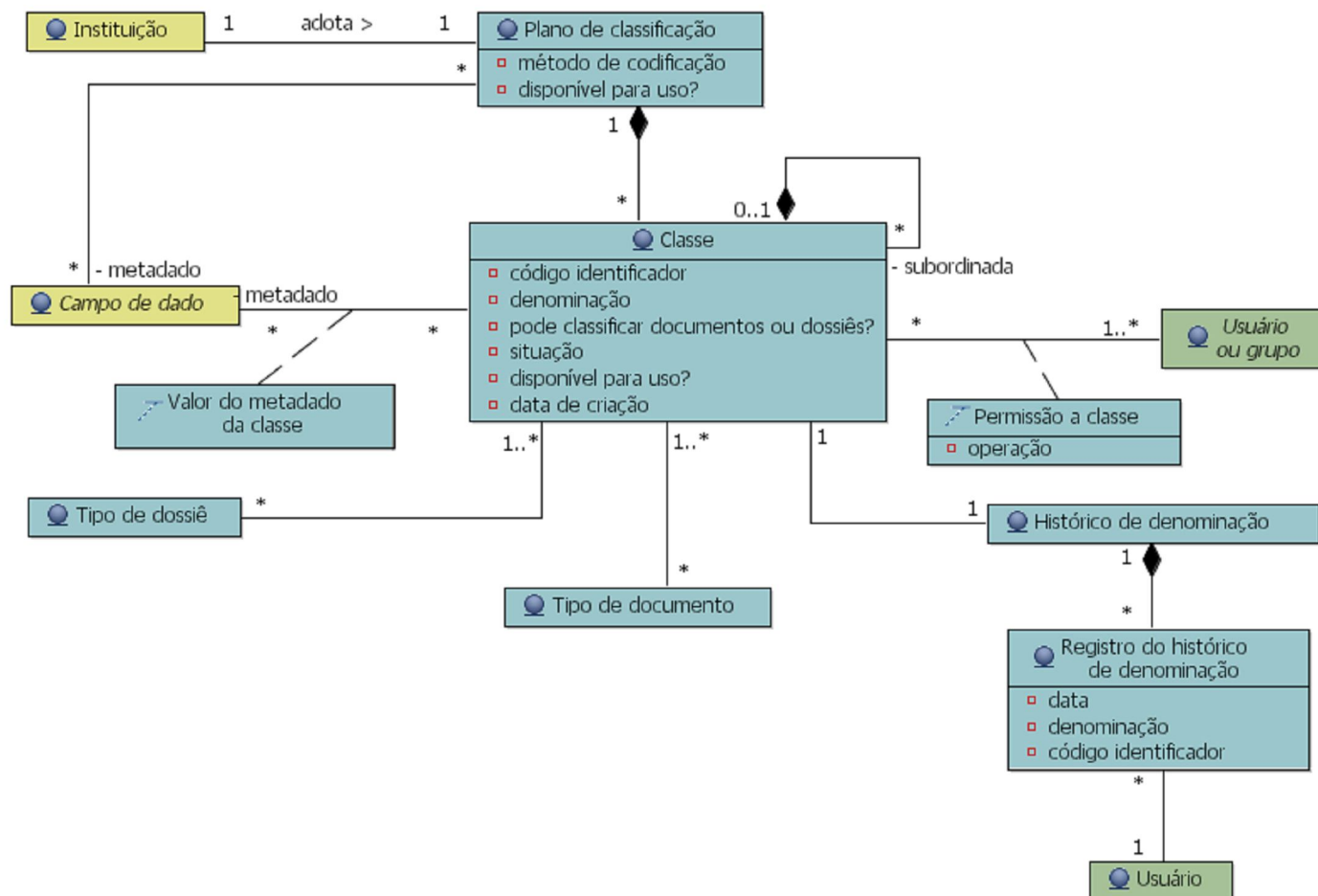


Figura 33 - Diagrama ORIGINAL: Plano de classificação (cod. 3.1.3.1.1.1 Anexo)

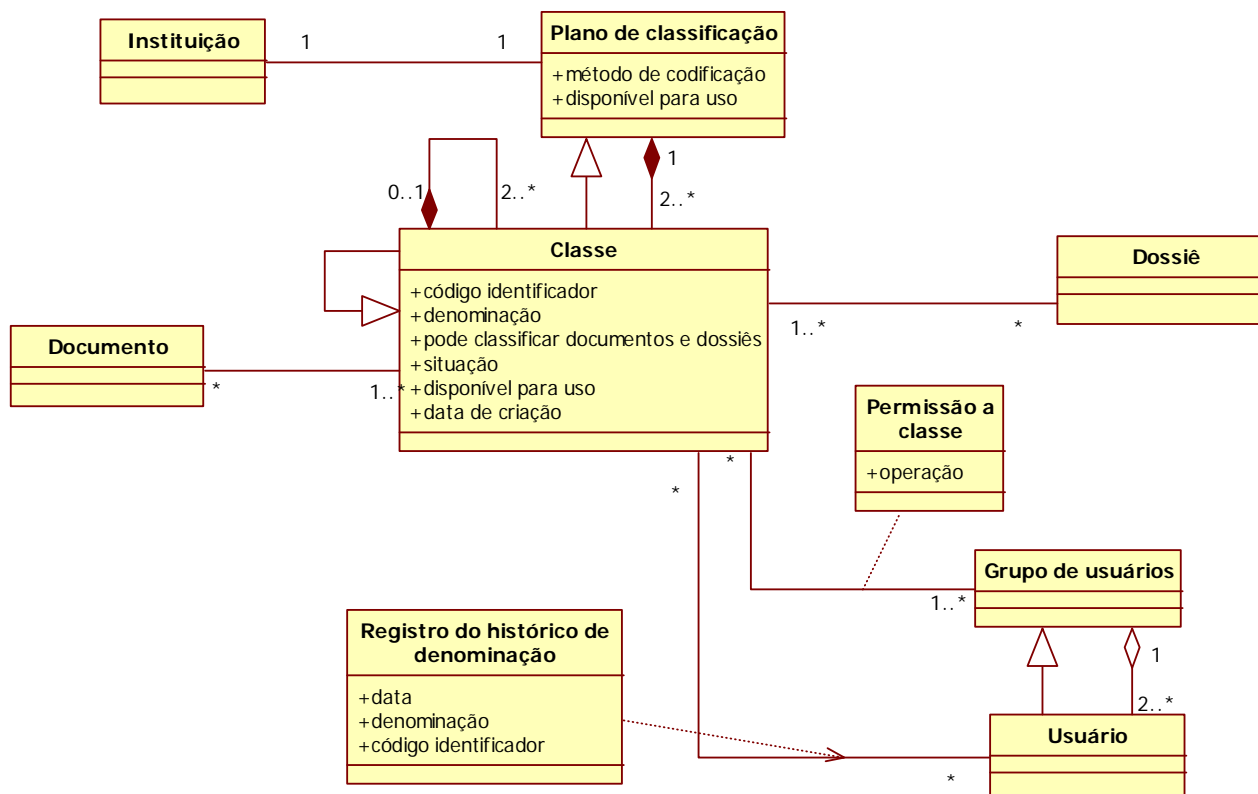


Figura 34 - Diagrama MODIFICADO: referente ao original da FIG. 33

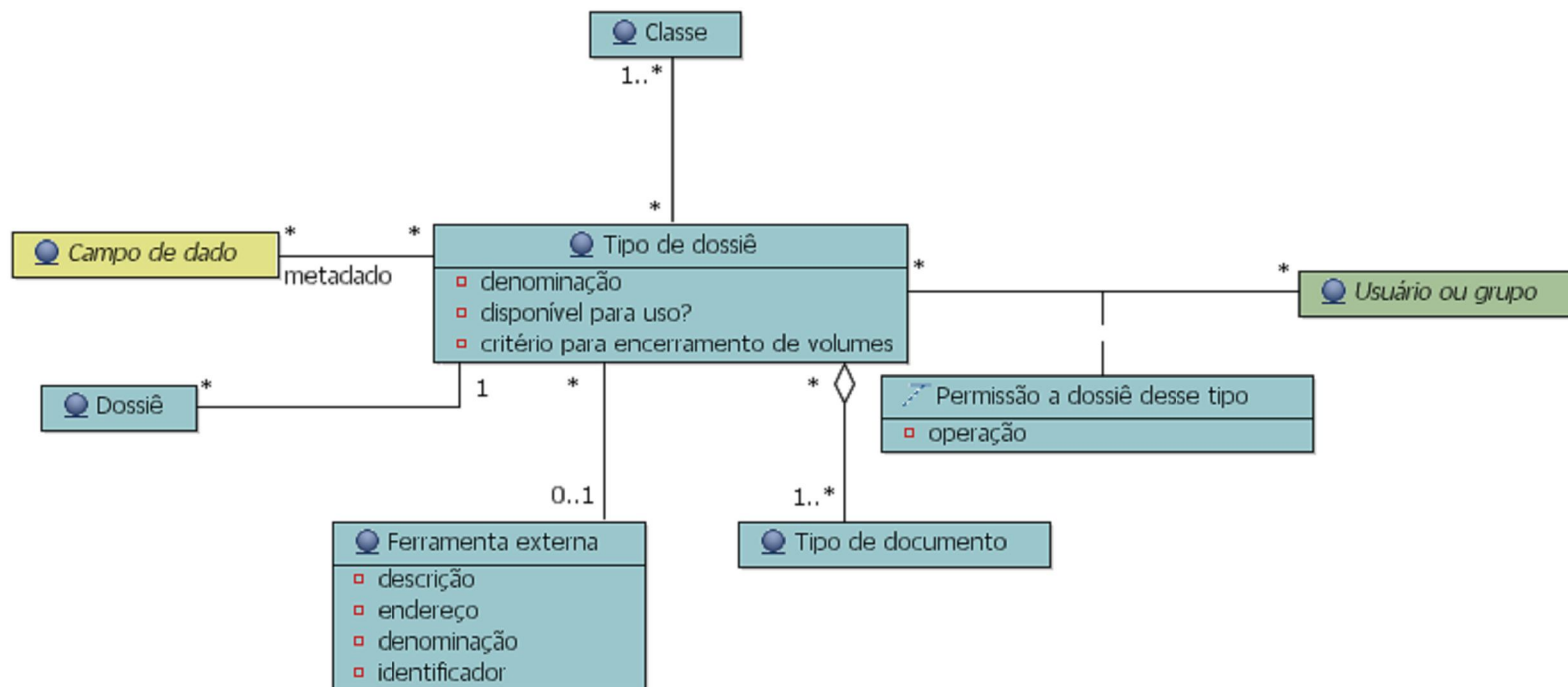


Figura 35 - Diagrama ORIGINAL: Tipo de dossiê (cod. 3.1.3.1.2.1 Anexo)

