Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Centro de Tecnologia e Ciências
Faculdade de Engenharia

Alfredo Luiz Pessanha Manhães

Uso de ontologias e XMI como instrumento de modelagem para zoneamento urbano

Rio de Janeiro
2009

Alfredo Luiz Pessanha Manhães

Uso de ontologias e XMI como instrumento de modelagem para zoneamento urbano

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Geomática.

Orientadora: Prof[a]. Dr[a]. Neide Santos.

Co-orientador: Prof. Dr. Oscar Luiz Monteiro de Farias.

Rio de Janeiro

2009

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/CTC/B

M277 Manhães, Alfredo Luiz Pessanha.
Uso de ontologias e XMI como instrumento de modelagem para zoneamento urbano. / Alfredo Luiz Pessanha Manhães. – 2009.
178f.

Orientador : Neide Santos.
Co-orientador: Oscar Luiz Monteiro de Farias.
Dissertação (mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1.Geomática. 2. Sistema de recuperação da informação. 3. Ontologia. 4. Zoneamento urbano. I. Santos, Neide. II. Farias, Oscar Luiz Monteiro de. IV. Universidade do Estado do Rio de Janeiro.Faculdade de Engenharia. V. Titulo.

CDU 627.2:004.42

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação

_____ _____
Assinatura Data

Alfredo Luiz Pessanha Manhães

Uso de ontologias e XMI como instrumento de modelagem para zoneamento urbano

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de Concentração: Geomática.

Aprovado em 25/03/2009.

Banca Examinadora:

_____

Prof[a]. Dr[a]. Neide dos Santos (Orientadora)
Instituto de Matemática e Estatística da UERJ

_____

Prof. Dr. Oscar Luiz Monteiro de Farias (Co-orientador)
Faculdade de Engenharia da UERJ

_____

Prof. Dr. Orlando Bernardo Filho
Faculdade de Engenharia da UERJ

_____

Prof[a]. Dr[a]. Fernanda Cláudia Alves Campos
Departamento de Ciência da Computação da UFJF

Rio de Janeiro

2009

DEDICATÓRIA

À minha família, pelo incentivo à elaboração deste trabalho e apoio incondicional ao longo do curso. Aos meus avós (*in memorian*) Odília, Alfredo, Zaíra e Purchério, pelo amor e dedicação à família e que me permitiram ser o que sou hoje. Vocês foram, mas ficaram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por orientar meus caminhos e pela iluminação recebida para a conclusão deste trabalho.

À Faculdade de Engenharia da UERJ, em especial ao PGEC.

Á professora orientadora Neide dos Santos, pela paciência com os problemas pessoais pelos quais passei e pela dedicação ao trabalho de orientação.

Aos professores João, Nunes, Oscar, Íris, Orlando e Luiz Henrique pelo incentivo ao longo do curso e pelos ensinamentos que levo para a vida.

A Rinette, Luiz e Alexandre pelo apoio oferecido na Secretaria e nos laboratórios da Geomática.

Aos colegas do Geo-Macaé e da COORDEPLAN, órgãos da Secretaria Executiva de Planejamento da Prefeitura de Macaé-RJ, pelo suporte fornecido na execução deste trabalho.

RESUMO

MANHÃES, Alfredo Luiz Pessanha. *Uso de Ontologias e XMI como Instrumento de Modelagem para Zoneamento Urbano*.2009.192f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Computação). Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

O uso de sistemas computacionais para armazenamento, tratamento de dados e produção de informação, disseminou-se de maneira crescente nos últimos anos, e neste cenário estão incluídos os Sistemas de Informações Geográficas, os SIGs. A utilização de informação geográfica com acesso por computador é hoje a realidade de ambientes corporativos, entidades governamentais, escolas e residências. Esta dissertação apresenta uma proposta de modelagem de elementos de zoneamento urbano, baseada em uma ontologia de domínio. Ontologias são representadas como classes e atributos de um dado domínio. Na proposta apresentada, estas classes são exportadas para o formato XMI, resguardando as definições de classes, atributos e relacionamentos do domínio analisado e compondo um repositório de classes, permitindo, teoricamente, sua reutilização. Como exemplo da proposta, foi construída uma ontologia do Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ, seguindo a proposta do Plano Diretor Municipal, usando o editor Protégé. A ontologia construída foi exportada para o formato XMI, sendo a seguir criado um diagrama de classes, obtido através da importação das classes pelo software para modelagem de sistemas baseados no paradigma da OO, ArgoUML. Tal importação permite que a ontologia construída fique disponível na forma de um pacote de classes, que pode ser utilizado por aplicações que se baseiem no paradigma da OO para o desenvolvimento de sistemas de informação. Como forma de mostrar a utilização destas classes foi desenvolvido um protótipo utilizando o software ALOV Map, que oferece a visualização destas classes, na Web, como mapas temáticos.

Palavras-chave: Ontologia, XMI, Modelagem, Sistema de Informação Geográfica.

ABSTRACT

The use of computational systems for storage, data handling and production of information, was spread in recent years in increasing way, and in this scene the Geographic Information Systems (GIS) are enclosed. The use of geographic information accessed by computers is today the reality of corporative environments, governmental entities, schools, residences etc. This dissertation presents an urban zoning modeling proposal, based on domain ontologies. Ontologies are represented as classes and attributes for a certain domain. On this proposal, ontology classes are exported to XMI format, that maintains the definitions of classes, attributes e relationships of the domain analyzed, compounding a classes repository, allowing in theory, your reuse. As an exemplification of the proposal, was build an ontology with Protégé software, about the urban zoning of Macaé city, following the determinations of Municipal Director Plain. The ontology was exported to XMI format and imported by a CASE modeling tool based on Oriented Object (OO) paradigm, the ArgoUML that was used to create a classes diagram. This way, the urban zone ontology is disposal as a classes package, and it can be used by applications based on OO paradigm, allowing developers to build information systems. To showing a utilization of these classes, was developed a prototype with ALOV Map software that offers a visualization of classes, on the web, as thematic maps.

Keywords: Ontology, XMI, Modelling, Geographic Information Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de ontologias. 23
Figura 2 – Formalismos e linguagens de ontologias. 27
Figura 3 – Tela do Protégé. 28
Figura 4 – Arquitetura do Protégé. 29
Figura 5 – Exemplo de DTD. 35
Figura 6 – Exemplo de XML Schema. 37
Figura 7 – Estrutura simplificada da especificação XMI. 39
Figura 8 – Classe Address representada em arquivo XMI. 40
Figura 9 – Ciclo de extração e utilização de informações em um SIG 42
Figura 10 – Componentes do SIG. 42
Figura 11 – Representação de dados reais na forma matricial ou raster. 46
Figura 12 – Exemplo de imagem matricial – Macaé-RJ. 47
Figura 13 – Representação de dados vetoriais. 48
Figura 14 – Exemplo de imagem vetorial – Macaé-RJ. 48
Figura 15 – Alguns municípios do Estado do Rio de Janeiro vistos no ArcMap. 50
Figura 16 – Tela do ALOV Map. 52
Figura 17 – Evolução das visões do Cadastro. 59
Figura 18 – Macaé - Limites do Município de Macaé-RJ 61
Figura 19 – Macaé - Divisão em Setores Administrativos. 63
Figura 20 – Estrutura municipal de acordo com o Plano Diretor. 64
Figura 21 – Macaé – Distribuição da população que freqüenta escola. 67
Figura 22 – Visualização da ontologia de Zoneamento no Protégé. 77
Figura 23 – Classe Município. 78
Figura 24 – Classe Divisão Administrativa. 78
Figura 25 – Classe Macrozona (Subclasse de Divisão Administrativa). 79
Figura 26 – Classe Distrito (Subclasse de Divisão Administrativa). 80
Figura 27 – Classe Setor Administrativo (Subclasse de Divisão Administrativa). 80
Figura 28 – Classe Macroárea. 81
Figura 29 – Classe Subdistrito. 82

Figura 30 – Classe Bairro. 82
Figura 31 – Classe Atividade. 83
Figura 32 – Classe Zona. 84
Figura 33 – Classe Setor Especial. 85
Figura 34 – Classe Corredor Ecológico Urbano. 86
Figura 35 – Classe Quadra. 86
Figura 36 – Classe Face_Quadra. 87
Figura 37 – Classe Trecho_Logradouro. 87
Figura 38 – Classe Logradouro. 88
Figura 39 – Classe Lote. 89
Figura 40 – Classe Uso. 90
Figura 41 – Classes resultantes do arquivo XMI migradas para o ArgoUML. 91
Figura 42 – Diagrama de Classes no ArgoUML. 92
Figura 43 – Modelo de dados para as classes da ontologia. 95
Figura 44 – Tabelas no banco de dados. 95
Figura 45 – Imagem raster (satélite) do município de Macaé. 97
Figura 46 – Visão de Bairros e Macroáreas. 98
Figura 47 – Visão de Distritos e Bairros. 98
Figura 48 – Detalhe de mapa e dados da camadas em destaque. 99
Figura 49 – Detalhe mostrando tabela referente à camada Macroáreas. 100

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DIVISÃO EM SETORES ADMINISTRATIVOS 62
TABELA 2 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO 70
TABELA 3 - ELEMENTOS DO ZONEAMENTO MUNICIPAL 72
TABELA 4 – ELEMENTOS DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO..... 75
TABELA 5 - PROPRIEDADES DA CLASSE MUNICÍPIO 78
TABELA 6 - PROPRIEDADES DA CLASSE MACROZONA..... 79
TABELA 7 - PROPRIEDADES DA CLASSE DISTRITO 79
TABELA 8 - PROPRIEDADES DA CLASSE SETOR ADMINISTRATIVO 80
TABELA 9 - PROPRIEDADES DA CLASSE MACROÁREA 81
TABELA 10 - PROPRIEDADES DA CLASSE SUBDISTRITO..... 81
TABELA 11 - PROPRIEDADES DA CLASSE BAIRRO 82
TABELA 12 - PROPRIEDADES DA CLASSE ATIVIDADE..... 83
TABELA 13 - PROPRIEDADES DA CLASSE ZONA 83
TABELA 14 - PROPRIEDADES DA CLASSE SETOR ESPECIAL 84
TABELA 15 - PROPRIEDADES DA CLASSE CORREDOR ECOLÓGICO URBANO. 85
TABELA 16 - PROPRIEDADES DA CLASSE QUADRA 86
TABELA 17 - PROPRIEDADES DA CLASSE FACE_QUADRA 87
TABELA 18 - PROPRIEDADES DA CLASSE TRECHO_LOGRADOURO..... 87
TABELA 19 - PROPRIEDADES DA CLASSE LOGRADOURO..... 88
TABELA 20 - PROPRIEDADES DA CLASSE LOTE 89
TABELA 21 - PROPRIEDADES DA CLASSE USO..... 90

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

COM	Component Object Model
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CTM	Cadastro Técnico Municipal
DAML	DARPA Agent Markup Language
DCOM	Distributed Component Object Model
DTD	Document Type Definition
ECHO	European Cultural Heritage Online
ELDA	Evaluations and Language resources Distribution Agency
Geo-OMT	Geo-Objetct Modeling Technique
GeoOOA	Object-Oriented Analysis for Geographic Information Systems
HTML	Hypertext Markup Language
IFO	Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects
INTERA	Integrated European Language Resource Area
MADS	Modeling of Application Data with Spatio-temporal features
MER	Modelo Entidade Relacionamento
MOF	Meta Object Facility
NISO	National Information Standards Organization
ODBC	Open Database Connectivity
OGC	Open Geospatial Consortium
OGIS	Open Geodata Interoperability Specification
OIL	Ontology Inference Layer
OMG	Object Management Group
OMT	Objetct Modeling Technique
OO	Orientação a Objetos
ORPC	Object Remote Procedure Call
OWL	Web Ontology Language
PD	Plano Diretor
RDF	Resource Description Frame

RMI	Remote Method Invocation
SAD69	South American Datum – 1969
SGBDR	Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados Relacionais
SIBDAR	Sistema Integração de Banco de Dados Relacionais
SIG	Sistema de Informação Geográfica
SIRGAS 2000	Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas – 2000
SOA	Services Oriented Architecture
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
UML	Unified Modeling Language
WWW	World Wide Web
XMI	XML based Metadata Interchange
XML	Extensible Markup Language

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	16
1	**SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**	16
1.1	**Contexto da Pesquisa**	17
1.2	**Motivação e Objetivo da Dissertação**	18
1.3	**Visão Geral da Dissertação**	19
2	**REFERENCIAL TEÓRICO**	21
2.1	**Ontologias**	21
2.1.1	Introdução	21
2.1.2	Componentes da ontologia	21
2.1.3	Classificação e Desenvolvimento de ontologias	23
2.1.4	Metodologias para construção de ontologias	25
2.1.5	Linguagens para construção de ontologias	26
2.1.6	Ambientes para edição de ontologias	27
2.1.6.1	Protégé	27
2.1.7	Ontologias e Orientação a Objetos	29
2.1.8	Conclusão	30
2.2	**Linguagens de Marcação**	30
2.2.1	Introdução	30
2.2.2	*eXtensible Markup Language* - XML	31
2.2.2.1	Estrutura do documento XML	32
2.2.2.2	*Document Type Definition* – DTD	34
2.2.2.3	XML *Namespace*	35
2.2.2.4	XML *Schema*	36
2.2.3	Aplicações da XML	37
2.2.4	O padrão XMI	38
2.2.5	Conclusão	40
2.3	**Sistemas de Informação Geográfica**	41
2.3.1	Introdução	41

2.3.2	Informação geográfica e SIG	41
2.3.3	Utilização do SIG	43
2.3.4	Aspectos da informação geográfica	43
2.3.4.1	Modelos de representação da Terra	44
2.3.4.2	Datum	44
2.3.4.3	Sistema de coordenadas	45
2.3.4.4	Projeções	45
2.3.5	Representação de dados em SIG	45
2.3.5.1	Imagens matriciais	46
2.3.5.2	Imagens vetoriais	47
2.3.5.3	Arquitetura de dados em SIG	49
2.3.6	Software para SIG	50
2.3.6.1	ArcGIS	50
2.3.6.2	ALOV Map	51
2.3.7	Conclusão	53
2.4	**Trabalhos Relacionados**	53
2.4.1	Aplicação de ontologias	53
2.5	**Conclusão**	57
3	**ZONEAMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ**	58
3.1	**Introdução**	58
3.1.1	Cadastro	58
3.1.2	Cadastro Técnico Municipal	60
3.2	**O Município de Macaé**	60
3.2.1	Estrutura do Município e Cadastro Técnico Municipal	61
3.2.2	Plano Diretor Municipal	63
3.2.3	Geoprocessamento: o SIG Geo-Macaé	66
3.3	**Conclusão**	68
4	**ONTOLOGIA DE ZONEAMENTO**	69
4.1	**Introdução**	69
4.2	**Etapas de Desenvolvimento**	69
4.2.1	Construção da Ontologia de Zoneamento	70

4.2.1.1	Estudo de Domínio	71
4.2.1.2	Elaboração e Validação do Dicionário de Termos da Ontologia	71
4.2.1.3	Construção da ontologia no Protégé	77
4.2.1.4	Exportação da ontologia para formato XMI	90
4.2.2	Construção do Diagrama de Classes	91
4.2.2.1	Importação do arquivo XMI na ferramenta ArgoUML	91
4.2.2.2	Ajuste de classes, atributos e relacionamentos no diagrama	91
4.2.2.3	Geração do código-fonte das classes	92
4.2.3	Construção do Protótipo	93
4.2.3.1	Construção de tabelas a partir do modelo de classes	93
4.2.3.2	Associação de dados do Zoneamento com imagens vetoriais	96
4.2.3.3	Codificação de arquivos XML e HTML	96
4.2.3.4	Exibição do SIG em ambiente Web	96
4.3	**Conclusão**	100
5	**CONSIDERAÇÕES FINAIS**	102
	REFERÊNCIAS	104
	APÊNDICE A – Ontologia em código XMI	109
	APÊNDICE B – Código-fonte das classes da ontologia	163
	APÊNDICE C – Código-fonte para configuração do SIG	172
	APÊNDICE D – Script SQL do Banco de Dados	174

INTRODUÇÃO

Este capítulo introduz, contextualiza, delimita o tema da dissertação e os propósitos do trabalho.

1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

O mundo atual é resultado de uma série de transformações pelas quais a sociedade vem passando desde seus primórdios. O escritor Alvin Toffler, no seu livro A Terceira Onda, oferece uma interpretação para essas mudanças, apresentando a teoria ou a visão de que no passado a civilização teria vivenciado duas grandes revoluções ou "ondas" (agrícola e industrial), e estaria neste momento passando por uma terceira onda, a da Sociedade da Informação, fundamentada em novos paradigmas e no estado-da-arte das tecnologias (1):

> (...)
> A terceira revolução está acontecendo agora. Ela começou a acontecer por volta de 1955 nos Estados Unidos e em alguns outros países que estavam no auge do seu desenvolvimento industrial.Na terceira onda, a principal inovação está no fato de que o conhecimento passou a ser, não um meio adicional de produção de riquezas, mas, sim, o meio dominante. (...) O conhecimento, na verdade, se tornou o substituto último de todos os outros meios de produção. Na guerra, por exemplo, um centímetro quadrado de silício, na forma de um chip programado, pode substituir uma tonelada de urânio. O conhecimento se tornou ingrediente indispensável de armamentos inteligentes, que são programáveis para atingir alvos específicos e selecionados. Para derrotar o inimigo, freqüentemente basta destruir seu sistema de informações.
> Alvin Toffler – A Terceira Onda

Informação é um termo que possui muitos significados, e por ser de difícil conceituação pode ser interpretada de várias formas. Segundo Stair (2) a informação é definida como *"um conjunto de fatos organizados de tal forma que adquirem valor adicional além do valor do fato em si"*. A partir dessa definição deduz-se que a informação é obtida a partir de dados, mas estes últimos são fatos desprovidos de significado, caso não estejam associados a um domínio ou área. E dentro do contexto da Sociedade da Informação, o uso de informações para a construção de conhecimento é prioritário em muitas organizações.

A utilização da informação disseminou-se em vários níveis e campos do conhecimento, fazendo com que ela se tornasse cada vez mais abrangente e complexa. Esse fato teve repercussão na Ciência da Computação e contribuiu para o surgimento dos Sistemas de Informação (SI) em meio computacional. Laudon e Laudon (3) definem sistemas de informações como "*um conjunto de componentes inter-relacionados, trabalhando juntos para coletar,*

recuperar, processar, armazenar e distribuir informação com a finalidade de facilitar o planejamento, o controle, a coordenação, a análise e o processo decisório em empresas e outras organizações". Os SI envolvem pessoas, métodos e programas para se obter, armazenar, processar e transmitir dados e informações àqueles que os utilizarão com algum propósito.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias ao longo do século XX surgiu o conceito de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Segundo Câmara et al (4), *"SIGs são sistemas automatizados usados para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, ou seja, dados que representam objetos e fenômenos em que a localização geográfica é uma característica inerente à informação e indispensável para analisá-la",* e se apóia em procedimentos computacionais para permitir a análise, gestão e tratamento das informações relativas aos elementos do espaço geográfico. O SIG apresenta uma característica de informação dual, isto é, ele trata da informação descritiva do fenômeno geográfico observado e também de informações concernentes ao posicionamento espacial do mesmo, como latitude, longitude, sistema de coordenadas etc.

A utilização de informação baseada em sistemas computacionais (incluindo os SIG) é hoje, devido às necessidades de negócio, a realidade de muitas organizações públicas e privadas. Além do uso corporativo dos SI, a popularização dos computadores e da Internet disseminou seu uso em residências, escolas e outros locais, diminuindo distâncias e permitindo que a informação seja distribuída em larga escala e em alta velocidade.

1.1 **Contexto da Pesquisa**

Um importante aspecto na construção de sistemas e consequentemente dos SIG, é a metodologia adotada no seu desenvolvimento. Em um primeiro momento, quando a computação estava em seus primórdios, não havia metodologias que tratassem o desenvolvimento de sistemas de maneira formal, com fases bem definidas e ferramentas próprias para auxiliar o desenvolvedor no atendimento às necessidades do solicitante do software.

A partir dos anos setenta foram propostas diversas formas para se construir sistemas, que naturalmente foram evoluindo de forma a propiciar melhorias no processo de desenvolvimento. Em Denis e Wixon (5) podem ser encontradas diversas metodologias como o Desenvolvimento em Cascata, *Rapid Application Development* (RAD), Prototipagem, *Extreme Programming* (XP),

dentre outros. Todas têm suas vantagens e desvantagens, e devem ser escolhidas de acordo com as características dos softwares a serem desenvolvidos.

Qualquer que seja a metodologia adotada, uma etapa do desenvolvimento que merece atenção é a modelagem do contexto para o qual se propõe o software. Modelos oferecem, na forma de abstrações, uma visão simplificada da realidade, representando-a por meio de entidades, características e relações entre as entidades definidas.

A transposição adequada de elementos do mundo real para o ambiente computacional é uma tarefa importante e pode ser um fator de sucesso ou fracasso no processo de implementação de um SI em uma organização. Existem atualmente formas consagradas na modelagem de elementos para software como é o caso do Modelo Entidade Relacionamento (MER), que se aplica ao contexto dos Sistemas de Gerenciamento de Bancos de Dados (SGBD), e do Modelo de Classes definido pela *Unified Modeling Language* (UML), largamente utilizado no desenvolvimento de sistemas que se baseiam no paradigma da Orientação a Objetos (OO).

Uma das propostas para a modelagem conceitual de elementos de um contexto sugere o uso de ontologias. O termo ontologia, segundo Gruber (6), representa uma *"especificação explícita formal de uma conceituação compartilhada"*, como forma de representação do conhecimento sobre um determinado domínio de interesse. A utilização de uma ontologia permite a descrição de classes, cardinalidades, propriedades etc, e fornece um esquema semântico que especifica de maneira explícita e formal, os elementos do domínio em análise e os relacionamentos entre eles. Desta forma, em teoria, as ontologias podem ser utilizadas para representar os elementos de um contexto e auxiliar posteriormente no desenvolvimento de software.

1.2 **Motivação e Objetivo da Dissertação**

A motivação para desenvolver essa pesquisa surgiu do interesse do autor em investigar a possível utilização de ontologias de domínio como forma de favorecer a modelagem de dados a serem utilizados em um SIG.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é apresentar uma proposta de modelagem de elementos de zoneamento urbano, baseada em uma ontologia de domínio. Ontologias são representadas como classes e atributos de um dado domínio. Na proposta apresentada, estas classes são exportadas para o formato *eXtensible Metadata Interchange* (XMI), resguardando as

definições de classes, atributos e relacionamentos do domínio analisado e compondo um repositório de classes, permitindo, teoricamente, sua reutilização.

Para exemplificar a proposta, foi construída uma ontologia do Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ, seguindo a proposta do Plano Diretor Municipal, usando o editor Protégé. A ontologia construída foi exportada para o formato XMI, sendo a seguir criado um diagrama de classes, obtido através da importação das classes pelo software para modelagem de sistemas baseados no paradigma da OO, ArgoUML. Tal importação permite que a ontologia construída fique disponível na forma de um pacote de classes, que pode ser utilizado por aplicações que se baseiem no paradigma da OO para o desenvolvimento de sistemas de informação. Como forma de mostrar a utilização do grupo de classes foi desenvolvido um protótipo utilizando o software ALOV Map, que oferece a visualização dos elementos definidos pelas classes, na Web, como mapas temáticos.

A abordagem se vale do padrão XMI para favorecer a interoperabilidade semântica entre diferentes ambientes para desenvolvimento de software, que no estudo realizado são o editor de ontologias Protégé e o ArgoUML, ferramenta CASE para modelagem de sistemas que seguem o paradigma da OO.

A expectativa é que o trabalho contribua nos estudos sobre o uso de ontologias como ferramentas para auxiliar na modelagem de sistemas de informação e permitir sua reutilização por ambientes distintos, favorecendo também no trabalho cooperativo entre diferentes grupos de desenvolvimento de software.

1.3 **Visão Geral da Dissertação**

Para atingir seu objetivo, esta dissertação está estruturada em cinco capítulos, sendo que este primeiro, o Capítulo 1, introduz, contextualiza e delimita o tema, apresentando o problema e os propósitos do trabalho.

O Capítulo 2 fornece a base teórica necessária à compreensão do trabalho, abordando Ontologias, Linguagens de Marcação, com destaque para a *eXtensible Markup Language* – XML, e Sistemas de Informação Geográfica. Este mesmo capítulo procura consolidar a literatura e apresenta alguns trabalhos relacionados à pesquisa.

O Capítulo 3 apresenta uma visão conceitual sobre o Cadastro Técnico e Plano Diretor Municipal. Neste mesmo capítulo são destacados elementos do Zoneamento Urbano do

município de Macaé-RJ, que constituem o domínio da pesquisa e são instrumentos determinantes para o planejamento da cidade. Nesta etapa é dada ênfase ao Macrozoneamento proposto pelo Plano Diretor Municipal.

O Capítulo 4 apresenta a construção da ontologia para o domínio do Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ. A ontologia é utilizada como base para a modelagem e implementação de um repositório de classes baseadas no paradigma da OO. Como forma de demonstrar a utilização dessas classes, é construído um protótipo para visualização de mapas temáticos que reproduzem o conteúdo definido nas classes.

As Considerações Finais apresentam as conclusões do autor e a contribuição da dissertação desenvolvida, bem como os possíveis trabalhos futuros que darão continuidade à pesquisa.

2 **REFERENCIAL TEÓRICO**

Este capítulo apresenta a base conceitual necessária à compreensão desta dissertação, onde são tratados os conceitos de Ontologias, Linguagens de Marcação e Sistemas de Informação Geográfica. Também são apresentados neste capítulo alguns trabalhos relacionados aos assuntos que fornecem a base conceitual da pesquisa.

2.1 **Ontologias**

2.1.1 Introdução

O termo ontologia é parte do vocabulário de diversas áreas do conhecimento humano, embora apresente diferentes sentidos, de acordo com sua aplicação. Ontologia (do grego "*ontos*", ser, e *"logos*", palavra) (7) tem origem na época em que o filosósofo grego Aristóteles realizou estudos sobre as categorias e metafísica, ciência que estuda o ser e suas propriedades. Em seus tratados Aristóteles utiliza o termo *"categoria"* para análise e classificação de diferentes espécies.

Em Ciência da Computação a palavra ontologia faz referência a um vocabulário específico para um determinado contexto, havendo várias definições para o termo. Segundo Gruber (6) ontologia é *"uma especificação explícita de uma conceitualização",* visão ampliada por Guarino (8), que a define como *"uma teoria lógica para relacionar o significado pretendido de um vocabulário formal, isto é, seu comprometimento com uma conceitualização particular do mundo"*. Para Parreiras (9) ontologias são *"teorias que especificam um vocabulário relativo a um certo domínio. Este vocabulário define entidades, classes, propriedades, predicados e funções e as relações entre estes componentes."*

2.1.2 Componentes da ontologia

Uma ontologia deve especificar formalmente a área de conhecimento para a qual foi construída. Gruber (6) propõe cinco componentes para esta formalização:

- Conceitos: podem representar qualquer elemento de um domínio, como uma tarefa, uma função, uma estratégia, etc.

- Relações: representam as interações existentes entre os conceitos que são definidos para o domínio, onde as cardinalidade são sempre do tipo N:N.
- Funções: são casos especiais de relações, onde a cardinalidade é do tipo 1:N.
- Axiomas: são sentenças sempre verdadeiras e constantes, independentemente da situação.
- Instâncias: são usadas para representar os elementos existentes no domínio.

Maedche e Saab (10) apresentam uma proposta de formalização de ontologia com base em uma quíntupla formada pelos seguintes elementos: conceitos, relações, hierarquia, uma função que compreende conceitos não-taxonômicos e um conjunto de axiomas, que são a base para a construção de uma ontologia. Eles são definidos na expressão $O: = \{ C, R, H^c, rel, A^0 \}$ que compreende:

- Dois conjuntos disjuntos C e R cujos elementos são denominados, respectivamente, conceitos e relações.
- Uma **hierarquia de conceitos** $H^c : H^c$ é uma relação direcionada $H^c \subseteq C \; x \; C$ que é chamada hierarquia de conceitos ou taxonomia.
- Uma **função** $rel : R \rightarrow C \; x \; C$ que relaciona conceitos não taxonomicamente.
- Um conjunto de **axiomas** ontológicos A^0, expressos em uma linguagem lógica apropriada.

Uma ontologia tem por objetivo absorver o conhecimento genérico existente em um domínio e propiciar o seu entendimento semântico, permitindo a reutilização e o compartilhamento do conhecimento por um grupo de pessoas ou de programas. Para que isso aconteça, a interpretação do contexto deve ser realizada por um ou vários especialistas da área em estudo, além do conhecimento adquirido em documentação existente ou por informações obtidas em bancos de dados, que associados e modelados irão produzir a base de conhecimento relativa ao domínio.

2.1.3 Classificação e Desenvolvimento de ontologias

As ontologias são classificadas por Guarino (11) sob duas dimensões: (a) o seu nível de detalhamento e (b) o nível de dependência de uma tarefa em particular ou ponto de vista. A primeira dimensão trata de ontologias extremamente ricas e detalhadas, que estão mais próximas da semântica esperada em um vocabulário, em oposição a outras mais simples, que tem uma dependência maior da compreensão do usuário sobre o contexto ao qual se refere à ontologia.

A segunda dimensão distingue ontologias de alto nível, de domínio, de tarefas e de aplicação, que estão representadas na figura 1 e são descritas a seguir:

- Ontologias de Alto Nível (de topo): descrevem conceitos gerais, como espaço, tempo, matéria, objeto, evento, ação etc, que são independentes de um problema particular ou domínio.
- Ontologias de Domínio: descrevem um vocabulário relacionado a um domínio genérico, como medicina, direito, cadastro técnico etc.
- Ontologias de Tarefas: descrevem uma tarefa ou uma atividade genérica, como diagnóstico, vendas, etc, pela especialização de termos introduzidos na ontologia de alto nível.
- Ontologias de Aplicação: descrevem conceitos que dependem tanto de um domínio específico como de uma tarefa específica, e que geralmente são uma especialização de ambos.

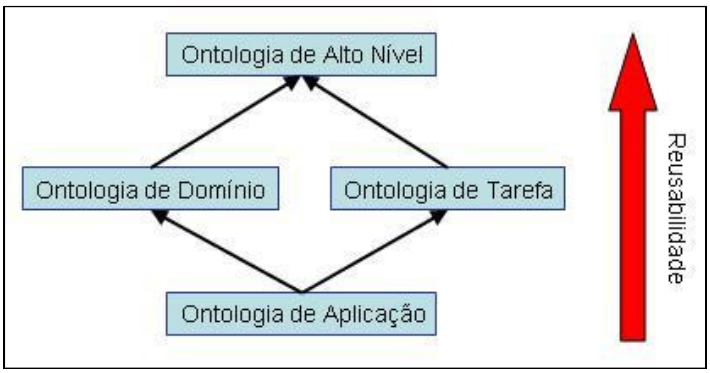


Figura 1 – Tipos de ontologias.
Fonte: adaptado de Guarino (8).

Segundo Novello (12) há relacionamentos que são mais utilizados na representação de ontologias: a taxonomia (“é um tipo de”), a partonomia (“é parte de”), a mereologia (teoria “parte-todo”), a cronologia (precedência entre conceitos) e a topologia (teoria de limite e fronteira).

Há alguns princípios básicos segundo Gómez-Pérez e Benjamins (13) que devem ser seguidos para desenvolver uma ontologia:

- Clareza e objetividade, ou seja, os termos apresentados na ontologia devem ser acompanhados de definições objetivas e também de documentação em linguagem natural;
- Completeza, onde uma definição deve expressar todas as condições necessárias e suficientes para expressar um termo, sendo preferida a uma definição parcial;
- Coerência, para que as inferências sejam consistentes e de acordo com as definições;
- Extensibilidade monotônica máxima, para permitir a inclusão de novos termos sem que haja necessidade de revisão das definições existentes;
- Mínimo compromisso ontológico, para permitir que sejam definidas tão poucas suposições quanto possíveis sobre o mundo a ser modelado, permitindo que as especializações e instanciações da ontologia sejam definidas com liberdade;
- Princípio da distinção ontológica, isto é, as classes definidas na ontologia devem ser disjuntas, sem superposição de conceitos;
- Diversificação das hierarquias para aproveitamento máximo dos mecanismos de herança múltipla;
- Modularidade para minimizar o acoplamento entre os módulos;
- Minimização da distância semântica entre conceitos similares, de forma a agrupá-los e representá-los sob as mesmas primitivas;
- Padronização dos nomes sempre que possível.

As ontologias tornam possível definir uma infra-estrutura para integrar sistemas inteligentes em seu nível conceitual (do conhecimento), que é independente do nível de implementação. Uma série de benefícios propiciados pelo uso de ontologias é citada em Menzies (14), Noy e McGuinness (15), Uschold e Grüninger (16), destacando-se os seguintes:

- A representação formal de um contexto (domínio) por uma ontologia, torna possível uma automatização consistente e mais confiável.
- Ao propiciar compreensão comum sobre um domínio, a ontologia facilita o entendimento e favorece o compartilhamento do conhecimento entre os membros interdisciplinares de uma equipe.
- A utilização de definições formais do domínio de forma explícita favorece a reutilização da ontologia.
- A informação estruturada numa ontologia permite capturar a semântica dos dados e seu processamento automático, gerando conhecimento para os humanos.
- Por permitir que diferentes sistemas computacionais possam compartilhar dados estruturados, favorece a interoperabilidade.