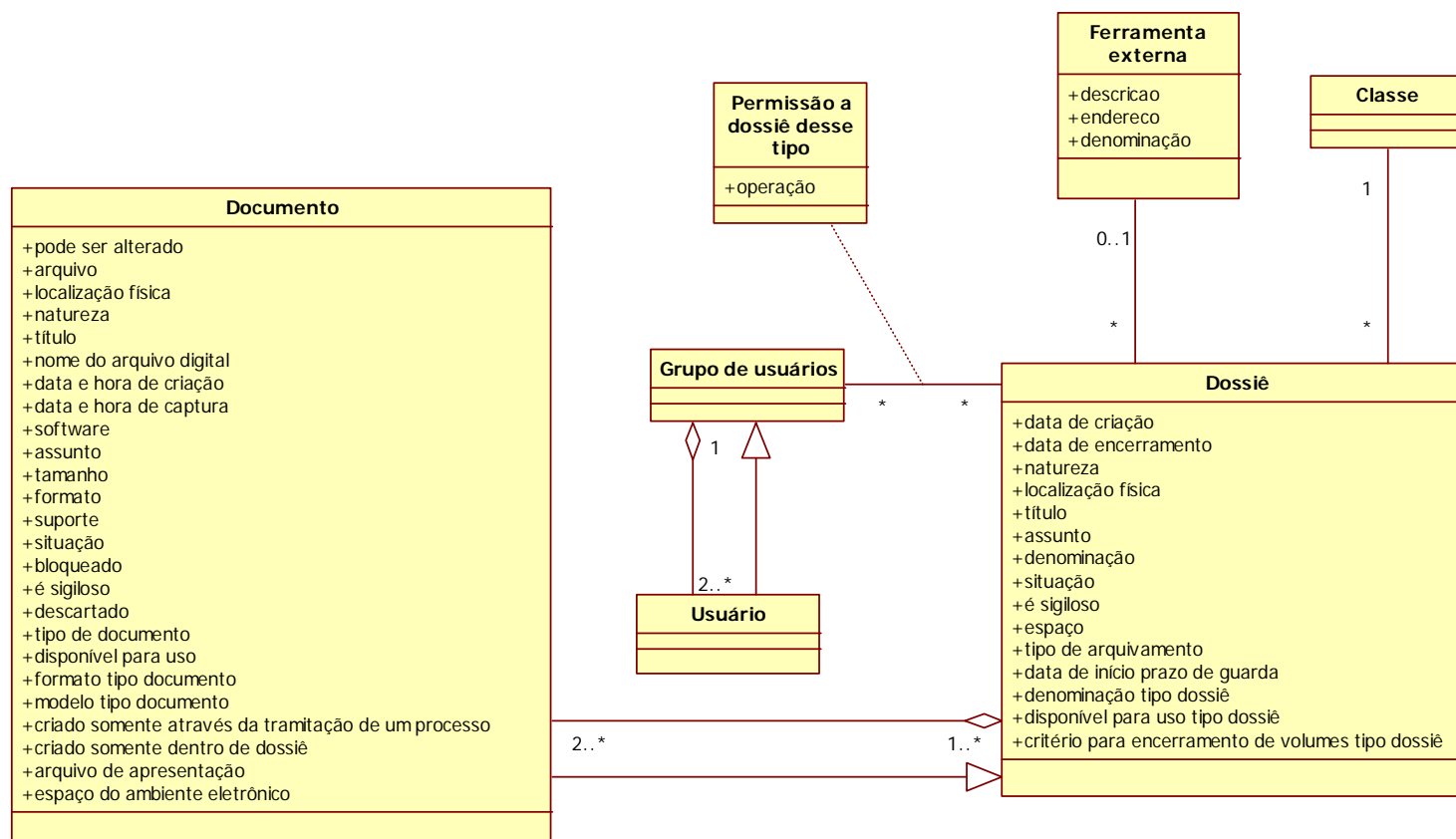


Figura 36 - Diagrama MODIFICADO: referente ao original da FIG. 35

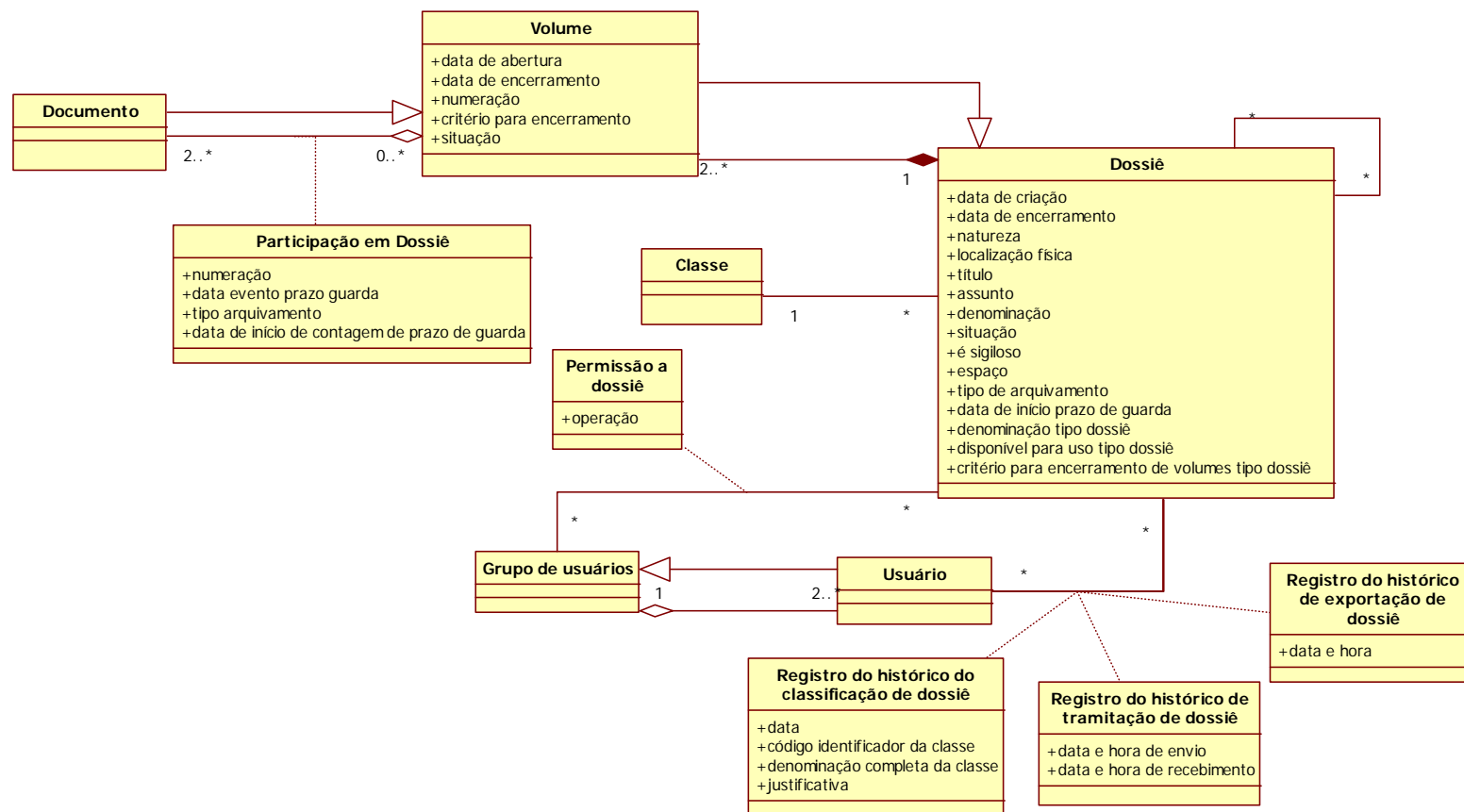


Figura 38 - Diagrama MODIFICADO: referente ao original da FIG. 37

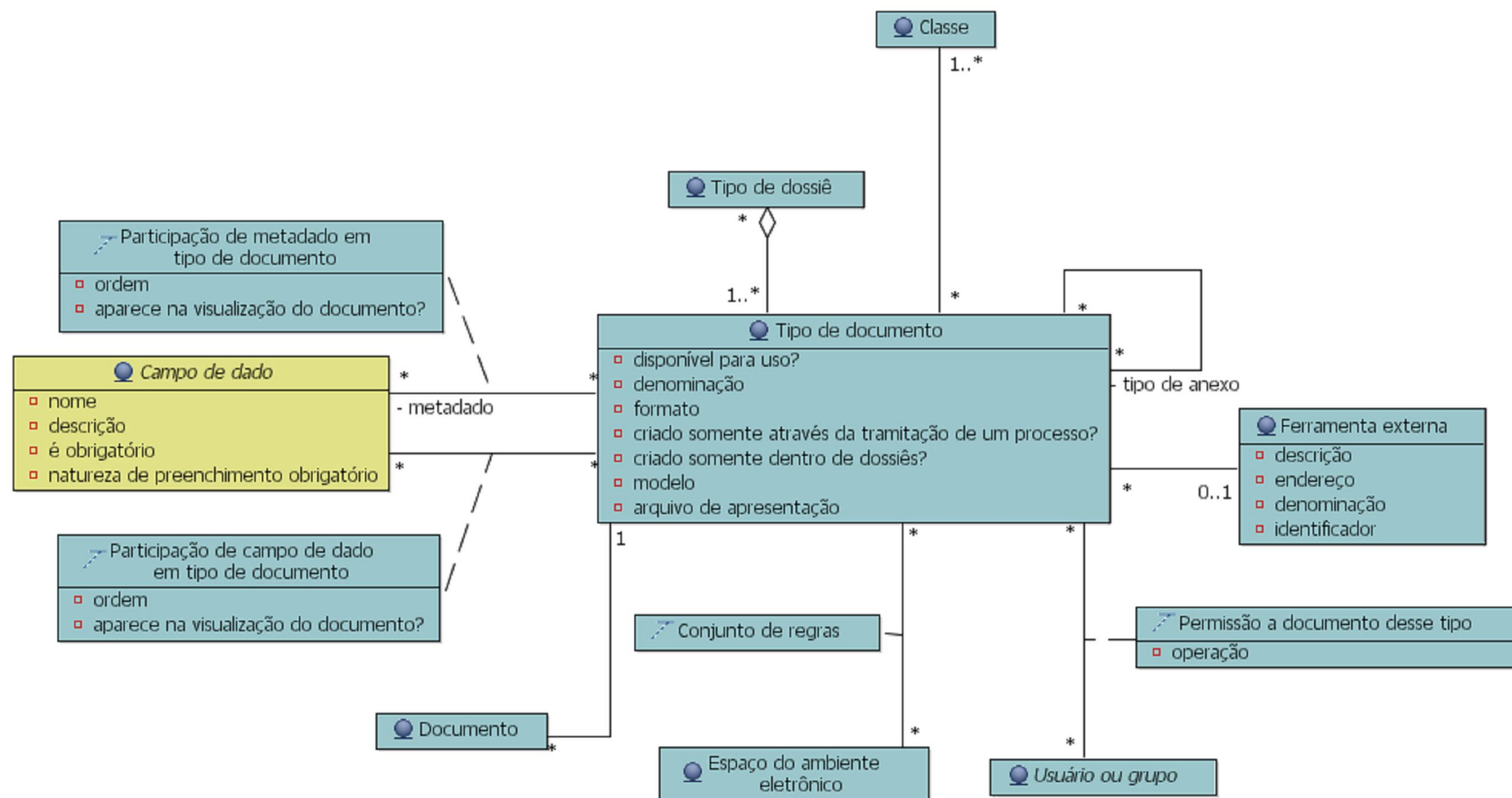


Figura 39 - Diagrama ORIGINAL: Tipo de documento (cod. 3.1.3.1.3.1 Anexo)

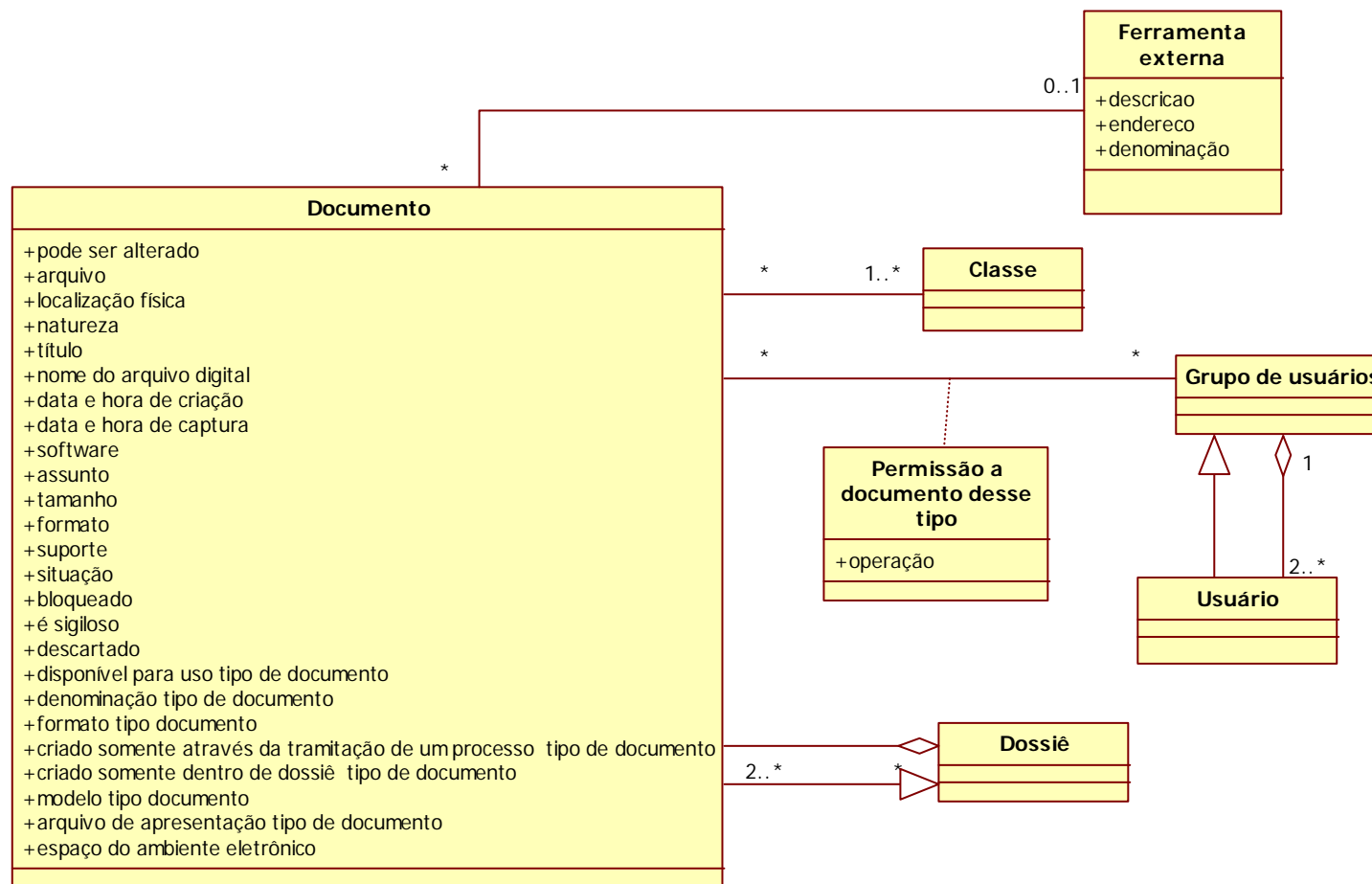


Figura 40 - Diagrama MODIFICADO: referente ao original da FIG. 39

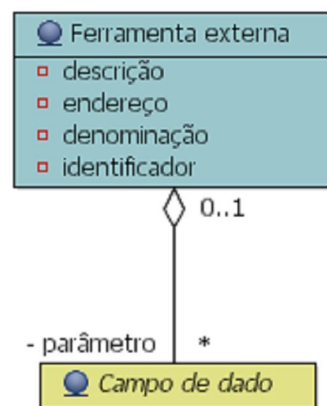


Figura 41 - Diagrama ORIGINAL: Ferramenta externa (cod. 3.1.3.1.7.1 Anexo)

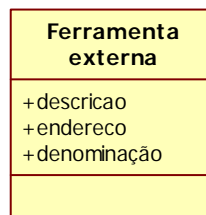


Figura 42 - Diagrama MODIFICADO: referente aos originais da FIG. 41

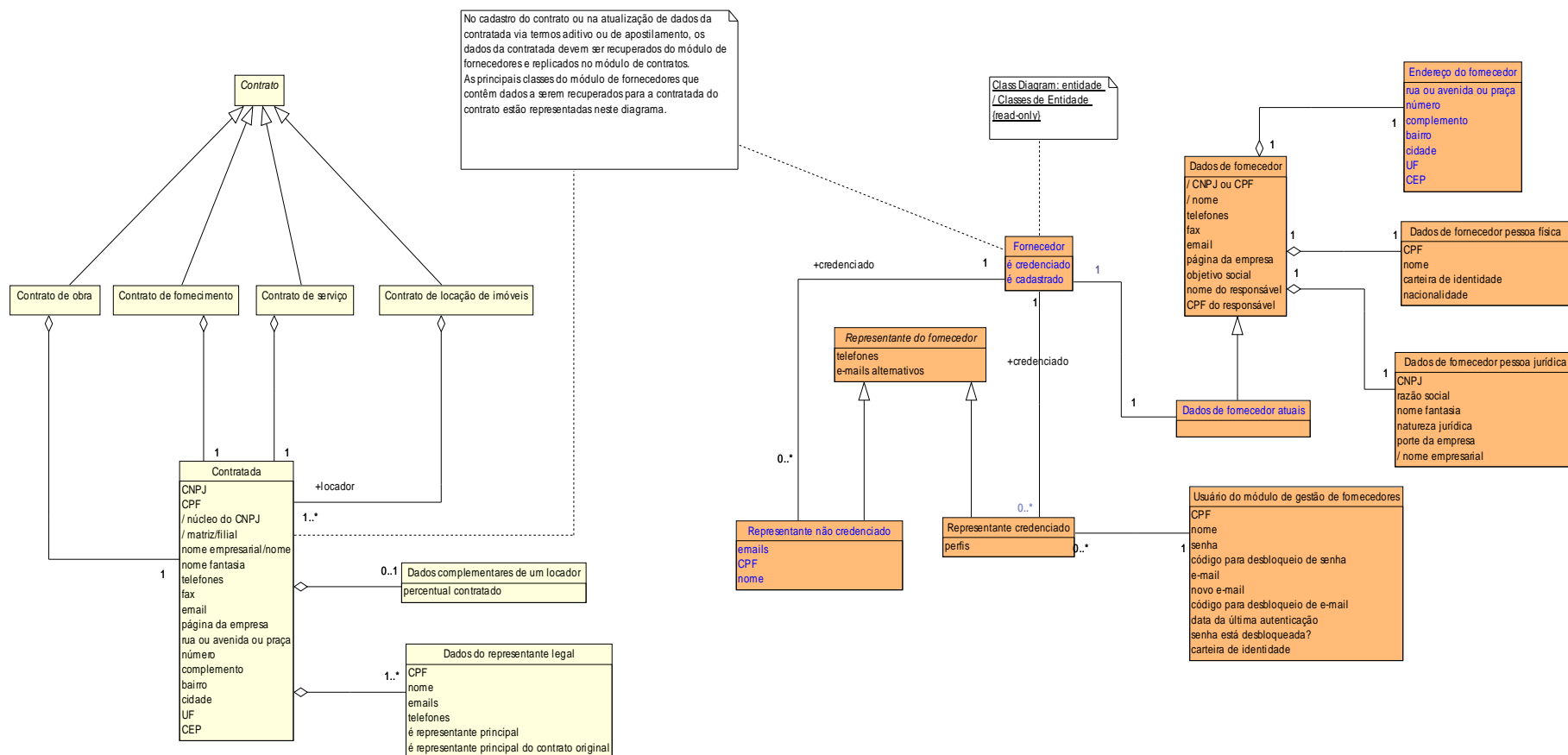


Figura 43 - Diagrama ORIGINAL: Origem dos dados da contratada (cod. 1.3.2.1.4 Anexo)

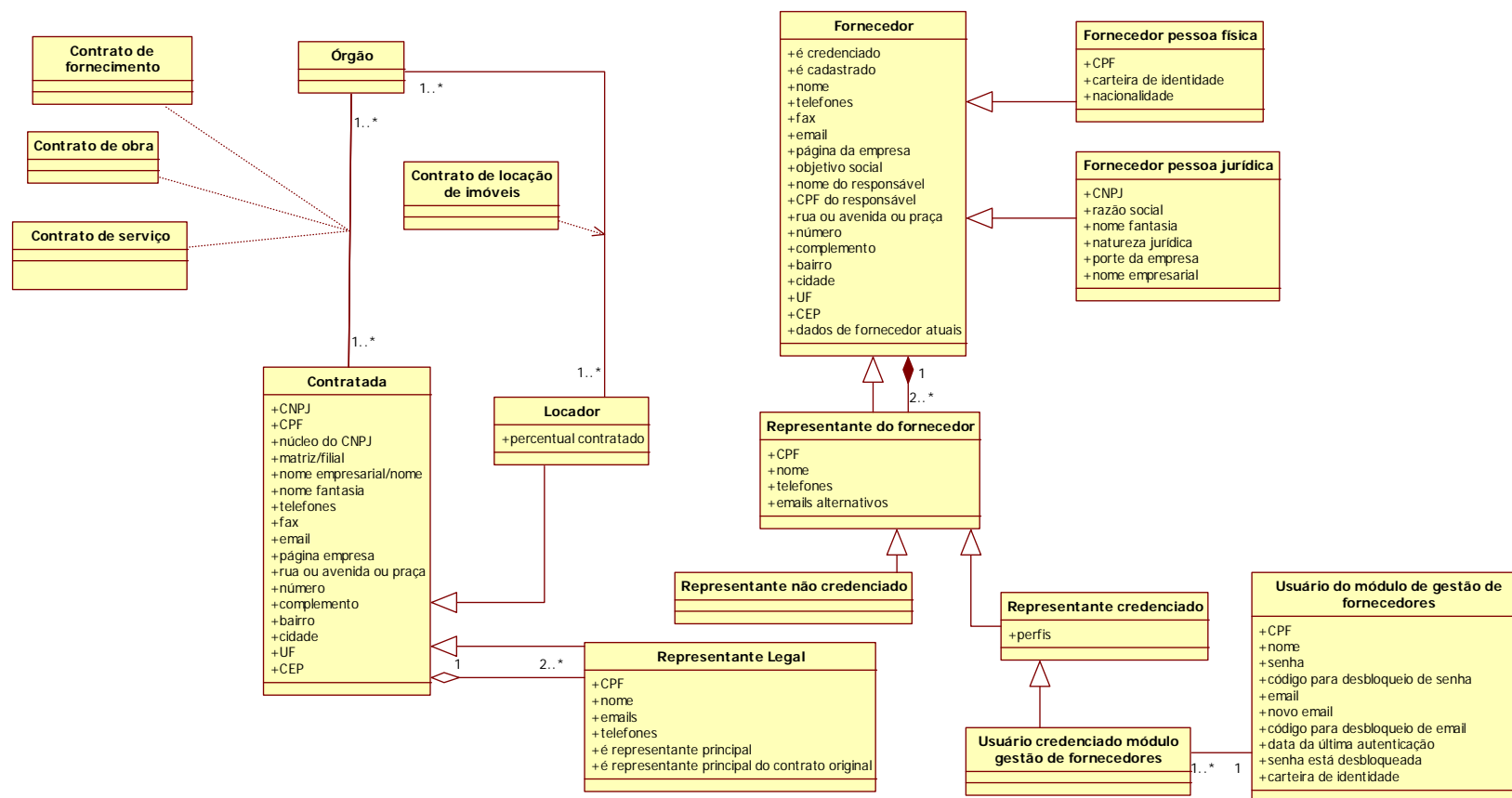


Figura 44 - Diagrama MODIFICADO referente ao original da FIG.43

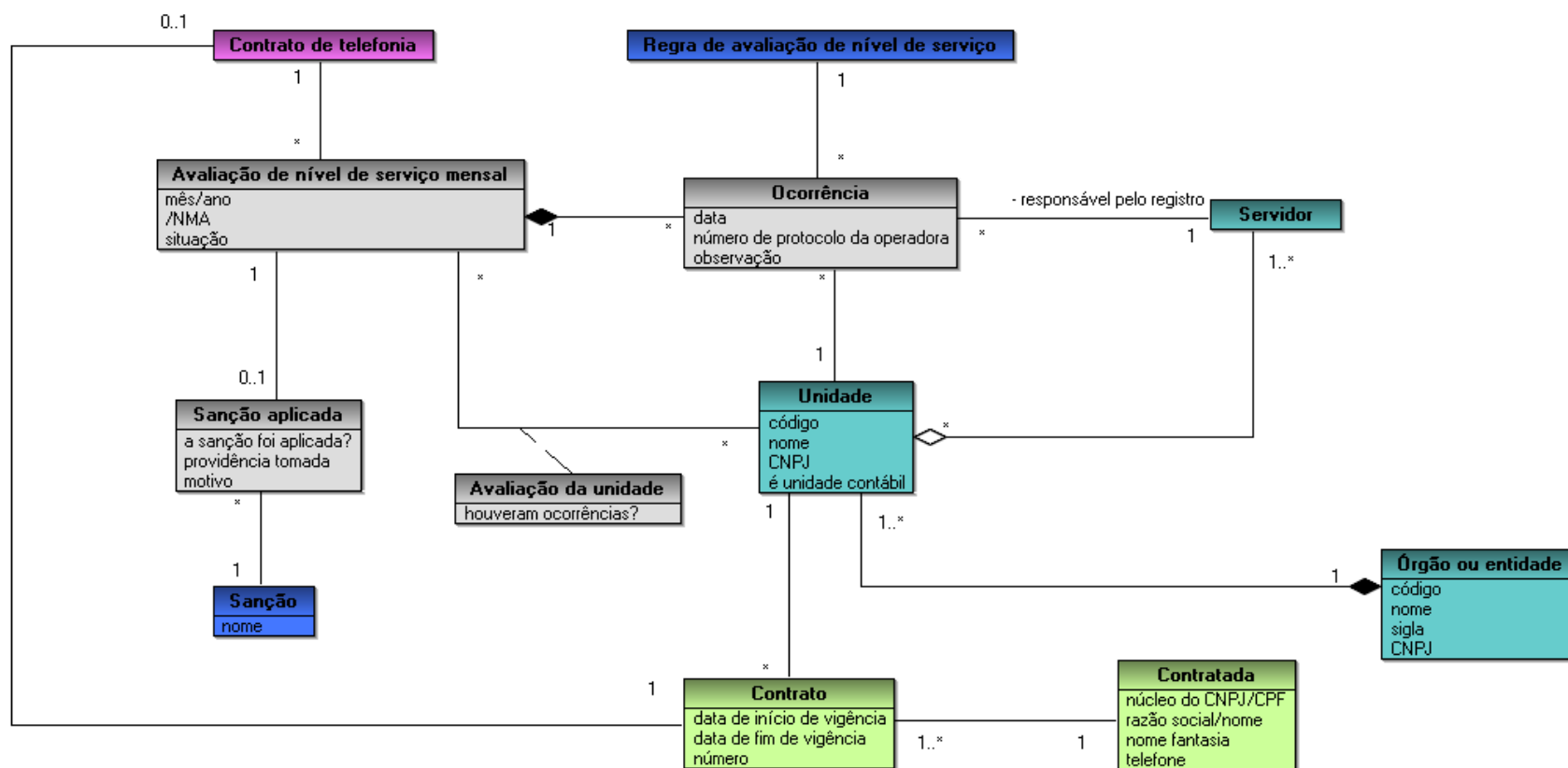


Figura 45 - Diagrama ORIGINAL: Avaliação (cod. 2.3.8.2 Anexo)

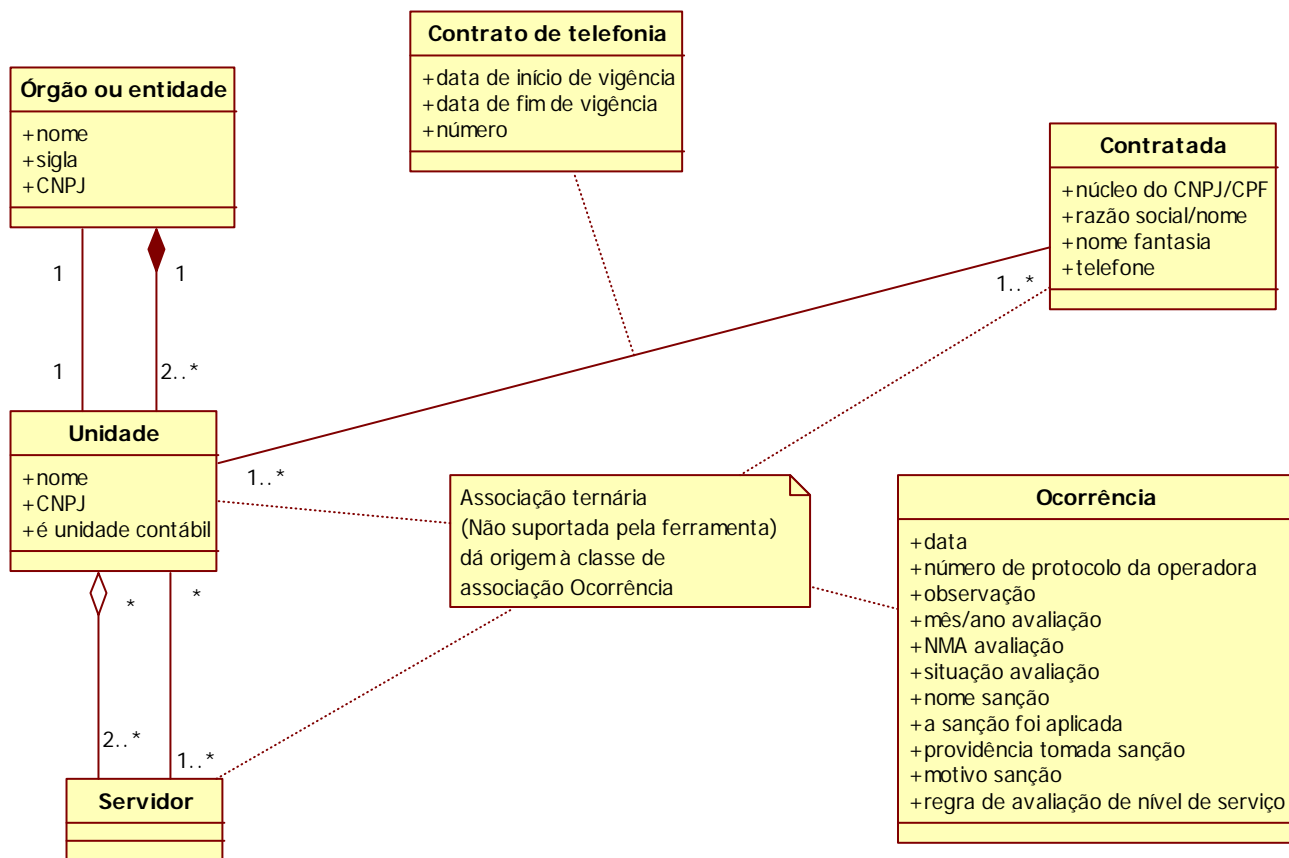


Figura 46 - Diagrama MODIFICADO referente à FIG. 45

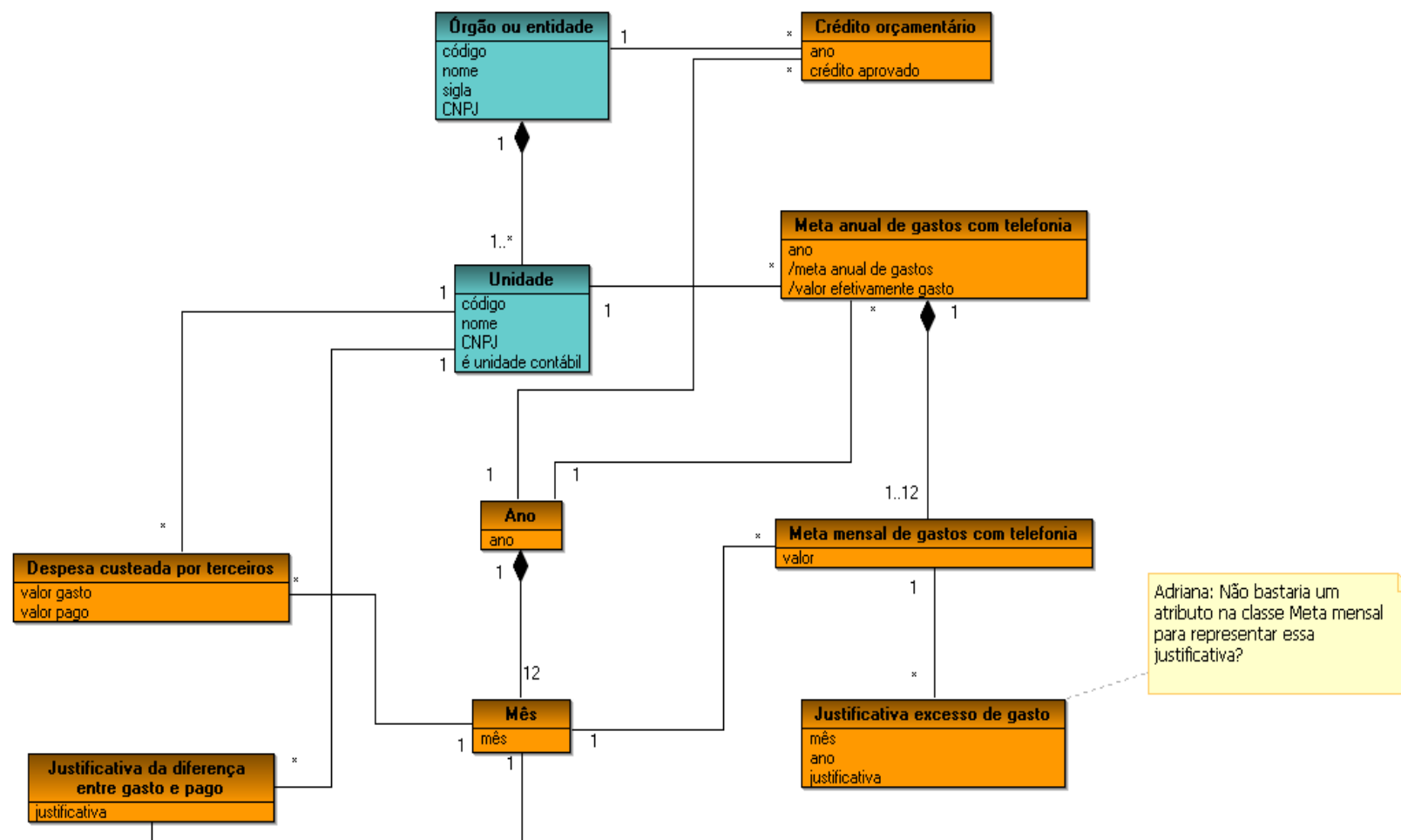


Figura 47 - Diagrama ORIGINAL: Auditoria dos gastos (cód. 2.3.9.2 Anexo)

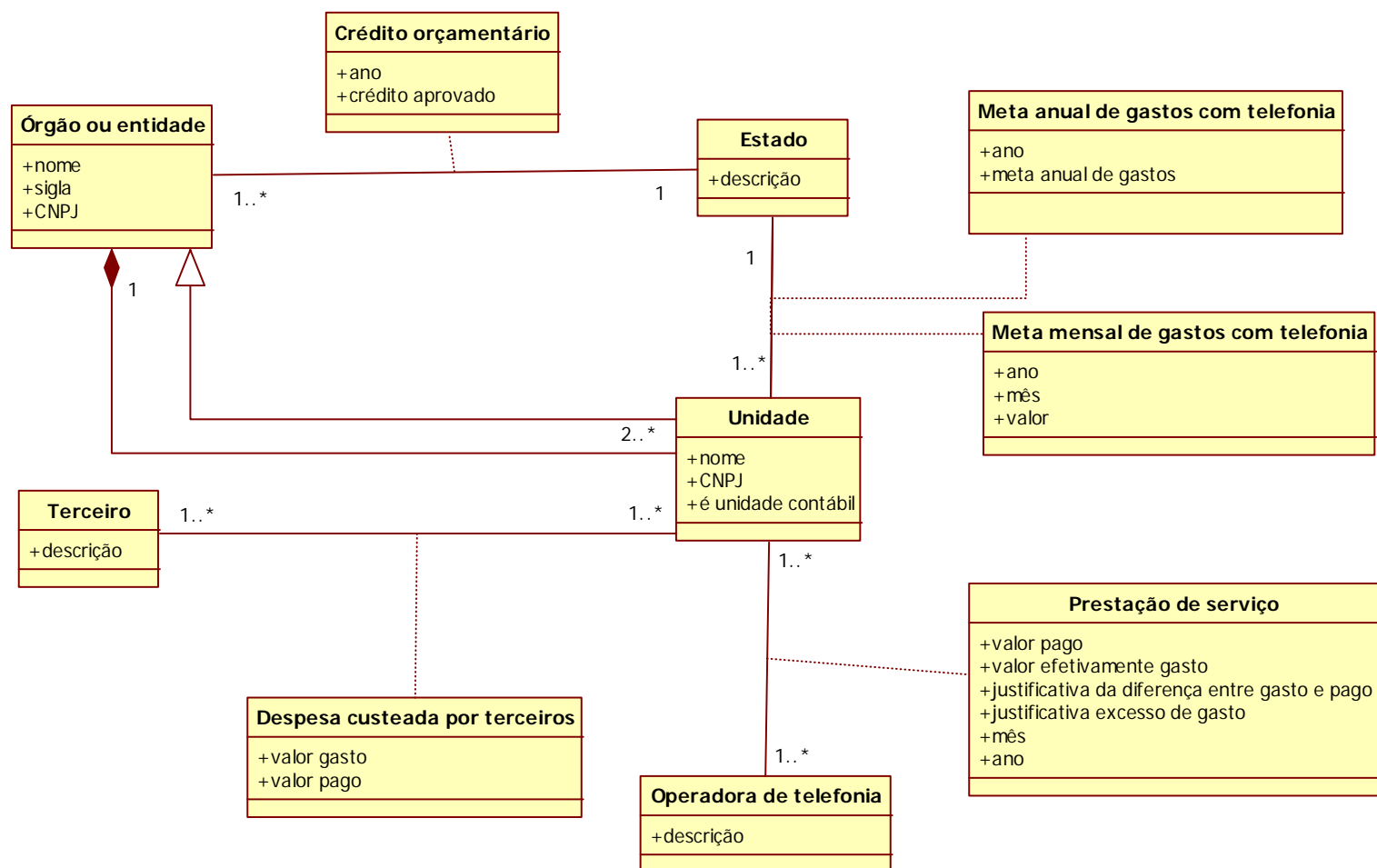


Figura 48 - Diagrama MODIFICADO referente à FIG. 47

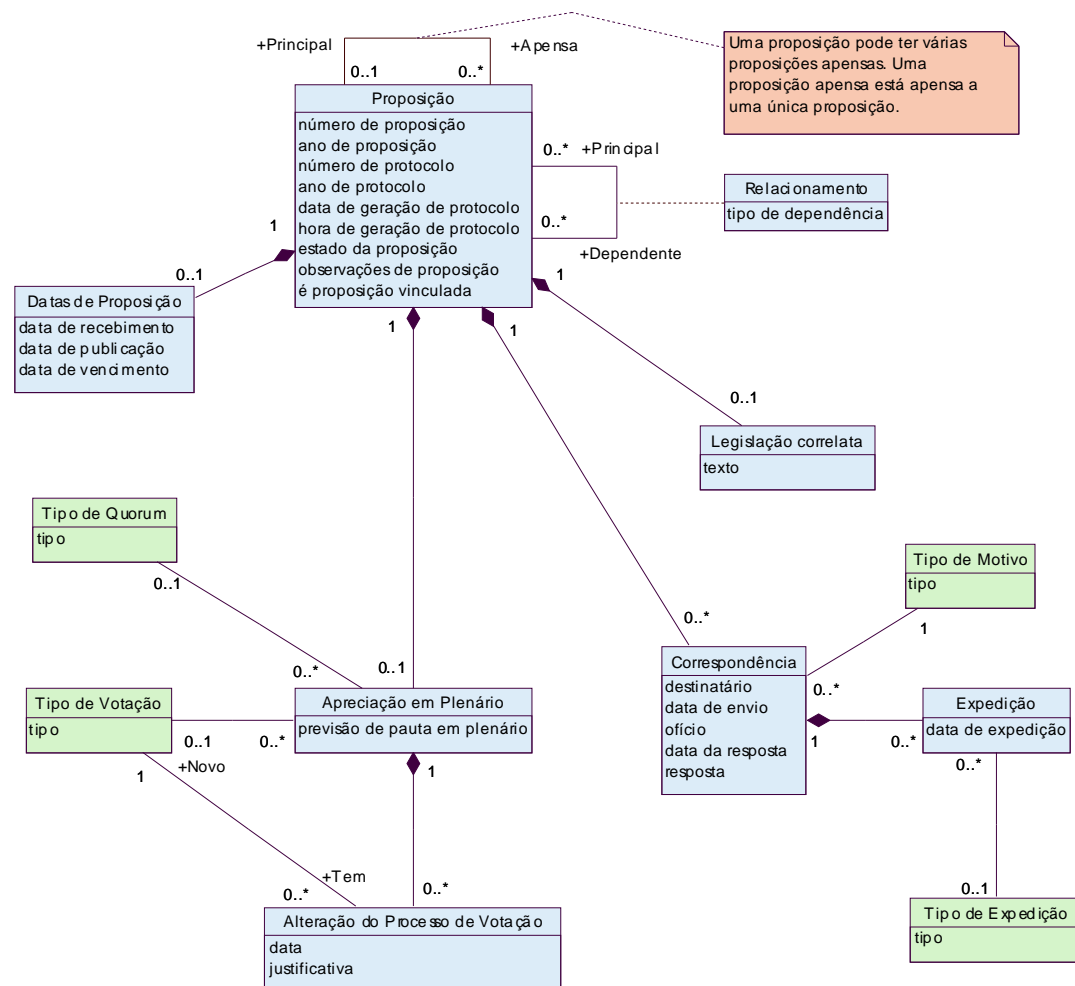


Figura 49 - Diagrama ORIGINAL: Campos de proposição (cod. 4.3.9 Anexo)