Uma ontologia permite a montagem do vocabulário específico de um domínio, de forma que ele seja modelado em um dicionário de termos, que servirá de base para a especificação dos requisitos de uma aplicação, facilitando sua documentação, manutenção e permitindo o reuso de conhecimento.

2.1.4 Metodologias para construção de ontologias

A tarefa de retratar o mundo real de forma simplificada em um modelo não é simples. Uma tentativa de simplificação da realidade baseia-se no conceito de representação de domínios, ou seja, são selecionados grupos (domínios) de conhecimento, a partir de análises e restrições na diversidade das informações existente no mundo real. Cada domínio é definido para representar uma área do conhecimento de forma coerente e com a riqueza de detalhes que lhe é pertinente.

Uma ontologia consiste basicamente em (a) uma coleção de conceitos que representam tópicos importantes na definição de um dado domínio de conhecimento, (b) na definição das características relevantes para esses tópicos e (c) na definição de relacionamentos entre esses conceitos, além de possibilitar uma organização hierárquica desses conceitos, sempre que for necessário.

Com base na classificação proposta por Guarino (11) é possível que uma área do conhecimento seja retratada por varias ontologias, onde cada uma irá tratar de maneira particular

uma parte do domínio de conhecimento. Como exemplo pode ser citado o domínio Medicina e suas diversas especializações como Cardiologia, Neurologia etc.

Embora não haja um consenso sobre a melhor metodologia para construção de ontologias, existem diversas propostas na literatura, como é mostrado no estudo comparativo feito por Silva (17), avaliando metodologias como Enterprise, Kactus e Methontology. Para o desenvolvimento do estudo de caso deste trabalho foi adotada a abordagem de Noy e McGuinness (15), que propõe a elaboração de uma ontologia com as seguintes etapas:

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- Investigar o reuso de ontologias existentes;
- Listar termos importantes;
- Definir as classes;
- Identificar a hierarquia de classes;
- Definir propriedades das classes.

A construção de ontologias permite o compartilhamento e o reuso do conhecimento, já que ele é definido de forma genérica entre diferentes comunidades e aplicações. O processo de construção necessita de profissionais com alto nível de conhecimento do domínio a ser representado e de alguns elementos computacionais, a saber: (a) uma linguagem para a representação da ontologia e (b) um ambiente para a edição da ontologia. Estes dois itens são apresentados a seguir.

2.1.5 Linguagens para construção de ontologias

As linguagens propostas para construir ontologias baseiam-se em formalismos como Lógica de 1ª Ordem, Redes Semânticas, Frames, dentre outros (18) (19), das quais podem ser destacadas: *Resource Description Frame* (RDF), *Ontology Inference Layer* (OIL), *DARPA Agent Markup Language* (DAML), DAML+OIL e *Web Ontology Language* (OWL). A figura 2 apresenta algumas linguagens para representação de ontologias e sua relação com diversos formalismos.

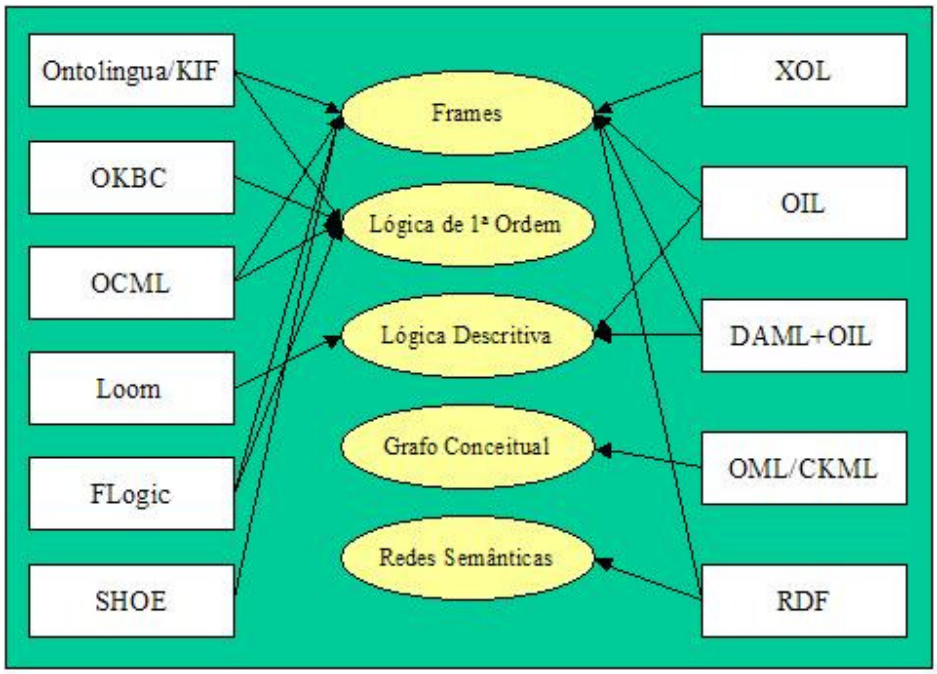


Figura 2 – Formalismos e linguagens de ontologias.
Fonte: adaptado de Gómez-Pérez e Corcho (18).

2.1.6 Ambientes para edição de ontologias

Para auxiliar a tarefa de construção de ontologias a partir das linguagens propostas há diversas ferramentas para a edição, cada qual com suas peculiaridades, como DOME, JOE, OntoEdit, Ontolingua, Protégé, dentre outros. Para este trabalho foi selecionado o Protégé versão 3.2.1, que é apresentado a seguir.

2.1.6.1 Protégé

O Protégé 3.2.1 é um ambiente para a edição de ontologias de domínio, desenvolvido pelo Departamento de Informática Médica da Universidade de Stanford, cujo projeto original tratava da aquisição de conhecimento para a área de Cancerologia (20). Ele foi desenvolvido em plataforma Java, com código aberto, e deve ser instalado diretamente no computador, distinguindo-o de outros editores que só estão disponíveis em ambiente Web.

O Protégé apresenta uma interface (figura 3) com recursos para a definição de classes, atributos e instâncias de classes, configuração de formulários para entrada e recuperação de dados da ontologia.

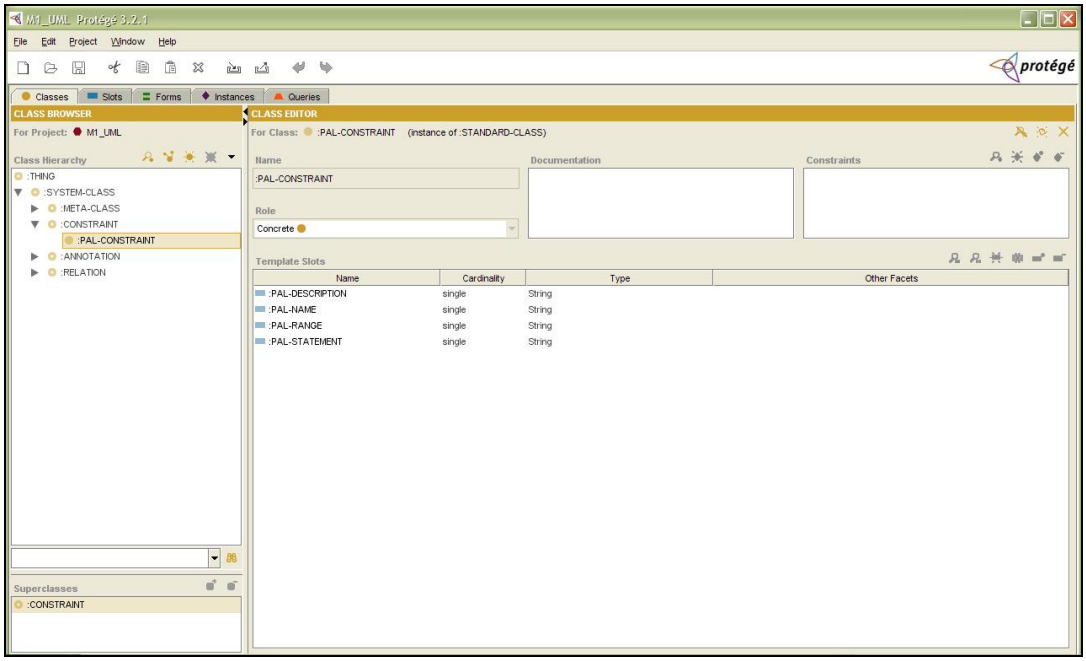


Figura 3 – Tela do Protégé.

O Protégé segue uma arquitetura onde o núcleo da aplicação se comunica com a interface do usuário que está associada a extensões ou plugins, que podem ser adicionados de acordo com a necessidade de uso. A base de armazenamento persistente pode ser na forma de arquivos em vários formatos ou até mesmo em um banco de dados relacional.

A arquitetura adotada para o Protégé (figura 4) é favorável à evolução do programa, na medida em que toda uma comunidade formada por usuários e programadores, pode desenvolver novos módulos para atender à funcionalidades específicas, como um novo plugin para a interface do usuário ou a conexão a uma base de dados.

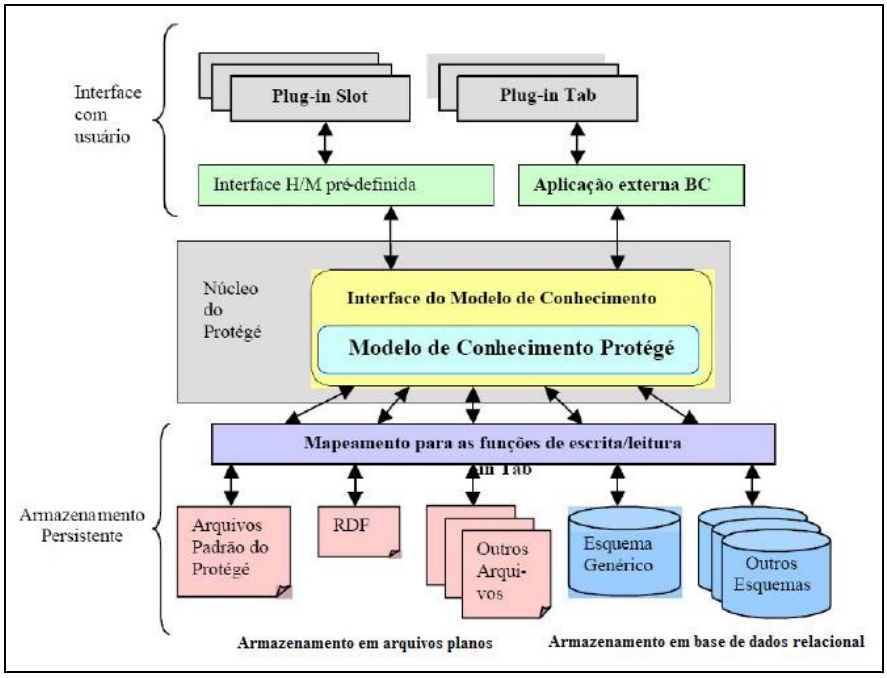


Figura 4 – Arquitetura do Protégé.
Fonte: Paschoal (20).

2.1.7 Ontologias e Orientação a Objetos

O paradigma da Orientação a Objetos (OO) apresenta uma estreita relação com as ontologias. A OO trata do desenvolvimento de software utilizando um processo de abstração onde os elementos do mundo real são interpretados como coleções de objetos distintos, denominadas classes, como pode ser visto em Page-Jones (21) onde são citados os trabalhos de Booch, Coad e Yourdon, e O`Docherty. Cada classe define o comportamento (métodos), possíveis estados de seus objetos (atributos), as relações com outras classes e a troca de mensagens entre objetos.

Para representar essas abstrações o *Object Management Group* – OMG, desenvolveu a *Unified Modeling Language* (UML) (22), uma linguagem para que todos os artefatos (elementos que influenciem direta ou indiretamente no desenvolvimento de software) de um sistema sejam especificados, visualizados e documentados. Por ter essas características ela possibilita a avaliação da modelagem do negócio ou de outros aspectos não computacionais do sistema.

2.1.8 Conclusão

As ontologias são coleções organizadas de conceitos e propriedades representativas de domínios específicos de conhecimento. Embora não haja um consenso sobre como construir ontologias, diversas metodologias, linguagens e ferramentas de edição vêm sendo propostas com essa intenção.

O uso de Ontologias traz como principais vantagens o compartilhamento de conhecimento e o seu reuso em diferentes aplicações, podendo ser usada como um padrão de comunicação entre bases de dados heterogêneas. E já que elas procuram representar as informações de um determinado contexto ou domínio sob forma estruturada, demonstram ter grande utilidade para promover a interoperabilidade entre sistemas de informação.

2.2 **Linguagens de Marcação**

2.2.1 Introdução

Uma linguagem de marcação ou *markup language* é um agrupamento de símbolos que combina textos ou dados a informações particulares ou propriedades específicas deles, permitindo representar tanto o conteúdo quanto as instruções relativos à sua estrutura. O termo *markup* faz referência às marcas ou rótulos que determinam o lugar e a forma da informação.

As informações constantes numa linguagem de marcação podem se referir à estrutura do texto ou à sua forma de apresentação. As marcações podem ser classificadas sob três aspectos (23):

- Apresentacionais: a estrutura e apresentação do documento são definidas por comandos que o usuário não vê. Exemplo: na edição de uma planilha eletrônica, são inseridos códigos no documento que definem “espessura 2 para a moldura da célula A2”.
- Procedimentais: neste caso a estrutura e apresentação do documento são vistas e definida pelo usuário, e as marcações são depois interpretadas na sequencia em que foram escritas. Exemplo: a marcação <b> utilizada em *Hypertext Markup Language* (HTML), para a definição de uma parte do texto em negrito.

- Semânticas ou descritivas: marcações que se traduzem em “rótulos” aplicados a trechos de texto, mas que em alguns momentos não provocam mudanças visuais nos mesmos. Exemplo: a marcação <a> utilizada em HTML, para a definição de texto plano.

As linguagens de marcação começaram a ser desenvolvidas nos anos 60 na tentativa de se separar o conteúdo de documentos eletrônicos de sua estrutura de apresentação, e favorecer a integração entre diferentes sistemas. Essa iniciativa resultou na criação da primeira linguagem de marcação, *Generalized Markup Language* (GML) (24), que definiu um protocolo com regras e procedimentos para a identificação de conjuntos de informações, buscando promover a interoperabilidade.

A partir da criação da GML foi proposta uma nova linguagem de marcação, a *Standard Generalized Markup Language* (SGML), não proprietária e de código aberto, especificada através de construções incluídas no próprio código SGML ou coletadas a partir de um documento chamado *Document Type Definition* (DTD). Neles estão registradas as possíveis marcações válidas para os elementos, declarações de atributos e outras informações.

A SGML é uma metalinguagem que passou por significativos aprimoramentos, resultando na criação de outras linguagens como a HTML e *eXtensible Markup Language* (XML). Para atender aos propósitos da dissertação, a XML é descrita a seguir.

2.2.2 *eXtensible Markup Language* - XML

A *eXtensible Markup Language* (XML) é uma linguagem de marcação derivada do SGML, e definida pelo *Word Wide Web Consortium* (W3C) (25). Em XML, assim como na HTML, a marcação é feita na forma de marcadores ou *tags*, que se destacam dos textos descritores de dados. Ao contrário de SGML, a XML não exige o uso de um DTD para cada documento produzido.

A XML apresenta uma série de vantagens, das quais destacam-se:

- Extensibilidade, pois permite que novos elementos sejam criados na estrutura do documento, de acordo com a necessidade.
- Separação entre o conteúdo de documentos de sua estrutura de apresentação.

- Portabilidade entre diferentes sistemas operacionais e aplicações.
- Flexibilidade na estruturação dos dados.
- Permite a representação de estruturas complexas na forma de árvores e grafos.
- Compatibilidade com protocolos utilizados na internet.
- Independência de plataforma.

Embora tenha uma série de vantagens, a XML não provê nenhum mecanismo que sirva para a apresentação de dados nem para conectar documentos, como em HTML, ficando essa tarefa a cargo das aplicações envolvidas na utilização do documento XML.

2.2.2.1 Estrutura do documento XML

O documento XML é composto por duas partes principais: um prólogo e um elemento raiz.

O prólogo é a primeira seção de um documento XML. Ele apresenta a declaração que informa ser um documento XML, as instruções de processamento (*Processing Instruction*, ou PI) que servem para orientar os aplicativos ao manipularem os dados contidos no documento XML, e também alguns comentários. A primeira marcação (primeira linha) de qualquer documento XML mostra uma PI que informa a versão de XML e o conjunto de caracteres utilizado no documento. O código "<*?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?*>" representa um exemplo de prólogo.

O elemento raiz é a seção principal do documento XML, e contém os dados do documento e informações que descrevem a estrutura dos dados. Nesta seção estão os elementos, atributos, entidades e seções CDATA.

Um conjunto de elementos com as mesmas propriedades é chamado de tipo de elemento, o que é definido com um marcador específico para cada tipo. Os tipos de elemento possuem atributos, que são representados como parte do marcador. Um atributo define uma característica ou propriedade de um elemento, e é incluído no marcador inicial de um elemento. Todo atributo é composto do par *nome_atributo="valor"*.

Os comentários seguem o formato de HTML, e são delimitados pela combinação dos caracteres "<!--" e "-->". As entidades são utilizadas na representação de caracteres especiais de

marcação (**<, &, >, “),** e se referem a textos usados com freqüência na estrutura do documento ou ainda para incluir conteúdo de arquivos externos”.

As seções CDATA são delimitadores de conteúdo a ser ignorado pelo analisador sintático do documento.

A seguir é mostrado um exemplo de documento XML, que fornece informações sobre funcionários de uma empresa. Os números no início de cada linha servem apenas para identificar cada uma das linhas de código XML, e não fazem parte do documento.

```
1. <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2. <!-- Este documento XML contém informações dos empregados. -->
3. <Empregados>
4.    <Empregado>
5.       <Nome MatriculaEmpregado="98784">Joana Sales</Nome>
6.    </Empregado>
7. </Empregados>
```

A linha 1 mostra o prólogo e uma instrução de processamento (PI), informando a versão de XML (1.0) e o conjunto de caracteres (UTF-8) do documento. A linha 2 apresenta um comentário. Na linha 3 é mostrado o elemento raiz Empregados, e na linha 4, o elemento Empregado. A linha 5 apresenta o atributo MatriculaEmpregado associado ao elemento Nome. As linhas 6 e 7 contém, respectivamente, os marcadores de finalização de cada elemento.

De acordo com o W3C, a criação de um documento XML deve observar alguns critérios:

- O documento deve conter somente um elemento raiz e seu conteúdo.
- Todos os elementos XML devem conter marcas de fim.
- Os nomes das marcas de início e de fim do elemento devem ser idênticos.
- Os elementos não podem se sobrepor, ou seja, a marca de início de um elemento deve terminar dentro do mesmo elemento que a contém.
- Todos os valores de atributos devem ser definidos entre aspas.
- Os caracteres “<”, “>” e “&” são especiais e não devem ser usados no texto do documento.

O W3C recomenda uma série de especificações importantes para a XML, como é o caso da DTD, XML *Schema* e XML *Namespaces* que são apresentados a seguir. Outras especificações podem ser consultadas diretamente na documentação disponível na página do W3C.

2.2.2.2 *Document Type Definition* – DTD

A *Document Type Definition* (DTD) provê uma gramática apropriada para a correta interpretação do conteúdo codificado, validando a sintaxe e a semântica de um documento XML. A DTD define restrições na estrutura física e lógica de documentos XML, estabelecendo regras que podem ser armazenadas em um arquivo separado ou até mesmo no próprio corpo do arquivo XML.

De acordo com Damasceno (26), uma DTD pode definir as seguintes restrições:

- Elementos obrigatórios e proibidos;
- Elementos aninhados, definindo a estrutura hierárquica do documento;
- Atributos obrigatórios e opcionais de um determinado elemento;
- Valores de atributos válidos;
- Identificadores de elementos dentro de um documento (atributo de identificação);
- Referências em uma parte de um documento a um elemento definido em uma outra parte (incorporação por referência);
- Segmentos compartilhados de especificação DTD internos ou externos incorporados ao DTD (entidades).

Em um DTD há dois tipos de declaração que se destacam, onde o primeiro tipo é a especificação de um elemento de um documento XML em DTD. A sintaxe de declaração de uma DTD inicia-se pelo termo “<!ELEMENT”, seguida pelo nome do elemento no documento, um modelo de conteúdo e termina com o delimitador “>”. O modelo de conteúdo explicita o conteúdo suportado pelo elemento. O conteúdo pode ser composto de dados e elementos filhos, definido em até cinco tipos diferentes de modelos de conteúdo de elementos: vazios, sem restrição de conteúdo, contendo apenas dados de caracteres, contendo apenas outros elementos e com conteúdo misto. O termo PCDATA refere-se aos dados de caracteres que necessitam ser analisados por um analisador XML. O termo CDATA tem significado semelhante ao PCDATA, porém os caracteres não são tratados por um analisador.

O segundo tipo de declaração a ser destacado é o atributo, cuja sintaxe consiste no termo <!ATTLIST seguido do nome do elemento, tipo e declarações padrões, que são utilizadas para

definir valores fixos (#FIXED), valores que não precisam ser incluídos (#IMPLIED) ou ainda quando o valor é requerido (#REQUIRED).

A especificação DTD não segue a sintaxe de documentos XML, como é mostrado no exemplo da figura 5, trazendo algumas deficiências para representação de informações. Essas deficiências foram corrigidas com a recomendação do XML *Schema*.

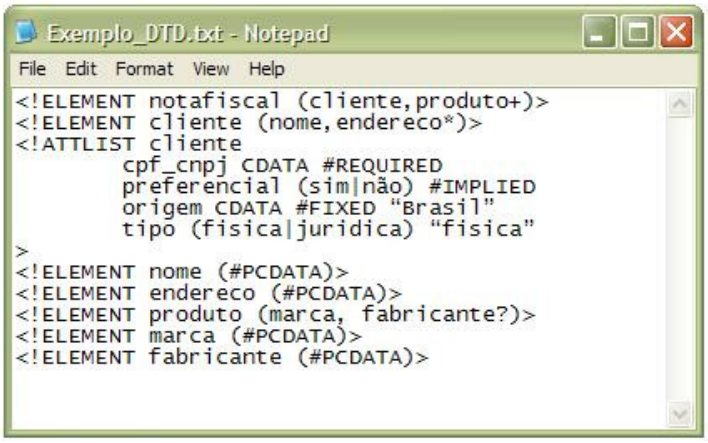


Figura 5 – Exemplo de DTD.
Fonte: Damasceno (26).

2.2.2.3 XML *Namespace*

O XML *Namespace* (espaço de nomes) é uma recomendação do W3C utilizada para organizar elementos e atributos em grupos distintos e estruturados, fornecendo um mecanismo para evitar problemas no uso de documentos XML por múltiplos módulos de software, como colisões de nomes e não reconhecimento de nomes por módulos de processamento. O acesso aos dados estruturados é orientado pela recomendação *Document Object Model* (DOM), nível 1, e a declaração de um *namespace* é feita pela referência de um *Uniform Resource Identifier* (URI), um grupo de caracteres utilizado para identificar recursos físicos ou abstratos na web.

O *namespace* contextualiza, em função do domínio, um nome de elemento ou de atributo, permitindo que um nome seja repetido em um documento XML, desde que ele esteja em escopos diferentes. A XML permite que se declarem vários *namespaces* em um único documento, cuja identificação é feita pelo *namespace* separado pelo caracter dois pontos (“:”), da palavra reservada xmlns. Em <Pedido xmlns:pmacae=http://www.pmacae.rj.gov.br/exemplo-ns>, por exemplo, o URI está associado ao prefixo *pmacae* do elemento *Pedido*. Neste caso, os nomes de

elementos situados dentro do elemento *Pedido* podem ser qualificados a partir do prefixo *namespace pmacae*, como por exemplo: <pmacae:PedidoItem />.

2.2.2.4 XML *Schema*

A DTD mostrou deficiências que levaram o W3C, em 2001, a produzir a recomendação XML *Schema* (26). Um Esquema XML descreve a estrutura de um documento, definindo os elementos existentes, sua ordem e os valores possíveis para cada conteúdo.

A utilização de XML *Schema* trouxe avanços em relação ao DTD, das quais pode-se citar:

- Obediência à sintaxe XML; sendo desta forma extensível e permitindo declarações de estruturas internas mais ricas e complexas.
- Tipos de dados orientados a dados em comparação aos dos DTDs orientados a documentos.
- Fornecimento de um controle aprimorado sobre o conteúdo dos elementos.
- Capacidade de definição de tipos de dados complexos, por exemplo, estruturas de entidades reutilizáveis.
- Capacidade de definição de relacionamentos entre documentos utilizando chaves, semelhante aos modelos relacionais convencionais.

Assim como nas DTDs, o documento XML *Schema* pode ser armazenado em um documento separado ou no próprio documento XML. A declaração de elementos de um XML *Schema* apresenta dois tipos básicos: os elementos simples e os complexos. A marcação *simpleType* define um elemento simples ao passo que a marcação *complexType*, define os elementos complexos.

Os atributos de cardinalidade *minOccurs* e *maxOccurs* são utilizados respectivamente, na definição do número mínimo e máximo de ocorrências de um elemento no documento. Caso não seja especificado o valor máximo, deve ser declarado o valor *unbounded*, caso contrário fica subentendido que o elemento aparecerá apenas uma vez no documento.

O XML *Schema* utiliza os delimitadores de grupo *sequence*, *choice* e *all*, que definem a ordem dos elementos nos documentos XML. O delimitador s*equence* informa a seqüência a ser seguida pelos elementos no documento XML *Schema*. *Choice* informa que somente um dos

elementos declarados irá aparecer. Já o delimitador *all* informa que os elementos declarados podem aparecer nenhuma ou apenas uma vez no documento.

A figura 6 apresenta um exemplo de XML *Schema*., onde pode ser vista a declaração de elementos simples e complexos e a utilização de alguns delimitadores.

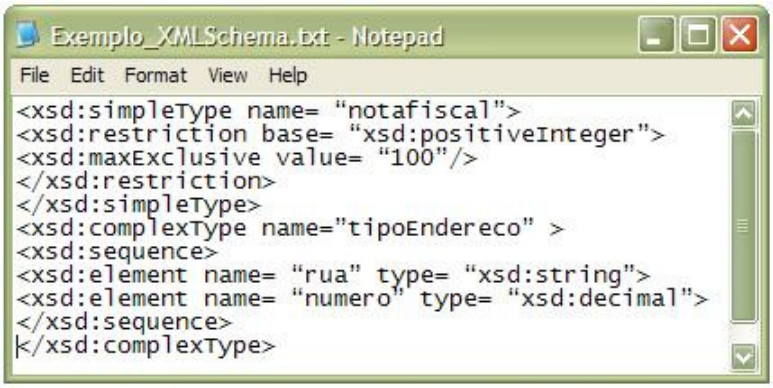


Figura 6 – Exemplo de XML Schema.
Fonte: Damasceno (26).

2.2.3 Aplicações da XML

O XML pode atender a diversas finalidades. Um exemplo é visto na *Chemical Markup Language* – CML, utilizada como linguagem de marcação para aplicações na área química. A seguir é mostrado o trecho de um documento CML que define as características da molécula do composto orgânico Metanol:

```
<molecule id="METHANOL">
   <atomArray>
         <stringArray builtin="elementType">C O H H H H </stringArray>
         <floatArray builtin="x3" units="pm">-0.748 0.558 -1.293
         -1.263 -0.699 0.716 </floatArray>
   </atomArray>
</molecule>
```

O W3C recomenda a conversão de documentos HTML em XML ou "XMalização", conforme o exemplo a seguir:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml" xml:lang="en" lang="en">
<head><title>Hello world!</title></head>
<body><p>foobar</p></body> </html>
```

Outro aspecto do uso de XML envolve a representação de esquemas de metadados. O termo metadado (do grego *meta-* + latim *data*) foi criado em 1969 por Jack E. Myers, em referência aos dados que descreviam registros de arquivos, e segundo Marco (27) é definido como *"todo dado ou informação que resulte em conhecimento relacionado aos processos técnicos ou de negócio de uma organização"*. Metadados referem-se a dados sobre dados, ou ainda, a informação que descreve um conjunto de dados, e representam aspectos como estrutura, conteúdo, qualidade, contexto, origem, proprietário e condições do dado. Metadados podem ser representados a partir de documentos XML como forma de permitir a interoperabilidade entre sistemas, como é o caso da proposta do padrão XML *based Metadata Interchange* – XMI, assunto que é abordado no Capítulo 3, item 3.5.3.

A XML é encontrada também em aplicações para Meteorologia (*Weather Observation Markup Language*), Matemática (*Math Markup Language* – MathML), XHTML, dentre outras. Em http://xml.coverpages.org/xmlApplications.html é encontrada uma lista contendo outras aplicações da XML.

2.2.4 O padrão XMI

O XML *based Metadata Interchange* (XMI) (28) é uma especificação baseada na *Meta Object Facility* (MOF), onde ambos são padrões definidos pelo *Object Management Group* (OMG). MOF é uma tecnologia para definição de metamodelos, oferecendo uma arquitetura para o desenvolvimento de repositórios de metadados que podem ser intercambiados entre aplicações e ferramentas de engenharia de sofotware. A especificação MOF apresenta:

- Uma definição formal em linguagem abstrata para o meta-metamodelo MOF.
- As regras de mapeamento dos metamodelos MOF para implementação em alguma plataforma ou tecnologia.
- O padrão XMI para intercâmbio de metadados e metamodelos entre as ferramentas, com base em documentos XML.

A figura 7 mostra a estrutura simplificada da especificação XMI.

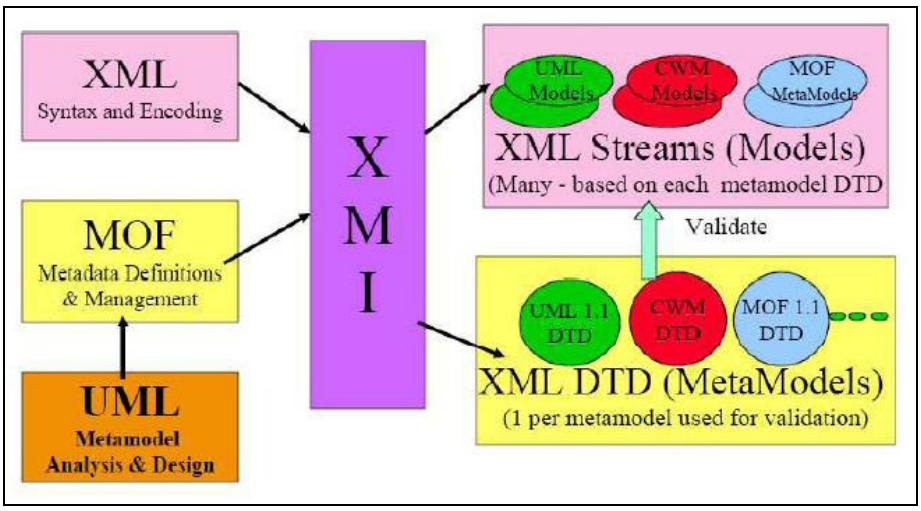
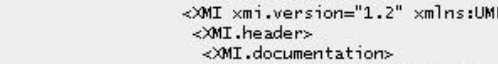


Figura 7 – Estrutura simplificada da especificação XMI.
Fonte: OMG (28).

A especificação XMI se baseia no MOF como metamodelo e na XML como linguagem de marcação para formatação de dados a serem transferidos entre diferentes ambientes. Um metamodelo define as possíveis estruturas e significados dos elementos de um modelo. Alguns metamodelos baseados no padrão MOF são o *Unified Modeling Language* (UML), para modelagem de sistemas e o *Common Warehouse Metamodel* (CWM), para representação de metadados em ambientes de *Data Warehouse*.

A UML foi modelada como uma instância do modelo MOF, e tem no XMI um formato para intercâmbio de dados, onde os tags da marcação XML representam as informações a serem trocadas. Pode se dizer que o XMI representa a integração entre XML, UML e MOF, e seu principal objetivo é permitir a troca de metadados entre ferramentas de modelagem baseadas na UML, favorecendo a descrição de modelos orientados a objetos na forma de metadados.

A figura 8 mostra um exemplo de representação de documento XMI para a classe Address e seus atributos.