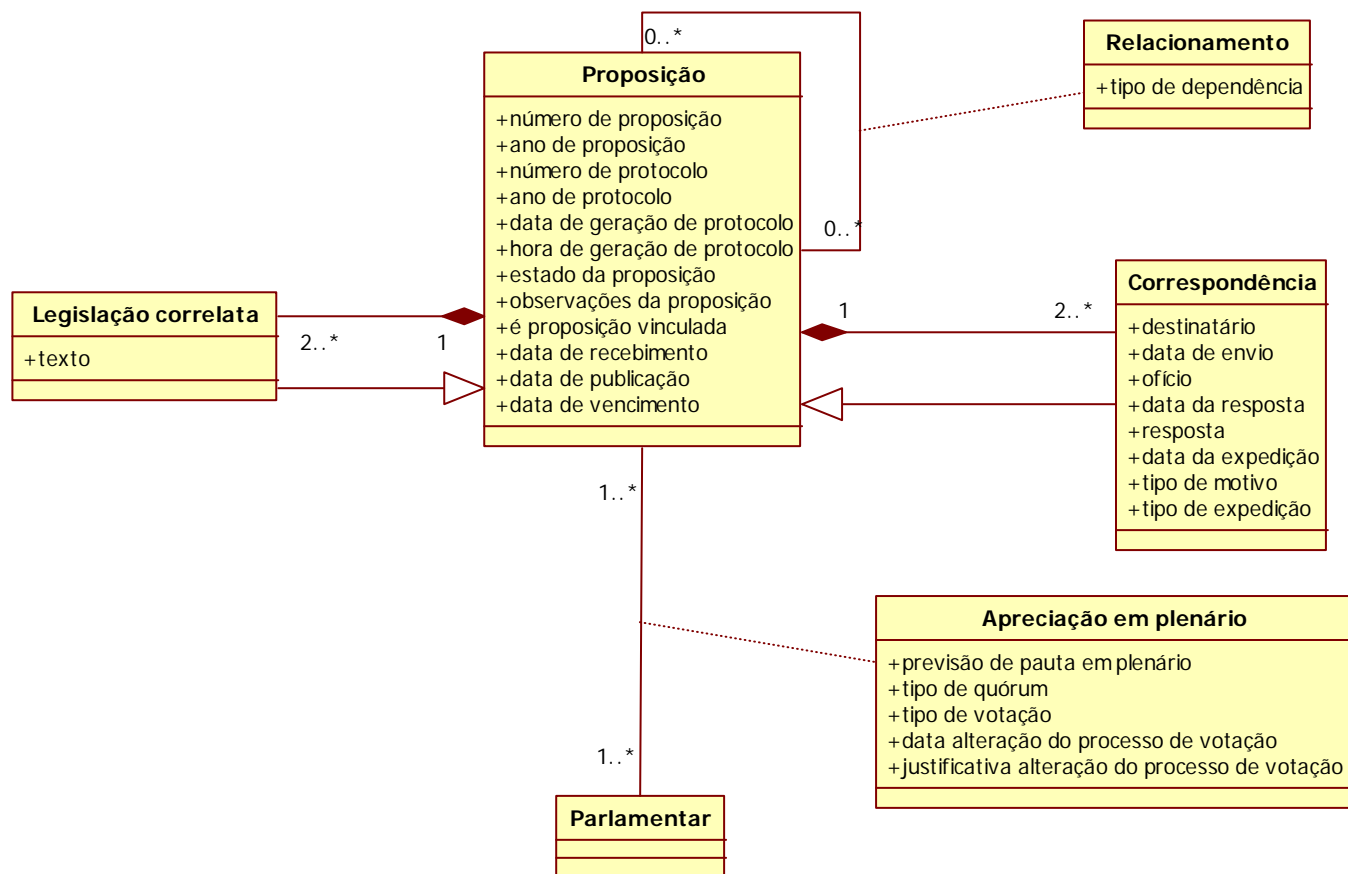


Figura 50 - Diagrama MODIFICADO referente à FIG. 49

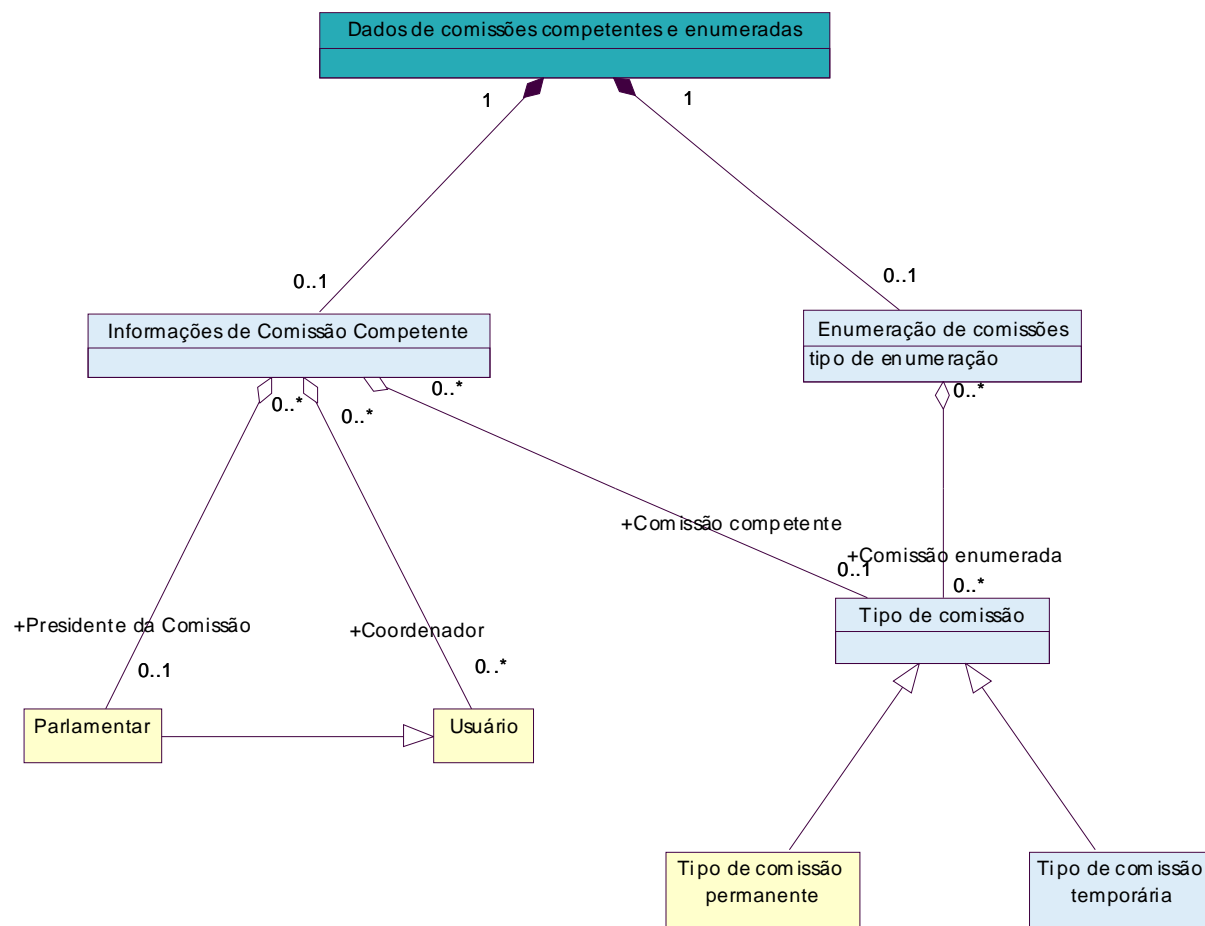


Figura 51 - Diagrama ORIGINAL: Dados de comissões competentes (cod 4.3.11 Anexo)

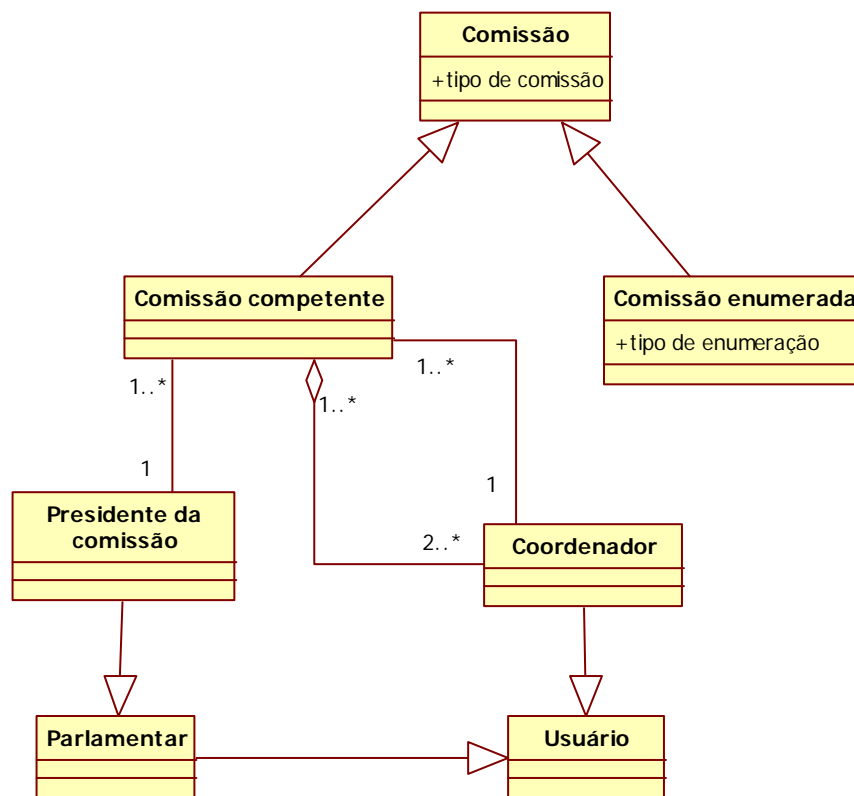


Figura 52 - Diagrama MODIFICADO referente à FIG. 51

5.5) *Discussão*

A presente seção traz considerações sobre cada tipo de critério utilizado, discutindo os resultados.

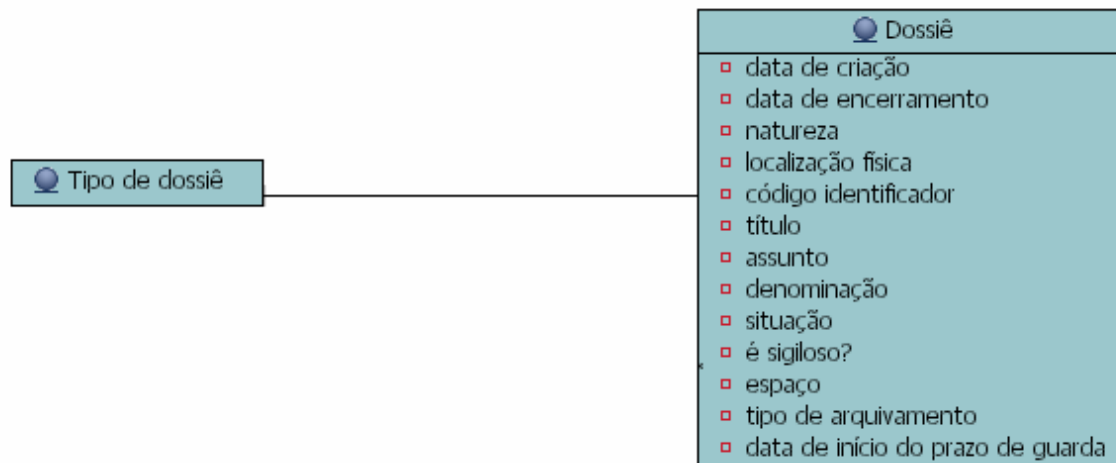
Considerações sobre C1 e C2

A análise do conjunto de diagramas possibilitou a percepção de padrões de modelagem que infringem o C1 (critério 1), ou seja, propriedades que são representadas como classes/objetos. Este tipo de situação é muito comum nos diagramas e revela a ênfase em aspectos de implementação, relacionadas, por exemplo, ao desempenho de bancos de dados. Exemplo dessa situação é mostrado na FIG. 53 (a): um *Dossiê* e *Tipo de dossiê* são representados como classes/objetos. *Dossiê* está de acordo com o critério 1, pois representa uma coisa, enquanto *Tipo de dossiê* é na verdade um atributo de *Dossiê*, e assim, em desacordo com o critério.

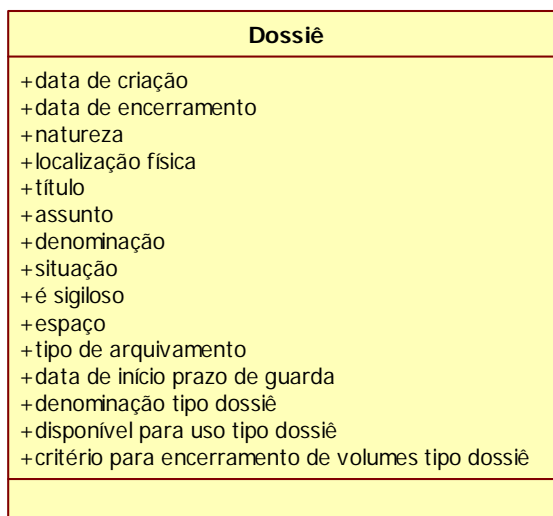
Conforme mencionado, essa forma de modelar sugere preocupação típica da modelagem de bancos de dados relacionais. A normalização em bancos de dados busca facilitar acesso aos dados. Evita-se desperdício de espaço com dados duplicados, de forma a facilitar o acesso durante as consultas. No diagrama apresentado podem existir *Tipos de dossiê* que vão representar mais de um *Dossiê*. Assim, os atributos de *Tipo de dossiê* se repetem cada vez que aquele tipo denotar um *Dossiê*. Por isso a classe/objeto *Tipo de dossiê* é representada mantendo-se outros atributos relacionados que se repetem. Uma associação entre *Tipo de dossiê* e *Dossiê* é criada para garantir o relacionamento que elas já possuem.

O C1 foi aplicado toda vez que se verificou este padrão modelagem. Observou-se a substancialidade de classes/objetos, os quais são, na verdade, atributos. Na maioria das vezes a solução foi a inserção do atributo na classe/objeto correspondente. O C2 operacionaliza esta solução afirmando que propriedades ontológicas de coisas devem ser modeladas como atributos. A FIG. 53 (b) ilustra este tipo de situação.

Os atributos modelados como objetos foram ligados às coisas as quais realmente pertencem e modelados corretamente como atributos. Atributos de atributos foram, na maioria das vezes, inseridos na classe/objeto correspondente. O SC1 (sub-critério 1) é consequência de C1 e C2.



(a)

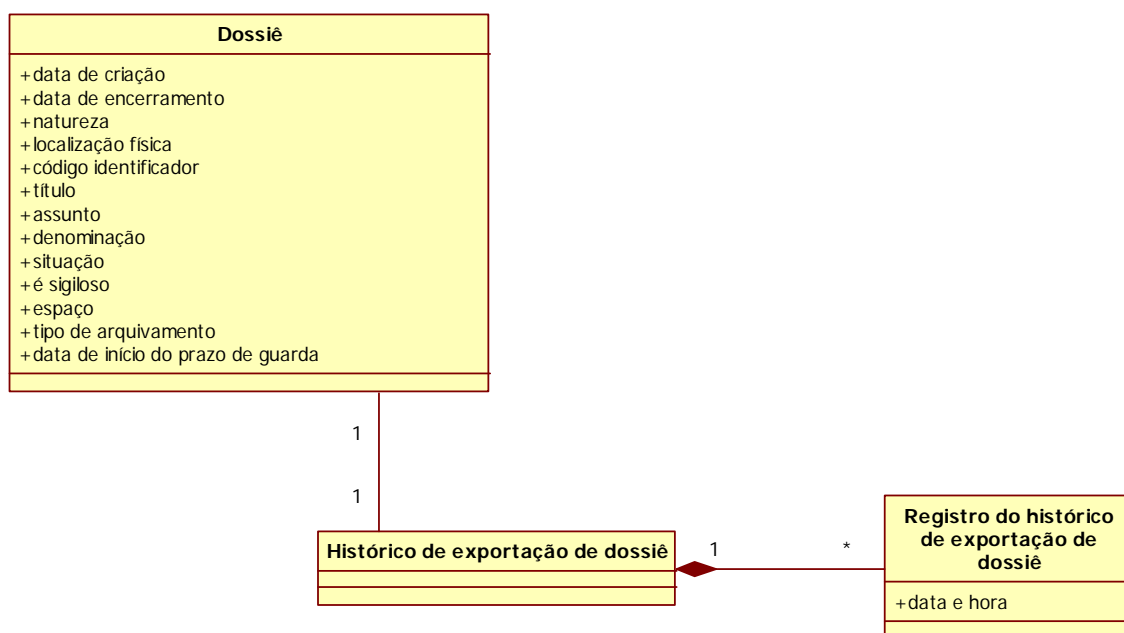


(b)

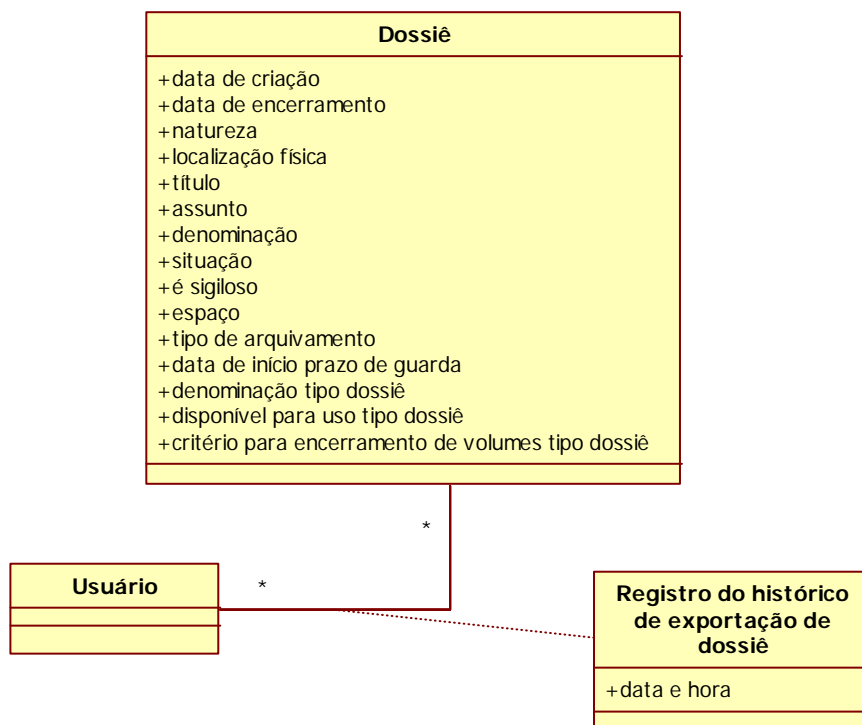
Figura 53 - (a) exemplo de modelagem inadequada (b) solução proposta

Considerações sobre C3

Para a aplicação do C3 foram analisadas classes de associação e classes/objetos. Foram encontradas violações de tal critério e ele foi importante para o mapeamento de determinados atributos. As violações ocorreram principalmente em propriedades mútuas e interações representadas como classes/objetos. Por exemplo, no diagrama *Dossiê* (item 3.1.3.1.2.2 do Sistema Aurus, seção 5.3), o *Registro do histórico de exportação de dossiê* foi mapeado como classe/objeto, o que contraria C1 (não é coisa na ontologia). Trata-se na verdade de uma interação entre um *Usuário* que registra um certo *Dossiê* exportado. Esta interação gera atributos *data e hora*, os quais eram atributos da classe/objeto *Registro do histórico de exportação de dossiê*. A FIG. 54 ilustra o diagrama com este tipo de problema e a solução proposta.



(a)



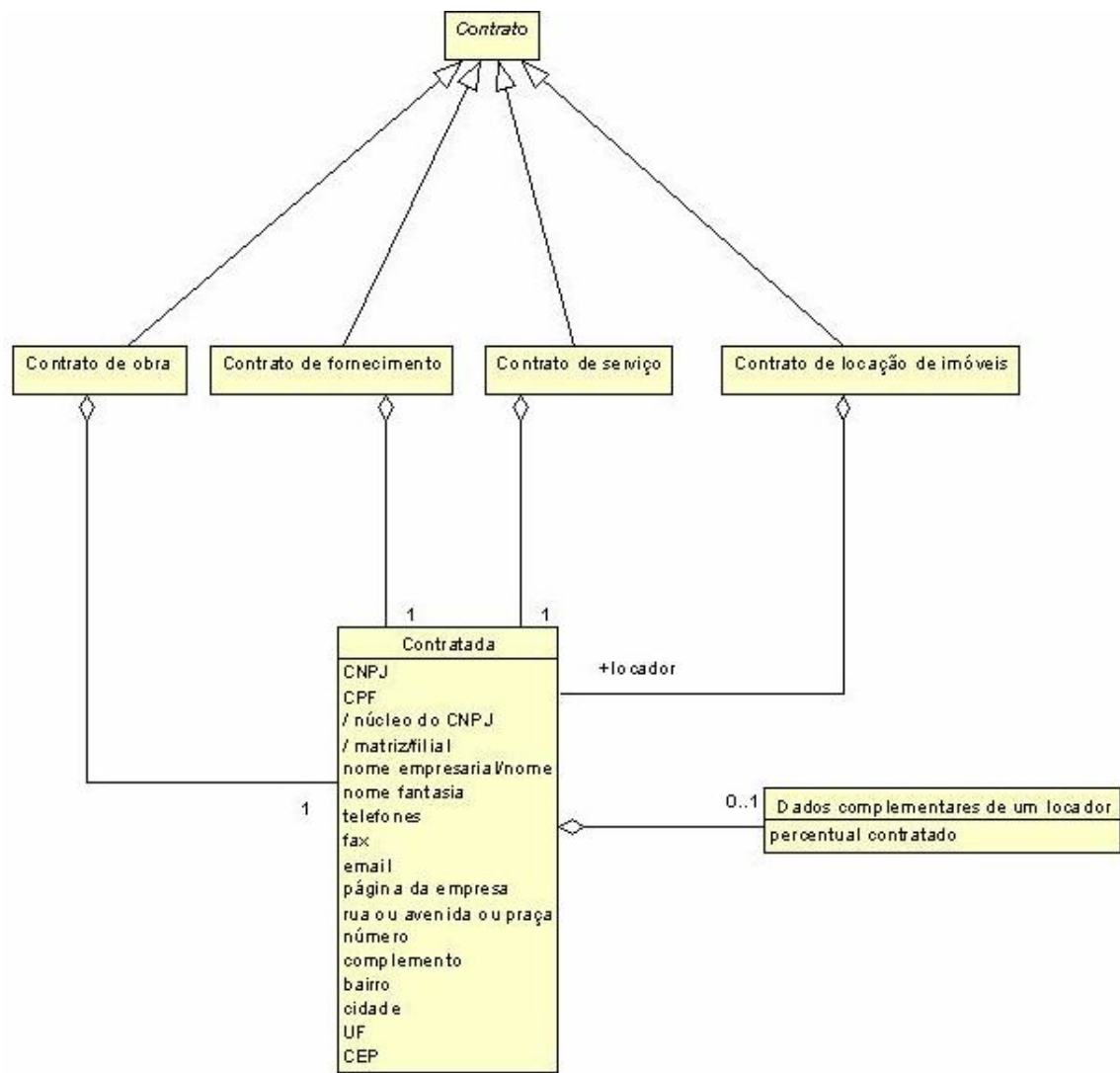
(b)

Figura 54 - (a) exemplo de modelagem inadequada (b) solução proposta

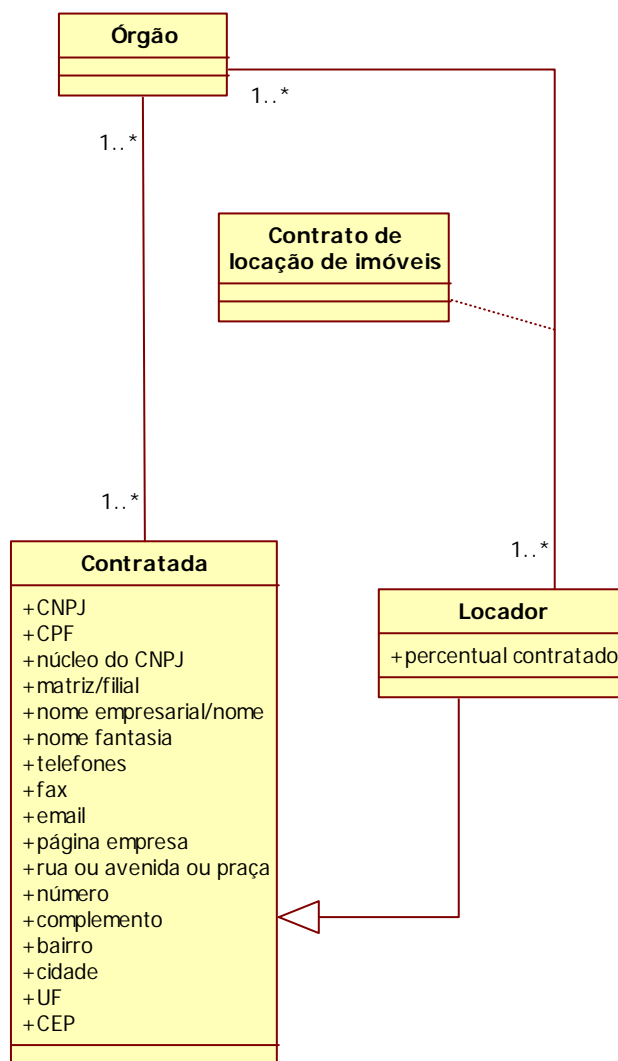
Considerações sobre C4, C5, C6, C7, C8, C9

O SC2 e o C4 não foram aplicados, pois os diagramas não possuem métodos e operações representados. Foi identificada violação ao SC3, onde não existiam atributos em classes de associação. SC4 foi violado no diagrama *Dossiê* (item 3.1.3.1.2.2 do Sistema Aurus, seção 5.3), onde a classe de associação *Valor do metadado do dossiê* está associada com *Norma jurídica*. SC5, C5, C8 não foram violados. Especificadamente em C8, observou-se que os objetos agregados possuíam novos atributos ou participavam de uma associação. O C9 foi violado no diagrama *Origem dos dados da contratada* (item 1.3.2.1.4 do Sistema Portal de Compras, seção 5.3), no qual a classe/objeto *Contrato* não possuía atributos ou associações. O C9 é equivalente ao C8, uma vez que objetos agregados também são classes.

A condição para aplicação do C6 é a existência de relacionamentos de generalização/especialização no constructo analisado e a verificação se o constructo equivale à coisa na ontologia. Este critério foi atendido em todos os diagramas, mas cabe ressaltar que ele foi utilizado para reestruturar os diagramas. Por exemplo, observou-se que a interação *Contrato de locação de imóveis*, acontece apenas por meio de um *Locador*, que é um tipo especializado de *Contratada*. A entidade *Locador* não estava presente no diagrama da amostra, mas foi necessária sua criação no novo diagrama de forma a permitir a associação com *Órgão*, dando origem à interação *Contrato de locação de imóveis*. A FIG. 55 ilustra os trechos do diagrama anterior e o proposto como solução.



(a)



(b)

Figura 55 - (a) diagrama não atende a C6 (b) solução proposta

O C6 ainda leva à análise de relacionamentos e multiplicidades. Percebeu-se que quando o relacionamento possui multiplicidade 0..1, *, dentre outros que pressupõem a existência de opcionalidade²⁰, deve ser criada uma classe

²⁰

Multiplicidade 0..1 ou * (0..*), por exemplo, pressupõem que uma entidade pode ou não participar do relacionamento, por isso a idéia de opcionalidade.

especializada, na qual os respectivos objetos devem participar. No entanto, isso não significa que não podem existir multiplicidades 0 (zero). Um exemplo é o diagrama *Origem dos dados da contratada* (item 1.3.2.1.4 do Sistema Portal de Compras, seção 5.3), no qual um *Representante credenciado do fornecedor* pode ser também um *Usuário do módulo de gestão de fornecedores*. Nesse diagrama não há uma especialização para representar a situação, mas apenas uma associação entre *Representante credenciado* e *Usuário do módulo de gestão de fornecedores*. Essa associação possui a multiplicidade 0..1, a qual representa a multiplicidade de participação da primeira classe nesse relacionamento.

Nesse caso, a solução foi a criação de uma classe/objeto *Usuário credenciado módulo gestão de fornecedores* que é especializada de *Representante credenciado*. Esta nova classe/objeto possui uma associação com a classe/objeto *Usuário módulo gestão de fornecedores*, com multiplicidade 1..*, conforme apresentado na FIG. 56:

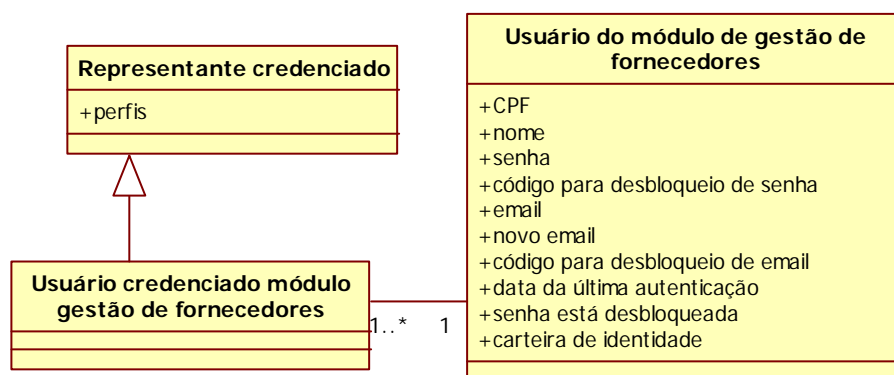


Figura 56 - diagrama alterado para atender o C6

O C7 não foi atendido na maioria das representações de objetos agregados nos diagramas, exceto em alguns casos. No diagrama *Auditoria dos gastos* (item 2.3.9.2 do Sistema Aurus, seção 5.3) as classes/objetos *Ano* e *Mês* atenderam a este critério ao representar que um ano possui exatamente 12 meses. Uma possível solução para este problema é descrita por Evermann (2003), conforme apresentado na FIG. 57. Este diagrama representa um *Cliente* que poder requerer a entrega de um *Grupo de Produto*. De acordo com o critério 7, para a utilização do constructo agregação, o todo deve possuir pelo menos duas partes. Entretanto, o domínio especifica que o *Cliente* pode requerer a entrega de apenas um *Produto* e neste caso utiliza-se a especialização como alternativa, ou seja, um *Grupo de Produto* ao especializar *Produtos* significa que um *Grupo de Produtos* é formado de apenas um *Produto*. Neste caso, o *Produto* é o próprio *Grupo de Produto*. Adicionalmente a agregação deve ser representada para ilustrar o caso de um todo possuir mais de uma parte.

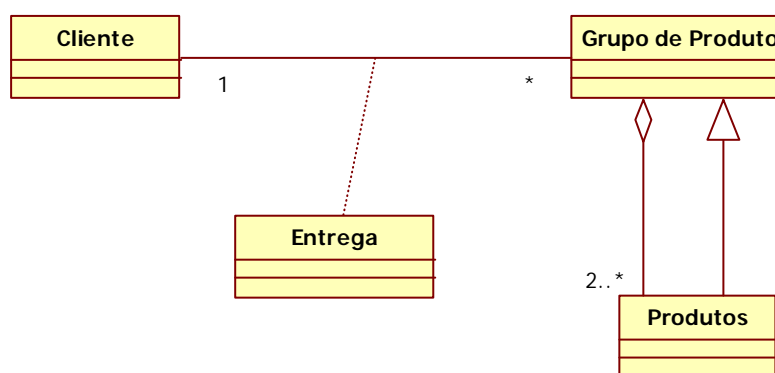


Figura 57 - alteração de diagrama para atender ao C7

Considerações sobre C10, C11, C12, C13

O C10 não foi atendido em alguns casos nos diagramas. A solução corresponde a não utilização de um atributo identificador (ID), bastando apenas os atributos e os valores do objeto para identificá-lo como único. A FIG. 58 apresenta o diagrama *Ferramenta externa* (item 3.1.3.1.7 do Sistema Aurus, seção 5.3) onde ocorreu este problema:

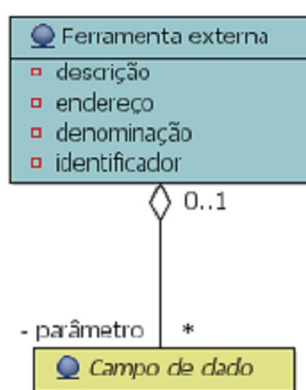


Figura 58 - presença do atributo identificador

O C11 não foi atendido na classe/objeto *Fornecedor* no diagrama *Origem dos dados da contratada* (item 1.3.2.1.4 do Sistema Portal de Compras, seção 5.3), na qual os atributos *é credenciado* e *é cadastrado* não são suficientes para identificá-lo: podem existir *Fornecedores* com valores iguais para estes atributos. O diagrama no qual ocorreu este problema foi totalmente reestruturado e é apresentado na FIG. 44, seção 5.4, no qual a classe/objeto *Fornecedor* passou a possuir atributos coerentes. A FIG. 59 apresenta a classe/objeto *Fornecedor* com a violação do C11.

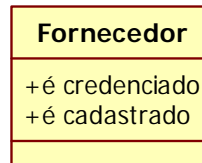


Figura 59 - diagrama não atende ao C11

O C12 não foi violado, mas foi útil no mapeamento de determinadas classes que foram especializadas. Uma nova modelagem gerada a partir da aplicação dos critérios, resultou em diagrama que não mais atendia ao critério. Por exemplo, no diagrama *Origem dos dados da contratada* (item 1.3.2.1.4 do Sistema Portal de Compras, seção 5.3), a classe/objeto *Representante não credenciado* não possui nenhuma associação e, de acordo com a nova modelagem, seus atributos estão na classe/objeto mais genérica *Representante do fornecedor*. Como neste diagrama a classe/objeto *Representante não credenciado* não atende aos requisitos de C12, pode ser excluída, pois seu comportamento está explicitado na classe/objeto *Representante do fornecedor*.

O C13 não foi aplicado, pois normalmente observa-se nos diagramas a representação da associação ordinária apenas como uma linha, como é usual em UML. Pelos critérios adotados, tais associações devem se transformar em classes de associação. Essa alteração, de fato, modifica apenas a visualização e não a semântica do constructo no diagrama. A linha é suficiente para representar a associação ordinária e optou-se por utilizar a classe de associação apenas quando surgiam propriedades mútuas entre as classes/objetos participantes da associação ou quando elas eram previstas nos diagramas originais.

6) Considerações Finais

A Seção Um introduziu o conteúdo deste trabalho, apontando as diretrizes iniciais para a realização da pesquisa. As seções Dois e Três estabeleceram os fundamentos teóricos: a Seção Dois apresentou um referencial teórico acerca dos modelos, fundamentos básicos, abordagens da Ciência da informação e Ciência da Computação; a Seção Três apresentou os fundamentos necessários para aplicação de ontologias na modelagem de SI: ontologias, tipos de ontologias (referência) e implicações da sua utilização. A Seção Quatro descreveu a metodologia de pesquisa e a Seção Cinco trouxe os resultados.

Na presente seção apresentam-se considerações e reflexões sobre os resultados, além de conclusões e possibilidades para trabalhos futuros.

6.1) *Considerações sobre a pesquisa*

A pesquisa baseou-se em abordagens que propõem critérios de utilização da UML sob uma perspectiva ontológica, conforme mencionado na fundamentação teórica (seção 3). Os critérios foram considerados sob a perspectiva dos diagramas da amostra e da ontologia, sendo que, desta análise, estabeleceu-se condições para aplicação dos mesmos. Os critérios se mostraram adequados para a pesquisa em questão, pois possibilitaram a aplicação direta de princípios das ontologias na UML.

As condições estabelecidas para os critérios foram importantes na análise do que seria aplicável em cada caso. Sem elas, a análise ontológica não seria conduzida de acordo com um padrão de comportamento. Essa abordagem foi essencial para o mapeamento proposto, o qual considerava o elemento UML analisado, o elemento correspondente na ontologia, os critérios aplicáveis e as alterações necessárias para adequação do diagrama à ontologia. De posse do conhecimento acerca dos critérios e do mapeamento realizado, foi possível criar novos diagramas "ontologicamente coerentes".

A proposta pioneira para avaliação de diagramas de modelagem a partir de ontologias foi apresentada por Wand e Weber (1989). Como relatam os próprios autores, a dificuldade em obter dados em empresas de desenvolvimento levou-os a coletar dados para testes empíricos em diagramas desenvolvidos por alunos universitários. Acredita-se que a pesquisa aqui conduzida apresente como diferencial o fato de que os diagramas utilizados são reais e resultaram em SI em uso pela administração do Estado de Minas Gerais.

A pesquisa baseou-se na modelagem conceitual de SI disponibilizados por um laboratório de engenharia de *software* com experiência e diversos trabalhos de grande porte executados. Os diagramas e os processos são exemplos reais e bem documentados da atividade de desenvolvimento de SI. Considerando a procedência real dos diagramas e os resultados obtidos, cabem algumas reflexões sobre a prática da modelagem, as quais se configuram como contribuições do presente trabalho.