```
<?xml version="1.0"?>
<XMI xmi.version="1.2" xmlns:UML="org.omg/UML/1.4">
 <XMI.header>
  <XMI.documentation>
   <XMI.exporter>ananas.org stylesheet</XMI.exporter>
  </XMI.documentation>
  <XMI.metamodel xmi.name="UML" xmi.version="1.4"/>
 </XMI.header>
 <XMI.content>
  <UML:Model xmi.id="M.1" name="address" visibility="public"
             isSpecification="false" isRoot="false"
             isLeaf="false" isAbstract="false">
   <UML:Namespace.ownedElement>
    <UML:Class xmi.id="C.1" name="address" visibility="public"
               isSpecification="false" namespace="M.1" isRoot="true"
               isLeaf="true" isAbstract="false" isActive="false">
     <UML:Classifier.feature>
      <UML:Attribute xmi.id="A.1" name="name" visibility="private"
                     isSpecification="false" ownerScope="instance"/>
      <UML:Attribute xmi.id="A.2" name="street" visibility="private"
                     isSpecification="false" ownerScope="instance"/>
      <UML:Attribute xmi.id="A.3" name="zip" visibility="private"
                     isSpecification="false" ownerScope="instance"/>
      <UML:Attribute xmi.id="A.4" name="region" visibility="private"
                     isSpecification="false" ownerScope="instance"/>
      <UML:Attribute xmi.id="A.5" name="city" visibility="private"
                     isSpecification="false" ownerScope="instance"/>
      <UML:Attribute xmi.id="A.6" name="country" visibility="private"
                     isSpecification="false" ownerScope="instance"/>
     </UML:Classifier.feature>
    </UML:Class>
   </UML:Namespace.ownedElement>
  </UML:Model>
 </XMI.content>
</XMI>
```

Figura 8 – Classe Address representada em arquivo XMI.

A especificação XMI se traduz em um padrão de interoperabilidade que favorece a reprodução de classes, atributos e outras características de um domínio sob a ótica da OO, utilizando XML. Ele permite que ambientes distintos de desenvolvimento de aplicações sejam compatíveis trazendo facilidades, por exemplo, em projetos *Open Source* de sistemas de informação, com alto nível de colaboração entre desenvolvedores.

2.2.5 Conclusão

As linguagens de marcação representam um passo importante em direção à interoperabilidade ente aplicações.

A XML é uma metalinguagem que permite a declaração de dados de acordo com domínios específicos de informação, o que atende a diversas áreas como Matemática, Computação, Química etc, trazendo flexibilidade para a criação de elementos. Como as marcações são utilizadas por aplicações que interpretam e compreendem o significado dos elementos, a XML pode ser utilizada para troca de informações entre aplicações em ambiente de

rede, independente das plataformas de hardware e software adotadas. XML também é aplicável ao registro de metadados de aplicações.

As características da XML tem por objetivo prover recursos para atingir a interoperabilidade semântica entre diferentes sistemas. Seguindo essa linha, a especificação XMI, derivada da XML e recomendada pelo W3C, procura consolidar a idéia de interoperabilidade entre ambientes e ferramentas para desenvolvimento de sistemas baseados no paradigma da OO.

2.3 **Sistemas de Informação Geográfica**

2.3.1 Introdução

O termo Sistema de Informação Geográfica – SIG (em inglês, *Geographic Information System* - GIS) (29) surgiu em meados do século XX e refere-se a um meio computacional para a combinação de dados descritivos e espaciais relativos aos objetos do espaço geográfico, contribuindo de forma significativa para o melhor tratamento e análise das informações obtidas. Segundo Burrough (30) SIG é definido como "*um sistema para capturar, armazenar, verificar, manipular e visualizar dados georeferenciados"*.

2.3.2 Informação geográfica e SIG

A produção de informação geográfica em um SIG envolve as etapas de coleta de dados, armazenamento, modelagem, manipulação e publicação de mapas. A figura 9 mostra esses estágios que formam o ciclo de extração e utilização de informações em um SIG (31).

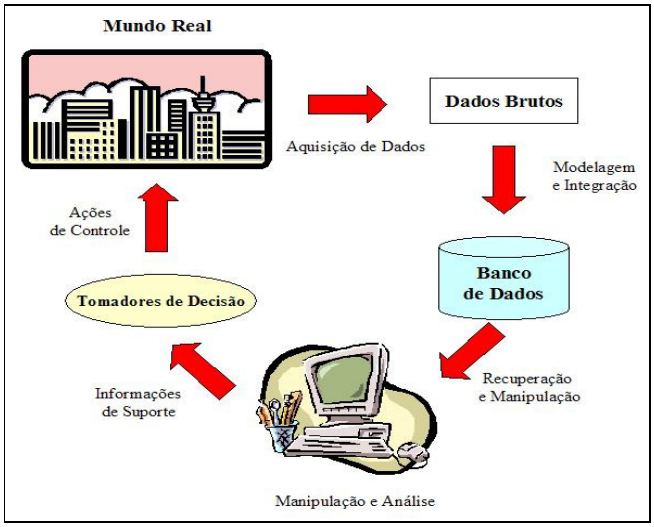


Figura 9 – Ciclo de extração e utilização de informações em um SIG
Fonte: Aronoff (31).

As principais características de um SIG são (a) integrar, numa base de dados única, informações espaciais obtidas a partir de diversas fontes de dados e (b) oferecer ferramentas computacionais que permitam a combinação dos diversos tipos de informação.

Para atender a produção de informação geográfica o SIG apresenta componentes ou subsistemas, implementados em função das características próprias de cada produto oferecido no mercado e das necessidades dos usuários finais. A figura 10 mostra esses componentes (4).

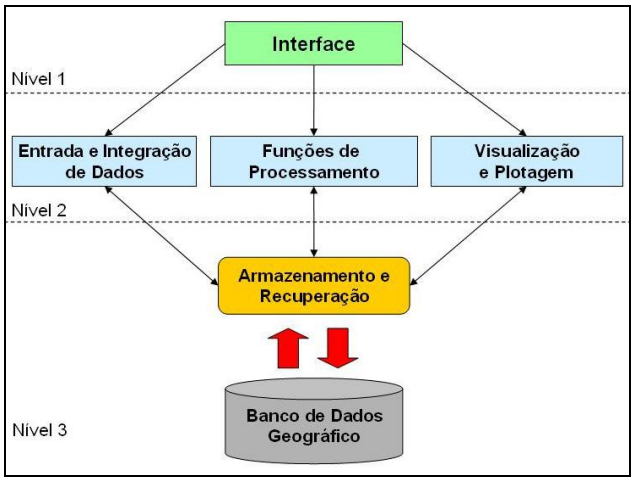


Figura 10 – Componentes do SIG.
Fonte: Câmara (4).

2.3.3 Utilização do SIG

O uso de SIG foi difundido pela evolução dos dispositivos de coleta de dados e das facilidades computacionais em geral, fato que tem propiciado uma ampliação na gama de aplicações dessa tecnologia.

Os SIG permitem que um mesmo conjunto de dados geográficos coletados possa ter diferentes formas de uso e em vários níveis de profundidade e precisão, a depender da aplicação para a qual o dado se destina. A imagem de uma área do globo pode gerar dados geográficos que servem tanto para um estudo sobre uso e ocupação do solo como também para uma análise hidrológica ou da topografia da região imageada. Esse exemplo também serve para mostrar que o objetivo da análise que será feita sobre os dados tem influência nas etapas de coleta, modelagem e armazenamento dos mesmos.

Como exemplo de aplicações de SIG podem ser citados:

- Empresas especializadas na produção de dados espaciais nas áreas de Aerofotogrametria, Sensoriamento Remoto e Cartografia.
- Órgãos Públicos e empresas privadas cujas atividades podem se valer de informação geográfica como por exemplo planejamento urbano, monitoramento ambiental, controle de tráfego e outros.
- Concessionárias de serviços públicos e privados, como fornecimento de água, gás, telefone, eletricidade, tv a cabo, coleta de esgoto e lixo.
- Órgãos públicos e empresas privadas que lidam com serviços na área de turismo e hotelaria.
- Empresas públicas e privadas que lidam com transporte de bens e serviços.
- Agroindústria.
- Institutos de pesquisa e universidades.

2.3.4 Aspectos da informação geográfica

A informação geográfica referente a um objeto ou fenômeno apresenta três componentes básicos: atributo, espaço e tempo (32). O atributo descreve as características qualitativas e quantitativas do objeto; o espaço, descreve a posição e o tipo de geometria (forma) do objeto; o tempo, representa o momento em que o objeto ou fenômeno geográfico ocorre ou é observado.

Embora os ambientes de SIG permitam a manipulação desses três componentes, neste trabalho serão tratados apenas atributos (descritivos) e espaço, em função da abordagem sobre Zoneamento Urbano.

A informação geográfica está associada à posição de objetos e fenômenos na superfície da Terra, o que depende de modelos para representação do planeta, sistemas de coordenadas, e outros aspectos. Dentro dessa perspectiva, a representação da informação geográfica em meio computacional envolve alguns componentes, que são descritos a seguir.

2.3.4.1 Modelos de representação da Terra

O planeta Terra apresenta irregularidades em seu formato, o que motivou os cartógrafos a buscarem um modelo aproximado do globo terrestre, que inicialmente foi o geóide, *"uma superfície equipotencial do campo da gravidade, que mais se aproxima do nível médio dos mares"* (33). O modelo geoidal deu lugar a outro modelo, o elipsoidal, uma figura simples e que se ajusta ao geóide com uma aproximação de primeira ordem.

Existem vários elipsóides de referência e no Brasil, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, indica atualmente o elipsóide de referência GRS80.

2.3.4.2 Datum

Datum é definido (4) como *"um ponto onde a superfície do elipsóide de referência toca a Terra, sendo caracterizado a partir de uma superfície de referência (datum horizontal) e de uma superfície de nível (datum vertical)"*.

No Brasil, o datum horizontal adotado (planialtimétrico) é o SAD69 (Datum Sul Americano de 1969) situado no vértice Chuá-MG, que gradualmente está sendo substituído pelo SIRGAS 2000. O datum vertical (altimétrico) é o marégrafo de Imbituba-SC.

Detalhes do projeto SIRGAS estao disponíveis na página web do IBGE no endereço http://www.ibge.gov.br/sirgas.

2.3.4.3 Sistema de coordenadas

A representação de pontos na superfície terrestre necessita de um sistema de coordenadas. Em Cartografia são utilizados o sistema de coordenadas geográficas e o de coordenadas planas (34).

O sistema de coordenadas geográficas ou terrestres estabelece um grupo de linhas imaginárias sobre o planeta Terra, onde as linhas desenhadas no sentido Norte-Sul são chamadas de meridianos e as desenhadas no sentido Leste-Oeste, de paralelos. As coordenadas definidas por esse sistema são conhecidas como latitude φ e longitude λ, e expressas em graus, minutos e segundos. A latitude varia de 0º a 90º (Norte ou Sul) tendo como referência o Equador e a longitude varia de 0º a 180º (Leste ou Oeste) tendo como referência o meridiano de Greenwich.

O sistema de coordenadas planas ou cartesianas possui sua origem no centro da Terra, com os eixos X e Y pertencendo ao plano do Equador e o eixo Z coincidindo com o eixo de rotação da Terra, passando pelo meridiano de Greenwich. O sistema Universal Transversa de Mercator (UTM) é o mais conhecido sistema de coordenadas planas.

2.3.4.4 Projeções

Devido à forma quase esférica da Terra, a manipulação de dados nesse formato é pouco prática, sendo preferível que ela seja transferida para uma superfície plana. Para essa finalidade são utilizadas projeções, permitindo ao usuário da informação espacial que elementos da superfície sejam mostrados em outro meio de características geométricas diferentes. Em uma análise comparativa de diversas projeções cartográficas, Câmara (4) mostra que cada método de projeção gera alguma distorção na imagem obtida, sendo nula apenas nos locais em que a superfície toca o globo. Desta forma, cada uma preserva diferentes propriedades espaciais como área, distância, direção ou forma, e deve ser escolhida em função do grau de precisão pretendido.

2.3.5 Representação de dados em SIG

Os objetos e fenômenos do mundo real, retratados em um SIG, são representados na forma de dados espaciais, que estão associados a imagens do tipo matricial ou vetorial, e a dados

descritivos, que usualmente são organizados na forma de tabelas em um Banco de dados. Esses itens são apresentados a seguir.

2.3.5.1 Imagens matriciais

Na forma matricial, também conhecida como imagem *raster* ou *bitmap*, o espaço geográfico é representado em uma grade ou matriz de células *P*, organizada num conjunto de linhas m e colunas n, na forma *P(m,n)*, codificando a informação na forma de um *picture element* ou *pixel,* o menor elemento formador da imagem. Esta representação considera que o espaço geográfico foi projetado em uma superfície plana, subdividida em um número *m* x *n* de elementos, de modo que cada um deles corresponda a uma parcela da área em estudo. O tamanho do *pixel* indica a resolução espacial da imagem, e valores menores de resolução indicam maior qualidade e detalhamento da imagem (29).

Em um SIG é necessário que a imagem matricial seja georeferenciada pela especificação de um sistema de coordenadas, sendo pressuposto que o espaço retratado pode ser tratado como uma superfície plana, e cada *pixel* está associado a uma porção do terreno. A figura 11 mostra um exemplo de estrutura matricial, onde estão representadas algumas casas, um rio e uma estrada.

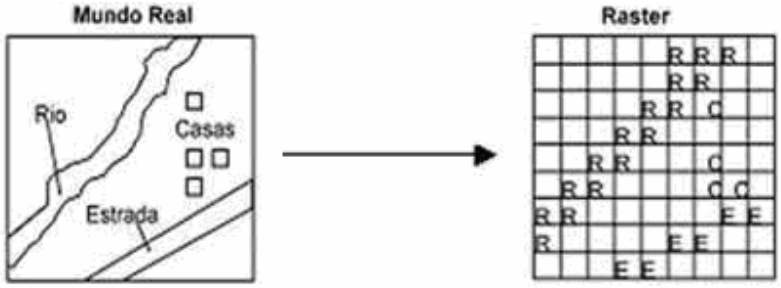


Figura 11 – Representação de dados reais na forma matricial ou raster.
Fonte: Santos (29).

Imagens matriciais para uso em SIG podem ser obtidas a partir de sensores a bordo de satélites (Sensoriamento Remoto) ou em aeronaves (Aerofotogrametria). A partir dessas técnicas uma fonte emissora de energia que incide sobre a superfície do planeta e é refletida até o sensor que registra essa reflexão. Como cada superfície tem características diferenciadas de reflexão, as

cores dos pixels representarão essas nuances e permitirão o registro de fenômenos geográficos como tipos de solo, cobertura vegetal, relevo etc.

As imagens raster aparecem sob diversos formatos como JPEG, BMP, GIF, TIFF, IMG dentre outros. Os formatos IMG e TIFF são usuais em SIG por serem de alta resolução.

A figura 12 mostra uma imagem matricial pancromática (formato original TIFF) com resolução espacial de 0,6 m do município de Macaé-RJ, obtida pelo sensor Quickbird (ótico) que está a bordo do satélite Quickbird 2, a uma altitude de 450 km da superfície da Terra.

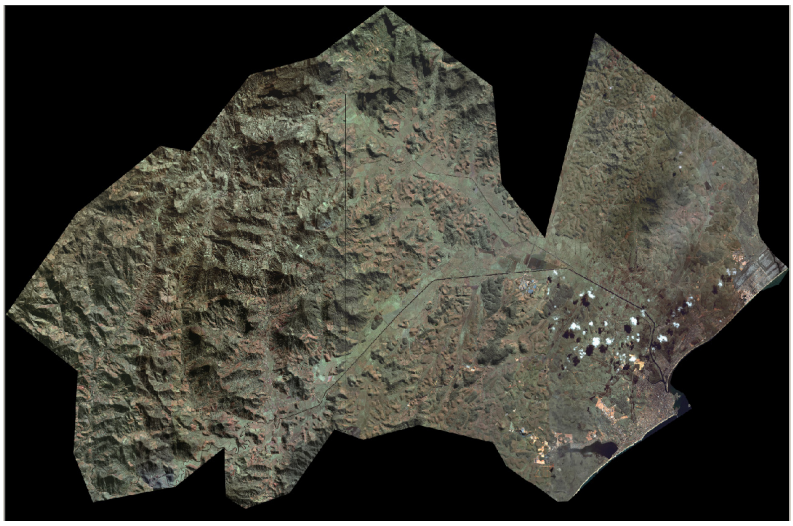
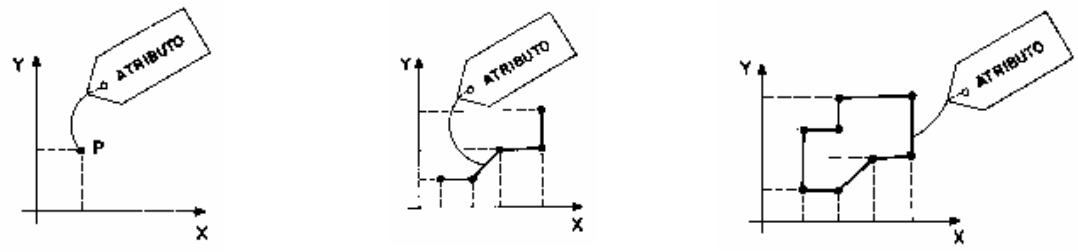


Figura 12 – Exemplo de imagem matricial – Macaé-RJ.
Fonte: Manhães (7).

2.3.5.2 Imagens vetoriais

Um dado ou imagem vetorial é gerado a partir de descrições geométricas de formas como pontos, linhas, polígonos e outras curvas, que são mapeados em um plano bidimensional e georeferenciados a partir de um sistema de coordenadas cartesianas (29). Neles não existe a necessidade de se armazenar as informações das cores de todos os pixels, como nos dados matriciais.

Os dados vetoriais são codificados a partir de um ou mais pares de coordenadas, que permitem obter sua posição. A figura 13 ilustra os dados vetoriais usuais em SIG onde são representados o ponto (figura 13a), a linha (figura 13b) e o polígono (figura 13c), todos associados a um sistema de coordenadas (x,y) e respectivos dados descritivos.



(a) (b) (c)

Figura 13 – Representação de dados vetoriais.
Fonte: Santos (29).

Essas geometrias permitem a representação dos componentes do mundo real no SIG. Um ponto representa, por exemplo, uma unidade escolar; uma linha pode representar um rio ou estrada; um polígono representaria uma lagoa ou uma quadra. As formas geométricas seriam estariam associadas aos seus respectivos atributos, como número de salas, nome do rio ou código da quadra.

Uma vantagem das imagens vetoriais é permitir a ampliação ou redução do elemento para qualquer tamanho, sem haver perda de qualidade ou modificação do tamanho do arquivo.

A figura 5 mostra uma imagem vetorial da cidade de Macaé-RJ e seus distritos, obtida a partir da imagem mostrada na figura 14 com ferramentas do software ArcGIS.

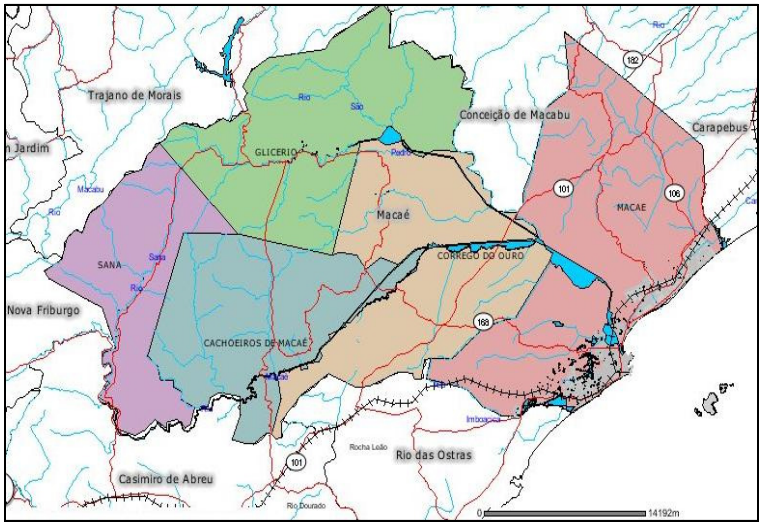


Figura 14 – Exemplo de imagem vetorial – Macaé-RJ.
Fonte: Manhães (7).

2.3.5.3 Arquitetura de dados em SIG

O uso de SIG implica no trabalho com diferentes tipos de dados, conforme visto no item 2.1.1 deste capítulo. Em função dessa necessidade foram propostas algumas arquiteturas, baseadas nos recursos dos Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados Relacionais (SGBDR) (20), a saber:

- Arquitetura dual: utiliza um SGBD relacional (tabelas) para armazenar os atributos descritivos (dados não-espaciais) dos elementos geográficos, que por sua vez são associados a arquivos específicos que guardam os atributos geométricos e de posição (dados espaciais).
- Arquitetura Integrada baseada em SGBDs relacionais: os atributos descritivos e geográficos estão integradas em um mesmo SGBD relacional.
- Arquitetura Integrada baseada em extensões espaciais sobre SGBDs objeto-relacionais: o SGBD apresenta operadores espaciais para manipulação de dados geográficos e descritivos.

Há uma oferta considerável de modelos de dados para a modelagem de aplicações geográficas. Em Casanova (35) há uma discussão sobre o Modelo Entidade Relacionamento (MER) (Chen, 1976), *Objetct Modeling Technique* (OMT) (Rumbaugh et al., 1991), UML (Rational Software Corporation, 1997), dentre outros. Apesar de sua expressividade, cada um deles apresenta limitações para a representação de dados espaciais.

Este mesmo autor apresenta os modelos *Object-Oriented Analysis for Geographic Information Systems* (GeoOOA) (Koster et al., 1997), *Is-a relationships, Functional relationships, complex Objects* (IFO) (Worboys et al., 1990), *Geo-Objetct Modeling Technique* (Geo-OMT) (Borges et al., 2001), UML-GeoFrame (Lisboa Filho, 1997) e *Modeling of Application Data with Spatio-temporal features* (MADS) (Parent et al., 1999), que surgiram com o objetivo de atender às necessidades das aplicações geográficas, buscando tratar questões relacionadas à abstração de conceitos e entidades, ao tipo de entidades representáveis e o relacionamento entre elas.

2.3.6 Software para SIG

O mercado de software oferece uma gama considerável de aplicações SIG, cada qual com suas peculiaridades e recursos. Para atender aos propósitos deste trabalho são apresentados a seguir o ArcGIS e o ALOV Map.

2.3.6.1 ArcGIS

O ArcGIS (36) é uma aplicação SIG produzida pela ESRI e faz parte de uma suíte de programas para trabalho com informação geográfica, da qual fazem parte o ArcReader, para visualização e consulta de mapas; ArcMap, para edição de dados espaciais; Spatial Analyst, ferramenta para análise de dados; ArcIMS, para publicação de mapas em ambiente de rede, além de outros módulos. Alguns programas para uso em equipamentos portáteis como *Personal Digital Assistants* (PDA) também estão disponíveis. As informações geográficas são dispostas na forma de camadas ou feições (*layers*), cada qual tratando de um tema específico, como hidrografia, cobertura vegetal, rodovias, dentre outros, que formam planos de informação superpostos. A figura 15 mostra a tela do ArcMap (municípios do Estado do Rio de Janeiro).

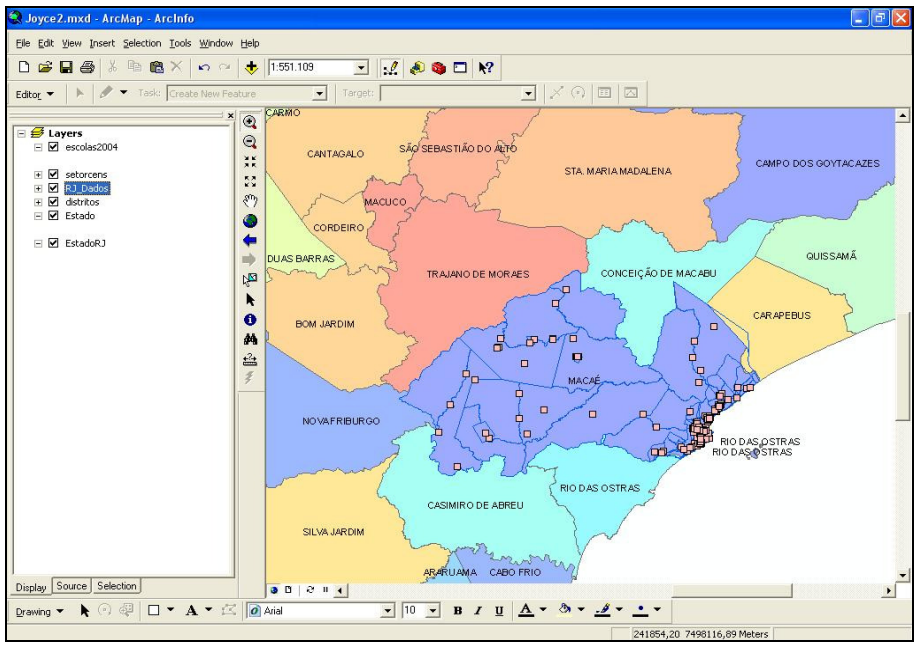


Figura 15 – Alguns municípios do Estado do Rio de Janeiro vistos no ArcMap.

O ArcMap é ambiente para edição de feições e produção de mapas temáticos. Cada feição está associada a uma topologia (ponto, linha ou polígono). As feições permitem a integração entre dados de posicionamento, provenientes de imagens vetoriais ou raster, e dados descritivos de objetos e fenômenos geográficos, fornecendo mapas temáticos com informação geográfica que pode ser usada para as mais diversas finalidades.

O ArcGIS é compatível com diversos formatos de dados, como por exemplo, o shapefile, criado pela ESRI, que consiste em um conjunto de arquivos contendo dados geométricos (posição) e descritivos (atributos). Os dados ficam distribuídos em três arquivos, que são diferenciados pelas suas extensões, que podem ser .shp, .shx e .dbf (37). Os dados geométricos ficam armazenados no arquivo com extensão .shp, que é o arquivo principal. Os dados descritivos ficam na extensão .dbf, e são armazenados como arquivos dBASE. O arquivo de extensão .shx funciona como índice, fazendo a correspondência entre os outros arquivos, e contém o endereço e o tamanho de cada registro do arquivo principal.

Cada conjunto shapefile só permite representar um único tipo de dado (ou geometria). Um mapa com a representação de limites administrativos, rodovias e postos de gasolina de uma cidade, por exemplo, implica na existência de pelo menos três conjuntos de shapefiles, sendo um para cada feição.

Além do shapefile, o ArGIS opera também com um conceito mais moderno que é o do formato geodatabase, baseado em banco de dados objeto-relacional. O geodatabase funciona como um container que liga os dados espaciais, (geometria e posição) aos dados descritivos. Uma vantagem desse formato é que um único geodatabase pode conter diversos tipos de dados diferentes, diferente da limitação imposta pelo shapefile.

O ArcGIS é compatível com os bancos de dados MySQL e Access, bem como com SGBDs SQLServer, Oracle e PostgreSQL. O formato geodatabase é compatível com SGBDs que incorporam extensões espaciais como o Oracle Spatial e PostGIS.

2.3.6.2 ALOV Map

O ALOV Map (38) é uma aplicação de uso livre, desenvolvida em plataforma Java. Foi criado em 1999 pela empresa russa ALOV em conjunto com o Departamento de Arqueologia da Universidade de Sidney, para visualização de imagens vetoriais e raster na forma de feições, em

ambiente web. Ele apresenta um grupo de ferramentas que permite a elaboração de mapas temáticos e a consultas a dados descritivos associados às imagens. O programa é compatível com os formatos SHAPE, MIF, GIF, JPG e MrSID. Ele permite acesso a diversos bancos de dados relacionais como Access, MySQL e Oracle.

Ele pode ser usado de duas maneiras: apenas como cliente (*standalone*) ou em arquitetura cliente/servidor. A versão cliente, utilizado no protótipo deste trabalho, é um applet para visualização de mapas temáticos a partir de imagens vetoriais no formato shapefile da ESRI, ou raster. Os applets são programas construídos para uso na Internet, inseridos em documentos HTML e visualizados em um browser que possa exibí-los, e são considerados como aplicações cliente porque são transferidos para a máquina do usuário ao serem executados. A versão cliente/servidor é compatível com SGBDs de mercado, seguindo padrões do *Open Geospatial Consortium* (OGC) (39).

O ALOV Map necessita de um arquivo de configuração em formato XML (ver item 2.4 desse capítulo) contendo as informações de todas as imagens que serão visualizadas no browser. Além desse arquivo, são necessários dois arquivos HTML, sendo um para o carregamento do aplicativo e outro para exibição dos mapas no browser. A figura 16 mostra a tela do AlovMap.

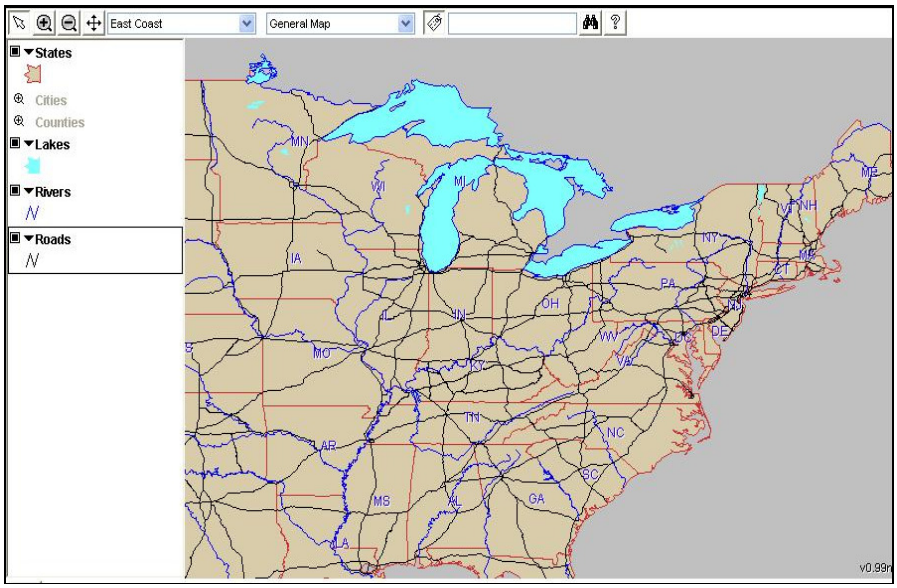


Figura 16 – Tela do ALOV Map.

2.3.7 Conclusão

O SIG é um sistema que permite a coleta, armazenamento, processamento e difusão de dados geográficos, trabalhando com dados espaciais e descritivos de forma unificada. Ele pode ser considerado uma evolução natural dos sistemas de informação, haja vista a necessidade de se analisar as atividades humanas, objetos e fenômenos da natureza, associados à posição em que ocorrem. A utilização de informação geográfica com acesso por computador é hoje a realidade de ambientes corporativos, entidades governamentais, escolas, residências etc, e como exemplo, destaca-se a popularização do Google Earth, aplicação baseada na Internet, cuja interface permite acesso a mapas e informações descritivas de todas as partes do mundo.

A partir dos SIG é possível criar planos de informação ou feições, com o cruzamento de diversas informações para a construção de mapas temáticos, instrumentos para a difusão de informações georeferenciadas e que podem ser utilizados para a tomada de decisão. Desta forma o SIG mostra ser uma ferramenta de grande valor para a utilização de informação geográfica em diversos níveis, e por este motivo sua utilização vem se difundindo em âmbito governamental e privado.

2.4 **Trabalhos Relacionados**

A seguir são apresentados alguns trabalhos relacionados aos assuntos discutidos na dissertação. Aqui são mostradas diversas aplicações de ontologias de domínio, incluindo algumas iniciativas na modelagem de domínios de conhecimento para uso no desenvolvimento de sistemas de informação.

2.4.1 Aplicação de ontologias

Ontologias são aplicadas para descrever domínios de conhecimento e favorecer a troca de informação entre sistemas e aplicações. Em *The Enterprise Ontology* (40), elas são utilizadas na modelagem da memória organizacional de uma empresa, permitindo que suas diferentes áreas possam se comunicar com um vocabulário comum e de regras pré-definidas, fruto do consenso entre os usuários dessas informações.

Outra aplicação prática de ontologias é o *WordNet* (41) que as utiliza no processamento de Linguagem Natural, para representar estruturas gramaticais que permitem realizar análise semântica em textos, reduzindo a ambigüidade semântica da linguagem natural.

As ontologias também são aplicadas para viabilizar a troca de informações, como é o caso padrão de linguagem *Web Ontology Language* – OWL (42), uma recomendação do W3C, que se derivou de outras linguagens já existentes para desenvolver ontologias. A OWL recebeu diversas melhorias em relação à suas antecessoras, permitindo a descrição de relacionamentos entre classes, cardinalidades, igualdades, características de propriedades, dentre outras facilidades. Essas mudanças estão relacionadas com a modelagem de sistemas baseados no paradigma da OO, possibilitando que uma ontologia sirva de base para a construção de aplicações e de bases de dados.

O uso de ontologias como forma de apoiar a interoperabilidade entre sistemas é tratado por Fonseca et al (43) onde são citados os trabalhos de Wiederhold & Jannink (1999) e Mena et al. (1998), Wiederhold (1994) e Sheth (1999), que destacam a importância na definição clara do contexto de aplicação para uma solução com base em ontologias. Neste trabalho também é recomendado que as pesquisas em sistemas de informação devem ter seu foco inicial em domínios específicos, a exemplo dos SIGs, e depois então evoluirem para arquiteturas mais gerais. O mesmo autor faz considerações sobre o desenvolvimento de SIGs e interoperabilidade, citando Câmara (1995), Kottman (1999) e os trabalhos de Pissinou *et al.* (1993) que se mostra favorável à adoção da OO e Inteligência Artificial na construção de SIGs. Ainda segundo Fonseca, uma ontologia pode promover a interoperabilidade semântica entre sistemas e contribuir na construção de SIGs Orientados a Ontologias – (SIG-O).

Em Azevedo (44) é realizado um estudo sobre a utilização de bases de conhecimento e de ontologias em formato OWL para a construção de esquemas de referência que permitam a integração sintática e semântica entre objetos de um domínio. A base de conhecimento serve como subsídio para aplicações do setor agrícola e para validar a metodologia proposta na pesquisa.

Diversas soluções vêm sendo oferecidas para tratar os fatores que dificultam a interoperabilidade, com destaque para aqueles que buscam resolver os conflitos semânticos. Em Aparício (45), por exemplo, é realizado um estudo em que são analisados problemas de ordem semântica entre bases de dados heterogêneas e é apresentada uma solução para a integração das

mesmas, a partir de uma ontologia aplicada à classificação de solos brasileiros e uma camada de software (SIBDAR) para promover a integração de diferentes esquemas conceituais.

Em Casanova et al (21) são apresentadas algumas estratégias para resolver o problema de tratamento de bases de dados heterogêneas. onde é destacada a utilização de ontologias como forma de propiciar um mapeamento entre pares de fontes de dados.

Outra solução para tratar a heterogeneidade semântica é proposta por Cui et al (46). Neste caso são especificadas terminologias para os elementos de cada sistema e a tradução das mesmas em uma terminologia intermediária, com o apoio de ontologias e de um mecanismo de mapeamento e tradução destes elementos.

A utilização de ontologias na modelagem de domínios para a produção de software é explorada no trabalho de Cota, Menezes e Fausto (47), que apresenta uma proposta baseada em ontologias e padrões de análise para apoiar a modelagem conceitual no desenvolvimento de software para ambientes corporativos. Um padrão de análise é um tipo de padrão de software (*software pattern*) e consiste em um conjunto de classes e associações que tem significado no contexto da aplicação. A utilização de padrões de software favorece o compartilhamento de conceitos relativos a um contexto, a partir da definição e representação explícitas de um problema e da solução adotada em sua resolução. Segundo os autores, o uso de ontologias e padrões de análise combinados contribui para o compartilhamento e o reuso, facilitando o entendimento do domínio e favorecendo o contato entre os desenvolvedores de software e os especialistas do negócio ou da área para a qual o software será desenvolvido.

Martins (48) propõe o uso de uma ontologia para modelagem de conhecimento no contexto do Direito Tributário. A pesquisa trata de alguns aspectos da legislação brasileira e das dificuldades enfrentadas pela Secretaria da Receita Federal, em função das diferentes interpretações de uma mesma norma. O estudo investiga a utilização da engenharia do conhecimento e de ontologias para viabilizar a interpretação semântica e contextual da legislação, em ambiente web, gerando um protótipo de modelagem do conhecimento jurídico, implementado com o software Protégé. De acordo com o autor a utilização de ontologias integradas ao ambiente web traz como vantagem a possibilidade do compartilhamento e da atualização do conhecimento em tempo real, o que facilita a padronização de informação e de procedimentos na esfera pública.

Uma prosposta de modelagem ontológica para o domínio do Direito positivo brasileiro é defendida por Cerqueira e Bax (49). De acordo com os autores, o trabalho se baseia no

normativismo jurídico de Hans Kelsen para explicitar os conceitos, propriedades e relações existentes nas normas jurídicas e apresenta, para o dominio do Direito, uma ontologia modelada em OWL. Em função da natureza consensual do modelo, propõe-se a ampliação da comunidade que envolve pesquisadores e autoridades em Ciência da Informação e Direito, e reforça-se a necessidade do trabalho coletivo para a definição de elementos do domínio para a construção de ontologias.

Calixto e Pimentel (50) apresentam um estudo sobre a modelagem de objetos espaço-temporais aplicada ao setor de turismo. A proposta se baseia na utilização de ontologias para a especificação de classes do Plano de Informação de Turismo, do Município de Marabá-PA. Neste trabalho foi utilizado o Protégé para a construção da ontologia de domínio, cujos elementos são posteriormente reutilizados na modelagem de um SIG que poderá ser instalado em dispositivos móveis do tipo PDA, notebooks e telefones celulares. Para atender às necessidades de informação geográfica, os elementos do domínio definidos foram traduzidos em diversas classes como Atributos Culturais, Atributos Naturais, Produtos de Turismo, dentre outras.

Uma iniciativa baseada em ontologias para a construção de um sistema de busca é proposta por Davis Jr. et al (51). O sistema chamado Locus tem por objetivo permitir a busca e localização de endereços e referencias, associado a uma ontologia do espaço geográfico que neste caso se refere ao espaço urbano, descrevendo feições naturais, objetos e lugares e as relações entre eles. O sistema Locus foi desenvolvido a partir de uma ontologia construída no Protégé, para a definição de elementos do domínio, e do modelo conceitual OMT-G, para a construção de SIGs.

O trabalho de Djuric, Gasevic e Devdzic (52) apresenta o *Ontology Definition Metamodel* (ODM), que se baseia na *Model Driven Architecture* (MDA) e na linguagem OWL. A MDA, apoiada no metamodelo MOF e na UML, é uma proposta para desaclopar a arquitetura da aplicação de seu ambiente de execução, de maneira a evitar a obsolescência de programas caso haja mudanças de software e hardware no ambiente da aplicação. Com esta arquitetura busca-se prolongar a vida útil de aplicações e também favorecer a portabilidade ente diferentes plataformas. O estudo propõe o ODM no contexto da arquitetura DMA, e estabelece relações entre os conceitos da OWL e MOF, em um esforço de especificar um padrão de metamodelo para ontologias.

2.5 **Conclusão**

Este capítulo apresentou os conceitos necessários à compreensão da dissertação, bem como alguns trabalhos relacionados aos temas discutidos. O capítulo 3, a seguir, faz algumas considerações sobre Cadastro Técnico e Plano Diretor Municipal, e apresenta o Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ, domínio de estudo deste trabalho.

3 **ZONEAMENTO URBANO DO MUNICÍPIO DE MACAÉ**

Este capítulo faz considerações sobre o Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ, domínio de estudo deste trabalho. Para permitir o melhor entendimento do assunto, inicialmente são mostrados conceitos sobre Cadastro Técnico e Plano Diretor Municipal. Finalmente, é apresentada a proposta de Zoneamento Urbano pelo Plano Diretor do Município de Macaé. Estes elementos são utilizados na ontologia apresentada no capítulo 5.

3.1 **Introdução**

O zoneamento de uma cidade tem o propósito de delimitar o território de acordo com suas características e objetivos, auxiliando na ordenação de uso e na administração do município.

O zoneamento está ligado diretamente aos dados constantes no Cadastro Imobiliário Técnico Municipal, que congrega informações sobre a estrutura de lotes, quadras e trechos de logradouro do município. A seguir são apresentados esses conceitos.

3.1.1 Cadastro

O Cadastro pode ser definido como *"um registro público sistematizado dos bens imóveis de uma jurisdição, contemplado nos seus três aspectos fundamentais: o jurídico, o geométrico e o econômico"* (53).

O Cadastro é uma ferramenta de apoio ao trabalho dos gestores e técnicos públicos, pois contém as informações relativas aos elementos que compõem o espaço urbano e rural nas cidades. A estrutura cadastral permite um correto ordenamento do território e é ponto fundamental para planejar ações sociais, econômicas e ambientais que permitam o desenvolvimento sustentável em áreas rurais e urbanas. A Alemanha e a França são países pioneiros onde o Cadastro é utilizado como uma ferramenta importante para os planejamentos urbano, rural e ambiental.

A atividade cadastral existe desde a antiguidade. Alguns documentos históricos mostram que os babilônicos já possuíam um sistema de cadastro de terras, não só para demarcar as propriedades mas também para servir de instrumento para o planejamento, o que aponta para a construção de cidades planejadas.

Em termos históricos, os cadastros foram feitos com finalidades tributárias e em diversos países foram organizados como registros públicos da aplicação territorial do direito, para compor um complemento indispensável dos registros de propriedade, além de outras atribuições como as funções de registro de informações econômicas e geométricas tradicionais associadas às características físicas, ambientais e jurídicas.

Os primeiros cadastros eram estruturados especificamente para tributação e compunham o Cadastro Econômico, registrando o valor da parcela a partir do qual era calculado o imposto territorial. O surgimento de novas técnicas de obtenção de dados, utilizando levantamentos topográficos, geodésicos e aerofotogramétricos e o seu registro em documentos cartográficos, permitiu o desenvolvimento do Cadastro Geométrico. A criação dos sistemas de registro de títulos fez com que os legisladores, administradores e técnicos dessa área percebessem que havia outras funções relevantes que associadas ao Registro de Imóveis, resultaram no Cadastro Jurídico. Mais recentemente surgiu o Cadastro Fiscal, cuja missão é oferecer subsídios às pessoas responsáveis por verificar se o uso da propriedade está correto e se o proprietário está cumprindo seu papel dentro das normas estabelecidas para uso de seu bem imóvel.

A figura 17 ilustra a evolução do Cadastro, desde suas concepções iniciais até os dias atuais, fazendo uma alusão à obra "A Terceira Onda", de Alvim Tofler.

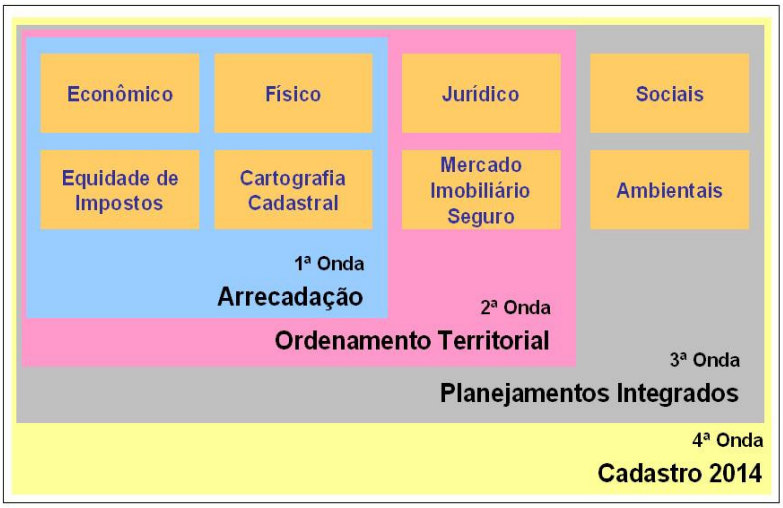


Figura 17 – Evolução das visões do Cadastro.
Fonte: adaptado de Erba (53).

O imperador francês Napoleão Bonaparte foi um dos precursores da utilização sistemática do Cadastro, com a estruturação do Código Civil Francês em 1804, e o levantamento cadastral de todo o território nacional francês e das terras ocupadas, com a finalidade de mapear áreas estratégicas, estimular a cidadania e promover uma tributação justa aos cidadãos proprietários de imóveis. O Cadastro se constitui numa uma ferramenta de apoio ao trabalho dos gestores e técnicos públicos, para que possam colocar em prática as diretrizes estabelecidas nas leis.

3.1.2 Cadastro Técnico Municipal

Nas prefeituras é utilizado o termo Cadastro Técnico Municipal (CTM) como um repositório de informações cadastrais que representam a estrutura do território nos seus aspectos físico, censitário, econômico e social (54) com precisão e confiabilidade adequadas à gestão municipal.

O CTM é definido como *"um sistema de informações destinado a orientar e sustentar as decisões da administração pública"* (55), e mantém dados sobre os imóveis municipais, serviços e equipamentos públicos, usuários, tributos dentre outros. Ele pode ser utilizado como fonte de análise para questões prioritárias como o monitoramento do uso de solo, ocupação do espaço urbano e rural, gestão de recursos naturais, dentre outros aspectos relevantes à administração de território.

A seguir são apresentados alguns dados do Município de Macaé e algumas características de seu CTM, que servirão de base para o estudo sobre modelagem de domínios com ontologias.

3.2 **O Município de Macaé**

O Município de Macaé está localizado no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro, nas seguintes coordenadas: latitude de -22º37'08" e longitude de -41º78'69". Com uma área total de 1.216 Km^2, que corresponde a 12,5% da Região Norte Fluminense, é dividido em seis distritos (Sede, Cachoeiros de Macaé, Córrego do Ouro, Glicério, Frade e Sana), Sua população total é de 169.725 habitantes, segundo estimativa realizada em 2007 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Macaé faz divisa com as cidades de Quissamã, Carapebus, Conceição de Macabu, ao Norte; Rio das Ostras e Casimiro de Abreu, ao Sul; Trajano de Moraes e Nova Friburgo, a Oeste; e com o Oceano Atlântico, a Leste, conforme mostrado na figura 18.

Figura 18 – Macaé - Limites do Município de Macaé-RJ
Fonte: Manhães (7).

3.2.1 Estrutura do Município e Cadastro Técnico Municipal

Macaé passou por um crescimento populacional intenso a partir do final da década de 70, em função da imigração causada pela exploração de petróleo na Bacia de Campos. De acordo com o IBGE, a população saltou de aproximadamente 32.000 habitantes para os atuais 169.000 num período de tempo relativamente curto, fato que causou forte impacto na estrutura do município, principalmente na área urbana. A ausência de um acompanhamento sistemático do uso e ocupação de solo do espaço urbano e rural deixa uma brecha para o mau uso de recursos naturais, ocupação humana indevida em áreas de risco, dentre outros problemas, como pode ser observado, por exemplo, no trabalho de Fonseca (56), onde é feito um estudo sobre a utilização de recursos hídricos na região de Brasília, no Distrito Federal (DF). A autora enfatiza que a falta de uma política de monitoramento ambiental com ações voltadas para construção de estações de tratamento de esgotos e coleta seletiva de lixo, resultou no comprometimento das bacias

hidrográficas do Descoberto, do Paranoá e do São Bartolomeu, em função da intensa atividade antrópica.

Diversas leis foram criadas para subsidiar os gestores públicos em suas ações, no sentido de tratar dos problemas trazidos pelo crescimento desordenado de Macaé, dentre os quais podem ser citadas as seguintes:

- Lei 2.867/2007 – Revisão do Código Tributário Municipal;
- Lei Orgânica do Município de Macaé, aprovada em 05/04/1990;
- Lei nº. 1.959/1999 – Lei de Zoneamento Municipal;
- Lei nº. 045/2004 – Lei Complementar para consolidação das Leis Municipais nº. 006/1998, 012/1999 e 017/1999 sobre a Divisão Administrativa do Município de Macaé;
- Plano Diretor do Município de Macaé, com base na Lei Federal nº. 10.257/2001 (Estatuto da Cidade) e na Lei Orgânica municipal, aprovado em 10/10/2006, e que passa agora por complementação.

A Lei Complementar no 045/2004 promoveu o reordenamento territorial do Município em 9 Setores Administrativos (SA), conforme mostrado na tabela 1.

TABELA 1 - DIVISÃO EM SETORES ADMINISTRATIVOS

Setor Administrativo	Bairro
SA1 - Azul	Bairro da Glória, Cavaleiros, Granja dos Cavaleiros, Imboassica, Lagoa, Vale Encantado.
SA2 - Amarelo	Miramar, Praia Campista, Riviera Fluminense, Visconde de Araújo.
SA3 - Verde	Aroeira, Botafogo, Virgem Santa
SA4 - Vermelho	Centro, Cajueiros e Imbetiba
SA5 - Vinho	Ajuda e Barra de Macaé
SA6 - Marrom	Parque Aeroporto, São José do Barreto, Lagomar e Cabiúnas
SA7 - Bege	Cachoeiro de Macaé
SA8 - Laranja	Glicério e Córrego do Ouro
SA9 - Cinza	Frade e Sana

Fonte: Prefeitura de Macaé – Secretaria de Planejamento, 2007.

Os setores de 1 a 6 representam a área urbana e os de 7 a 9, a área rural. Essa divisão permite que cada região tenha uma subprefeitura, descentralizando assim a tomada de decisão e facilitando a mobilização de recursos para atender as necessidades da comunidade local.

A divisão em Setores Administrativos, que está representada na figura 19, permite que cada região tenha uma subprefeitura, descentralizando assim a tomada de decisão e facilitando a mobilização de recursos para atender as necessidades da comunidade local.

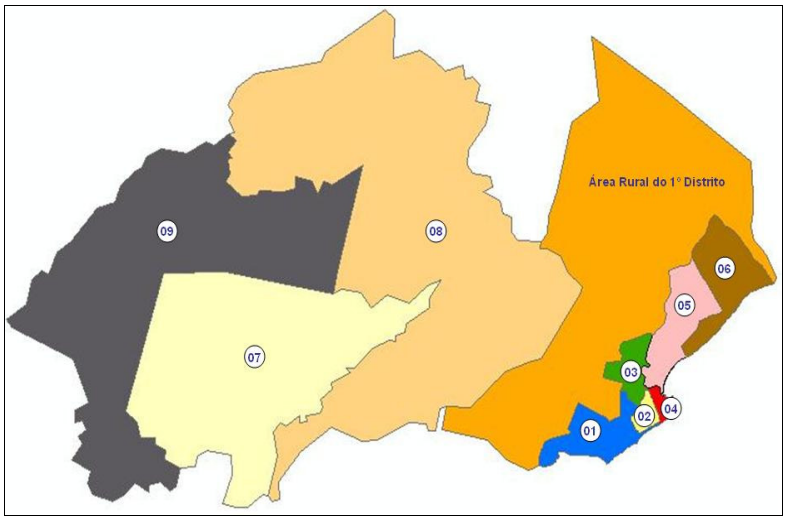


Figura 19 – Macaé - Divisão em Setores Administrativos.
Fonte: Manhães (7).

3.2.2 Plano Diretor Municipal

O Plano Diretor (PD) de Macaé foi aprovado em 06/10/2008 pela Câmara Municipal, com o objetivo de dotar a cidade de instrumentos de gestão capazes de atender os anseios da população, controlar e orientar os usos dos espaços, proporcionando nova ordem à expansão da cidade e ao desenvolvimento de todo o município. Isso inclui as áreas rural e urbana, determinando quais são as regras a serem utilizadas em cada município.

De acordo com o PD, Título III – DA ESTRUTURACAO URBANA, Capitulo I – Do Macrozeamento, o território do Município foi dividido em áreas denominadas Macrozonas e Macroáreas. Além dessa divisão, o PD determina que as Leis de Parcelamento do Solo e Zoneamento deverão ser revisadas e considerar uma nova classificação das zonas urbanas e dos setores especiais, onde são definidas Zonas Residenciais, Uso Diversificado, Industriais, Uso

Especial, Expansão Urbana, Interesse Ambiental, Interesse Social, além de Setores Especiais Urbanos e Viários. Esta proposta é mostrada na figura 20.

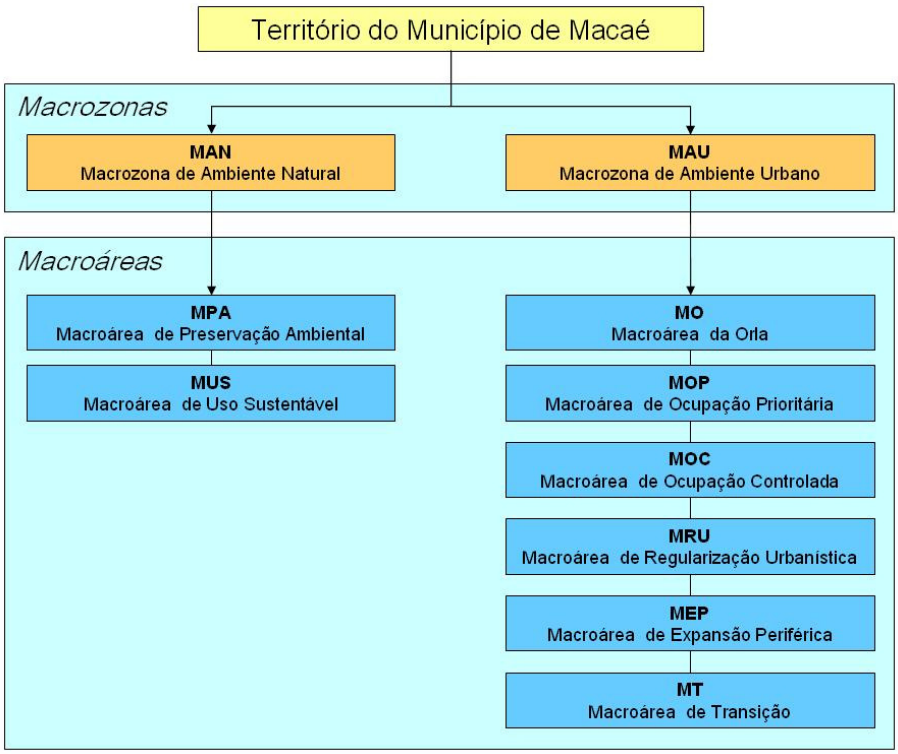


Figura 20 – Estrutura municipal de acordo com o Plano Diretor.
Fonte: Manhães (7).

As macrozonas são porções de território municipal delimitadas por lei específica, e caracterizadas pelo tipo de ocupação, infra-estrutura, equipamentos e serviços básicos distintos. Para atender as necessidades de planejamento das ações governamentais o território de Macaé foi dividido em duas macrozonas:

- Macrozona de Ambiente Natural - MAN;
- Macrozona de Ambiente Urbano - MAU.

Na Macrozona de Ambiente Natural (MAN) os núcleos urbanos, as construções, o tipo de uso, a intensidade de utilização, e a regularização de assentamentos, deverão respeitar a necessidade de manutenção da qualidade do ambiente natural. Busca-se com essas medidas, respeitar a fragilidade dos seus terrenos e permitir a restauração das condições do território, quando se fizer necessário.

A MAN se distribui pelos distritos de Córrego do Ouro, Cachoeiros de Macaé, Glicério, Frade e Sana, incluindo a área rural do primeiro distrito e subdivide-se em:

- Macroárea de Preservação Ambiental - MPA;
- Macroárea de Uso Sustentável - MUS.

A Macrozona de Ambiente Urbano (MAU) é caracterizada por um adensamento urbano elevado, e por este motivo é objeto de constantes intervenções para atender o processo de urbanização. De acordo com o Art. 120 do PDM, a MAU foi criada para que as desigualdades sócio-espaciais do tecido urbano consolidado fossem reduzidas, dando prioridade à qualificação e requalificação de áreas carentes, promovendo uma ocupação gradual da área disponível para expansão urbana e regulando o adensamento populacional em função da infra-estrutura instalada.

De acordo com o Art. 119 do PDM, a MAU delimita o perímetro urbano do primeiro distrito e subdivide-se em:

- Macroárea da Orla - MO;
- Macroárea de Ocupação Prioritária - MOP;
- Macroárea de Ocupação Controlada - MOC;
- Macroárea de Regularização Urbanística - MRU;
- Macroárea de Expansão Periférica - MEP;
- Macroárea de Transição - MT.

O PDM determina também a subdivisão das macrozonas em zonas. De acordo com Título III – DA ESTRUTURACAO URBANA, Capitulo I – Do Macrozeamento, Seção IX – Dos Planos de Estruturação Urbana das Macroáreas, Art. 167, as Leis de Parcelamento do Solo e Zoneamento deverão ser revisadas.

Os parâmetros necessários à identificação de cada zona, estabelecidos inicialmente pela Lei 1959/1999, estão atualmente em discussão pela COGEPLAD e não serão tratados neste trabalho, mas posteriormente espera-se agregar essa classificação à ontologia de domínio e ao modelo de classes proposto nesta dissertação.

A subdivisão em Zonas delimita o território a partir de características e objetivos próprios, de acordo com a realidade de ocupação e uso, proporcionando uma melhor ordenação ao desenvolvimento de todo o município. A Lei 1959/1999 estabeleceu os parâmetros necessários à

identificação de cada zona, como Uso Permitido, Tipo do lote, Lote mínimo, Frente mínima do lote, Coeficiente de aproveitamento do lote, Taxa de ocupação máxima do lote e os Afastamentos Frontal, Lateral e de Fundos.

Embora já houvesse a divisão em Zonas estabelecida pela Lei 1959/1999 e anterior a proposta do PD, a atual divisão está atualmente em discussão pela Secretaria de Planejamento municipal, e por este motivo não será tratada neste trabalho.

Os dados cadastrais do Município estão organizados em cadastros distintos, localizados em diferentes órgãos e com nível de integração baixo ou inexistente. São eles (a) o Cadastro Único de Contribuintes, que contém os dados de todas as pessoas, físicas e jurídicas, sujeitas a algum tributo municipal; (b) o Cadastro Imobiliário Municipal, que reúne as características de todos os imóveis e edificações existentes no município; (c) o Cadastro de Logradouros, que mantém o registro dos logradouros (ruas, avenidas, etc); (d) o Cadastro Econômico, que contém os dados dos contribuintes sujeitos a algum tipo de tributo (IPTU, ISS, etc). Além desses há os cadastros contendo dados nas áreas da Saúde, Educação, Trabalho, dentre outros.

No estudo de caso desenvolvido no capítulo 5, os elementos do Macrozoneamento e alguns elementos do Cadastro Imobiliário Municipal e do Cadastro de Logradouros serão utilizados para construção da ontologia de domínio.

3.2.3 Geoprocessamento: o SIG Geo-Macaé

A utilização de SIGs para dar apoio às atividades de cadastramento municipal é hoje uma tendência em diversas cidades brasileiras, como mostra o trabalho de Oliveira e Oliveira (57), voltado para o Município de Belo Horizonte-MG.

Com o objetivo de associar dados descritivos do Município de Macaé às posições geográficas dos mesmos foi desenvolvido o SIG Geo-Macaé, onde foram consolidados os dados colhidos inicialmente a partir da pesquisa temática Macaé-Cidadão. Foram utilizados também dados da base cartográfica da Secretaria Municipal de Obras (SEMOB), da Secretaria Municipal de Educação (SEMED) e do Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Outros dados complementares foram obtidos na Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (CIDE), no Sistema Único de Saúde (DATASUS) e no Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). O Geo-Macaé foi

desenvolvido na plataforma ESRI - ArcGIS e as bases de dados estão em MS Access e SQL Server 2000.

As imagens utilizadas no Geo-Macaé foram obtidas por sensoriamento remoto e aerofotogrametria na escala 1:2.000. A base cartográfica digital do SIG utiliza como Sistema de Coordenadas a Universal Transversa de Mercator (UTM) e o South American Datum – 1969 (SAD69).

A figura 21 mostra um mapa produzido pelo SIG Geo-Macaé, que representa o percentual da população que freqüenta escola, segundo a divisão em Bairros e Setores Censitários do IBGE.

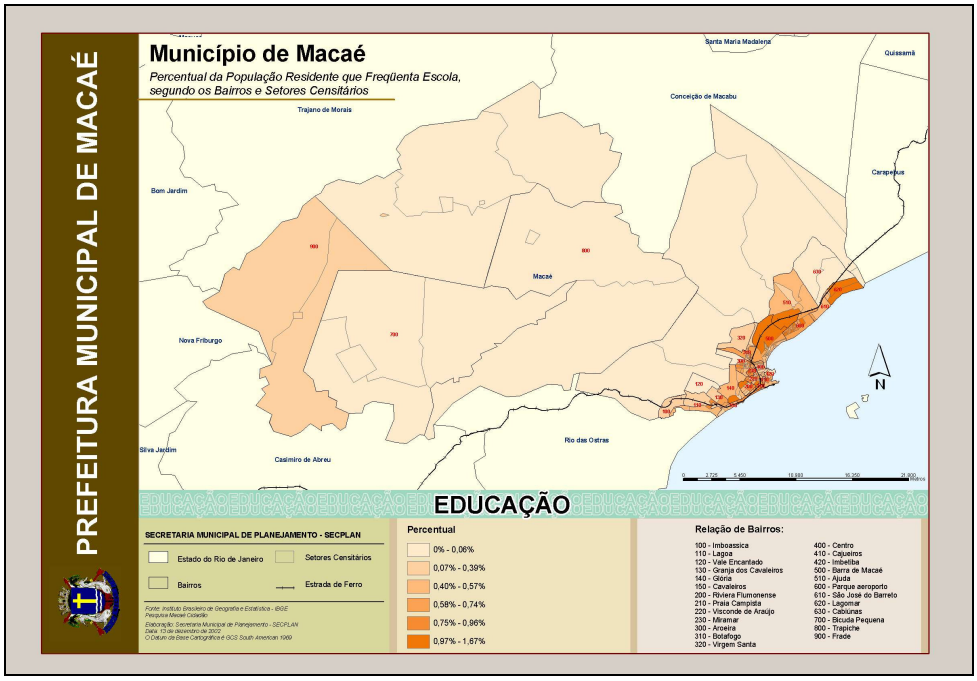


Figura 21 – Macaé – Distribuição da população que freqüenta escola.
Fonte: Manhães (7).

A base de dados do Geo-Macaé permite a produção de informações na forma de mapas temáticos. As feições permitem obter mapas com os limites oficiais do Município, Distritos e Subdistritos, Bairros oficiais, Localidades, Logradouros, com seus códigos e nomes oficiais, Trechos de logradouro, Quadras, Lotes, Edificações, Equipamentos públicos, Infra-estrutura urbana e serviços, Hidrografia, Escolas, Unidades de saúde, dentre outros elementos dos espaços urbano e rural.

Em um momento futuro espera-se que o SIG Geo-Macaé seja uma ferramenta integrada ao CTM e a um sistema de informações municipais.

3.3 **Conclusão**

As cidades necessitam de propostas de gestão que atendam condições sustentáveis de utilização do espaço urbano e rural. O Cadastro Técnico Municipal (CTM) é uma ferramenta que deve ser utilizada com essa finalidade, trazendo sustentação ao processo decisório do gestor municipal.

O Plano Diretor (PD) Municipal tem por objetivo definir o processo de desenvolvimento sustentável local, sob os aspectos políticos, sociais, econômicos, financeiros, urbanos, culturais e ambientais, e tem íntima relação com o CTM.

O Município de Macaé passou por um adensamento intenso que não foi devidamente monitorado pela gestão local, o que deixou espaço para a utilização indevida de áreas e recursos naturais, trazendo impactos no perímetro urbano e rural. Busca-se hoje, com o uso de leis e outros mecanismos legais, a retomada de controle sobre o processo de crescimento local, onde o CTM deve atuar como ferramenta importante no fornecimento de informações.

A utilização de SIGs pela administração pública municipal, permite que dados descritivos de diversas fontes sejam associados à sua localização, trazendo mais qualidade para a informação.

A integração e cooperação entre esses mecanismos legais e ferramentas tecnológicas apóiam o planejamento das ações dos gestores públicos, no sentido de promover um melhor atendimento ao munícipe.

4 **ONTOLOGIA DE ZONEAMENTO**

Este capítulo apresenta a modelagem de elementos do Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ a partir de uma ontologia de domínio. Tal ontologia serviu de suporte para a construção de classes no domínio estudado e como forma de mostrar a utilização destas classes foi desenvolvido um protótipo utilizando o software ALOV Map, que oferece a sua visualização, na Web, como mapas temáticos.

4.1 **Introdução**

Os capítulos anteriores discutiram os fundamentos teóricos de Ontologias, Linguagens de Marcação (com enfoque em XML e XMI) e SIG, além de algumas iniciativas na modelagem de domínios com ontologias.

Neste capítulo, o problema da modelagem de domínios é abordado a partir de um estudo de caso, onde é desenvolvida uma ontologia para o Zoneamento Municipal proposto pelo Plano Diretor do Município de Macaé, apresentado no capítulo 3. A ontologia foi utilizada para a modelagem de elementos a serem visualizados como mapas temáticos em um protótipo, apoiando-se na interação permitida pelo XMI entre o editor de ontologias Protégé e a ferramenta ArgoUML, onde foi definido um repositório de classes. Esse repositório gerou um grupo de tabelas que associado à imagens no SIG ArcGIS, pemitiu que mapas temáticos com os dados da ontologia fossem exibidos em ambiente web, utilizando-se o ALOV Map.

4.2 **Etapas de Desenvolvimento**

O desenvolvimento do estudo de caso foi dividido em etapas, de forma a atingir os objetivos do trabalho, e que são mostradas na tabela 2:

TABELA 2 - ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

Etapa	Ações
1. Construção da Ontologia de Zoneamento	Estudar o domínio da ontologia.
	Elaborar e validar o Dicionário de Termos (classes) da ontologia.
	Definir as características (atributos) dos termos (classes).
	Construir a ontologia no Protégé.
	Exportar a ontologia para formato XMI.
2. Construção do Diagrama de Classes	Importar o arquivo XMI na ferramenta CASE ArgoUML.
	Ajustar as classes, atributos e relacionamentos no diagrama.
	Gerar o código-fonte das classes (arquivos Java).
3. Construção do protótipo	Construir tabelas a partir do modelo de classes utilizando o Mapeamento Objeto-Relacional.
	Associar as tabelas geradas com arquivos SHP no ArcGIS.
	Codificar os arquivos XML e HTML para exibição de mapas com o software ALOVMap.
	Exibir mapas no browser.

4.2.1 Construção da Ontologia de Zoneamento

Conforme mencionado no Capitulo 2, item 2.3.4, não há um consenso sobre a metodologia mais indicada para construção de ontologias. Neste trabalho foi adotada (com adaptações) a abordagem proposta por Noy e McGuinness (15) para a elaboração de uma ontologia, com as seguintes etapas:

- Determinar o domínio e o escopo da ontologia;
- Investigar o reuso de ontologias existentes;
- Listar termos importantes;
- Definir as classes;
- Identificar a hierarquia de classes;
- Definir propriedades das classes.

A seguir são esmiuçadas as etapas referentes à construção da ontologia de Zoneamento.

4.2.1.1 Estudo do domínio

O domínio da ontologia deste trabalho envolve os conceitos definidos na proposta de Zoneamento Urbano do PD do município de Macaé-RJ, que originalmente não inclui elementos como quadras, lotes e logradouros. Os especialistas em Urbanismo da Coordenadoria Municipal de Planejamento – COORDEPLAN, consultados na Prefeitura de Macaé e responsáveis pelo PD, entenderam que a ontologia seria mais completa se esses elementos fossem explicitados, já que cada em deles tem relação direta com o Zoneamento.

As fontes para construção da ontologia envolveram o PD, o Cadastro Imobiliário Municipal, o Cadastro Municipal de Logradouros e a Lei de Uso e Ocupação do Solo do município de Macaé-RJ.

Não foram encontradas ontologias de Zoneamento Urbano para reutilização neste trabalho. O trabalho de Pinho e Goltz (58) propõe, conceitualmente, uma ontologia para o Lote Urbano, que não foi implementada em software, conforme consta no texto do trabalho.

4.2.1.2 Elaboração e Validação do Dicionário de Termos da Ontologia

O Dicionário de Termos contém os elementos do domínio e seu significado no contexto. O dicionário foi discutido e validado após 8 reuniões com os especialistas da COORDEPLAN, onde foram analisadas as leis envolvidas e selecionados os elementos que deveriam figurar na ontologia.

As macrozonas, macroáreas, zonas e setores definidos no PD formam o Zoneamento Municipal. São subdivisões do território em função de suas características e das atividades que podem ser desenvolvidas em cada uma delas, conforme é visto na tabela 3.

TABELA 3 - ELEMENTOS DO ZONEAMENTO MUNICIPAL

Item	Tipo	Descrição
1	Macrozona	Subdivisão do território municipal em unidades territoriais contínuas para fixar os princípios fundamentais de uso e ocupação do solo, em concordância com as estratégias das Políticas Rural e Urbana, definindo uma visão de conjunto que integra todo o Município.
2	Macroárea	Subdivisão das macrozonas em áreas temáticas de usos diferenciados.
3	Zona	Divisão do território municipal em áreas de uso específico, com o objetivo de regular o uso, ocupação e arrendamento do solo.
4	Macrozona de Ambiente Natural (MAN)	Busca manter ou restaurar a qualidade do ambiente natural e respeitar a fragilidade dos seus terrenos, e envolve os núcleos urbanizados, as edificações, os usos e a intensidade de usos, bem como a regularização de assentamentos. Abrange os distritos de Córrego do Ouro, Cachoeiros de Macaé, Glicério, Frade e Sana, incluindo a área rural do primeiro distrito. Dividi-se em MPA e MUS.
5	Macrozona de Ambiente Urbano (MAU)	Caracteriza-se pela predominância da ocupação humana e das intervenções decorrentes do processo de urbanização e delimita o perímetro urbano do primeiro distrito. Busca a redução das desigualdades sócio-espaciais do tecido urbano consolidado, com prioridade para a qualificação e requalificação das áreas precárias e promover a ocupação gradativa da área disponível para expansão urbana, regulando o adensamento em função da infra-estrutura instalada. Divide-se em MO, MOP, MOC, MRUA, MEP e MT.
6	Macroárea	Subdivisão das macrozonas em áreas temáticas de usos diferenciados.
7	Macroárea da Orla (MO)	Compreende uma faixa territorial de litoral que se destaca pela importância ambiental, beleza cênica e vocação natural para o uso público e o lazer, cuja alta valorização imobiliária, verificada ao sul, opõe-se à precariedade de áreas e equipamentos de lazer, observada no trecho ao norte. É classificada em: Orla Sul, Orla Centro e Orla Norte.
8	Macroárea de Expansão Periférica (MEP)	Corresponde à área disponível para expansão imediata do tecido urbano, expressa na incidência de empreendimentos imobiliários de iniciativa privada e nos investimentos públicos mais recentes, especialmente em equipamentos urbanos e na melhoria e expansão do sistema viário.

9	Macroárea de Ocupação Controlada (MOC)	Corresponde às áreas com concentração e predominância da atividade industrial e de serviços industriais, onde se identifica tanto a necessidade de disciplinar ou conter a expansão territorial, tendo em vista os impactos negativos gerados sobre áreas de uso residencial e de interesse ambiental, quanto à potencialidade para ampliação e fomento da atividade industrial garantindo os limites de tolerância para proximidade de usos desconformes. Contém diversos Corredores Ecológicos Urbanos.
10	Corredores Ecológicos Urbanos	São as faixas de território da MOC que possibilitam a integração paisagística de espaços vegetados e objetivam atenuar o conflito de vizinhança entre os usos residencial e industrial.
11	Macroárea de Ocupação Prioritária (MOP)	Corresponde à parcela de tecido urbano consolidado e dotado de infra-estrutura, compreendendo núcleos centrais de comércio e serviços, tradicionais bairros residenciais em processo de transformação de uso, adensamento e saturação da estrutura viária, ao mesmo tempo em que se verifica a existência de áreas pouco adensadas e loteamentos recentes, especialmente na direção norte, constituindo vazios urbanos a serem ocupados.
12	Macroárea de Preservação Ambiental (MPA)	Compreende as áreas caracterizadas pela predominância de paisagens naturais pouco alteradas, com presença de elementos ambientais passíveis de preservação, incluindo as áreas de produção agropecuária.
13	Macroárea de Regularização Urbanística e Ambiental (MRUA)	Caracteriza-se pela predominância de áreas ocupadas por população de baixa renda, configurada em loteamentos irregulares, assentamentos espontâneos e ocupações em áreas de risco ou de preservação ambiental, apresentando infraestrutura básica incompleta, deficiência de equipamentos sociais e culturais, comércio e serviços. É subdividida em Zonas de Especial Interesse.
14	Macroárea de Transição (MT)	É a parcela de território limítrofe da área urbana com predominância da agropecuária, que constitui a reserva de área para expansão do tecido urbano. Caracteriza-se pela predominância da atividade agropecuária em diversas propriedades rurais, pela incidência de alguns empreendimentos imobiliários, configurando uma aglomeração de condomínios residenciais, e pequenas propriedades rurais.
15	Macroárea de Uso Sustentável (MUS)	Abrange as sedes de distritos, localidades rurais e núcleos isolados, cujo processo de urbanização apresenta-se em diferentes graus de consolidação urbana e qualificação ambiental, decorrentes da ocupação muitas vezes inadequada do território.

16	Zonas Residenciais (ZR)	São as áreas com predominância do uso residencial, densidades demográficas e construtivas médias e baixas, vias de tráfego leve e local onde os níveis de ruído devem estar compatíveis ao uso residencial e às atividades comerciais e de serviços, preferencialmente de pequeno porte, deverão estar instaladas em áreas específicas.
17	Zonas de Uso Diversificado (ZUD)	São as áreas onde as atividades comerciais e de serviços devem estar integradas ao uso residencial, admitindo-se, no entanto, incômodo moderado ou eventual à vizinhança.
18	Zonas Industriais (ZI)	São áreas com predominância de atividades de cunho industrial, admitindo-se a instalação de atividades potencialmente poluidoras, que, portanto, devem evitar a convivência com o uso residencial.
19	Zonas de Uso Especial (ZUE)	São áreas de uso específico, de caráter institucional ou de interesse público, destinada às atividades não passíveis de classificação nas demais zonas.
20	Zona de Expansão Urbana (ZEU)	É a área limítrofe ao perímetro urbano, com predominância da paisagem natural, admitindo-se o uso residencial em baixa densidade.
21	Zona de Especial Interesse Ambiental (ZEIA)	Aguarda lei complementar para sua definição.
22	Zona de Especial Interesse Social (ZEIS)	Subdivisão da MRUA, busca promover a regularização das edificações, do parcelamento, uso e ocupação do solo dos assentamentos, atendendo aos objetivos definidos no Plano Diretor.
23	Setores Especiais Urbanos (SEU)	Compreendem as áreas em escala territorial inferior a das zonas, cujas características funcionais, locacionais, naturais ou de ocupação requerem normas de ordenação de uso do solo diferentes daquelas estabelecidas para zona onde está inserido o setor.
24	Setor Especial de Requalificação Urbano-Ambiental	Área destinada à recuperação de ambiente natural ou construído, que esteja em processo de degradação.
25	Setor Especial de Preservação Ambiental	Área destinada à recuperação e preservação de Áreas de Preservação Permanente, conforme definição constante em legislação ambiental federal.
26	Setor Especial de Preservação Histórico-Cultural	Área destinada à recuperação e preservação do patrimônio municipal de valor histórico e cultural.

27	Setor Especial de Interesse Social	Área contígua ou próxima às ZEIS, vazias ou com ocupação rarefeita, destinadas a abrigar projetos complementares ao processo de regularização urbanística e fundiária das ZEIS.
28	Setores Especiais Viários (SEV)	Compreendem áreas ao longo de eixos de circulação, cuja ocupação e utilização dos lotes lindeiros deve estar integrada à hierarquia viária estabelecida, excluindo as faixas de domínio não edificáveis.
29	Setor Especial de Eixos de Serviços	Área destinada à instalação de comércio e serviços complementares ao uso residencial, localizada prioritariamente ao longo de vias coletoras ou de acesso às zonas residenciais.
30	Setor Especial de Eixos Estruturais	Área destinada à instalação de empreendimentos de grande porte, localizada prioritariamente às margens de eixos viários que admitem o tráfego intenso e pesado.
31	Atividade	Define todas as possíveis atividades que podem ser realizadas, de acordo com a Lei Municipal pertinente.

Fonte: Prefeitura de Macaé – Secretaria de Planejamento, 2007.

A Lei de Uso e Ocupação do Solo busca definir tudo que pode ser feito em um terreno particular, levando-se em consideração o seu entorno, seja ele imediato ou local. Desta forma, essa lei vem a nortear a análise de impactos na região do Município em que o terreno se localiza, e estabelecer limites para a realização atividades econômicas atreladas ao Zoneamento. A tabela 4 contém esses elementos.

TABELA 4 – ELEMENTOS DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.

Item	Tipo	Descrição
1	Município	Área referente ao perímetro total do município de Macaé.
2	Divisão Administrativa	Formas de divisão legal para administração do território municipal.
3	Distrito	Área territorial em que se exerce o governo, jurisdição ou inspeção de uma autoridade administrativa, judicial ou fiscal; circunscrição.
4	Subdistrito	É a subdivisão do distrito em áreas menores, para facilitar a administração municipal.
5	Setor Administrativo	Divisão do território municipal em unidades públicas compostas por bairros.

6	Bairro	Fração do território municipal, dotada de características que lhe conferem uma certa unidade e individualidade. Um bairro é composto por loteamentos e condomínios.
7	Quadra	Área de terreno delimitada por vias de circulação subdivididas ou não em lotes.
8	Face da quadra	Refere-se ao espaço delimitado por dois vértices consecutivos de uma quadra.
9	Lote	Parcela de terreno resultante de loteamento ou desmembramento, com pelo menos um acesso à via destinada à circulação.
10	Limite do Lote	Delimitação física da área do lote, medida em metros quadrados.
11	Testada do Lote	Divisa do lote que coincide com o alinhamento do logradouro público, medida em metros.
12	Uso do lote	Define todos as possíveis utilizações do lote dentro do permitido por Lei Municipal pertinente, nas áreas de uso e ocupação do solo.
13	Classe do Lote	Classificação do lote com base em diferentes aspectos. Um lote pode ser classificado como Legal, Jurídico, Tributário e Cadastral.
14	Lote Legal	Parte de terreno implantado e delimitado no local, sem considerar a situação oficial do terreno, normalmente para efeito do cadastro municipal.
15	Lote Jurídico	Lote cujas características e propriedades encontram-se registradas em cartório.
16	Lote Tributário	Lote decorrente do Código Tributário Nacional, e que por este motivo está associado a seu respectivo IPTU.
17	Lote Cadastral	Lote Legal ou Oficial registrado em cartório e arquivado na Secretaria Municipal de Obras com plantas aprovadas.
18	Afastamento	Distância entre a edificação e as divisas do lote em que está localizado, podendo ser Frontal, Lateral e de Fundos, medido em metros.
19	Alinhamento	Limite entre o lote e o logradouro público, medido em metros.
20	Área Edificável	Área do lote, excluídas as áreas dos afastamentos obrigatórios, medida em metros quadrados.
21	Logradouro	É toda a superfície destinada ao uso público por pedestres e/ou veículos, compreendendo vias, praças, parques ou jardins, oficialmente reconhecido e denominado.
22	Trecho de Logradouro	Segmento definido pela intersecção de logradouros.

Fonte: Prefeitura de Macaé – Secretaria de Planejamento, 2007.

4.2.1.3 Construção da ontologia no Protégé

A construção da ontologia no Protégé foi realizada, basicamente, a partir da definição das classes (*class*) e suas propriedades (*slot*), além de possíveis instâncias (*instance*), cardinalidades (*cardinality*) e documentação (*documentation*) das classes. Os *slots* do tipo *instance* definem os relacionamentos entre as classes.

A figura 22 apresenta parte da ontologia de Zoneamento.

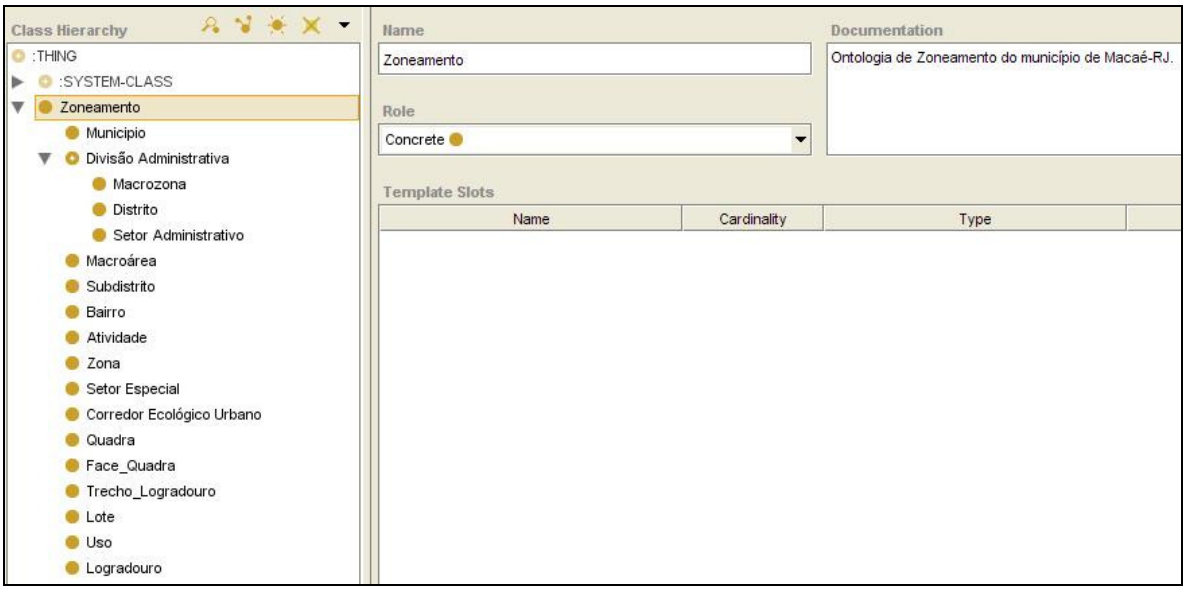


Figura 22 – Visualização da ontologia de Zoneamento no Protégé.

A classe de nível de topo no Protégé é “Thing”, e todas as outras criadas ficam em nível abaixo dela. As classes criadas para a ontologia de zoneamento ficaram abaixo da classe Zoneamento, que é a de nível de topo da ontologia.

Nas tabelas que retratam as propriedades das classes a Relação Intrínseca se refere à propriedade definida na própria classe, ao passo que Relação Extrínseca faz referência à propriedade definida em outra classe que mantém relacionamento com a primeira, o que é definido com slots do tipo instance. O domínio se refere ao tipo de dado para a ocorrência da classe.

A tabela 5 contém as propriedades da classe Município. A figura 23 mostra a classe no Protégé.

TABELA 5 - PROPRIEDADES DA CLASSE MUNICÍPIO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Município	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto

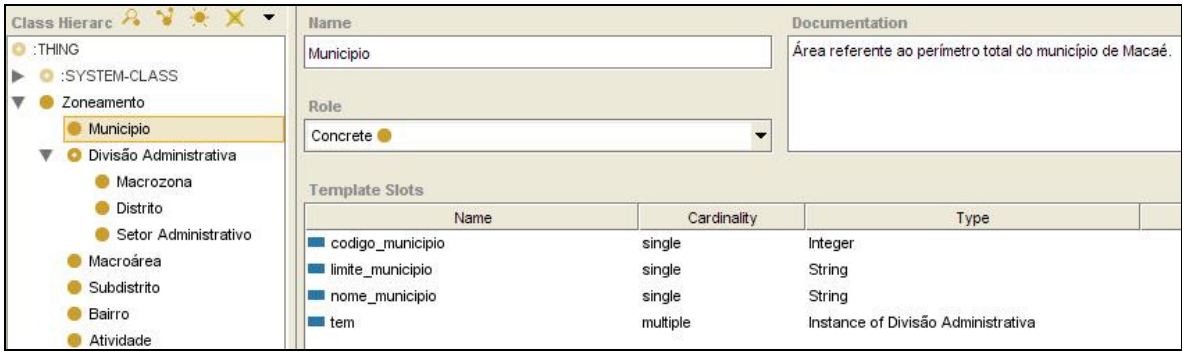


Figura 23 – Classe Município.

A classe Divisão Administrativa é definida no Protégé com classe abstrata (não permite instâncias), e sem possuir propriedades. Seguindo a idéia de generalização tem como classes filhas Macrozona, Distrito e Setor Administrativo. A figura 24 mostra a classe no Protégé.

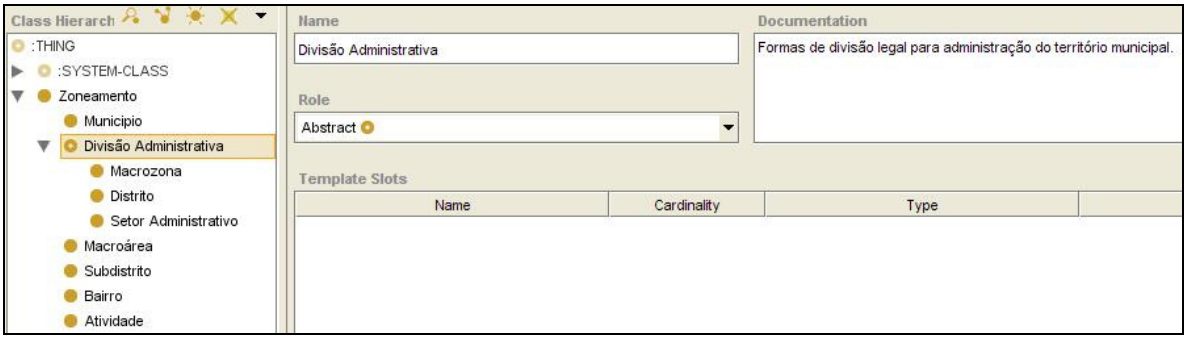


Figura 24 – Classe Divisão Administrativa.

A tabela 6 contém as propriedades da classe Macrozona. A figura 25 mostra a classe no Protégé.

TABELA 6 - PROPRIEDADES DA CLASSE MACROZONA

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Macrozona	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	sigla	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_municipio	Extrínseca	Inteiro

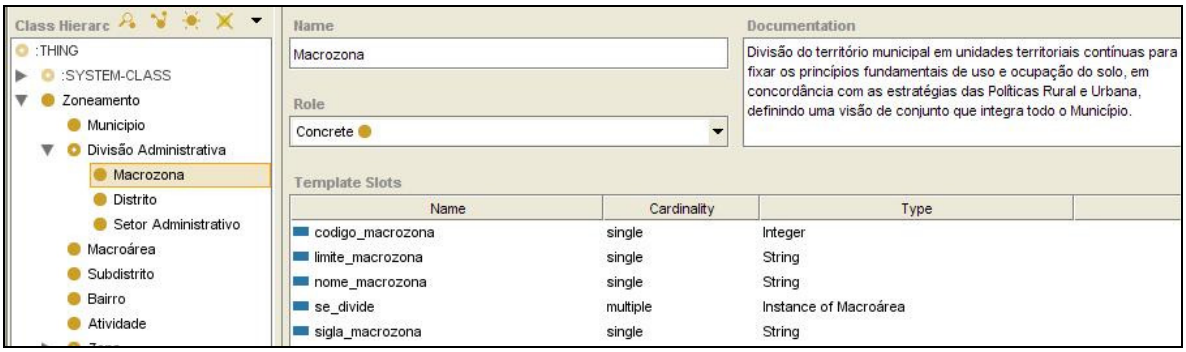


Figura 25 – Classe Macrozona (Subclasse de Divisão Administrativa).

A tabela 7 contém as propriedades da classe Distrito. A figura 26 mostra a classe no Protégé.

TABELA 7 - PROPRIEDADES DA CLASSE DISTRITO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Distrito	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_município	Extrínseca	Inteiro

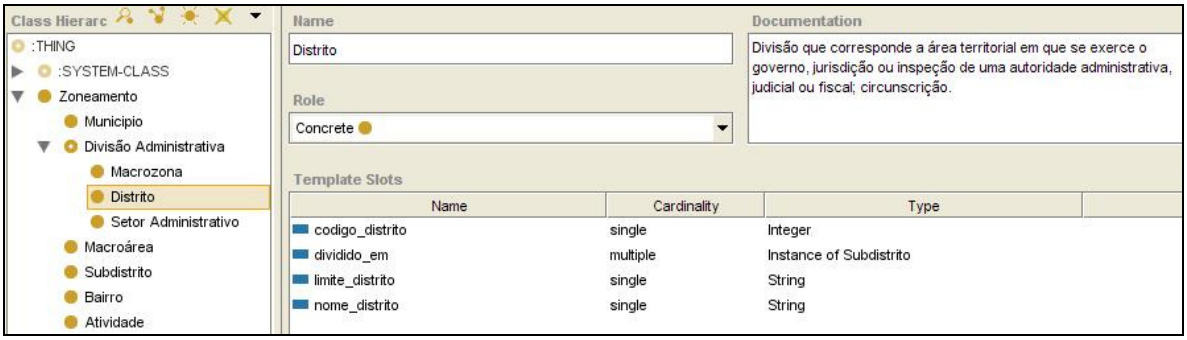


Figura 26 – Classe Distrito (Subclasse de Divisão Administrativa).

A tabela 8 contém as propriedades da classe Setor Administrativo. A figura 27 mostra a classe no Protégé.

TABELA 8 - PROPRIEDADES DA CLASSE SETOR ADMINISTRATIVO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Setor Administrativo	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	sigla	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_distrito	Extrínseca	Inteiro

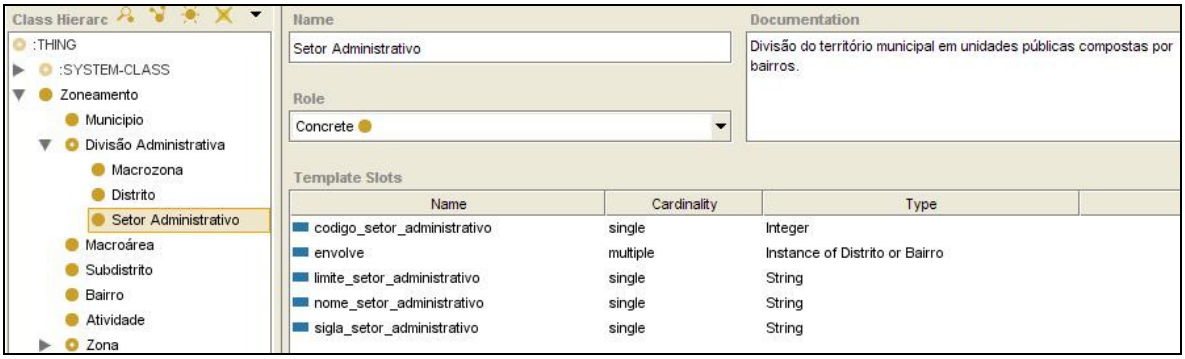


Figura 27 – Classe Setor Administrativo (Subclasse de Divisão Administrativa).

A tabela 9 contém as propriedades da classe Macroárea. A figura 28 mostra a classe no Protégé.

TABELA 9 - PROPRIEDADES DA CLASSE MACROÁREA

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Macroárea	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	sigla	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_macrozona	Extrínseca	Inteiro

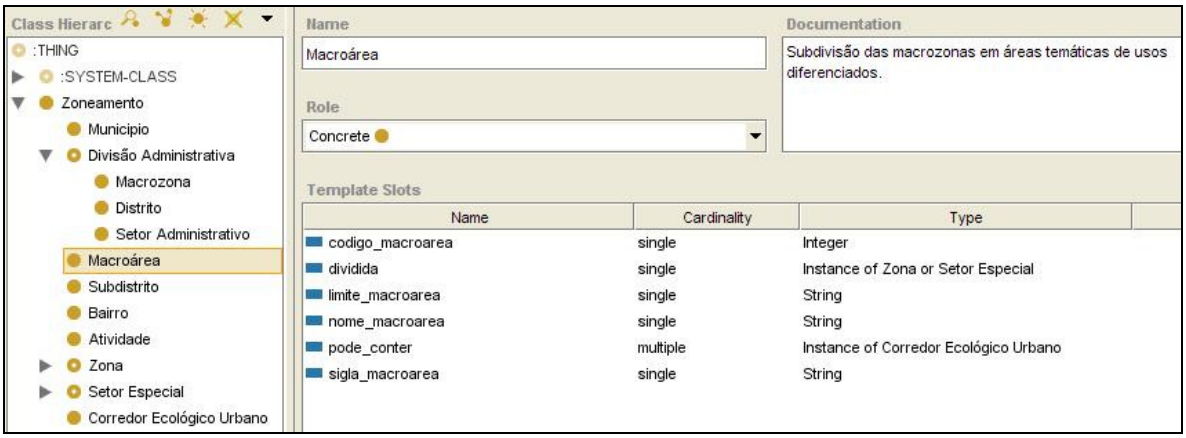


Figura 28 – Classe Macroárea.

A tabela 10 contém as propriedades da classe Distrito. A figura 29 mostra a classe no Protégé.

TABELA 10 - PROPRIEDADES DA CLASSE SUBDISTRITO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Subdistrito	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_distrito	Extrinseca	Texto

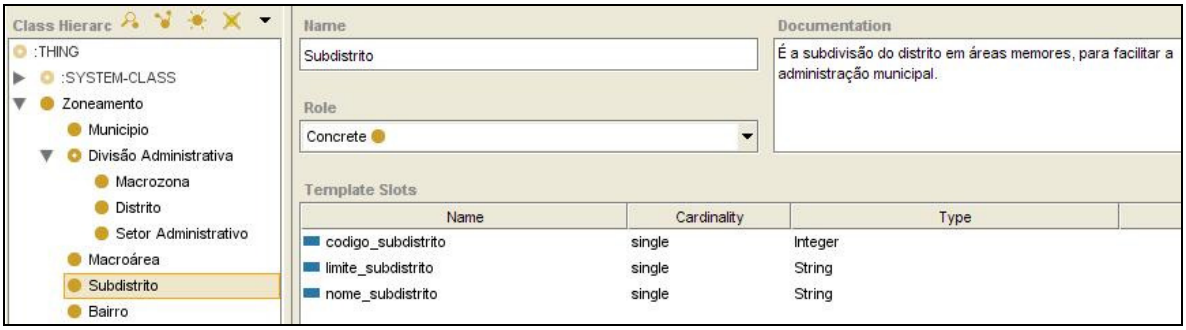


Figura 29 – Classe Subdistrito.

A tabela 11 contém as propriedades da classe Bairro. A figura 30 mostra a classe no Protégé.

TABELA 11 - PROPRIEDADES DA CLASSE BAIRRO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Bairro	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_setor_administrativo	Extrínseca	Inteiro

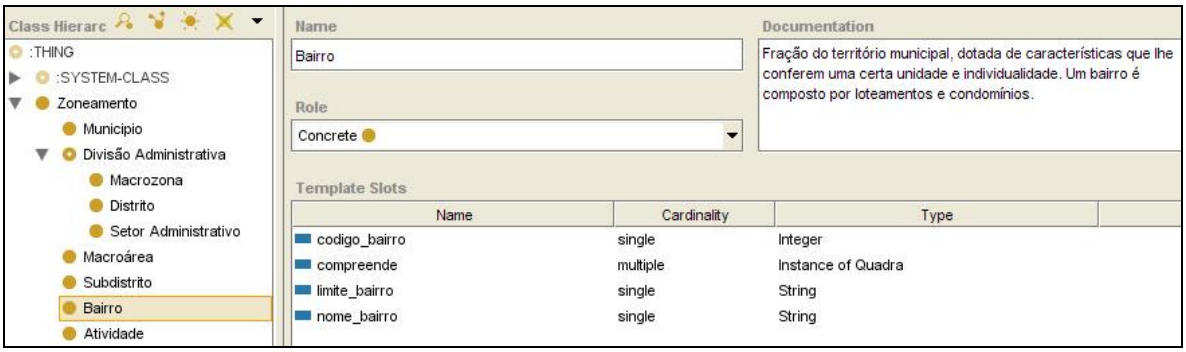


Figura 30 – Classe Bairro.

A tabela 12 contém as propriedades da classe Atividade. A figura 31 mostra a classe no Protégé.

TABELA 12 - PROPRIEDADES DA CLASSE ATIVIDADE

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Atividade	codigo	Intrínseca	Inteiro
	descrição	Intrínseca	Texto

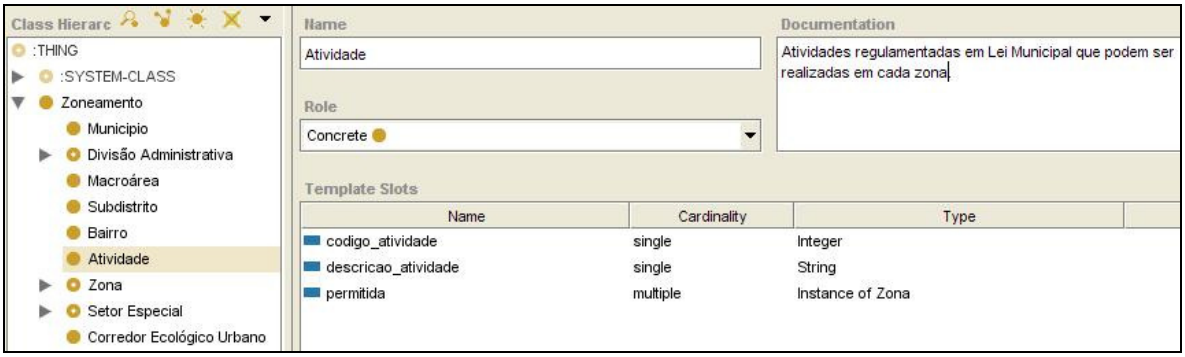


Figura 31 – Classe Atividade.

A tabela 13 contém as propriedades da classe Zona. A figura 32 mostra a classe no Protégé.

TABELA 13 - PROPRIEDADES DA CLASSE ZONA

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Zona	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	sigla	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_macroárea	Extrínseca	Inteiro
	codigo_atividade	Extrínseca	Inteiro

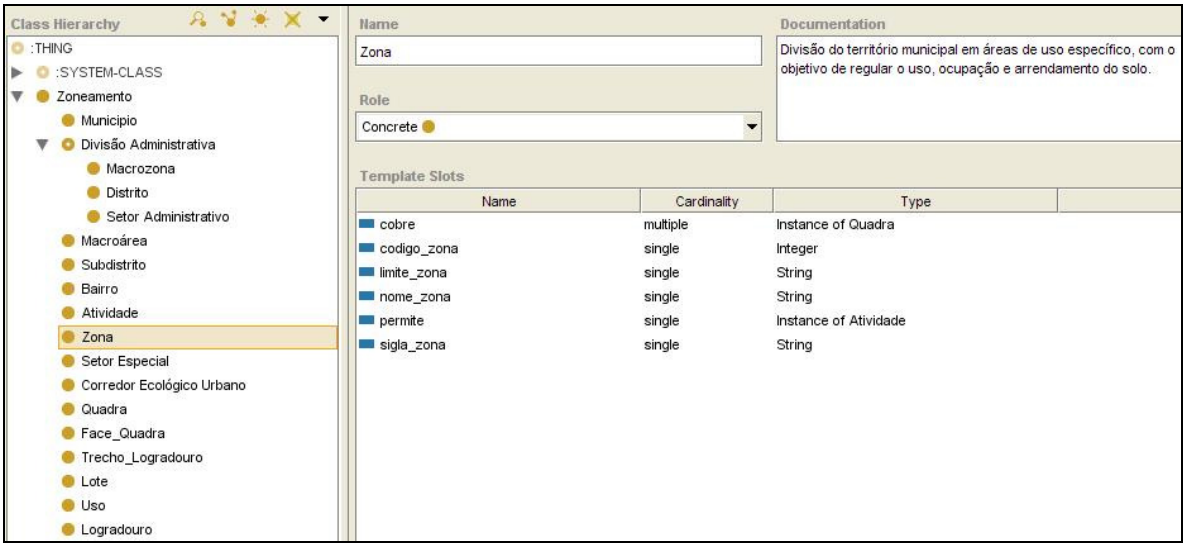


Figura 32 – Classe Zona.

A tabela 14 contém as propriedades da classe Setor Especial. A figura 33 mostra a classe no Protégé.

TABELA 14 - PROPRIEDADES DA CLASSE SETOR ESPECIAL

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Setor Especial	codigo	Intrínseca	Inteiro
	nome	Intrínseca	Texto
	sigla	Intrínseca	Texto
	limite	Intrínseca	Texto
	codigo_macroárea	Extrínseca	Inteiro
	codigo_atividade	Extrínseca	Inteiro

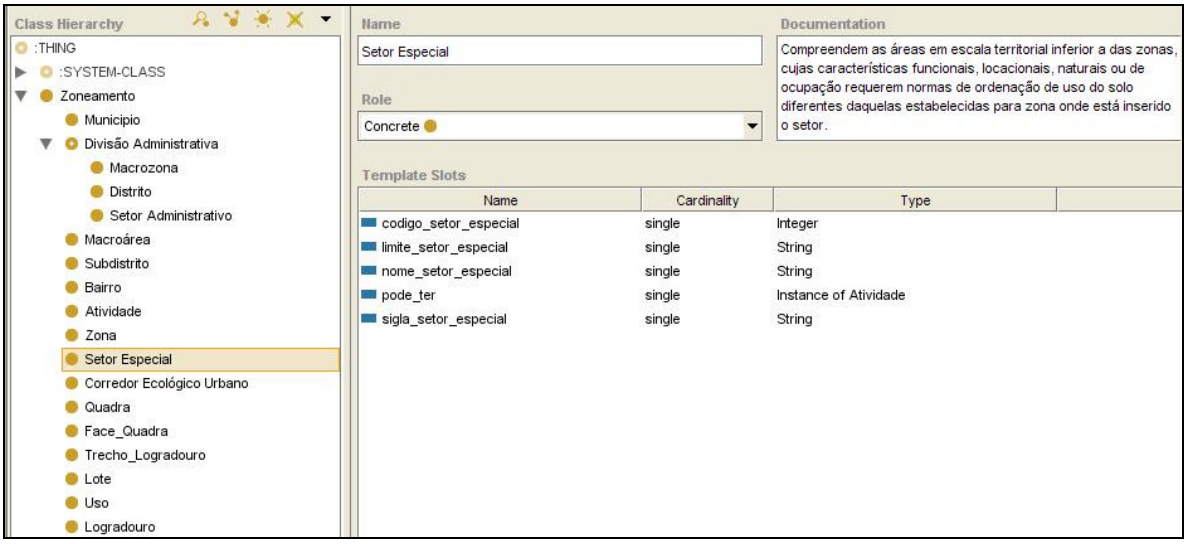


Figura 33 – Classe Setor Especial.

A tabela 15 contém as propriedades da classe Distrito. A figura 34 mostra a classe no Protege.

TABELA 15 - PROPRIEDADES DA CLASSE CORREDOR ECOLÓGICO URBANO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Corredor Ecológico Urbano	codigo_corredor_ecologico	Intrínseca	Inteiro
	nome_corredor_ecologico	Intrínseca	Texto
	sigla_corredor_ecologico	Intrínseca	Texto
	limite_corredor_ecologico	Intrínseca	Texto
	codigo_macroárea	Extrínseca	Inteiro
	codigo_atividade	Extrínseca	Inteiro

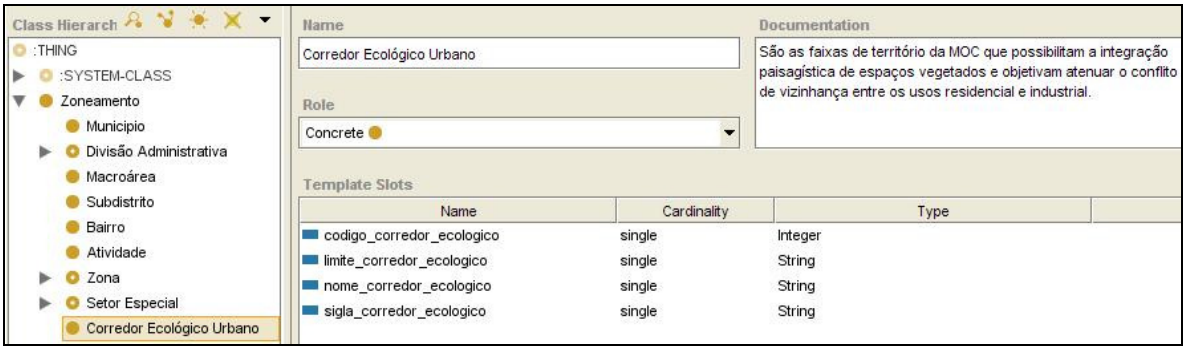


Figura 34 – Classe Corredor Ecológico Urbano.

A tabela 16 contém as propriedades da classe Quadra. A figura 35 mostra a classe no Protégé.

TABELA 16 - PROPRIEDADES DA CLASSE QUADRA

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Quadra	codigo_quadra	Intrínseca	Inteiro
	codigo_bairro	Extrínseca	Inteiro

Figura 35 – Classe Quadra.

A tabela 17 contém as propriedades da classe Face_Quadra. A figura 36 mostra a classe no Protégé.

TABELA 17 - PROPRIEDADES DA CLASSE FACE_QUADRA

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Face_Quadra	codigo_quadra	Extrínseca	Inteiro
	numero_face	Intrínseca	Inteiro

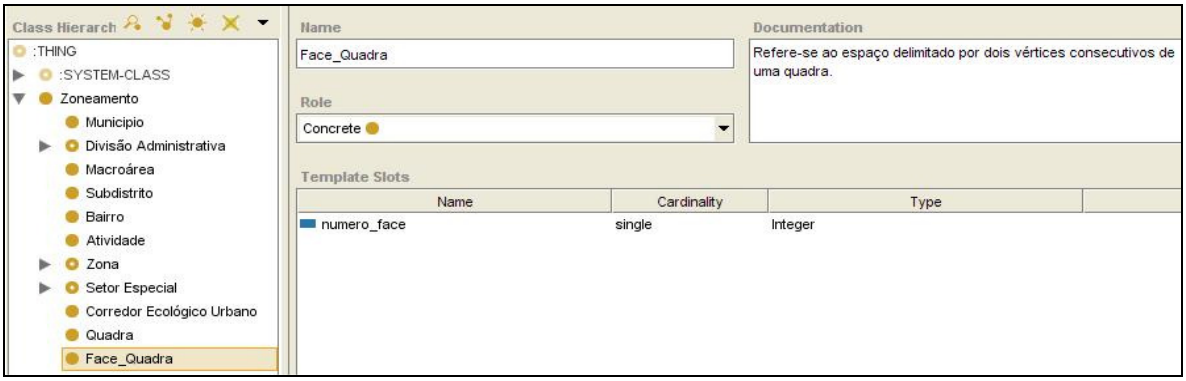


Figura 36 – Classe Face_Quadra.

A tabela 18 contém as propriedades da classe Trecho Logradouro. A figura 37 mostra a classe no Protégé.

TABELA 18 - PROPRIEDADES DA CLASSE TRECHO_LOGRADOURO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Trecho_Logradouro	codigo	Intrínseca	Inteiro

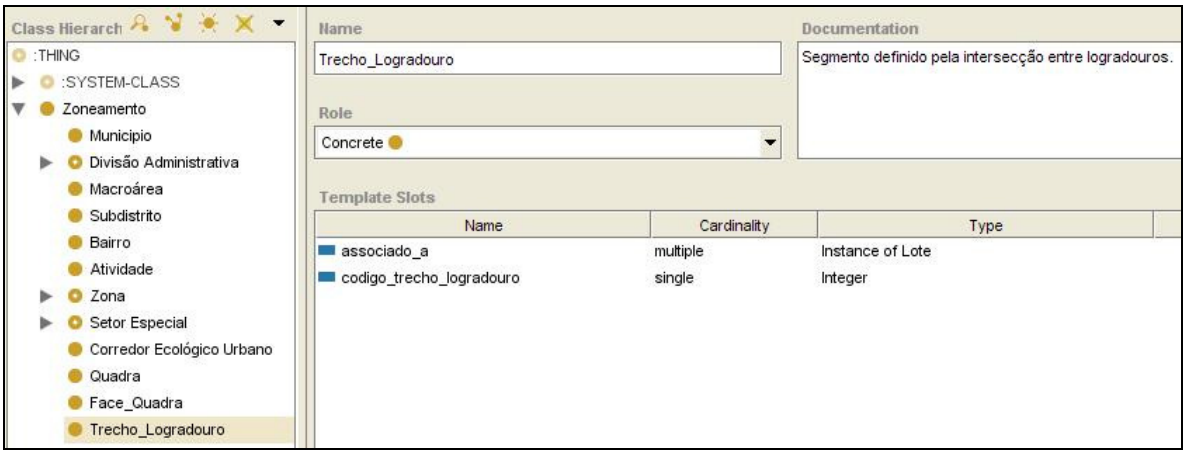


Figura 37 – Classe Trecho_Logradouro.

A tabela 19 contém as propriedades da classe Logradouro. A figura 38 mostra a classe no Protégé.

TABELA 19 - PROPRIEDADES DA CLASSE LOGRADOURO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Logradouro	codigo_logradouro	Intrínseca	Inteiro
	nome_logradouro	Intrínseca	Texto
	codigo_trecho_logradouro	Extrínseca	Inteiro

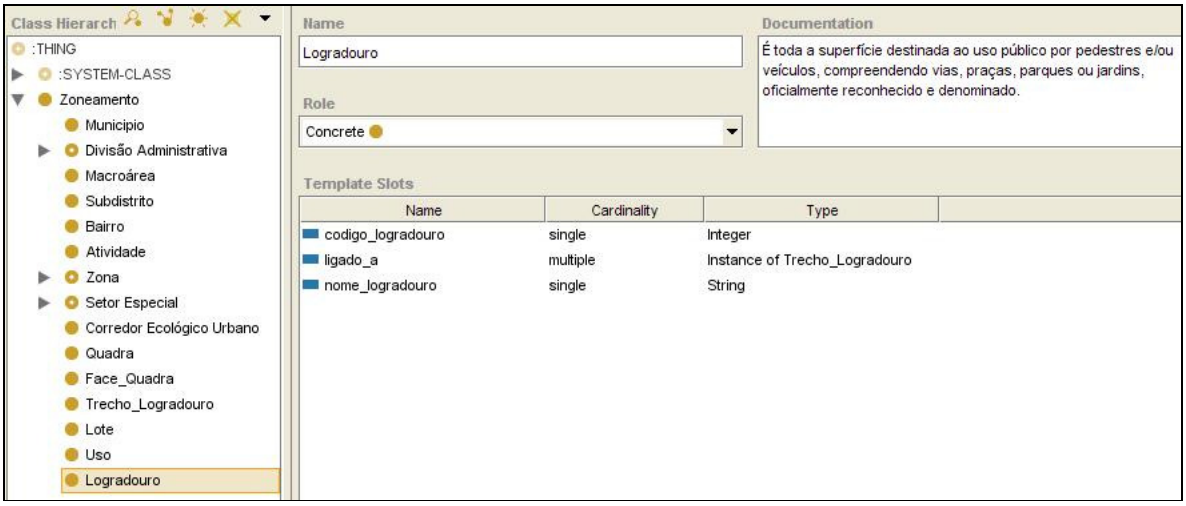


Figura 38 – Classe Logradouro.

A tabela 20 contém as propriedades da classe Lote. A figura 39 mostra a classe no Protégé.

TABELA 20 - PROPRIEDADES DA CLASSE LOTE

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Lote	codigo	Intrínseca	Inteiro
	limite	Intrínseca	Inteiro
	classe	Intrínseca	Inteiro
	testada	Intrínseca	Inteiro
	taxa_ocupacao	Intrínseca	Inteiro
	afastamento_frontal	Intrínseca	Inteiro
	afastamento_lateral	Intrínseca	Inteiro
	afastamento_fundo	Intrínseca	Inteiro
	alinhamento	Intrínseca	Inteiro
	área_edificavel	Intrínseca	Inteiro
	codigo_uso	Extrínseca	Inteiro
	codigo_quadra	Extrínseca	Inteiro
	codigo_uso	Extrínseca	Inteiro

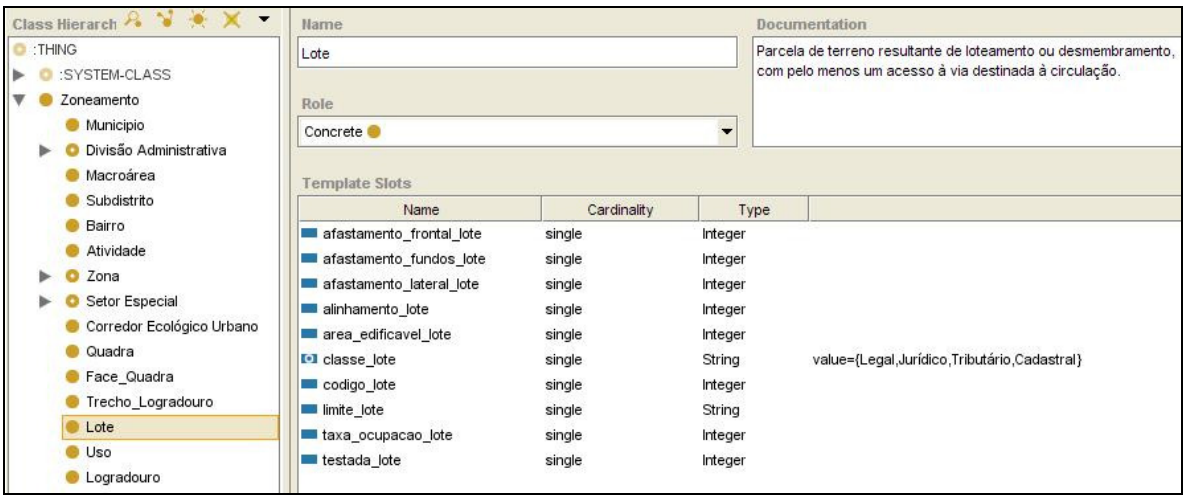


Figura 39 – Classe Lote.

A tabela 21 contém as propriedades da classe Uso. A figura 40 mostra a classe no Protégé.

TABELA 21 - PROPRIEDADES DA CLASSE USO

Classe	Propriedade	Relação	Domínio
Uso	codigo	Intrínseca	Inteiro
	descrição	Intrínseca	Texto

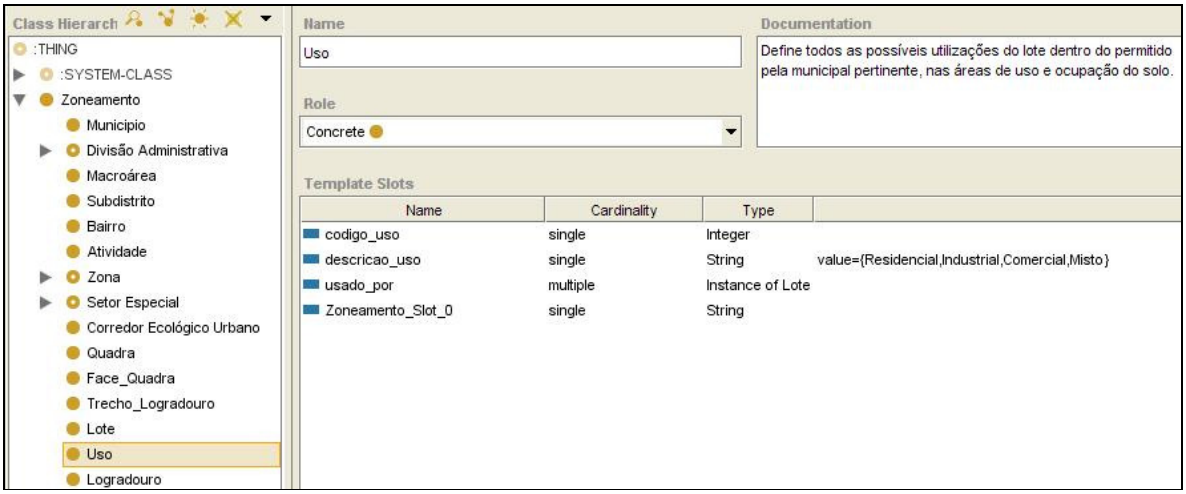


Figura 40 – Classe Uso.

4.2.1.4 Exportação da ontologia para formato XMI

A ontologia construída no Protégé foi exportada para o formato XMI, gerando o arquivo onto1.xmi que contém as definições de classes, atributos e relacionamentos do domínio analisado. Essa operação se dá mediante a instalação de um *plugin* específico que converte a notação da ontologia para UML/XMI. A seguir é apresentada a parte do código XMI relativa ao comentário do *slot* código_lote, da classe Lote:

```
<UML:Comment xmi.id = 'a380' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador
do Lote, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a377'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
```

A ontologia construída pode ser exportada para outros formatos como RDF, HTML dentre outros, e desta forma ela fica disponível para ser utilizada por outras aplicações e sistemas

de informação compatíveis com esses formatos. O código XMI completo está disponível no Apêndice A.

4.2.2 Construção do Diagrama de Classes

4.2.2.1 Importação do arquivo XMI na ferramenta CASE ArgoUML

O arquivo onto1.xmi foi importado pela ferramenta CASE ArgoUML, um software para modelagem de sistemas baseados no paradigma da OO. O ArgoUML foi desenvolvido em plataforma Java e é de uso livre. Na figura 41 é apresentada a interface do software e o Diagrama de Classes contendo as classes trazidas da ontologia.

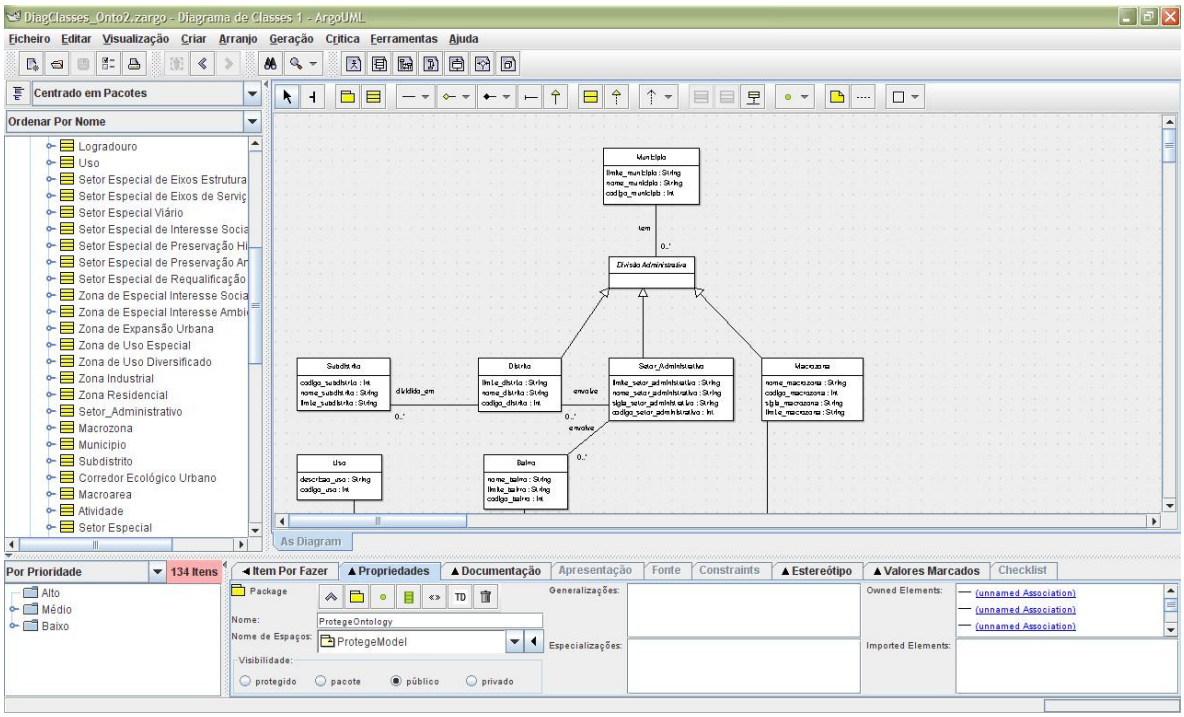


Figura 41 – Classes resultantes do arquivo XMI migradas para o ArgoUML.

4.2.2.2 Ajuste de classes, atributos e relacionamentos no diagrama

Os elementos oriundos da importação são alocados, no momento da importação, num pacote (*package*) e precisam ser organizados manualmente no diagrama. O Diagrama de Classes resultante da migração da ontologia para a ferramenta CASE é mostrado na figura 42.

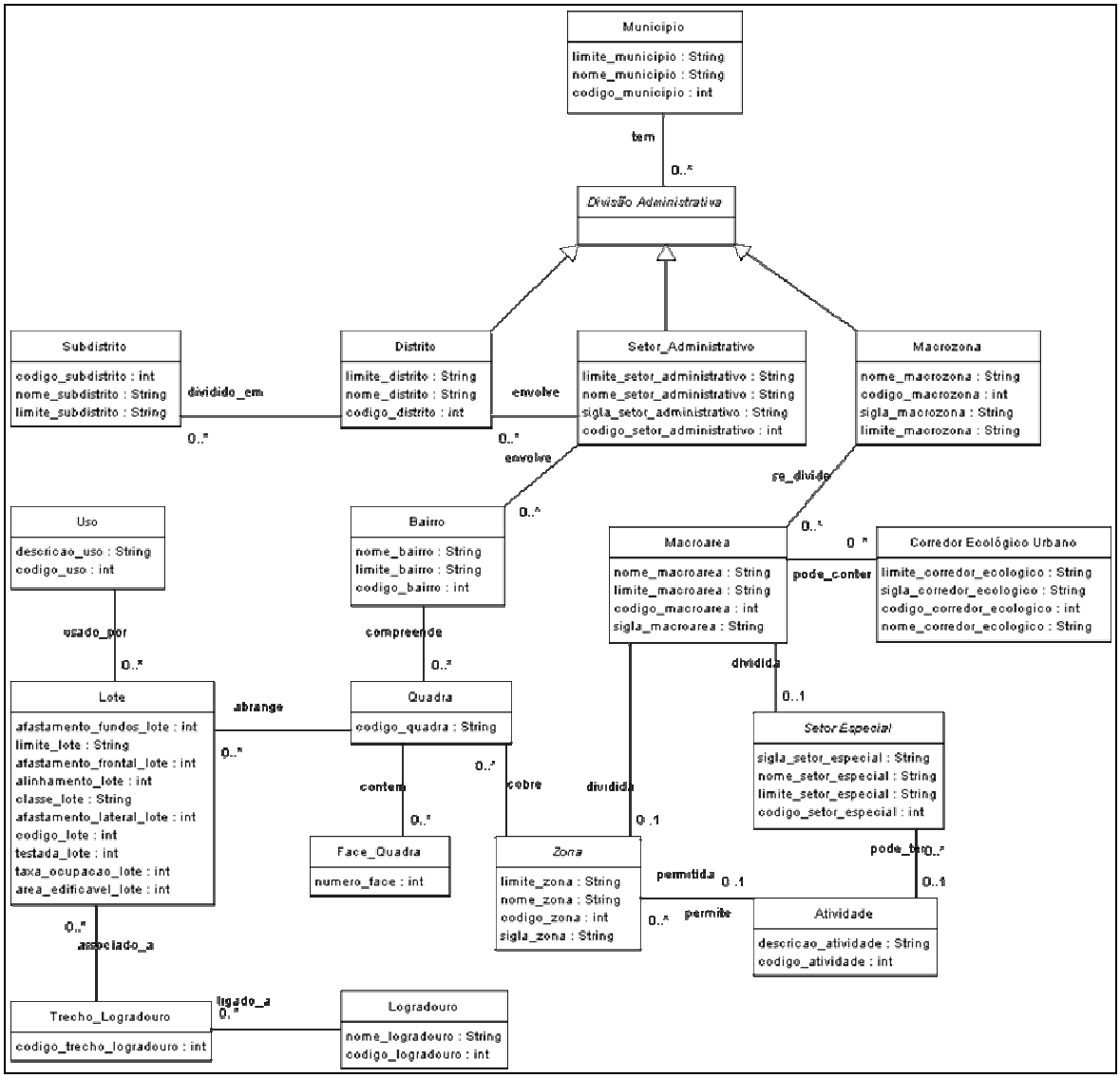


Figura 42 – Diagrama de Classes no ArgoUML.

4.2.2.3 Geração do código-fonte das classes

O ArgoUML permite a geração de código-fonte nas linguagens C#, Java e Php. A título de exemplo é apresentado a seguir o código-fonte Java da classe Atividade:

```
package ProtegeOntology;
class Atividade {
  private final int codigo_atividade;
  private final String descricao_atividade;
}
```

Desta forma, a ontologia construída fica disponível na forma de um pacote de classes, podendo ser utilizada por aplicações que se baseiem no paradigma da OO para o desenvolvimento de sistemas de informação. Os códigos-fonte em linguagem Java de todas as classes da ontologia estão disponíveis no Apêndice B.

4.2.3 Construção do Protótipo

Com o propósito de demonstrar a utilização das classes obtidas a partir da ontologia, foi desenvolvido um protótipo que permite a representação de mapas temáticos sobre o domínio Zoneamento, conforme mostrado a seguir.

4.2.3.1 Construção de tabelas a partir do modelo de classes

A construção de tabelas contendo os atributos das classes foi realizada a partir do conceito de Camada de Persistência, onde uma biblioteca permite que objetos (classes instanciadas) sejam armazenados em meio não-volátil, como por exemplo, um banco de dados. Desta forma, as classes e seus atributos são mapeados para um SGBD como tabelas e colunas, seguindo algumas regras:

- Cada tabela deve ter uma chave primária, ou seja, um conjunto mínimo de atributos que identifique cada linha da tabela.
- As tabelas resultam de classes ou de associações do tipo muitos-para-muitos (tabela associativa).
- Em classes que mantém uma relação de generalização, a classe filha, pode ter a chave primária independente da classe mãe, ou então, receber a chave primária da classe mãe.

Existem outros aspectos para esse mapeamento, mas que não são aplicáveis ao estudo de caso em referência, e que são apresentados com detalhes em Machado (59). Embora existam no mercado alguns softwares para realizar essa tarefa de forma automática, o autor afirma que essa tarefa deve ser feita manualmente para garantir que a correspondência entre o modelo de classes e o modelo de dados.

O mapeamento das classes foi realizado com a criação de um script SQL e a posterior implementação no banco de dados Access. O trecho do script onde é definida a tabela Lote, é mostrado a seguir:

```
CREATE TABLE Lote (
  codigo_lote INTEGER NOT NULL,
  classe_lote VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_lote VARCHAR(50) NOT NULL,
  afastamento_frontal_lote INTEGER NOT NULL,
  afastamento_lateral_lote INTEGER NOT NULL,
  afastamento_fundos_lote INTEGER NOT NULL,
  taxa_ocupacao_lote INTEGER NOT NULL,
  testada_lote INTEGER NOT NULL,
  area_edificavel_lote INTEGER NOT NULL,
  codigo_uso INTEGER NOT NULL,
  codigo_quadra INTEGER NOT NULL,
  codigo_trecho_logradouro INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_lote),
   );
```

O script para geração do banco de dados está disponível no Apêndice D. As figura 43 e 44 mostram, respectivamente, o modelo de dados resultante, e as tabelas resultantes desse mapeamento, que foram migradas para o Microsoft Access via *Open Database Connection* – ODBC.

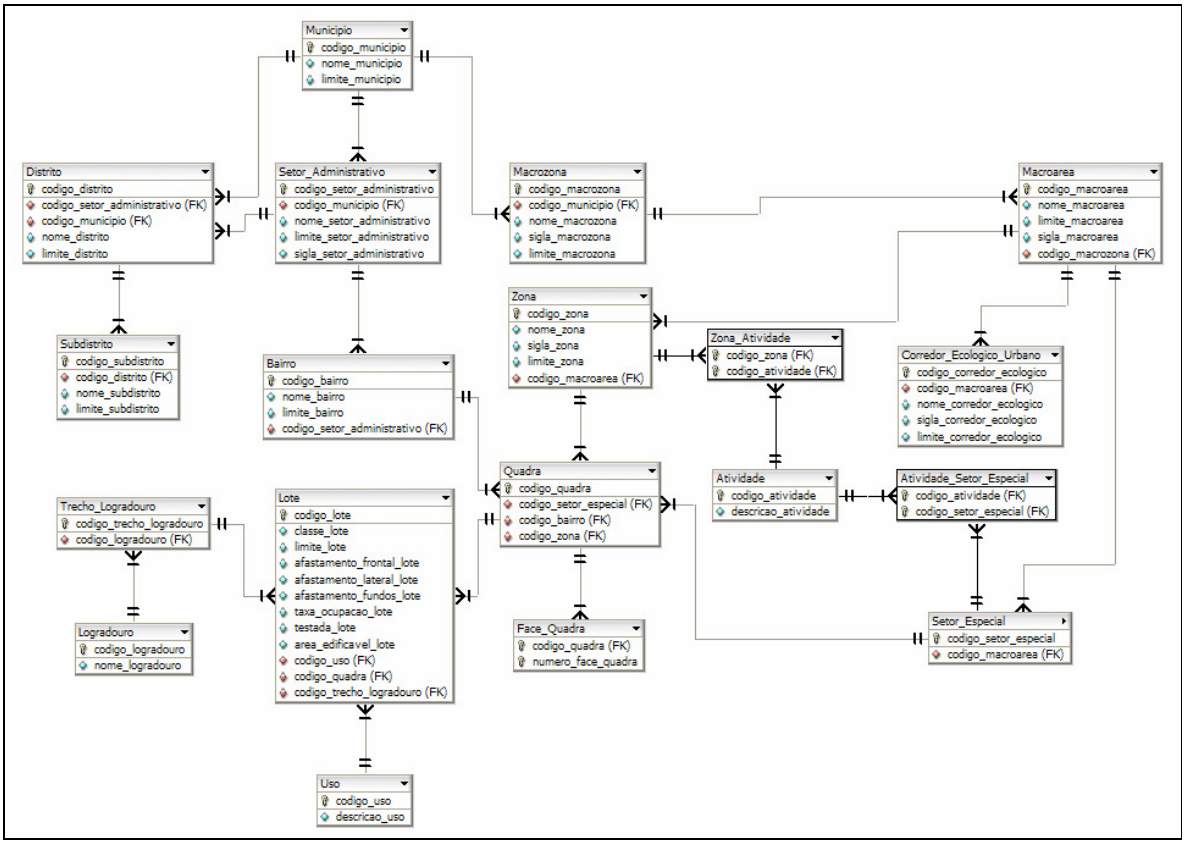


Figura 43 – Modelo de dados para as classes da ontologia.

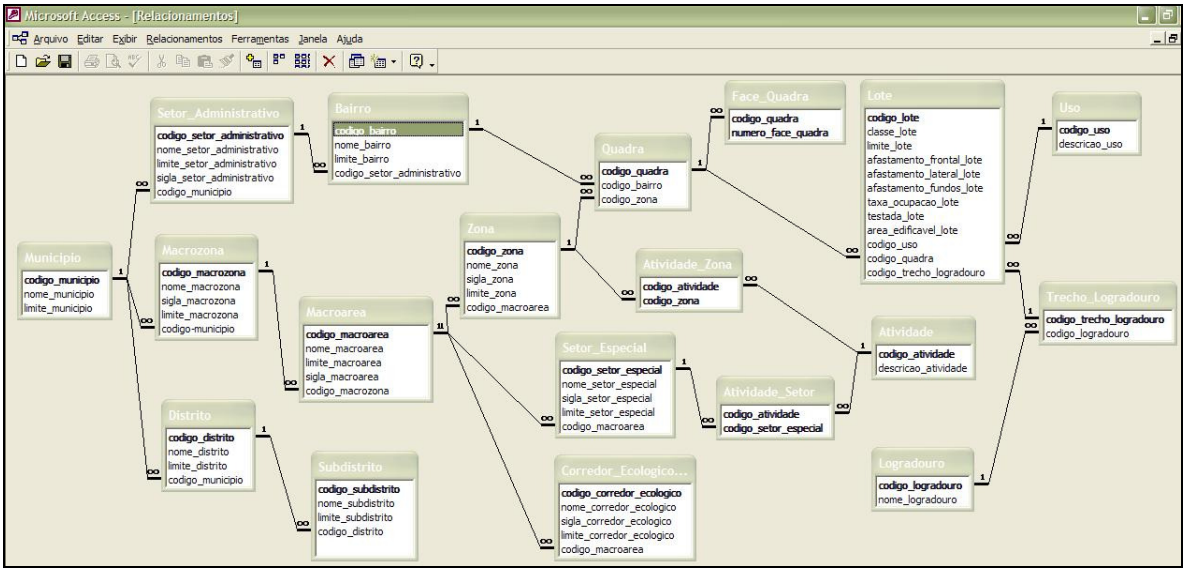


Figura 44 – Tabelas no banco de dados.

4.2.3.2 Associação de dados do Zoneamento com imagens vetoriais

As tabelas construídas no Microsoft Access foram associadas às imagens vetoriais do município (formato *shapefile*) utilizando a função "Join" do software ArcGIS, que permite a junção de tabelas de SGBDs externos com os *shapefiles*. Os *shapefiles* foram produzidos a partir de uma imagem matricial do município, fornecida por um sensor ótico a bordo do satélite Quickbird 2.

Desta forma, os shapefiles passaram a ter em sua estrutura todos os termos definidos no domínio da ontologia de Zoneamento, permitindo que os dados descritivos do zoneamento municipal fiquem associados aos dados espaciais.

4.2.3.3 Codificação de arquivos XML e HTML

O protótipo foi desenvolvido com o software ALOV Map, na versão *applet*. Foram selecionadas os *shapefiles* e tabelas relativas às Macrozonas, Macroáreas, Distritos, Bairros e Setores Administrativos, além de uma imagem raster do perímetro municipal em baixa resolução, para visualização em ambiente Web, via browser.

A visualização de mapas com o ALOV Map necessita de dois arquivos, sendo um em formato HTML e outro com marcação XML. A configuração das feições ou *layers* (camadas ou planos de informação) a serem exibidas é feita com um arquivo em formato XML, que contém as marcações referentes ao nome da camada (*layer name*), tipo de arquivo e localização (*dataset url*) e cor em formato RGB para o preenchimento (*symbol fill*) e contorno (*outline*) da imagem. Um trecho desse arquivo (camadas.xml) é mostrado a seguir, onde são definidas as características de exibição da camada Setores Administrativos. O código completo do arquivo camadas.xml está disponível no Apêndice C.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<project zoomunits="km" mapunits="degrees">
<layer name="Setores Administrativos" visible="yes" showlegend="yes">
<dataset url="Setores.shp"/>
<renderer>
<symbol fill="190:055:255" outline="38:115:0" />
</renderer>
</layer>
```

O arquivo sig.html, mostrado a seguir, serve para o carregamento do *applet* Java, do arquivo camadas.xml com as informações das camadas, dimensionamento da área de exibição (*width* e *heigth*) a serem exibidas no browser.

```
<html>
<head>
<title>Mapas da Ontologia de Zoneamento</title>
</head>
<body>
<applet codebase =". " code="org.alov.viewer.SarApplet"
archive="alov_applet.jar" width="800" height="600" align="center">
<param name="pid" value="camadas.xml">
</applet>
</body>
</html>
```

4.2.3.4 Exibição do SIG em ambiente Web

A exibição dos mapas em ambiente Web foi realizada com o carregamento do arquivo sig.html no browser Firefox, conforme mostrado nas ilustrações a seguir. A figura 45 mostra a imagem raster do município.