A modelagem analisada representava os SI não apenas sob a perspectiva do domínio, mas considerava aspectos inerentes à tecnologia, agregando funções que não existem na realidade física. Entretanto, verificou-se que os aspectos citados resultaram em incompatibilidades na análise sob a ótica da ontologia, a qual especifica entidades reais do mundo e que existem fisicamente. Neste sentido, a pesquisa encontrou limitações e dificuldades, já que grande parte dos diagramas continha pelo menos um desses aspectos.

Ao se analisar os diagramas, e diante das dificuldades encontradas para mapeá-los de acordo com a ontologia, questionou-se a equipe do Synergia quanto ao tipo de modelagem em questão. Confirmou-se o uso da metodologia PRAXIS para a definição das fases relativas à modelagem conceitual. Quanto ao tipo de modelagem, da qual tratavam as *Especificações de Requisitos de Software* fornecidos, confirmou-se que a modelagem se encontrava no nível lógico.

Indagou-se à equipe de desenvolvimento sobre a modelagem conceitual que, de acordo com a metodologia (PRAXIS), deveria ser desenvolvida anteriormente à modelagem lógica. A equipe explicou que, muitas vezes, esta etapa é omitida porque os SI vão “além” do modelo conceitual e visam “ser uma solução para a flexibilização e automação de processos”. Ou seja, a equipe considera o modelo conceitual como algo rígido, pois modela o domínio como ele realmente é, e alguns clientes buscam algo mais do que a própria representação do que se faz normalmente sem o sistema de informação.

Outras questões surgiram ao longo da realização da pesquisa. Cabe destacar, por exemplo, as verificações propostas nas condições para aplicação dos critérios. Conforme mencionado na seção 5.2 (FIG. 12), essas verificações informam se uma classe/objeto UML corresponde a uma coisa na ontologia e são baseadas na especificação de requisitos. Especificações com definições vagas podem resultar em interpretações inadequadas sobre a natureza da entidade. Verificar a precisão das informações obtidas nas especificações estava, porém, além do escopo do trabalho.

A despeito das barreiras encontradas, muitos diagramas se mostraram boas oportunidades, apresentando comportamentos passíveis de análise pela ontologia. Nestes diagramas foram encontradas inconsistências de modelagem, para os quais a ontologia e os critérios adotados foram capazes de apresentar soluções. A pesquisa buscou selecionar diagramas construídos de maneira similar, considerando equipe, período e usuários envolvidos. Esta uniformização se deu com o intuito de verificar as similaridades e diferenças das modelagens dos SI. Observaram-se diferenças, concluindo-se assim, que uma ontologia é uma boa alternativa de padronização da modelagem.

Apesar da variedade de estudos que aplicam ontologias à modelagem de sistemas, pesquisas empíricas, como a que se apresentou aqui, podem evidenciar detalhes que são contribuições para a realização de trabalhos similares. Nesse caso, acredita-se que podem se destacar algumas dessas contribuições: i) necessidade de discussão e avaliação prévia sobre o que a equipe de desenvolvimento considera ser uma modelagem conceitual; ii) necessidade de verificação da aplicabilidade dos

critérios adotados (seção 5.2) ao material empírico obtido. Outra contribuição obtida com a pesquisa pode ser relatada a partir da experiência da própria pesquisadora, a qual tem formação em Ciência da Computação e desenvolve pesquisa em Ciência da Informação. Tal contribuição diz respeito ao “novo olhar” sobre os diagramas de modelagem a partir das ontologias, o que abriu novas perspectivas de atuação profissional. Acredita-se que tal experiência possa ser benéfica também para outros profissionais, tanto da Ciência da Computação, quanto de Ciência da Informação.

6.2) *Conclusões e trabalhos futuros*

A presente pesquisa revelou respostas para perguntas formuladas em sua fase de projeto. Confirmou-se que metodologias utilizadas para desenvolvimento de SI propõem a realização de uma etapa de modelagem conceitual, no entanto esta etapa muitas vezes não é realizada. Sob a perspectiva do desenvolvedor, a modelagem conceitual tem função de comunicação entre os membros da equipe, mas esta etapa é negligenciada por apresentar "rigidez" inerente ao domínio. A ênfase, dessa forma, muitas vezes recai sobre o aparato técnico e não nas questões de modelagem. A modelagem conceitual, quando realizada, não se baseou em algum tipo de procedimento padrão pré-estabelecido para representar a realidade, mas sim em decisões intuitivas.

A omissão da modelagem ocorre, em muitos casos, porque as equipes de desenvolvimento sofrem pressões do mercado, onde tudo é exigido de forma imediata

e a baixo custo. Em geral, a modelagem conceitual é protelada e mesmo negligenciada por gerentes de projeto, uma vez que vigora a visão de curto prazo. Uma avaliação mais apurada mostra, entretanto, que problemas de definição e de representação do domínio elevam os custos de construção de SI e dificultam a integração entre eles.

Conforme mencionado na seção 6.1, foi possível destacar algumas peculiaridades dos diagramas. De acordo com a ontologia, conceitos abstratos não são coisas e não devem ser representados como classes/objetos. Entretanto, inúmeros diagramas dentre os que foram coletados consistem apenas de conceitos abstratos e metadados. A ontologia, por sua vez, não representa tais conceitos abstratos, os quais não envolvem entidades substanciais. O que se questiona então, ao se deparar com estes tipos de diagramas, é que eles deveriam ser fielmente baseados em uma parte da realidade a representar. Muitos dos problemas encontrados nos diagramas estão relacionados a uma visão baseada na implementação de SI, adotada com a finalidade de facilitar sua construção.

Para esta pesquisa, a qual manipulou modelos baseados em diagramas UML, os critérios apresentaram efeitos positivos, pois impuseram comportamentos padronizados aos constructos. Ao mesmo tempo, as violações aos critérios mostraram a “eficácia ontológica” de determinado constructo, limitando e impondo padrões às soluções e às correções dos diagramas. A pesquisa se torna generalizável por meio da padronização que os critérios e condições proporcionam. Cabe ainda citar a percepção de que a modelagem baseada em princípios ontológicos exige um alto

nível de conhecimento de cada entidade que se pretende modelar, ou seja, deve-se identificar o que ela realmente significa de acordo com a ontologia. Tal conhecimento das entidades se reflete no conhecimento do domínio, resultando em modelagem conceitual a ser utilizada pelos membros da equipe de desenvolvimento de SI, de maneira coerente e padronizada.

Finalmente, vislumbram-se oportunidades para trabalhos futuros e para continuidade da pesquisa, conforme segue:

- Revisão e refinamento das condições de aplicação dos critérios: alguns critérios não encontraram aplicação direta; outros se baseiam em definições de especificações de requisitos nem sempre tão bem fundamentadas;
- Análise de diagramas com maior quantidade de atributos reais: muitos dos diagramas analisados não continham atributos, ou os atributos não eram reais de acordo com os critérios adotados;
- Análise de diagramas sob a perspectiva de outros critérios, os quais podem conter soluções para problemas não abordados nesta pesquisa;
- Análise de um maior número de diagramas: buscar maior número de padrões que resultam inconsistências ontológicas;
- Avaliação de alternativas para automatização do processo de análise ontológica;
- Avaliação de diagramas representativos de processos;

- Avaliação das possibilidades de melhorias na implementação dos SI a partir da análise via ontologias;
- Avaliação de alternativas de identificação de entidades correspondentes da ontologia por meio de critérios mais objetivos.

7) Referências Bibliográficas

ALVARENGA, L. *Representação do Conhecimento na Perspectiva da Ciência da Informação em Tempo e Espaço Digitais*. Disponível em: <http://www.encontros-bibli.ufsc.br/Edicao_15/alvarenga_representacao.pdf>. Acesso em 22 de Agosto de 2008.

ARTALE, A.; FRANCONI, E.; GUARINO, N.; PAZZI, L. Part-whole relations in object-centered systems: An overview. *Data & Knowledge Engineering*, v. 20, p. 347-383, 1996.

BOOCH, G. *Object-oriented Analysis and Design with Applications*, 2 ed., Redwood City: Benjamin Cummings, 1993.

BORST, W. N. *Construction of engineering ontologies*; Phd Thesis (1997). Available from Internet: <<http://www.ub.utwente.nl/webdocs/inf/1/t0000004.pdf>>. Access: 22 August 2008.

BUNGE, M. *Ontology I: The furniture of the world*. Dordrecht, holland: D. Reidel, 1977. (Treatise on basic Philosophy, v. 3).

BUNGE, M. *Ontology II: A world of systems*. New York: D. Reidel, 1979. (Treatise on Basic Philosophy, v. 4).

CAMPOS, M. L. A. A organização de unidades do conhecimento em hiperdocumentos: o modelo conceitual como um espaço comunicacional para a realização da auditoria. 2001. 198 p. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Departamento de Ensino e Pesquisa do IBICT – Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

CAPURRO, R. What is information science for? A philosophical reflection. In: Vakkari, Perti, Cronin, Blaise. *Conceptions of library and information science*. Tempere, Taylor Graham, p. 82-93, 1991.

CHEN, P. P. S. The Entity-Relationship Model-Toward a Unified View of Data. *ACM Transactions on Database Systems*, v. 1, issue 1, p. 9-36, 1976.

CHISHOLM, R. *A Realistic Theory of Categories - An Essay on Ontology*. 1 ed. Cambridge University Press, 1996.

CHRISMAN, C.; BECCUE, B. Entity Relationship Models as a Tool for Data Analysis and Design. *ACM SIGCSE Bulletin*, v. 18, p. 8-14, 1986.

CHORLEY, R.; HAGGETT, P. Modelos, paradigmas e a nova geografia. *In: CHORLEY, Richard, HAGGETT, Peter. Modelos sócios-econômicos em geografia.* Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos/USP, p.1-22, 1975.

COBARSÍ, J.; BERNARDO, M; COENDERS, G. Campus information systems for students: classification in Spain. *Campus-Wide Information Systems Collection Building*, vol. 25, no. 1, p. 50-64, 2008.

CODD, E. F. Extending the Database Relational Model to Capture More Meaning. *ACM Transactions on Database Systems*, v. 4, issue 4, p. 397-434, 1979.

COSTA, W.D. JAD-Joint Applicatin Design; como projetar SI mais eficientes. Rio de Janeiro: IBPI, 1994. 115 p.

COUGO, P. S. Modelagem Conceitual e Projeto de Bancos de Dados. Campus, 1997. 284 p.

DAHLBERG, I. A Referent-oriented analytical concept theory of interconcept. *International Classification*. V.5, n.3, p. 142-150, 1978.

DANCY, J.; SOSA, E. *A Companion to Epistemology*. Oxford: Blackwell, 1992. 541 p.

DOMINGUES, I. *Epistemologia das Ciências Humanas (Tomo I: Positivismo e hermenêutica: Durkheim e Weber)*. São Paulo: Loyola, 2004. 571 p.

EVERMANN, J. *Using Design Languages for Conceptual Modelling: The UML Case*. PhD dissertation, University of British Columbia, Canadá, 2003.

EVERMANN, J. *Thinking Ontologically: Conceptual vs. Design Models in UML. Business Systems Analysis with Ontologies*. Idea Group, p. 82-104, 2005.

FETTKE, P.; LOOS, P. Ontological Analysis of Reference Models. *In: Green, P. and Rosemann, M. (Eds.). Business Systems Analysis with Ontologies*. Idea Group, p. 56-81, 2005.

FONSECA, F. The Double Role of Ontologies in Information Science Research. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, v. 58, p. 786-793, 2007.

FOX, M. S. *The TOVE Project; towards a common-sense model of the enterprise* (1992). Available from Internet: <<http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/index.html>>. Access: 26 August 2008.

FOX, M. S.; GRUNINGER, M. *Enterprise Modeling*. (1998). Available from Internet: <<http://www.eil.utoronto.ca/enterprise-modelling/papers/fox-aimag98.pdf>>. Access: 26 May 2009.

FRASER, J. *Managing change through enterprise models* (1994). Available from Internet: <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/papers/es_94/paper_contents.html>. Access: 26 May 2009.

FRIGG, R. *Models in Science*. (2006). Available from Internet: <<http://plato.stanford.edu/entries/models-science/>>. Access: 18 July 2008.

GANDON, F. Distributed artificial intelligence and knowledge mangement; ontologies and multi-agent systems for a corporate semantic web. 2002. 483f. Tese (Scientific Philosopher Doctorate Thesis in Informatics) - Doctoral School of Sciences and Technologies of Information and Communication, INRIA and University of Nice, Nice, 2002.

GENESERETH, M. R.; NILSSON, L. *Logical foundation of AI*. San Francisco: Morgan Kaufman, 1987. 405p.

GONÇALVES, J. A. Análise conceitual sobre as relações semânticas em Ciência da Informação: contribuições para o desenvolvimento de ontologias. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação da Universidade de Minas Gerais, Minas Gerais, 2009.

GREFFEN, P. *Modeling information systems architectures* (1999). Available from Internet: <<http://is.tm.tue.nl/staff/pgrefen/Teaching/tutorials/ModelingArchitectures.pdf>>. Access: 20 Feb. 2004.

GUARINO, N. *Formal ontology and information systems*. (1998). Available from Internet: <<http://citeseer.ist.psu.edu/guarino98formal.html>>. Access: 26 May 2009.

GRUBER, T. *What is an ontology?* (1993). Available from Internet: <<http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Access: 14 Sep. 2002 .

GUIZZARDI, G; WAGNER, G. A Unified Foundational Ontology and Some Applications of it in Business Modeling. In: *Proceedings of the Enterprise Modelling and Ontologies for Interoperability workshop*, 2004.

GUIZZARDI, G.; WAGNER, G. Some Applications of a Unified Foundational Ontology in Business Modeling. In: Green, P. and Rosemann, M. (Eds.). *Business Systems Analysis with Ontologies*. Idea Group, p. 345-367, 2005.

HERRE, H.; HELLER, B.; BUREK, P.; HOEHNDORF, R.; LOEBE, F.; MICHALEK, H.. *General Formal Ontology (GFO): A Foundational Ontology Integrating Objects and Processes. Part I: Basic Principles*. Research Group Ontologies in Medicine (Onto-Med), University of Leipzig, 2006.

HERRERA, S. I.; PALLIOTO, D.; TKACHUK, G.; LUNA, P. A. *Ontological Modelling of Information Systems from Bunge's Contributions* (2005). Available from Internet: http://kybele.escet.urjc.es/PHISE05/papers/sesionIV/Herrera_etal.pdf. Access: 18 July 2008.

HODGES, W. *First-Order Model Theory*. (2005). Available from Internet: <http://plato.stanford.edu/entries/modeltheory-fo/>. Access: 18 July 2008.

HODGES, W. *Model Theory*. (2005). Available from Internet: <http://plato.stanford.edu/entries/model-theory/>. Access: 18 July 2008.

HULL, R.; KING, R. *Semantic Database Modeling: Survey, Applications, and Research Issues*. ACM Computing Surveys. p. 201-260, 1987.

JARDINE, D. A. The ANSI/SPARC DBMS model. In: *Proceedings of the 2nd Share Working Conference on Database Management Systems, 1976*. Montreal, *Proceedings...* Amsterdam: North Holland. p. 1-225.

JACOBSON, I.; CHRISTERSON, M.; JONSSON, P.; OVERGAARD, G. *Object-Oriented Software Engineering: A Use Case Driven Approach* (ACM Press) Addison-Wesley, 1992.

JACOBSON, I; BOOCH, G; RUMBAUGH; J. *The Unified Software Development Process*. Boston: Addison Wesley, 1999. 463p.

JARKKO, K. *Conceptualizing the personal outcomes of information*. (2007). Available from Internet: <http://informationr.net/ir/12-2/paper292.html>. Access: 26 May 2009.

KHOO, C. S. G.; NA, Jin-Cheon. *Semantic relations in Information Science*. (2006) Available from Internet: http://www3.ntu.edu.sg/home/assgkhoo/papers/khoo_na.semantic_relations.ARIST2006.pdf. Access: 10 Jun 2009.

KÜHNE, T. *What is a Model?* (2005). Available from Internet:
 <<http://drops.dagstuhl.de/opus/volltexte/2005/23/pdf/04101.KuehneThomas1.Paper.pdf>>. Access: 15 July 2008.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Fundamentos de Metodologia Científica*. 3ed. São Paulo: Atlas, 1991.

LEHNER, F; MAIER, R.K. How can organizational memory theories contribute to organizational memory systems? *Information Systems Frontiers*. [online]. v. 2, n. 3/4, p. 277-298, 2000. Available from Internet:
 <<http://www.springerlink.com/app/home/main.asp?wasp=04719d45cbf6470c882d44365f0b8cb7>>. Access: 15 July 2008.

LIAO, H.; PROCTOR, R. W.; SALVENDY, G. Content preparation for cross-cultural e-commerce: a review and a model. *Source Behavior & Information Technology*, vol. 27, n° 1, p. 43-61, 2008.

LU, W.; IKEDA, M. A uniform conceptual model for knowledge management of international copyright law. *Journal of Information Science*, vol. 34, no. 1, p. 93-109, 2008.

NAVATHE, S. B. Evolution of Data Modeling for Databases. *Communications of the ACM*, v. 35, p. 112-123, 1992.

MASOLO, C.; BORGO, S.; GANGEMI, A.; GUARINO, N.; OLTRAMARI, A.; SCHNEIDER, L. (2003) *WonderWeb Library of Foundational Ontologies - Preliminary Report*. Available from Internet:
 <<http://wonderweb.semanticweb.org/deliverables/documents/D17.pdf>>. Access: 11 July 2008.

MILTON, S.; KAZMIERCZAK, E. *An Ontology of Data Modelling Languages: A Study Using a Common-Sense Realistic Ontology*. 2004. Available from Internet:
 <<http://www.dis.unimelb.edu.au/staff/smilton/pdf/JDM2003.pdf>>. Access: 17 May 2006.

MILTON, S. *An Ontological Comparison and Evaluation of Data Modelling Frameworks*. 2000. Tese (Doctorate Thesis in Philosophy) - School of Information Systems, The University of Tasmania, Hobart. 2000a.

MILTON, S.; KAZMIERCZAK, E. *Enriching the Ontological Foundations of Modelling in Information Systems*. 2000b. Available from Internet:
 <<http://www.comp.mq.edu.au/isf99/MiltonKaz.htm>>. Access: 25 May 2009.

OMG - Object Management Group. *Unified Modeling Language (OMG UML), Infrastructure, V2.1.2*. Available from Internet:
 <<http://www.omg.org/docs/formal/07-11-04.pdf>>. Access: 18 July 2008.

PAULA FILHO, W. de P. Engenharia de Software: Fundamentos, Métodos e Padrões. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2001.

PECKHMAN, J.; MARYANSKI, F. *Semantic Data Models*. (1988). Available from Internet:
 <http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=62062&type=pdf&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=37556272&CFTOKEN=38594757>. Access: 26 May 2009.

RANGANATHAN, S. R. (1967). Prolegomena to library classification. Bombay: Asia Publishing House, 1967. 640p.

ROTHENBERG, J. *The Nature of Modeling*. (1989). Available from Internet:
 <<http://www.panix.com/~jeffr/Prof/Pubs/Modeling/the-nature-of-modeling.pdf>>. Access: 26 May 2009.

RUMBAUGH, J.; BLAHA, M.; PREMERLANI, W.; EDDY, F.; LORENSEN, W. Object-Oriented Modeling and Design. Prentice Hall, 1991.

SÁNCHEZ, D. M.; CAVERO, J. M., MARCOS, E. *On models and ontologies*. (2005). Available from Internet:
 <<http://kybele.escet.urjc.es/PHISE05/papers/sesionIV/SanchezCaveroMarcos.pdf>> Access: 26 May 2009.

SARACEVIC, T. Ciência da Informação: origem, evolução e relações. Perspectivas em Ciência da Informação, Belo Horizonte, v.1, n.1, p. 41-62, 1996.

SAYÃO, L. F. Modelos Teóricos em Ciência da Informação – abstração e método científico. Ciência da Informação, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, 2001.

SHANKS, G.; TANSLEY, E.; WEBER, R. *Using ontology to validate conceptual models*. (2003). Available from Internet:
 <http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=944244&type=pdf&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=37557375&CFTOKEN=98594370>. Access: 26 May 2009.

SILVA, D. L. Uma proposta de metodologia para construção de ontologias de domínio a partir de um caso real. 2008. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2008.

SCHEER, A-W. Enterprise-Wide Data Modeling: Information Systems in Industry. New York: Springer-Verlag, 1989.

SMITH, B. Formal Ontology, Common Sense and Cognitive Science. International Journal of Human-Computer Studies, v. 43, p. 641-667, 1995.

SØRLI, A. et al. *Knowledge sharing in distributed organisations* (1999). Available from Internet: <<http://www-sop.inria.fr/acacia/WORKSHOPS/IJCAI99-OM/proceedings.html>>. Access: 01 July 2005.

SOWA, J. F. *Ontology*. (2000). Available from Internet: <<http://www.jfsowa.com/ontology/>>. Access: 20 March 2006.

STACHOWIAK, H. Allgemeine Modelltheorie. Wien and New York: Springer-Verlag, 1973. 494 p.

USCHOLD, M; KING, M.; MORALEE, S., ZORGIO, Y. *The Enterprise Ontology*. (1996). Available from Internet: <http://mis.uoa.gr/Portals/57ad7180-c5e7-49f5-b282-c6475cdb7ee7/Temp/98-ker-ent-ontology.pdf>. Access: 26 May 2009.

WAND, Y.; MONARCHI, D. E.; WOO, C. C. Theoretical foundations for conceptual modelling in information systems development. Decision Support Systems, v. 15, p. 285-304, 1995.

WAND, Y.; WEBER, R. .An ontological evaluation of systems analysis and design methods., In E. Falkenberg and P. Lingreen, editors, Information System Concepts: An In-Depth Analysis. North-Holland: Elsevier Science, 1989.

WAND, Y.; STOREY, V. C.; WEBER, R. *An Ontological Analysis of the Relationship Construct in Conceptual Modeling*. (1999). Available from Internet: <http://portal.acm.org/ft_gateway.cfm?id=331989&type=pdf&coll=GUIDE&dl=GUIDE&CFID=37557926&CFTOKEN=90867201>. Access: 26 May 2009.

WAND, Y.; WEBER, R. Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modeling - A Research Agenda. Information Systems Research, 13, p. 363-376, 2002.

WAND, Y.; WEBER, R. Mario Bunge's Ontology as a Formal Foundation for Information Systems Concepts. In: Studies on Mario Bunge's Treatise. p. 123-150, 1990.

WEBER, R. The Core of the IS Discipline. Ontological Foundations of Information Systems. Queensland: Coopers & Lybrand, 1997. 197p.

WINSTON, M. E; CHAFFIN, R. HERRMANN, D. *A taxonomy of part-whole relations*. (1987). Available from Internet: <<http://www.cogsci.rpi.edu/CSJarchive/1987v11/i04/p0417p0444/MAIN.PDF>>. Access: 26 May 2009.




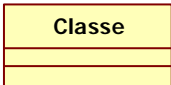
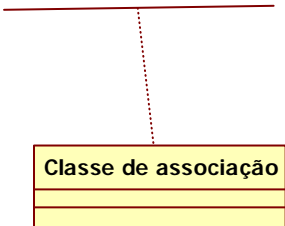


WISSUSEK, B.; KLAUS, H. *On the foundations of the ontological foundation of conceptual modeling grammars: the construction of the Bunge-Wand-Weber Ontology*. (2005). Available from Internet: <http://user.cs.tu-berlin.de/~wyssusek/Publications/Wyssusek-Klaus_2005_On-the-foundation-of-the-ontological-foundation.pdf>. Access: 26 May 2009.

8) ANEXOS

Anexo 1 – Sumário da localização dos diagramas no presente trabalho

Diagrama código (Synergia)	Página desse trabalho onde se localiza o diagrama original	Página desse trabalho onde se localiza o critério utilizado	Página desse trabalho onde se localiza o diagrama modificado
Plano de classificação (cód. 3.1.3.1.1.1)	72 e 115	73	116
Tipo de dossiê (cód. 3.1.3.1.2.1)	77 e 117	78	118
Dossiê (cód. 3.1.3.1.2.2)	81 e 119	82	120
Tipo de documento (cód. 3.1.3.1.3.1)	86 e 121	87	122
Ferramenta externa (cód. 3.1.3.1.7.1)	90 e 123	91	124
Origem dos dados da contratada (cód. 1.3.2.1.4)	92 e 125	93	126
Avaliação (cód. 2.3.8.2)	98 e 127	99	128
Auditoria dos gastos (cód. 2.3.9.2)	102 e 129	103	130
Campos de proposição (cód. 4.3.9)	106 e 131	107	132
Campos de fases - Dados de comissões competentes (cód. 4.3.11)	111 e 133	112	134

Anexo 2 – Simbologia UML básica

Constructo	Significado
	Generalização
	Composição
	Agregação
	Classe
	Classe de associação
	Associação
	Multiplicidade

Anexo 3 – Sumários de Especificações de Requisitos

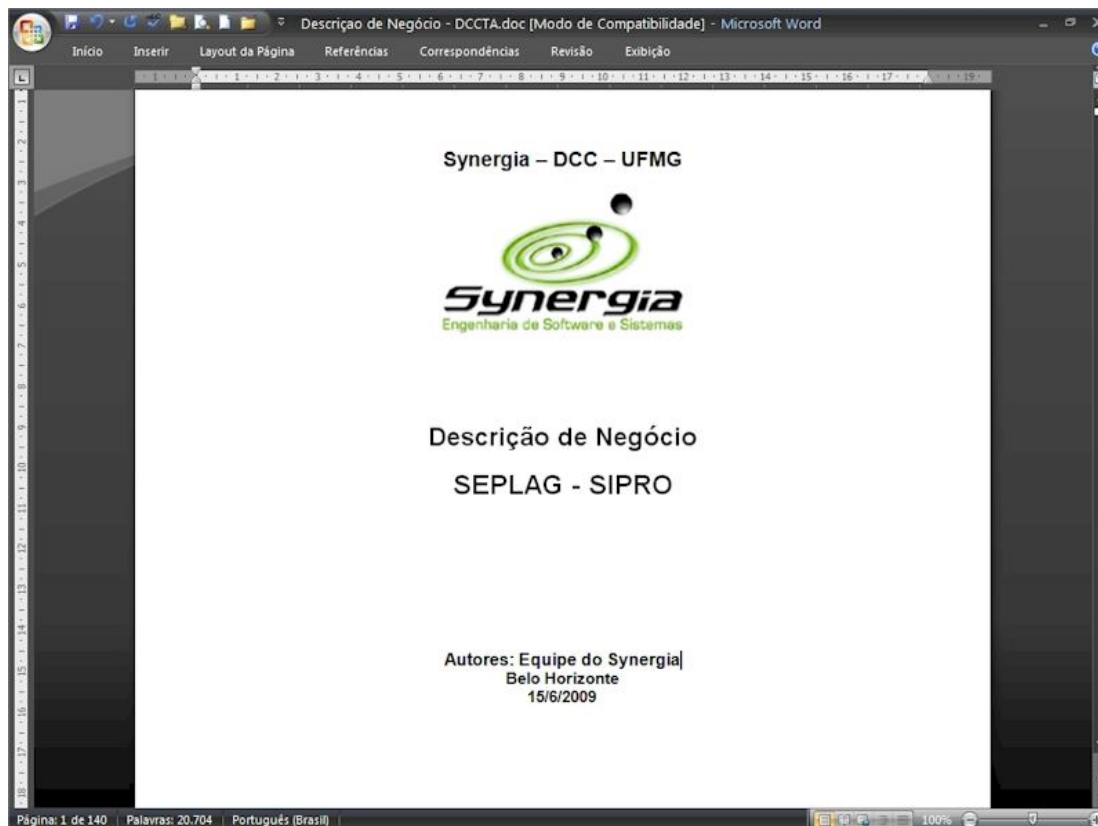


Figura 60 - Exemplo de documento de especificação do Synergia na tela

Sumário da Especificação de Requisitos do Sistema AURUS

- 1 Introdução
 - 1.1 Objetivos deste documento
 - 1.2 Escopo do sistema
 - 1.2.1 Nome do sistema e de seus componentes principais
 - 1.2.2 Missão do sistema
 - 1.2.3 Limites do sistema
 - 1.3 Materiais de referência
 - 1.4 Siglas utilizadas neste documento
 - 1.5 Visão geral deste documento
- 2 Visão geral do sistema
 - 2.1 Descrição geral do sistema
 - 2.1.1 Módulos do sistema
 - 2.1.2 Exemplo de aplicação
 - 2.2 Requisitos de negócio
 - 2.2.1 Requisitos gerais
 - 2.2.2 Requisitos específicos – Módulo de Gestão de documentos
 - 2.2.3 Requisitos específicos – Módulo de Gestão de processos
 - 2.2.4 Requisitos específicos – Módulo de Banco de Legislação
 - 2.2.5 Requisitos específicos – Módulo de Recuperação de informação
 - 2.2.6 Requisitos específicos – Módulo de Gestão de usuários
- 3 Detalhamento dos módulos
 - 3.1 Módulo de gestão de documentos
 - 3.1.1 Escopo do módulo
 - 3.1.1.1 Nome do módulo e de seus componentes principais
 - 3.1.1.2 Objetivo do módulo
 - 3.1.2 Descrição geral do módulo
 - 3.1.2.1 Visão geral
 - 3.1.2.2 Diagramas de contexto
 - 3.1.2.2.1 Organização de documentos
 - 3.1.2.2.2 Definição de dossiês
 - 3.1.2.2.3 Gestão de dossiês
 - 3.1.2.2.4 Definição de documentos
 - 3.1.2.2.5 Gestão de documentos
 - 3.1.2.2.6 Consultas
 - 3.1.2.2.7 Definição de tabela de temporalidade e destinação
 - 3.1.2.2.8 Avaliação e destinação de documentos e dossiês
 - 3.1.2.2.9 Armazenamento e preservação
 - 3.1.2.2.10 Definição de elementos de suporte
 - 3.1.2.3 Funções do módulo

- 3.1.2.4 Usuários e sistemas externos
- 3.1.2.5 Interfaces de sistema
 - 3.1.2.5.1 Interfaces de software
 - 3.1.2.5.2 Interfaces de hardware
 - 3.1.2.5.3 Interfaces de comunicação
- 3.1.3 Modelo de entidades
 - 3.1.3.1 Diagramas de classes
 - 3.1.3.1.1 Plano de classificação
 - 3.1.3.1.1.1 Diagrama de classes Plano de classificação
 - 3.1.3.1.2 Dossiê
 - 3.1.3.1.2.1 Diagrama de classes Tipo de dossiê
 - 3.1.3.1.2.2 Diagrama de classes Dossiê
 - 3.1.3.1.2.3 Diagrama de classes Histórico de eliminação de dossiês
 - 3.1.3.1.3 Documento
 - 3.1.3.1.3.1 Diagrama de classes Tipo de documento
 - 3.1.3.1.3.2 Diagrama de classes Documento
 - 3.1.3.1.3.3 Diagrama de classes Histórico de documento
 - 3.1.3.1.3.4 Diagrama de classes Histórico de eliminação de documento
 - 3.1.3.1.4 Tabela de temporalidade e destinação
 - 3.1.3.1.4.1 Diagrama de classes Tabela de temporalidade e destinação
 - 3.1.3.1.5 Dispositivo de armazenamento
 - 3.1.3.1.5.1 Diagrama de classes Dispositivo de armazenamento
 - 3.1.3.1.6 Tesouro
 - 3.1.3.1.6.1 Diagrama de classes Tesouro
 - 3.1.3.1.7 Ferramenta externa
 - 3.1.3.1.7.1 Diagrama de classes Ferramenta externa
 - 3.1.3.2 Descrição das classes
 - 3.1.4 Casos de uso
 - 3.1.4.1 Organização de documentos
 - 3.1.4.1.1 Caso de uso Definir plano de classificação
 - 3.1.4.1.2 Caso de uso Definir classe
 - 3.1.4.2 Definição de dossiês
 - 3.1.4.2.1 Caso de uso Definir tipo de dossiê
 - 3.1.4.3 Gestão de dossiês
 - 3.1.4.3.1 Caso de uso Manipular dossiê
 - 3.1.4.3.2 Caso de uso Manipular dossiê através de sistema externo
 - 3.1.4.3.3 Caso de uso Adicionar dossiês em lote
 - 3.1.4.3.4 Caso de uso Alterar dados em grupo de dossiês
 - 3.1.4.3.5 Caso de uso Encerrar volume
 - 3.1.4.3.6 Caso de uso Registrar tramitação de dossiê
 - 3.1.4.3.7 Caso de uso Exportar dossiê
 - 3.1.4.4 Definição de documentos
 - 3.1.4.4.1 Caso de uso Definir tipo de documento
 - 3.1.4.5 Gestão de documentos

- 3.1.4.5.1 Caso de uso Manipular documento
- 3.1.4.5.2 Caso de uso Manipular documento através de sistema externo
- 3.1.4.5.3 Caso de uso Adicionar documentos em lote
- 3.1.4.5.4 Caso de uso Registrar tramitação de documento
- 3.1.4.5.5 Caso de uso Exportar documento
- 3.1.4.5.6 Caso de uso Consultar relatório de histórico de alteração do conteúdo do documento
- 3.1.4.6 Consultas
 - 3.1.4.6.1 Caso de uso Consultar dados de plano de classificação
 - 3.1.4.6.2 Caso de uso Consultar dados de classe
 - 3.1.4.6.3 Caso de uso Consultar dados de tesauro
 - 3.1.4.6.4 Caso de uso Localizar dossiê
 - 3.1.4.6.5 Caso de uso Localizar documento
- 3.1.4.7 Definição de tabela de temporalidade e destinação
 - 3.1.4.7.1 Caso de uso Definir tabela de temporalidade e destinação
- 3.1.4.8 Avaliação e destinação de documentos e dossiês
 - 3.1.4.8.1 Caso de uso Iniciar contagem de prazo de guarda de documento ou dossiê
 - 3.1.4.8.2 Caso de uso Notificar necessidade de avaliação de documento ou dossiê
 - 3.1.4.8.3 Caso de uso Avaliar documento ou dossiê
 - 3.1.4.8.4 Caso de uso Transferir documento ou dossiê de um tipo de arquivamento para outro
 - 3.1.4.8.5 Caso de uso Eliminar documento ou dossiê
- 3.1.4.9 Armazenamento e preservação
 - 3.1.4.9.1 Caso de uso Definir tipo de dispositivo de armazenamento
 - 3.1.4.9.2 Caso de uso Cadastrar dispositivo de armazenamento
 - 3.1.4.9.3 Caso de uso Consultar utilização de dispositivo de armazenamento
 - 3.1.4.9.4 Caso de uso Notificar nível crítico de utilização de dispositivo de armazenamento
 - 3.1.4.9.5 Caso de uso Consultar relatório de documentos digitais ordenados por frequência de uso
 - 3.1.4.9.6 Caso de uso Notificar necessidade de rejuvenescimento de dispositivo de armazenamento
 - 3.1.4.9.7 Caso de uso Verificar dados armazenados
- 3.1.4.10 Definição de elementos de suporte
 - 3.1.4.10.1 Caso de uso Definir campo de dados
 - 3.1.4.10.2 Caso de uso Definir metadado
 - 3.1.4.10.3 Caso de uso Definir tesauro
 - 3.1.4.10.4 Caso de uso Definir ferramenta externa
- 3.1.5 Regras
 - 3.1.5.1 Metadados de classe de plano de classificação
 - 3.1.5.2 Classificação de dossiê em classe do plano de classificação