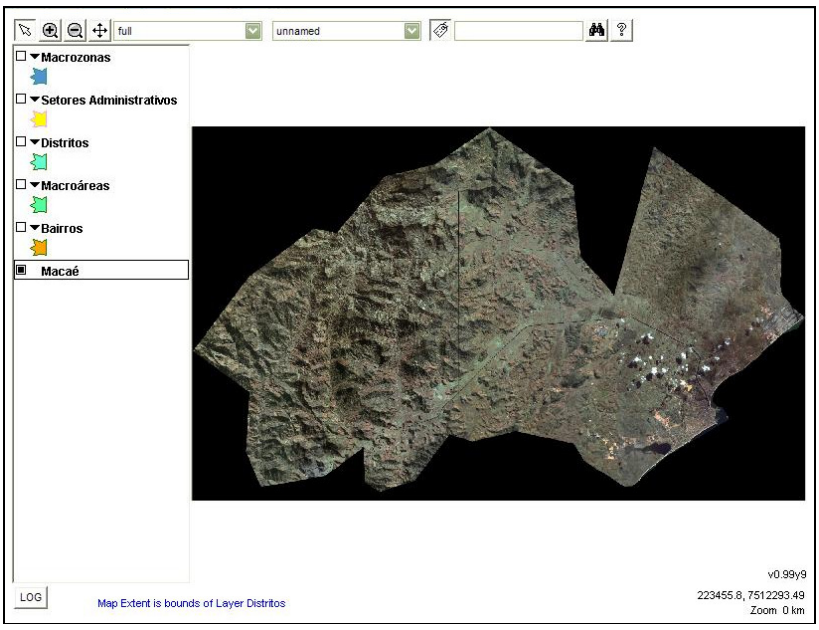


Figura 45 – Imagem raster (satélite) do município de Macaé.

A figura 46 mostra uma combinação de camadas, onde são exibidas a imagem raster e as imagens vetoriais de Bairros e Macroáreas (área urbana).

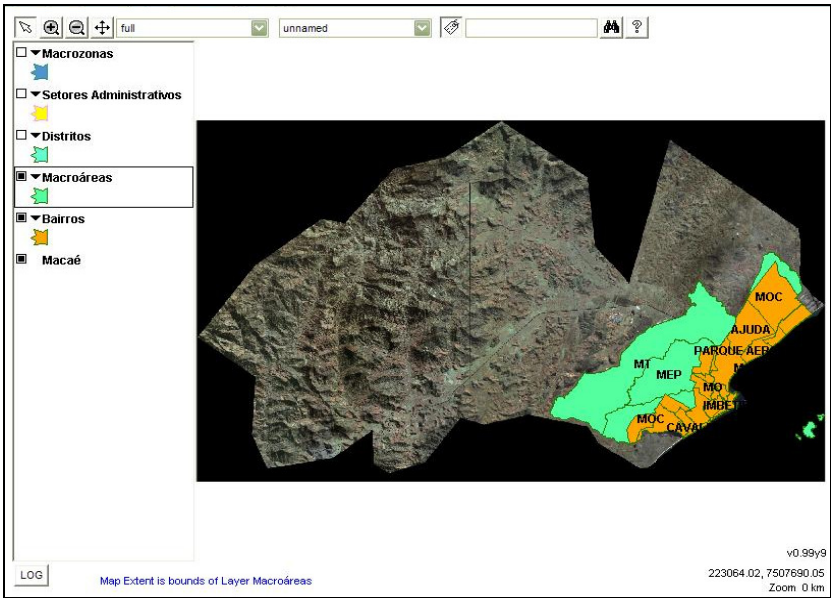


Figura 46 – Visão de Bairros e Macroáreas.

A figura 47 apresenta a imagem raster, Bairros e Macroáreas (área urbana).

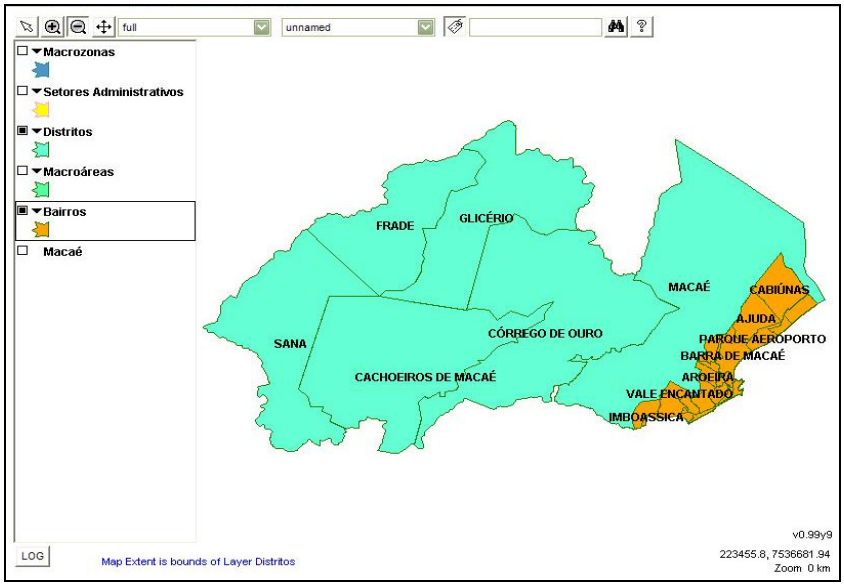


Figura 47 – Visão de Distritos e Bairros.

A figura 48 apresenta a região que compreende a Macrozona de Ambiente Urbano (MAU), a Macroárea de Uso Sustentável (MUS), os Setores Administrativos Marrom e Vinho, e os bairros Lagomar, Ajuda, São José do Barreto e Parque Aeroporto.

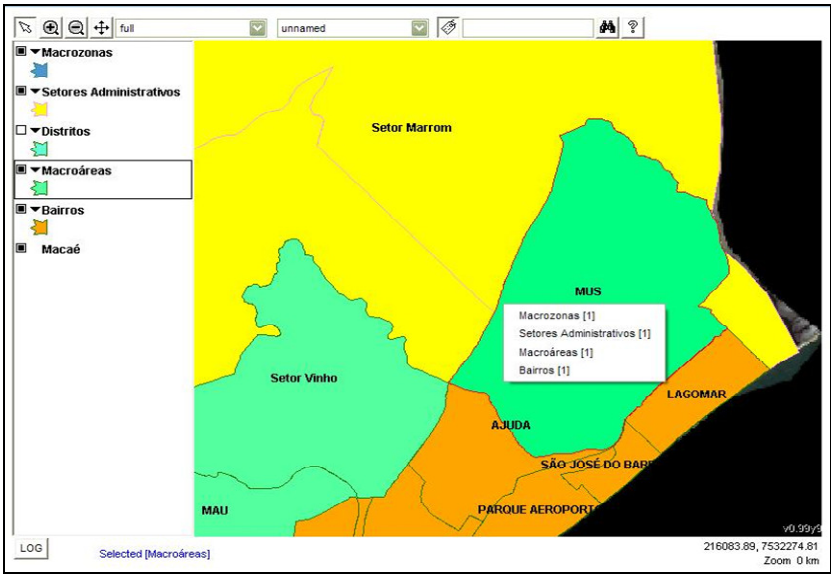


Figura 48 – Detalhe de mapa e dados das camadas em destaque.

A ferramenta de seleção, acionada com o botão em forma de ponteiro na barra de feramentas do ALOV Map, ao ser clicada em uma parte do mapa, exibe um retângulo branco que mostra as camadas superpostas e o número de linhas de cada tabela associada às camadas visualizadas.

A tabela contendo dados referentes à camada Macroárea de Uso Sustentável é mostrada na figura 49, onde podem ser observadas as colunas provenientes da ontologia de domínio.

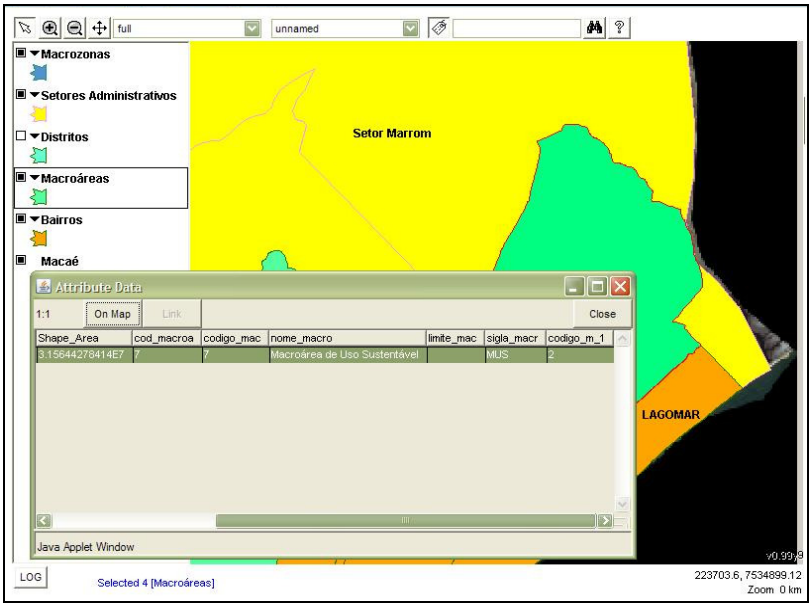


Figura 49 – Detalhe mostrando tabela referente à camada Macroáreas.

O protótipo construído permite o acesso a todas as informações existentes na ontologia de domínio e favorece sua visualização, tanto na forma de mapas com temas específicos, quanto na forma de tabelas de dados descritivos.

4.3 **Conclusão**

A proposta de Noy e McGuinness para a construção de ontologias mostrou-se adequada ao estudo do Zoneamento Municipal. Dentre as diversas etapas seguidas, merece destaque a interação direta com especialistas da área em estudo, que é um fator preponderante na correta definição dos termos da ontologia e seu nível de abrangência.

A intenção da ontologia foi ser a mais genérica possível na definição de termos e características, de forma que possa ter um nível de reuso adequado e abrangente.

O Protégé demonstrou ser um ambiente amigável para a construção de ontologias, apresentando uma interface gráfica intuitiva.

A conversão da ontologia no formato XMI mostrou-se eficiente. Esta funcionalidade não é nativa do Protégé e necessita de uma extensão (*plugin*) para que ele possa realizá-la.

Embora haja dificuldade em modelar alguns elementos do mundo real como classes da ontologia e estabelecer relações entre eles, a construção da ontologia procurou ser fiel à visão do domínio por parte dos especialistas consultados.

A definição das classes na ferramenta CASE a partir do arquivo em formato XMI mostrou-se satisfatória do ponto de vista semântico. As classes, atributos, relacionamentos e cardinalidades foram interpretados corretamente pela CASE. A relação de generalização entre a classe abstrata Divisão Administrativa e as classes Setor Administrativo, Distrito e Macrozona também foi interpretada corretamente. No entanto, em relacionamentos com multiplicidade do tipo muitos-para-muitos a ferramenta CASE não interpretou a necessidade de se construir classes de associação.

Um inconveniente nessa etapa foi a geração de código-fonte em Java já que a ferramenta não funcionou corretamente, e cada classe teve que ser gerada separadamente. Tentou-se contato com o grupo responsável pelo suporte ao ArgoUML sobre esse problema, mas não houve resposta quanto a ocorrência de possíveis erros (*bugs*)no software.

A utilização das regras para a modelagem das tabelas do SIG a partir das classes, foi adequada para o estudo em questão. O modelo de classes resultante da ontologia não apresentou um nível de complexidade elevado já que a maior parte das relações entre classes é de associação.

Embora tenha se optado por um mapeamento manual entre o modelo de classes e as tabelas do banco de dados, algumas ferramentas para modelagem de sistemas de informação, como o Rational Rose, por exemplo, fazem essa conversão de forma automática. Essa facilidade não isenta o desenvolvedor de software de averiguar se as relações estabelecidas no modelo de dados estão em acordo com a semântica do modelo de classes, conforme recomenda a literatura consultada.

As tabelas resultantes do mapeamento contendo as informações do domínio foram associadas aos shapefiles e representadas pelo protótipo corretamente, demonstrando a viabilidade na utilização de uma ontologia de domínio para auxiliar na produção de informação geográfica.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de sistemas computacionais disseminou-se largamente nos últimos anos, e neste cenário estão incluídos os Sistemas de Informações Geográficas, os SIGs. A utilização de informação geográfica com acesso por computador é hoje a realidade de ambientes corporativos, entidades governamentais, escolas e residências. E para que a informação seja utilizada corretamente, torna-se necessário que ela seja modelada seguindo critérios propostos pela comunidade que desenvolve os SI.

Este trabalho apresentou uma proposta de modelagem de elementos de zoneamento urbano, apoiada em uma ontologia de domínio. Na proposta apresentada, as classes definidas na ontologia foram exportadas para o formato XMI, mantendo as definições de classes, atributos e relacionamentos do domínio analisado, de forma a compor um repositório de classes, que pode ser reutilizado. Para exemplificar a proposta, foi construída uma ontologia do Zoneamento Urbano do município de Macaé-RJ, seguindo a proposta do Plano Diretor Municipal, usando o editor de ontologias Protégé. A ontologia construída foi exportada para o formato XMI, gerando um arquivo que foi importado pelo software ArgoUML, um programa para modelagem de sistemas baseados no paradigma da OO, o que possibilitou a criação de um diagrama de classes. A importação permitiu que a ontologia construída ficasse disponível na forma de um pacote de classes, e que poderia ser utilizado por aplicações que se baseiem no paradigma da OO para o desenvolvimento de sistemas de informação. Como forma de mostrar a utilização destas classes, foi desenvolvido um protótipo utilizando o software ALOV Map, que ofereceu a visualização das classes, na Web, como mapas temáticos.

O presente trabalho oferece uma contribuição na busca de soluções para modelagem de domínios baseadas em ontologias, e procura reforçar a idéia da utilização de ontologias para apoiar o desenvolvimento de sistemas de informação. Buscou-se com a pesquisa, contribuir também na reutilização de ontologias e mostrar sua importância na aquisição de conhecimento sobre domínios específicos.

O trabalho apresenta algumas limitações, pois se baseou em alguns formatos que foram propostos como padrões, como é o caso do XML, XMI e SHAPE, o que implica na utilização de ferramentas de software compatíveis com eles. No entanto, esses formatos podem ser implementados de diferentes maneiras nas ferramentas disponíveis no mercado, podendo ocorrer incompatibilidade entre elas. Outra limitação que merece ser mencionada é com relação às

ontologias produzidas no Protégé, que podem ser incompatíveis com outras ferramentas para edição de ontologias.

A pesquisa realizada é ponto de partida para estudos mais aprofundados sobre modelagem com ontologias e elementos de SIGs. Um campo de interesse envolve a tecnologia de SIG orientado a objetos, onde o armazenamento de dados espaciais é realizado por meio de um SGBD orientado a objetos. Essa iniciativa tem relação direta com a construção de ontologias de domínio, já que as mesmas podem ser transformadas em modelos de classes conforme visto neste trabalho.

REFERÊNCIAS

(1) Chaves, Eduardo. Resumo da Palestra de Alvin Toffler no Congresso Nacional de Informática da SUCESU. 2004**.** disponível em http://www.chaves.com.br/TEXTALIA/MISC/toffler.htm. Acesso em novembro/2006.

(2) Stair, Ralph M. Princípios de Sistemas de Informação: uma abordagem gerencial. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 4 ed.

(3) Laudon, Kenneth C.; Laudon, Jane Price. Sistemas de informação. Rio de Janeiro: LTC, 1999. 2 ed.

(4) Câmara, Gilberto et al. Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica. Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 1996. Disponível em www.dpi.inpe.br/geopro/livros/anatomia.pdf Acesso em novembro/2006.

(5) Dennis, A., Wixon, B.H. Análise e Projeto de Sistemas. 2a. Ed. LTC Editora, 2005.

(6) Gruber, Thomas R. Toward principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing. Padova, 1993. Disponível em http://www.cise.ufl.edu/~jhammer/classes/6930/XMLFA02/papers/gruber93ontology.pdf. Acesso em agosto/2006.

(7) Manhães, Alfredo L. P. ; Santos, N. ; Farias, O.. Ontologias Aplicadas ao Desenvolvimento de SIGs: Estudo de Caso sobre Zoneamento Municipal. In: 7o COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2006, Florianópolis. Anais do 7o COBRAC - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário.

(8) Guarino, N. Formal Ontology and Information Systems. Proceedings of FOIS'98, Trento, Italy, 1998. Disponível em http://www.loa-cnr.it/Papers/FOIS98.pdf. Acesso em setembro/2006.

(9) Parreiras, Fernando Silva. Introdução à construção de ontologias. In: Simpósio Mineiro de Sistemas de Informação, 1, 2004, Belo Horizonte.
Disponível em http://www.fernando.parreiras.nom.br/palestras/engeonto.pdf. Acesso em setembro/2006.

(10) Maedche, A; Saab, S. Ontology Learning for the Sematic Web. University of Karlsruhe – Germany, 2001. Disponível em http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/sst/Research/Publications/ieee_semweb.pdf. Acesso em setembro/2006.

(11) Guarino, N. Semantic Matching: Formal Ontological Distinctions for Information Organization, Extraction, and Integration. Frascati: Summer School on Information Extraction, July 14-19, Italy, 1997. Disponível em http://www.ldv.unitrier.de:8080/ldvpage/naumann/Ontologie/GUARINO/SCIE97.pdf . Acesso em novembro/2006.

(12) Novello, Taisa Carla. Ontologias, Sistemas Baseados Em Conhecimento e Modelos de Banco de Dados. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, 2002. Disponível em http://www.inf.ufrgs.br/~clesio/cmp151/cmp15120021/artigo_taisa.pdf . Acesso em agosto/2006.

(13) Gómez-Pérez, A; V.R. Benjamins. Overview of knowledge sharing and reuse components: Ontologies and problem-solving methods, in International Joint Conference on Artificial Intelligence(IJCAI-99), Workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5), V.R. Benjamins, et al., Editors. 1999: Stockolm, Sweden. Disponível em http://www.cs.toronto.edu/~mkolp/lis2103/1-gomez.pdf. Acesso em agosto/2006.

(14) Menzies, T. Cost Benefits of Ontologies. NASA/WVU Software Research Lab, 1999. Disponível em http://menzies.us/pdf/99sigart.pdf . Acesso em julho/2007.

(15) Noy, N. F; McGuinness, D. L. Ontology Development 101: A Guide to Creating your First Ontology. Stanford Medical Informatics Technical, 2001. Disponível em http://protege.stanford.edu/publications/ontol(ogy_development/ontology101-noy-mcguinness.html. Acesso em março/2006.

(16) Uschold, Mike; Grüninger, Michael. Ontologies: Principles, Methods and Applications. Knowledge Engineering Review, 11(2), 93--155, 1996.
Disponível em http://citeseer.ist.psu.edu/uschold96ontologie.html . Acesso em junho/2006.

(17) Silva, D. L.; Souza, R. R.; Almeida, M. B. Ontologias e vocabulários controlados: comparação de metodologias para construção. Revista do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia. 2008. Disponível em http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewFile/1047/765. Acesso em novembro/2008.

(18) Gómez-Pérez, A.; Corcho, O. Ontology languages for the semantic web. IEEE Intelligent Systems, 17(1). p.54-60, 2002. Disponivel em http://www.cs.umbc.edu/771/papers/ieeeIntelligentSystems/webservices/ontologyLanguages.pdf . Acesso em agosto/2007.

(19) Su, Xiaomeng; Ilebrekke, Lars. A Comparative Study of Ontology Languages and Tools. Norwegian University of Science and Technology, Norway, 2002. Disponível em http://www.vf.utwente.nl/~xsu/paper/caise02WorkshopCRC.pdf . Acesso em abril/2008.

(20) Paschoal, A. Protégé + Ausubel + ITIL: uma proposta ontológica para compartilhamento de conhecimento na Seção de Suporte Operacional do Tribunal Superior Eleitoral. Brasília: UnB, 2005. f. 128: il. ; 29,5 cm. Monografia, Universidade de Brasília. Acesso em abril/2007.

(21) Page-Jones, Meiler. Fundamentos do Desenho Orientado a Objeto com UML. São Paulo: Makron Books, 2001

(22) Siegel, Jon. Introduction to OMG's Unified Modeling Language. OMG, 2005.
Disponível em http://www.omg.org/gettingstarted/what_is_uml.htm. Acesso em abril/2007.

(23) Bax, Marcello Peixoto. Introduction to Markup Languages. Escola de Ciência da Informação – Universidade Federal de Minas Gerais, 2000. Disponível em http://www.bax.com.br/research/publications/introxml.htm . Acesso em junho/2007.

(24) Cover Pages. Core Standars – Standard Generalized Markup Language (SGML), 2002. Disponível em http://xml.coverpages.org/sgml.html. Acesso em julho 2007.

(25) W3C. Extensible Markup Language – XML. W3C, 2003. Disponível em http://www.w3.org/XML/ Acesso em julho 2008.

(26) Damasceno, L. L.. Interoperabilidade de metadados em aplicações distribuídas: desenvolvimento de ferramentas para validação de metamodelos. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005. Dissertação de Mestrado. Disponível em http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000355216. Acesso em julho/2008.

(27) Marco, David. Building and Managing the Metadata Repository: A Full Lifecycle Guide. New York: Wiley & Sons, 2000.

(28) MOF 2.0/XMI Mapping, Version 2.1.1 Object Management Group. □ócus□ível em http://www.omg.org/docs/formal/07-12-01.pdf . Acesso em maio/2008.

(29) Santos, Lisana K.S. Estruturando e Implantando GIS. São Paulo: Congresso GISBRASIL, Curso C4, 2003.

(30) Burrough, Peter A; McDonnell, Rachel A. Principles of Geographical Information Systems. New York: Oxford, 1998.

(31) Aronoff, S.. Geographic Information System: a Management Perspective. Ottawa: WBL Publications, 1989.

(32) Lisboa Filho, Jugurta. Projeto de Banco de Dados para Sistemas de Informação Geográfica. Universidade Federal de Viçosa, Revista Eletrônica de Iniciação Científica – REIC/SBC, v.1, n.2, 2001. Disponível em http://www.sbc.org.br/reic/edicoes/2001e2 . Acesso em outubro/2007.

(33) Gemael, Camil. Introdução a Geodésia Física. Curitiba: Editora da UFPR, 2002.

(34) Escobar, I. P. Cartografia Geral: Notas de aula. Rio de Janeiro: Faculdade de Engenharia – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, 2005.

(35) Casanova, M. A. Et al. Bancos de Dados Geográficos. Curitiba: MundoGeo, 2005.

(36) ESRI. ArcGIS. Disponível em http://www.esri.com/software/arcgis/index.html. Acesso em outubro/2006.

(37) Firkowski, H. et al. O formato shapefile como representação de dados. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário – COBRAC. Florianópolis: 2000. Disponível em http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2000/167/167.htm . Acesso em março/2007.

(38) ALOV Map. 2005. Disponível em http://www.alov.org/docs/quickstart.html

(39) OGC. OpenGIS – Standards and Specifications. Disponível em http://www.opengeospatial.org. Acesso em junho/2008.

(40) The Enterprise Ontology. Disponível em <http://www.aiai.ed.ac.uk/project/enterprise/enterprise/ontology.html>. Acesso em junho, 2007.

(41) Wordnet. Disponível em <http://www.cogsci.princeton.edu/wn>. Acesso em junho, 2007.

(42) McGuinness, Deborah L.; Harmelen, Frank van. OWL Web Ontology Language Overview. W3C, 2004. Disponível em http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210/#s1. Acesso em outubro/2007.

(43) Fonseca, Frederico et all. Ontologias e Interoperabilidade Semântica entre SIGs. São Paulo: Anais do II Workshop Brasileiro de Geoinformática, 2000.
Disponível em http://www.spatial.maine.edu/~max/GeoInfo2000.pdf. Acesso em junho/2006.

(44) Azevedo, V. H. M. Et al. Interoperabilidade entre Objetos Geográficos Heterogêneos. Campos do Jordão: VIII Brazilian Symposium on GeoInformatics, 2006. Disponível em http://geoinfo.dpi.inpe.br/rep-/dpi.inpe.br/geoinfo@80/2006/11.28.18.04. Acesso em junho 2006.

(45) Aparício, A. S. Et al. Integration of Heterogeneous Databases and Ontologies. Department of Computer Science. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006. Disponível em http://www-306.ibm.com/e-business/br/campaign/rational/soa_jornada.shtml. Acesso em agosto/2006.

(46) Cui, Z.; Jones, D. M.; O'Brien, P.: Semantic B2B Integration: Issues in Ontology-based Applications. SIGMOD Record 31(1), 2002, 43-48.

(47) Cota, Renata; Menezes, Crediné S.; Falbo, Ricardo. Modelagem Organizacional Utilizando Ontologias e Padrões de Análise. Universidade Federal do Espírito Santo. 2004. Disponível em <www.inf.ufes.br/~**falbo**/download/pub/2004-IDEAS-2.pdf>
Acesso em abril, 2009.

(48) Martins, Maria C. C.. Ontologia legal – Estudo sobre a modelagem do conhecimento legal no contexto do direito tributário. Tese de Doutorado. University of Leeds, 2006. Disponível em <http://www.receita.fazenda.gov.br/publico/premios/schontag/2006/Mencaohonrosa.pdf >Acesso em abril, 2009.

(49) Cerqueira, Roberto F. P.; Bax, Marcello P.. A Domain-Ontology Modeling Of The Brazilian Positive Law. Seminário de Pesquisa em Ontologia no Brasil. Universidade Federal Fluminense – UFF. Disponível em <http://www.uff.br/ontologia/artigos/312.pdf>. Acesso em abril 2009.

(50) Calixto, Jaline; Pimentel, Ana Paula Pimentel. Modelagem de objetos espaço-temporais no setor de turismo baseado em ontologia. Grupo de Modelagem Computacional – Universidade Federal do Pará – UFPA. Disponível em <http://www.seminfo.com.br/anais/2008/pdfs/tcc/1-50289.pdf>. Acesso em abril, 2009.

(51) Davis Jr. Et al. ócus: um Localizador Espacial Urbano. Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2005. Disponível em <http://www.geoinfo.info/geoinfo2004/papers/6400.pdf>. Acesso em abril, 2009.

(52) Djuric, Dragan; Gasevic, Dragan; Devedzic, Vladan. Ontology Modeling and MDA. University of Belgrade, Serbia and Montenegro. JOURNAL OF OBJECT TECHNOLOGY. Disponível em <http://www.jot.fm>. Acesso em abril 2009.

(53) Erba, Diego. O Cadastro Territorial: presente, passado e futuro. 2005.

(54) Costa, D. C.; Scarassatti, D. F. A Importância do Cadastro como Instrumento para a Elaboração do Plano Diretor - Experiência no Município de Campinas. Florianópolis: 7º COBRAC, 2006. Disponível em http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2006/236.pdf. Acesso em julho/2007.

(55) Vieira, C. A . O.; Silva, A. S. Uma Proposta Para O Cadastro Técnico Municipal de Pequenas Cidades. Universidade Federal de Viçosa, 2000. Disponível em http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/Conea7/717.PDF. Acesso em junho/ 2007.

(56) Fonseca, M.R.S.; Steinke, E. Diagnóstico dos Recursos Hídricos Superficiais no Distrito Federal. X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em http://geografia.igeo.uerj.br/xsbgfa/cdrom/eixo3/3.3/015/015.htm. Acesso em novembro 2007.

(57) Oliveira, P. A.; Oliveira, M. A. G.. Usos de um Sistema de Informações Geográficas em Cadastro Técnico Municipal: a experiência de Belo Horizonte. Revista Informática Pública, vol. 7 (2): 67-84, 2000.

(58) Pinho, C. M. D; Goltz, E. Construção de ontologias espaciais: o lote urbano. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2003.
Disponível em http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser303/lote.pdf. Acesso em maio/2006.

(59) Machado, Felipe N. R.. Bancos de Dados – Projeto e Implementação. São Paulo: Érica, 2007.