- 3.1.5.3 Metadados de dossiê
- 3.1.5.4 Permissões de dossiê
- 3.1.5.5 Metadados de documento
- 3.1.5.6 Campos de dados de documento
- 3.1.5.7 Anexos de documento
- 3.1.5.8 Permissões de documento
- 3.1.6 Requisitos não funcionais
- 3.2 Módulo de gestão de processos
 - 3.2.1 Escopo do módulo
 - 3.2.1.1 Nome do módulo e de seus componentes principais
 - 3.2.1.2 Objetivo do módulo
 - 3.2.2 Descrição geral do módulo
 - 3.2.2.1 Visão geral
 - 3.2.2.2 Diagramas de contexto
 - 3.2.2.2.1 Definição de fluxo de trabalho
 - 3.2.2.2.2 Tramitação de processo
 - 3.2.2.2.3 Análise de fluxo de trabalho
 - 3.2.2.3 Funções do módulo
 - 3.2.2.3.1 Definição de fluxo de trabalho
 - 3.2.2.3.2 Tramitação de processo
 - 3.2.2.3.3 Análise de fluxo de trabalho
 - 3.2.2.4 Usuários e sistemas externos
 - 3.2.2.5 Interfaces de sistema
 - 3.2.2.5.1 Interfaces de software
 - 3.2.2.5.2 Interfaces de hardware
 - 3.2.2.5.3 Interfaces de comunicação
 - 3.2.3 Modelo de entidades
 - 3.2.3.1 Diagramas de classes
 - 3.2.3.1.1 Definição de fluxos de trabalho
 - 3.2.3.1.1.1 Diagrama de classes Definição de fluxos de trabalho
 - 3.2.3.1.1.2 Diagrama de classes Objetos de fluxo
 - 3.2.3.1.1.3 Diagrama de classes Atividades
 - 3.2.3.1.1.4 Diagrama de classes Atividade simples
 - 3.2.3.1.1.5 Diagrama de classes Subfluxo
 - 3.2.3.1.1.6 Diagrama de classes Eventos
 - 3.2.3.1.1.7 Diagrama de classes Ponto de controle
 - 3.2.3.1.1.8 Diagrama de classes Conectores
 - 3.2.3.1.1.9 Diagrama de classes Artefato
 - 3.2.3.1.1.10 Diagrama de classes Elementos de suporte
 - 3.2.3.1.2 Tramitação de processo
 - 3.2.3.1.2.1 Diagrama de classes Tramitação de processo
 - 3.2.3.1.2.2 Diagrama de classes Tarefa
 - 3.2.3.1.2.3 Diagrama de classes Transição
 - 3.2.3.2 Descrição das classes

3.2.4 Casos de uso

3.2.4.1 Definição de fluxos de trabalho

3.2.4.1.1 Caso de uso Definir tipo de processo

3.2.4.1.2 Caso de uso Definir fluxo de trabalho

3.2.4.1.3 Caso de uso Definir atividade

3.2.4.1.4 Caso de uso Definir artefato

3.2.4.1.5 Caso de uso Importar definição de fluxo de trabalho

3.2.4.1.6 Caso de uso Exportar definição de fluxo de trabalho

3.2.4.1.7 Caso de uso Definir ferramenta externa

3.2.4.1.8 Caso de uso Definir tipo de mensagem

3.2.4.1.9 Caso de uso Definir categorias

3.2.4.2 Tramitação de processos

3.2.4.2.1 Caso de uso Iniciar novo processo

3.2.4.2.2 Caso de uso Gerenciar lista de tarefas

3.2.4.2.3 Caso de uso Executar tarefa

3.2.4.2.4 Caso de uso Executar tarefa automática

3.2.4.2.5 Caso de uso Alterar responsável por tarefa

3.2.4.2.6 Caso de uso Anexar documento

3.2.4.2.7 Caso de uso Registrar movimentação de documentos físicos

3.2.4.2.8 Caso de uso Alterar dados de processo

3.2.4.2.9 Caso de uso Paralisar processo

3.2.4.2.10 Caso de uso Cancelar processo

3.2.4.2.11 Caso de uso Concluir processo

3.2.4.2.12 Caso de uso Cancelar tarefa

3.2.4.2.13 Caso de uso Vincular processos

3.2.4.2.14 Caso de uso Anexar processo

3.2.4.2.15 Caso de uso Corrigir tarefa concluída

3.2.4.2.16 Caso de uso Alterar fluxo de processo

3.2.4.2.17 Caso de uso Gerenciar observadores de processo

3.2.4.2.18 Caso de uso Notificar sobre prazo

3.2.4.2.19 Caso de uso Consultar resumo de processo

3.2.4.2.20 Caso de uso Consultar dados de processo

3.2.4.2.21 Caso de uso Consultar dados de tarefa

3.2.4.2.22 Caso de uso Monitorar processos em tramitação

3.2.4.3 Análise de fluxos de trabalho

3.2.4.3.1 Caso de uso Analisar desempenho de fluxo de trabalho

3.2.4.3.2 Caso de uso Simular fluxo de trabalho

3.2.5 Regras

3.2.5.1 Tipos de documentos que podem ser anexados a um processo

3.2.5.2 Validação de fluxo de trabalho

3.2.5.3 Estados de um tipo de processo

3.2.5.4 Estados de um fluxo de trabalho

3.2.5.5 Estados de um processo

3.2.5.6 Estados de uma tarefa

- 3.2.6 Requisitos não funcionais
- 3.3 Banco de Legislação
 - 3.3.1 Escopo do módulo
 - 3.3.1.1 Nome do módulo e de seus componentes principais
 - 3.3.1.2 Objetivo do módulo
 - 3.3.2 Descrição geral do módulo
 - 3.3.2.1 Visão geral
 - 3.3.2.2 Diagramas de contexto
 - 3.3.2.2.1 Diagrama de contexto Cadastramento de normas jurídicas
 - 3.3.2.2.2 Diagrama de contexto Consulta a normas jurídicas cadastradas
 - 3.3.2.3 Funções do módulo
 - 3.3.2.4 Usuários e sistemas externos
 - 3.3.2.5 Interfaces de sistema
 - 3.3.2.5.1 Interfaces de software
 - 3.3.2.5.2 Interfaces de hardware
 - 3.3.2.5.3 Interfaces de comunicação
 - 3.3.3 Modelo de entidades
 - 3.3.3.1 Diagramas de classes
 - 3.3.3.1.1 Diagrama de classes Norma jurídica
 - 3.3.3.1.2 Diagrama de classes Constituição
 - 3.3.3.1.3 Diagrama de classes Histórico de norma jurídica
 - 3.3.3.1.4 Diagrama de classes Cadastro de tipos de norma
 - 3.3.3.2 Descrição das classes
 - 3.3.4 Casos de uso
 - 3.3.4.1 Cadastramento de normas jurídicas
 - 3.3.4.1.1 Caso de uso Cadastrar dados de constituição
 - 3.3.4.1.2 Caso de uso Cadastrar emenda constitucional
 - 3.3.4.1.3 Caso de uso Cadastrar norma infraconstitucional
 - 3.3.4.1.4 Caso de uso Cadastrar norma complementar
 - 3.3.4.1.5 Caso de uso Cadastrar tipos de norma
 - 3.3.4.2 Consulta a normas jurídicas cadastradas
 - 3.3.4.2.1 Caso de uso Consultar norma jurídica
 - 3.3.5 Regras
 - 3.3.6 Requisitos não funcionais
- 3.4 Recuperação de informação
 - 3.4.1 Escopo do módulo
 - 3.4.1.1 Nome do módulo e de seus componentes principais
 - 3.4.1.2 Objetivo do módulo
 - 3.4.2 Descrição geral do módulo
 - 3.4.2.1 Visão geral
 - 3.4.2.1.1 Sentenças de pesquisa
 - 3.4.2.1.2 Relatórios
 - 3.4.2.2 Diagramas de contexto
 - 3.4.2.2.1 Diagrama de contexto Recuperação de informação

- 3.4.2.2.2 Diagrama de contexto Integração com outros módulos
- 3.4.2.3 Funções do módulo
- 3.4.2.4 Usuários e sistemas externos
- 3.4.2.5 Interfaces de sistema
 - 3.4.2.5.1 Interfaces de software
 - 3.4.2.5.2 Interfaces de hardware
 - 3.4.2.5.3 Interfaces de comunicação
- 3.4.3 Modelo de entidades
 - 3.4.3.1 Diagramas de classes
 - 3.4.3.1.1 Diagrama de classes Árvore de objetos de pesquisa
 - 3.4.3.1.2 Diagrama de classes Sentença de pesquisa
 - 3.4.3.1.3 Diagrama de classes Relatório
 - 3.4.3.2 Descrição das classes
- 3.4.4 Casos de uso
 - 3.4.4.1 Recuperação de informação
 - 3.4.4.1.1 Caso de uso Executar pesquisa
 - 3.4.4.1.2 Caso de uso Emitir relatório
 - 3.4.4.1.3 Caso de uso Cadastrar sentença de pesquisa
 - 3.4.4.1.4 Caso de uso Definir relatório
- 3.4.5 Regras
- 3.4.6 Requisitos não funcionais
- 3.5 Módulo de gestão de usuários
 - 3.5.1 Escopo do módulo
 - 3.5.1.1 Nome do módulo e de seus componentes principais
 - 3.5.1.2 Objetivo do módulo
 - 3.5.2 Descrição geral do módulo
 - 3.5.2.1 Visão geral
 - 3.5.2.2 Diagramas de contexto
 - 3.5.2.2.1 Gestão de usuários – Visão Geral
 - 3.5.2.3 Funções do módulo
 - 3.5.2.4 Usuários e sistemas externos
 - 3.5.2.5 Interfaces de sistema
 - 3.5.2.5.1 Interfaces de software
 - 3.5.2.5.2 Interfaces de hardware
 - 3.5.2.5.3 Interfaces de comunicação
 - 3.5.3 Modelo de entidades
 - 3.5.3.1 Diagramas de classes
 - 3.5.3.1.1 Usuários e grupos
 - 3.5.3.1.1.1 Diagrama de classes Usuários e grupos
 - 3.5.3.1.1.2 Diagrama de classes Histórico de usuários e grupos
 - 3.5.3.1.2 Sistemas
 - 3.5.3.1.2.1 Diagrama de classes Sistemas
 - 3.5.3.1.3 Permissões
 - 3.5.3.1.3.1 Diagrama de classes Permissões – Visão geral

- 3.5.3.1.3.2 Diagrama de classes Permissões de acesso
- 3.5.3.1.3.3 Diagrama de classes Permissões de administração
- 3.5.3.2 Descrição das classes
- 3.5.4 Casos de uso
 - 3.5.4.1 Usuários e grupos
 - 3.5.4.1.1 Caso de uso Cadastrar usuário
 - 3.5.4.1.2 Caso de uso Cadastrar grupo de usuários
 - 3.5.4.1.3 Caso de uso Consultar dados de usuários
 - 3.5.4.1.4 Caso de uso Desativar usuário automaticamente
 - 3.5.4.1.5 Caso de uso Alterar senha
 - 3.5.4.2 Sistemas
 - 3.5.4.2.1 Caso de uso Cadastrar sistema
 - 3.5.4.3 Permissões
 - 3.5.4.3.1 Caso de uso Gerenciar permissões de acesso
 - 3.5.4.3.2 Caso de uso Gerenciar permissões de administração
- 3.5.5 Regras
 - 3.5.5.1 Permissões de acesso de um usuário
- 3.5.6 Requisitos não funcionais
- 4 Informações de suporte
 - 4.1 Classes de entidade gerais
 - 4.1.1 Descrição
 - 4.1.2 Diagramas de classes
 - 4.1.2.1 Campo de dado
 - 4.1.2.2 Classes consultadas do SINFI
 - 4.1.3 Descrição das classes

Sumário da Especificação de Requisitos do Sistema Portal de Compras

- 1 Portal de compras – SEPLAG
 - 1.1 Contextualização
 - 1.2 Visão geral do produto
 - 1.3 Modelos de classes de entidade
 - 1.3.1 Catálogo de materiais e serviços
 - 1.3.1.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.1.2 Classes persistentes
 - 1.3.1.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.1.4 Diagramas de estados
 - 1.3.2 Contratos
 - 1.3.2.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.2.2 Classes persistentes
 - 1.3.2.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.2.4 Diagramas de estados
 - 1.3.3 COTEP
 - 1.3.3.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.3.2 Classes persistentes
 - 1.3.3.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.3.4 Diagramas de estados
 - 1.3.4 Execução de Despesa
 - 1.3.4.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.4.2 Classes persistentes
 - 1.3.4.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.4.4 Diagramas de estados
 - 1.3.5 Obras
 - 1.3.5.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.5.2 Classes persistentes
 - 1.3.5.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.5.4 Diagramas de estados
 - 1.3.6 Pregão
 - 1.3.6.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.6.2 Classes persistentes
 - 1.3.6.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.6.4 Diagramas de estados
 - 1.3.7 Processo de compras
 - 1.3.7.1 Diagrama de classes persistentes
 - 1.3.7.2 Classes persistentes
 - 1.3.7.3 Propriedades das classes persistentes
 - 1.3.7.4 Diagramas de estados
 - 1.3.8 Melhores preços

- 1.3.8.1 Diagrama de classes persistentes
- 1.3.8.2 Classes persistentes
- 1.3.8.3 Propriedades das classes persistentes
- 1.3.8.4 Diagramas de estados
- 2 Módulo de Telefonia - SEPLAG
 - 2.1 Contextualização
 - 2.2 Visão geral do produto
 - 2.3 Diagramas de classes de entidade
 - 2.3.1 Diagrama de entidades Legenda de cores
 - 2.3.1.1 Descrição
 - 2.3.1.2 Diagrama
 - 2.3.2 Diagrama de entidades Usuário
 - 2.3.2.1 Descrição
 - 2.3.2.2 Diagrama
 - 2.3.3 Diagrama de entidades Regras
 - 2.3.3.1 Descrição
 - 2.3.3.2 Diagrama
 - 2.3.4 Diagrama de entidades Contratos de telefonia
 - 2.3.4.1 Descrição
 - 2.3.4.2 Diagrama
 - 2.3.5 Diagrama de entidades Gestão de linhas telefônicas
 - 2.3.5.1 Descrição
 - 2.3.5.2 Diagrama
 - 2.3.6 Diagrama de entidades Faturas
 - 2.3.6.1 Descrição
 - 2.3.6.2 Diagrama
 - 2.3.7 Diagrama de entidades Fatura eletrônica
 - 2.3.7.1 Descrição
 - 2.3.7.2 Diagrama
 - 2.3.8 Diagrama de entidades Avaliação
 - 2.3.8.1 Descrição
 - 2.3.8.2 Diagrama
 - 2.3.9 Diagrama de entidades Auditoria dos gastos
 - 2.3.9.1 Descrição
 - 2.3.9.2 Diagrama
 - 2.3.10 Diagrama de entidades Classes de entidade
 - 2.3.10.1 Descrição
 - 2.3.10.2 Diagrama
 - 2.3.11 Diagrama de entidades
 - 2.3.11.1 Descrição
 - 2.3.11.2 Diagrama
 - 2.3.12 Diagrama de entidades Notificações
 - 2.3.12.1 Descrição
 - 2.3.12.2 Diagrama

- 2.3.13 Diagrama de entidades Pesquisa
 - 2.3.13.1 Descrição
 - 2.3.13.2 Diagrama
- 2.3.14 Diagrama de entidades Portal de compras
 - 2.3.14.1 Descrição
 - 2.3.14.2 Diagrama
- 2.3.15 Diagrama de entidades SIAD
 - 2.3.15.1 Descrição
 - 2.3.15.2 Diagrama
- 2.3.16 Diagrama de entidades SIAFI
 - 2.3.16.1 Descrição
 - 2.3.16.2 Diagrama
- 2.3.17 Diagrama de entidades SIRP
 - 2.3.17.1 Descrição
 - 2.3.17.2 Diagrama
- 2.3.18 Diagrama de entidades Visão geral
 - 2.3.18.1 Descrição
 - 2.3.18.2 Diagrama
- 2.4 Classes de entidade
- 2.5 Previsão de acesso e cardinalidade
- 2.6 Diagramas de estados
 - 2.6.1 Diagrama de estados Avaliação de nível de serviço mensal
 - 2.6.1.1 Diagrama
 - 2.6.1.2 Descrição dos estados
 - 2.6.2 Diagrama de estados Fatura de serviços de telefonia
 - 2.6.2.1 Diagrama
 - 2.6.2.2 Descrição dos estados
 - 2.6.3 Diagrama de estados Regra de conferência
 - 2.6.3.1 Diagrama
 - 2.6.3.2 Descrição dos estados
- 3 SINFI - SEPLAG
 - 3.1 Contextualização
 - 3.2 Visão geral do produto
 - 3.3 Diagrama de classes persistentes
 - 3.3.1 Gestão de dados de apoio
 - 3.3.2 Gestão de unidades administrativas
 - 3.3.3 Gestão de dados institucionais
 - 3.3.4 Gestão funções gratificadas ou cargos comissionados
 - 3.3.5 Gestão de fundos programas políticas
 - 3.3.6 Gestão de legislações
 - 3.3.7 Gestão de usuários
 - 3.4 Classes persistentes
 - 3.5 Propriedades das classes persistentes
 - 3.6 Diagramas de estados

- 3.6.1 Diagramas de estados referente a uma função gratificada ou cargo comissionado
- 3.6.2 Diagramas de estado referentes a uma instituição
- 3.6.3 Diagrama de estados referente a uma unidade administrativa
- 3.6.4 Diagrama de estados referente a um fundo estadual
- 3.6.5 Diagrama de estados referente a uma política
- 3.6.6 Diagrama de estados referente a um programa estadual
- 3.6.7 Diagrama de estados referente a uma legislação
- 3.6.8 Diagrama de estados referente a um perfil de usuário
- 3.6.9 Diagrama de estados referente a um usuário
- 4 SIL Tramitação – CMBH
- 4.1 Contextualização
- 4.2 Visão geral do produto
- 4.3 Diagrama de classes persistentes
 - 4.3.1 Fase
 - 4.3.2 Fluxo
 - 4.3.3 Grupo e tipo de proposição
 - 4.3.4 Proposição
 - 4.3.5 Campos de proposição - Dados de aprovação ou rejeição
 - 4.3.6 Campos de proposição - Dados de comissões definidas e temporárias
 - 4.3.7 Campos de proposição - Dados de identificação e situação
 - 4.3.8 Campos de proposição - Dados de requerimentos e emendas
 - 4.3.9 Campos de proposição - Demais campos
 - 4.3.10 Tarefa e tramitação
 - 4.3.11 Campos de fase - Dados de comissões competentes e enumeradas
 - 4.3.12 Campos de fase - Dados de distribuição e votação
 - 4.3.13 Campos de fase - Dados de relator e parecer
 - 4.3.14 Campos de fase – Demais campos
 - 4.3.15 Dia útil
- 4.4 Classes persistentes
- 4.5 Propriedades das classes persistentes