APÊNDICE A – Ontologia em código XMI

Esta seção apresenta a ontologia em código XMI, gerado pelo editor de ontologias Protégé.

```
<?xml version = '1.0' encoding = 'ISO-8859-1' ?>
<XMI xmi.version = '1.2' xmlns:UML = 'org.omg.xmi.namespace.UML' timestamp = 'Thu Jan 15
22:13:32 BRST 2009'>
  <XMI.header>
    <XMI.documentation>
      <XMI.exporter>Netbeans XMI Writer</XMI.exporter>
      <XMI.exporterVersion>1.0</XMI.exporterVersion>
    </XMI.documentation>
  </XMI.header>
  <XMI.content>
    <UML:Model xmi.id = 'a1' name = 'ProtegeModel' isSpecification = 'false'
      isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
      <UML:ModelElement.taggedValue>
        <UML:TaggedValue xmi.id = 'a2' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-37-
fb7efa:f354bf0a17:-8000'>
          <UML:TaggedValue.type>
            <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
          </UML:TaggedValue.type>
        </UML:TaggedValue>
      </UML:ModelElement.taggedValue>
      <UML:Namespace.ownedElement>
        <UML:Package xmi.id = 'a4' name = 'ProtegeOntology' isSpecification = 'false'
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
          <UML:ModelElement.taggedValue>
            <UML:TaggedValue xmi.id = 'a5' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-37-
fb7efa:f3580e31ea:-7fff'>
              <UML:TaggedValue.type>
                <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a6'/>
              </UML:TaggedValue.type>
            </UML:TaggedValue>
          </UML:ModelElement.taggedValue>
          <UML:Namespace.ownedElement>
            <UML:Association xmi.id = 'a7' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
              isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
              <UML:Association.connection>
                <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a8' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
                  <UML:AssociationEnd.participant>
                    <UML:Class xmi.idref = 'a9'/>
                  </UML:AssociationEnd.participant>
                </UML:AssociationEnd>
```

```
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a10' name = 'dividido_em' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a11'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a12' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a13'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a14' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a15' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a16'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a17' name = 'pode_conter' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a18'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a19' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a20'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a21' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a22' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a24' name = 'pode_ter' isSpecification = 'false'
```

```
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
       <UML:Multiplicity xmi.id = 'a25'>
        <UML:Multiplicity.range>
         <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a26' lower = '0' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
       <UML:Class xmi.idref = 'a27'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a28' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a29' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
       <UML:Class xmi.idref = 'a30'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a31' name = 'se_divide' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
       <UML:Multiplicity xmi.id = 'a32'>
        <UML:Multiplicity.range>
         <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a33' lower = '0' upper = '-1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
       <UML:Class xmi.idref = 'a16'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a34' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a35' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
       <UML:Class xmi.idref = 'a27'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a36' name = 'permitida' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
```

```
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
       <UML:Multiplicity xmi.id = 'a37'>
        <UML:Multiplicity.range>
         <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a38' lower = '0' upper = '-1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
       <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
     </UML:AssociationEnd>
    </UML:Association.connection>
  </UML:Association>
  <UML:Association xmi.id = 'a40' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
   isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
   <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a41' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.participant>
      <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
     </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a42' name = 'permite' isSpecification = 'false'
     isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a43'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a44' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:AssociationEnd.multiplicity>
     <UML:AssociationEnd.participant>
      <UML:Class xmi.idref = 'a27'/>
     </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
   </UML:Association.connection>
  </UML:Association>
  <UML:Association xmi.id = 'a45' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
   isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
   <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a46' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.participant>
      <UML:Class xmi.idref = 'a47'/>
     </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a48' name = 'associado_a' isSpecification = 'false'
     isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.multiplicity>
```

```
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a49'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a50' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a51'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a52' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a53' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a54'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a55' name = 'tem' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a56'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a57' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a58'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a59' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a60' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a16'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a61' name = 'dividida' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a62'>
```

```
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a63' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a64' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a65' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a16'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a66' name = 'dividida' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a67'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a68' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a69' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a70' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a71'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a72' name = 'envolve' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a73'>
          <UML:Multiplicity.range>
```

```
          <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a74' lower = '0' upper = '-1'/>
         </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
       </UML:AssociationEnd.multiplicity>
       <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a75'/>
       </UML:AssociationEnd.participant>
     </UML:AssociationEnd>
   </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a76' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a77' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a71'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a78' name = 'envolve' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a79'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a80' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a9'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a81' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a82' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a83'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a84' name = 'abrange' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a85'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a86' lower = '0' upper = '-1'/>
```

```
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
       <UML:Class xmi.idref = 'a51'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
     </UML:AssociationEnd>
    </UML:Association.connection>
  </UML:Association>
  <UML:Association xmi.id = 'a87' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
   isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
   <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a88' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.participant>
      <UML:Class xmi.idref = 'a89'/>
     </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a90' name = 'usado_por' isSpecification = 'false'
     isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a91'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a92' lower = '0' upper = '-1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:AssociationEnd.multiplicity>
     <UML:AssociationEnd.participant>
      <UML:Class xmi.idref = 'a51'/>
     </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
   </UML:Association.connection>
  </UML:Association>
  <UML:Association xmi.id = 'a93' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
   isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
   <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a94' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.participant>
      <UML:Class xmi.idref = 'a75'/>
     </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a95' name = 'compreende' isSpecification = 'false'
     isNavigable = 'false'>
     <UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a96'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a97' lower = '0' upper = '-1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
```

```
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a83'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a98' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a99' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a100'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a101' name = 'ligado_a' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a102'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a103' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a47'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a104' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a105' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a83'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a106' name = 'contem' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a107'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a108' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
```

```
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a109'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Association xmi.id = 'a110' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
  <UML:Association.connection>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a111' isSpecification = 'false' isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
    <UML:AssociationEnd xmi.id = 'a112' name = 'cobre' isSpecification = 'false'
      isNavigable = 'false'>
      <UML:AssociationEnd.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a113'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a114' lower = '0' upper = '-1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:AssociationEnd.multiplicity>
      <UML:AssociationEnd.participant>
        <UML:Class xmi.idref = 'a83'/>
      </UML:AssociationEnd.participant>
    </UML:AssociationEnd>
  </UML:Association.connection>
</UML:Association>
<UML:Class xmi.id = 'a100' name = 'Logradouro' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a115'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a116'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a117' name = 'nome_logradouro' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a118'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a119' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
```

```
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a121' name = 'codigo_logradouro' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a122'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a123' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a89' name = 'Uso' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a125'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a126'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a127' name = 'descricao_uso' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a128'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a129' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a130'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a131' name = 'codigo_uso' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
```

```
            <UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:Multiplicity xmi.id = 'a132'>
                <UML:Multiplicity.range>
                  <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a133' lower = '0' upper = '1'/>
                </UML:Multiplicity.range>
              </UML:Multiplicity>
            </UML:StructuralFeature.multiplicity>
            <UML:ModelElement.comment>
              <UML:Comment xmi.idref = 'a134'/>
            </UML:ModelElement.comment>
            <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
            </UML:StructuralFeature.type>
          </UML:Attribute>
        </UML:Classifier.feature>
      </UML:Class>
      <UML:Class xmi.id = 'a135' name = 'Setor Especial de Eixos Estruturais'
        isSpecification = 'false' isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'
        isActive = 'false'>
        <UML:ModelElement.comment>
          <UML:Comment xmi.idref = 'a136'/>
        </UML:ModelElement.comment>
        <UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Generalization xmi.idref = 'a137'/>
        </UML:GeneralizableElement.generalization>
      </UML:Class>
      <UML:Class xmi.id = 'a138' name = 'Setor Especial de Eixos de Serviços'
        isSpecification = 'false' isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'
        isActive = 'false'>
        <UML:ModelElement.comment>
          <UML:Comment xmi.idref = 'a139'/>
        </UML:ModelElement.comment>
        <UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Generalization xmi.idref = 'a140'/>
        </UML:GeneralizableElement.generalization>
      </UML:Class>
      <UML:Class xmi.id = 'a141' name = 'Setor Especial Viário' isSpecification = 'false'
        isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
        <UML:ModelElement.comment>
          <UML:Comment xmi.idref = 'a142'/>
        </UML:ModelElement.comment>
        <UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Generalization xmi.idref = 'a143'/>
        </UML:GeneralizableElement.generalization>
      </UML:Class>
      <UML:Class xmi.id = 'a144' name = 'Setor Especial de Interesse Social' isSpecification =
'false'
```

```
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
           <UML:Comment xmi.idref = 'a145'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
           <UML:Generalization xmi.idref = 'a146'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
         </UML:Class>
         <UML:Class xmi.id = 'a147' name = 'Setor Especial de Preservação Histórico-Cultural'
          isSpecification = 'false' isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'
          isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
           <UML:Comment xmi.idref = 'a148'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
           <UML:Generalization xmi.idref = 'a149'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
         </UML:Class>
         <UML:Class xmi.id = 'a150' name = 'Setor Especial de Preservação Ambiental'
          isSpecification = 'false' isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'
          isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
           <UML:Comment xmi.idref = 'a151'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
           <UML:Generalization xmi.idref = 'a152'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
         </UML:Class>
         <UML:Class xmi.id = 'a153' name = 'Setor Especial de Requalificação Urbano-
Ambiental'
          isSpecification = 'false' isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'
          isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
           <UML:Comment xmi.idref = 'a154'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
           <UML:Generalization xmi.idref = 'a155'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
         </UML:Class>
         <UML:Class xmi.id = 'a156' name = 'Zona de Especial Interesse Social' isSpecification =
'false'
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
           <UML:Comment xmi.idref = 'a157'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
           <UML:Generalization xmi.idref = 'a158'/>
```

```
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a159' name = 'Zona de Especial Interesse Ambiental'
  isSpecification = 'false' isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'
  isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a160'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a161'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a162' name = 'Zona de Expansão Urbana' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a163'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a164'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a165' name = 'Zona de Uso Especial' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a166'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a167'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a168' name = 'Zona de Uso Diversificado' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a169'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a170'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a171' name = 'Zona Industrial' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a172'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a173'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
```

```
        </UML:Class>
        <UML:Class xmi.id = 'a174' name = 'Zona Residencial' isSpecification = 'false'
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
            <UML:Comment xmi.idref = 'a175'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
            <UML:Generalization xmi.idref = 'a176'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
        </UML:Class>
        <UML:Class xmi.id = 'a71' name = 'Setor Administrativo' isSpecification = 'false'
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
            <UML:Comment xmi.idref = 'a177'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
            <UML:Generalization xmi.idref = 'a178'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Classifier.feature>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a179' name = 'limite_setor_administrativo' visibility =
'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a180'>
                  <UML:Multiplicity.range>
                    <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a181' lower = '0' upper = '1'/>
                  </UML:Multiplicity.range>
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:ModelElement.comment>
                <UML:Comment xmi.idref = 'a182'/>
              </UML:ModelElement.comment>
              <UML:StructuralFeature.type>
                <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
              </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a183' name = 'nome_setor_administrativo' visibility =
'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a184'>
                  <UML:Multiplicity.range>
                    <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a185' lower = '0' upper = '1'/>
                  </UML:Multiplicity.range>
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:ModelElement.comment>
```

```
              <UML:Comment xmi.idref = 'a186'/>
             </UML:ModelElement.comment>
             <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
             </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a187' name = 'sigla_setor_administrativo' visibility =
'private'
             isSpecification = 'false'>
             <UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:Multiplicity xmi.id = 'a188'>
               <UML:Multiplicity.range>
                <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a189' lower = '0' upper = '1'/>
               </UML:Multiplicity.range>
              </UML:Multiplicity>
             </UML:StructuralFeature.multiplicity>
             <UML:ModelElement.comment>
              <UML:Comment xmi.idref = 'a190'/>
             </UML:ModelElement.comment>
             <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
             </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a191' name = 'codigo_setor_administrativo' visibility =
'private'
             isSpecification = 'false'>
             <UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:Multiplicity xmi.id = 'a192'>
               <UML:Multiplicity.range>
                <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a193' lower = '0' upper = '1'/>
               </UML:Multiplicity.range>
              </UML:Multiplicity>
             </UML:StructuralFeature.multiplicity>
             <UML:ModelElement.comment>
              <UML:Comment xmi.idref = 'a194'/>
             </UML:ModelElement.comment>
             <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
             </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
           </UML:Classifier.feature>
          </UML:Class>
          <UML:Class xmi.id = 'a30' name = 'Macrozona' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
           isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
           <UML:ModelElement.comment>
            <UML:Comment xmi.idref = 'a195'/>
           </UML:ModelElement.comment>
```

```
<UML:GeneralizableElement.generalization>
 <UML:Generalization xmi.idref = 'a196'/>
</UML:GeneralizableElement.generalization>
<UML:Classifier.feature>
 <UML:Attribute xmi.id = 'a197' name = 'nome_macrozona' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:Multiplicity xmi.id = 'a198'>
    <UML:Multiplicity.range>
     <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a199' lower = '0' upper = '1'/>
    </UML:Multiplicity.range>
   </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
   <UML:Comment xmi.idref = 'a200'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
   <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
 </UML:Attribute>
 <UML:Attribute xmi.id = 'a201' name = 'codigo_macrozona' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:Multiplicity xmi.id = 'a202'>
    <UML:Multiplicity.range>
     <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a203' lower = '0' upper = '1'/>
    </UML:Multiplicity.range>
   </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
   <UML:Comment xmi.idref = 'a204'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
   <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
 </UML:Attribute>
 <UML:Attribute xmi.id = 'a205' name = 'sigla_macrozona' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:Multiplicity xmi.id = 'a206'>
    <UML:Multiplicity.range>
     <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a207' lower = '0' upper = '1'/>
    </UML:Multiplicity.range>
   </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
   <UML:Comment xmi.idref = 'a208'/>
```

```
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a209' name = 'limite_macrozona' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a210'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a211' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a212'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a54' name = 'Municipio' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a213'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a214'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a215' name = 'limite_municipio' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a216'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a217' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a218'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
```

```
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a219' name = 'nome_municipio' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a220'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a221' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a222'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
     </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a223' name = 'codigo_municipio' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a224'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a225' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a226'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
     </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
   </UML:Classifier.feature>
  </UML:Class>
  <UML:Class xmi.id = 'a13' name = 'Subdistrito' isSpecification = 'false'
   isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
   <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a227'/>
   </UML:ModelElement.comment>
   <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a228'/>
   </UML:GeneralizableElement.generalization>
   <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a229' name = 'codigo_subdistrito' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
```

```
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a230'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a231' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a232'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a233' name = 'nome_subdistrito' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a234'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a235' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a236'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a237' name = 'limite_subdistrito' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a238'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a239' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a240'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
```

```
        <UML:Class xmi.id = 'a20' name = 'Corredor Ecológico Urbano' isSpecification = 'false'
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
          <UML:ModelElement.comment>
            <UML:Comment xmi.idref = 'a241'/>
          </UML:ModelElement.comment>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
            <UML:Generalization xmi.idref = 'a242'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Classifier.feature>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a243' name = 'limite_corredor_ecologico' visibility =
'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a244'>
                  <UML:Multiplicity.range>
                    <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a245' lower = '0' upper = '1'/>
                  </UML:Multiplicity.range>
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:ModelElement.comment>
                <UML:Comment xmi.idref = 'a246'/>
              </UML:ModelElement.comment>
              <UML:StructuralFeature.type>
                <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
              </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a247' name = 'sigla_corredor_ecologico' visibility = 'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a248'>
                  <UML:Multiplicity.range>
                    <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a249' lower = '0' upper = '1'/>
                  </UML:Multiplicity.range>
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:ModelElement.comment>
                <UML:Comment xmi.idref = 'a250'/>
              </UML:ModelElement.comment>
              <UML:StructuralFeature.type>
                <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
              </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a251' name = 'codigo_corredor_ecologico' visibility =
'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a252'>
```

```
                <UML:Multiplicity.range>
                  <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a253' lower = '0' upper = '1'/>
                </UML:Multiplicity.range>
              </UML:Multiplicity>
            </UML:StructuralFeature.multiplicity>
            <UML:ModelElement.comment>
              <UML:Comment xmi.idref = 'a254'/>
            </UML:ModelElement.comment>
            <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
            </UML:StructuralFeature.type>
          </UML:Attribute>
          <UML:Attribute xmi.id = 'a255' name = 'nome_corredor_ecologico' visibility =
'private'
            isSpecification = 'false'>
            <UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:Multiplicity xmi.id = 'a256'>
                <UML:Multiplicity.range>
                  <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a257' lower = '0' upper = '1'/>
                </UML:Multiplicity.range>
              </UML:Multiplicity>
            </UML:StructuralFeature.multiplicity>
            <UML:ModelElement.comment>
              <UML:Comment xmi.idref = 'a258'/>
            </UML:ModelElement.comment>
            <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
            </UML:StructuralFeature.type>
          </UML:Attribute>
        </UML:Classifier.feature>
      </UML:Class>
      <UML:Class xmi.id = 'a16' name = 'Macroárea' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
        isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
        <UML:ModelElement.comment>
          <UML:Comment xmi.idref = 'a259'/>
        </UML:ModelElement.comment>
        <UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Generalization xmi.idref = 'a260'/>
        </UML:GeneralizableElement.generalization>
        <UML:Classifier.feature>
          <UML:Attribute xmi.id = 'a261' name = 'nome_macroarea' visibility = 'private'
            isSpecification = 'false'>
            <UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:Multiplicity xmi.id = 'a262'>
                <UML:Multiplicity.range>
                  <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a263' lower = '0' upper = '1'/>
                </UML:Multiplicity.range>
```

```
    </UML:Multiplicity>
   </UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a264'/>
   </UML:ModelElement.comment>
   <UML:StructuralFeature.type>
    <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
   </UML:StructuralFeature.type>
  </UML:Attribute>
  <UML:Attribute xmi.id = 'a265' name = 'limite_macroarea' visibility = 'private'
   isSpecification = 'false'>
   <UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:Multiplicity xmi.id = 'a266'>
     <UML:Multiplicity.range>
      <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a267' lower = '0' upper = '1'/>
     </UML:Multiplicity.range>
    </UML:Multiplicity>
   </UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a268'/>
   </UML:ModelElement.comment>
   <UML:StructuralFeature.type>
    <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
   </UML:StructuralFeature.type>
  </UML:Attribute>
  <UML:Attribute xmi.id = 'a269' name = 'codigo_macroarea' visibility = 'private'
   isSpecification = 'false'>
   <UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:Multiplicity xmi.id = 'a270'>
     <UML:Multiplicity.range>
      <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a271' lower = '0' upper = '1'/>
     </UML:Multiplicity.range>
    </UML:Multiplicity>
   </UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a272'/>
   </UML:ModelElement.comment>
   <UML:StructuralFeature.type>
    <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
   </UML:StructuralFeature.type>
  </UML:Attribute>
  <UML:Attribute xmi.id = 'a273' name = 'sigla_macroarea' visibility = 'private'
   isSpecification = 'false'>
   <UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:Multiplicity xmi.id = 'a274'>
     <UML:Multiplicity.range>
      <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a275' lower = '0' upper = '1'/>
```

```
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
       <UML:Comment xmi.idref = 'a276'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
       <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
     </UML:Attribute>
    </UML:Classifier.feature>
  </UML:Class>
  <UML:Class xmi.id = 'a27' name = 'Atividade' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
   isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
   <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a277'/>
   </UML:GeneralizableElement.generalization>
   <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a278' name = 'descricao_atividade' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a279'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a280' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a281'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
     </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a282' name = 'codigo_atividade' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a283'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a284' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a285'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
```

```
        <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
       </UML:StructuralFeature.type>
     </UML:Attribute>
   </UML:Classifier.feature>
 </UML:Class>
 <UML:Class xmi.id = 'a23' name = 'Setor Especial' isSpecification = 'false'
   isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'true' isActive = 'false'>
   <UML:ModelElement.comment>
     <UML:Comment xmi.idref = 'a286'/>
   </UML:ModelElement.comment>
   <UML:GeneralizableElement.generalization>
     <UML:Generalization xmi.idref = 'a287'/>
   </UML:GeneralizableElement.generalization>
   <UML:Classifier.feature>
     <UML:Attribute xmi.id = 'a288' name = 'sigla_setor_especial' visibility = 'private'
       isSpecification = 'false'>
       <UML:StructuralFeature.multiplicity>
         <UML:Multiplicity xmi.id = 'a289'>
           <UML:Multiplicity.range>
             <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a290' lower = '0' upper = '1'/>
           </UML:Multiplicity.range>
         </UML:Multiplicity>
       </UML:StructuralFeature.multiplicity>
       <UML:ModelElement.comment>
         <UML:Comment xmi.idref = 'a291'/>
       </UML:ModelElement.comment>
       <UML:StructuralFeature.type>
         <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
       </UML:StructuralFeature.type>
     </UML:Attribute>
     <UML:Attribute xmi.id = 'a292' name = 'nome_setor_especial' visibility = 'private'
       isSpecification = 'false'>
       <UML:StructuralFeature.multiplicity>
         <UML:Multiplicity xmi.id = 'a293'>
           <UML:Multiplicity.range>
             <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a294' lower = '0' upper = '1'/>
           </UML:Multiplicity.range>
         </UML:Multiplicity>
       </UML:StructuralFeature.multiplicity>
       <UML:ModelElement.comment>
         <UML:Comment xmi.idref = 'a295'/>
       </UML:ModelElement.comment>
       <UML:StructuralFeature.type>
         <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
       </UML:StructuralFeature.type>
     </UML:Attribute>
     <UML:Attribute xmi.id = 'a296' name = 'limite_setor_especial' visibility = 'private'
```

```
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
       <UML:Multiplicity xmi.id = 'a297'>
        <UML:Multiplicity.range>
         <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a298' lower = '0' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
       <UML:Comment xmi.idref = 'a299'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
       <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
     </UML:Attribute>
     <UML:Attribute xmi.id = 'a300' name = 'codigo_setor_especial' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
       <UML:Multiplicity xmi.id = 'a301'>
        <UML:Multiplicity.range>
         <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a302' lower = '0' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
       </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
       <UML:Comment xmi.idref = 'a303'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
       <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
     </UML:Attribute>
    </UML:Classifier.feature>
   </UML:Class>
   <UML:Class xmi.id = 'a39' name = 'Zona' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
    isLeaf = 'false' isAbstract = 'true' isActive = 'false'>
    <UML:ModelElement.comment>
     <UML:Comment xmi.idref = 'a304'/>
    </UML:ModelElement.comment>
    <UML:GeneralizableElement.generalization>
     <UML:Generalization xmi.idref = 'a305'/>
    </UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Classifier.feature>
     <UML:Attribute xmi.id = 'a306' name = 'limite_zona' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
       <UML:Multiplicity xmi.id = 'a307'>
        <UML:Multiplicity.range>
```

```
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a308' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a309'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
     </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a310' name = 'nome_zona' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a311'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a312' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a313'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
     </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a314' name = 'codigo_zona' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a315'>
       <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a316' lower = '0' upper = '1'/>
       </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
     </UML:StructuralFeature.multiplicity>
     <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a317'/>
     </UML:ModelElement.comment>
     <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
     </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a318' name = 'sigla_zona' visibility = 'private'
     isSpecification = 'false'>
     <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a319'>
```

```
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a320' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a321'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a75' name = 'Bairro' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a322'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a323'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a324' name = 'nome_bairro' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a325'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a326' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a327'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a328' name = 'limite_bairro' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a329'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a330' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
```

```
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a331'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a332' name = 'codigo_bairro' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a333'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a334' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a335'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a58' name = 'Divisão Administrativa' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'true' isActive = 'false'>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a336'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a9' name = 'Distrito' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a337'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a338'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a339' name = 'limite_distrito' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a340'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a341' lower = '0' upper = '1'/>
```

```
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a342'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a343' name = 'nome_distrito' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a344'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a345' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a346'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a347' name = 'codigo_distrito' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a348'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a349' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a350'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a51' name = 'Lote' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
```

```
  <UML:Comment xmi.idref = 'a351'/>
</UML:ModelElement.comment>
<UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Generalization xmi.idref = 'a352'/>
</UML:GeneralizableElement.generalization>
<UML:Classifier.feature>
  <UML:Attribute xmi.id = 'a353' name = 'afastamento_fundos_lote' visibility = 'private'
    isSpecification = 'false'>
    <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a354'>
        <UML:Multiplicity.range>
          <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a355' lower = '0' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
    </UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a356'/>
    </UML:ModelElement.comment>
    <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
    </UML:StructuralFeature.type>
  </UML:Attribute>
  <UML:Attribute xmi.id = 'a357' name = 'limite_lote' visibility = 'private'
    isSpecification = 'false'>
    <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a358'>
        <UML:Multiplicity.range>
          <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a359' lower = '0' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
    </UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:ModelElement.comment>
      <UML:Comment xmi.idref = 'a360'/>
    </UML:ModelElement.comment>
    <UML:StructuralFeature.type>
      <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
    </UML:StructuralFeature.type>
  </UML:Attribute>
  <UML:Attribute xmi.id = 'a361' name = 'afastamento_frontal_lote' visibility = 'private'
    isSpecification = 'false'>
    <UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a362'>
        <UML:Multiplicity.range>
          <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a363' lower = '0' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
    </UML:StructuralFeature.multiplicity>
```

```
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a364'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
    <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
</UML:Attribute>
<UML:Attribute xmi.id = 'a365' name = 'alinhamento_lote' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:Multiplicity xmi.id = 'a366'>
      <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a367' lower = '0' upper = '1'/>
      </UML:Multiplicity.range>
    </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a368'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
    <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
</UML:Attribute>
<UML:Attribute xmi.id = 'a369' name = 'classe_lote' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:Multiplicity xmi.id = 'a370'>
      <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a371' lower = '0' upper = '1'/>
      </UML:Multiplicity.range>
    </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a372'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
    <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
</UML:Attribute>
<UML:Attribute xmi.id = 'a373' name = 'afastamento_lateral_lote' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
    <UML:Multiplicity xmi.id = 'a374'>
      <UML:Multiplicity.range>
        <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a375' lower = '0' upper = '1'/>
      </UML:Multiplicity.range>
    </UML:Multiplicity>
```

```
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
   <UML:Comment xmi.idref = 'a376'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
   <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
 </UML:Attribute>
 <UML:Attribute xmi.id = 'a377' name = 'codigo_lote' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:Multiplicity xmi.id = 'a378'>
    <UML:Multiplicity.range>
     <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a379' lower = '0' upper = '1'/>
    </UML:Multiplicity.range>
   </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
   <UML:Comment xmi.idref = 'a380'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
   <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
 </UML:Attribute>
 <UML:Attribute xmi.id = 'a381' name = 'testada_lote' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:Multiplicity xmi.id = 'a382'>
    <UML:Multiplicity.range>
     <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a383' lower = '0' upper = '1'/>
    </UML:Multiplicity.range>
   </UML:Multiplicity>
  </UML:StructuralFeature.multiplicity>
  <UML:ModelElement.comment>
   <UML:Comment xmi.idref = 'a384'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:StructuralFeature.type>
   <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
  </UML:StructuralFeature.type>
 </UML:Attribute>
 <UML:Attribute xmi.id = 'a385' name = 'taxa_ocupacao_lote' visibility = 'private'
  isSpecification = 'false'>
  <UML:StructuralFeature.multiplicity>
   <UML:Multiplicity xmi.id = 'a386'>
    <UML:Multiplicity.range>
     <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a387' lower = '0' upper = '1'/>
    </UML:Multiplicity.range>
```

```
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:ModelElement.comment>
                <UML:Comment xmi.idref = 'a388'/>
              </UML:ModelElement.comment>
              <UML:StructuralFeature.type>
                <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
              </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a389' name = 'area_edificavel_lote' visibility = 'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a390'>
                  <UML:Multiplicity.range>
                    <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a391' lower = '0' upper = '1'/>
                  </UML:Multiplicity.range>
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:ModelElement.comment>
                <UML:Comment xmi.idref = 'a392'/>
              </UML:ModelElement.comment>
              <UML:StructuralFeature.type>
                <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
              </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
          </UML:Classifier.feature>
        </UML:Class>
        <UML:Class xmi.id = 'a47' name = 'Trecho_Logradouro' isSpecification = 'false'
          isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
          <UML:GeneralizableElement.generalization>
            <UML:Generalization xmi.idref = 'a393'/>
          </UML:GeneralizableElement.generalization>
          <UML:Classifier.feature>
            <UML:Attribute xmi.id = 'a394' name = 'codigo_trecho_logradouro' visibility =
'private'
              isSpecification = 'false'>
              <UML:StructuralFeature.multiplicity>
                <UML:Multiplicity xmi.id = 'a395'>
                  <UML:Multiplicity.range>
                    <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a396' lower = '0' upper = '1'/>
                  </UML:Multiplicity.range>
                </UML:Multiplicity>
              </UML:StructuralFeature.multiplicity>
              <UML:StructuralFeature.type>
                <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
              </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
```

```
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a109' name = 'Face_Quadra' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a397'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a398'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a399' name = 'numero_face' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a400'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a401' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
        </UML:Multiplicity>
      </UML:StructuralFeature.multiplicity>
      <UML:ModelElement.comment>
        <UML:Comment xmi.idref = 'a402'/>
      </UML:ModelElement.comment>
      <UML:StructuralFeature.type>
        <UML:DataType xmi.idref = 'a124'/>
      </UML:StructuralFeature.type>
    </UML:Attribute>
  </UML:Classifier.feature>
</UML:Class>
<UML:Class xmi.id = 'a403' name = 'Zoneamento' isSpecification = 'false'
  isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'/>
<UML:Class xmi.id = 'a83' name = 'Quadra' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
  isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
  <UML:ModelElement.comment>
    <UML:Comment xmi.idref = 'a404'/>
  </UML:ModelElement.comment>
  <UML:GeneralizableElement.generalization>
    <UML:Generalization xmi.idref = 'a405'/>
  </UML:GeneralizableElement.generalization>
  <UML:Classifier.feature>
    <UML:Attribute xmi.id = 'a406' name = 'codigo_quadra' visibility = 'private'
      isSpecification = 'false'>
      <UML:StructuralFeature.multiplicity>
        <UML:Multiplicity xmi.id = 'a407'>
          <UML:Multiplicity.range>
            <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a408' lower = '0' upper = '1'/>
          </UML:Multiplicity.range>
```

```
              </UML:Multiplicity>
             </UML:StructuralFeature.multiplicity>
             <UML:ModelElement.comment>
              <UML:Comment xmi.idref = 'a409'/>
             </UML:ModelElement.comment>
             <UML:StructuralFeature.type>
              <UML:Class xmi.idref = 'a120'/>
             </UML:StructuralFeature.type>
            </UML:Attribute>
           </UML:Classifier.feature>
          </UML:Class>
         </UML:Namespace.ownedElement>
        </UML:Package>
        <UML:Package xmi.id = 'a410' name = 'java' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
         isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
         <UML:ModelElement.taggedValue>
          <UML:TaggedValue xmi.id = 'a411' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-37-
fb7efa:f354bf0a17:-7ffe'>
           <UML:TaggedValue.type>
            <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
           </UML:TaggedValue.type>
          </UML:TaggedValue>
         </UML:ModelElement.taggedValue>
         <UML:Namespace.ownedElement>
          <UML:Package xmi.id = 'a412' name = 'lang' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
           isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
           <UML:ModelElement.taggedValue>
            <UML:TaggedValue xmi.id = 'a413' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-
37-fb7efa:f354bf0a17:-7ffd'>
             <UML:TaggedValue.type>
              <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
             </UML:TaggedValue.type>
            </UML:TaggedValue>
           </UML:ModelElement.taggedValue>
           <UML:Namespace.ownedElement>
            <UML:Class xmi.id = 'a120' name = 'String' visibility = 'public' isSpecification = 'false'
             isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false' isActive = 'false'>
             <UML:ModelElement.taggedValue>
              <UML:TaggedValue xmi.id = 'a414' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-
37-fb7efa:f354bf0a17:-7fef'>
               <UML:TaggedValue.type>
                <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
               </UML:TaggedValue.type>
              </UML:TaggedValue>
             </UML:ModelElement.taggedValue>
            </UML:Class>
            <UML:DataType xmi.id = 'a415' name = 'double' isSpecification = 'false'
```

```
            isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
            <UML:ModelElement.taggedValue>
              <UML:TaggedValue xmi.id = 'a416' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-
37-fb7efa:f354bf0a17:-7ff1'>
                <UML:TaggedValue.type>
                  <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
                </UML:TaggedValue.type>
              </UML:TaggedValue>
            </UML:ModelElement.taggedValue>
          </UML:DataType>
          <UML:DataType xmi.id = 'a417' name = 'char' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
            isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
            <UML:ModelElement.taggedValue>
              <UML:TaggedValue xmi.id = 'a418' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-
37-fb7efa:f354bf0a17:-7ff4'>
                <UML:TaggedValue.type>
                  <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
                </UML:TaggedValue.type>
              </UML:TaggedValue>
            </UML:ModelElement.taggedValue>
          </UML:DataType>
          <UML:DataType xmi.id = 'a419' name = 'boolean' isSpecification = 'false'
            isRoot = 'false' isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
            <UML:ModelElement.taggedValue>
              <UML:TaggedValue xmi.id = 'a420' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-
37-fb7efa:f354bf0a17:-7ff7'>
                <UML:TaggedValue.type>
                  <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
                </UML:TaggedValue.type>
              </UML:TaggedValue>
            </UML:ModelElement.taggedValue>
          </UML:DataType>
          <UML:DataType xmi.id = 'a124' name = 'int' isSpecification = 'false' isRoot = 'false'
            isLeaf = 'false' isAbstract = 'false'>
            <UML:ModelElement.taggedValue>
              <UML:TaggedValue xmi.id = 'a421' isSpecification = 'false' dataValue = '-85-65-33-
37-fb7efa:f354bf0a17:-7ffb'>
                <UML:TaggedValue.type>
                  <UML:TagDefinition xmi.idref = 'a3'/>
                </UML:TaggedValue.type>
              </UML:TaggedValue>
            </UML:ModelElement.taggedValue>
          </UML:DataType>
        </UML:Namespace.ownedElement>
      </UML:Package>
    </UML:Namespace.ownedElement>
  </UML:Package>
```

```
  </UML:Namespace.ownedElement>
</UML:Model>
<UML:Generalization xmi.id = 'a116' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a100'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a126' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a89'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a137' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a135'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a140' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a138'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a143' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a141'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a146' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a144'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
```

```
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a149' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a147'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a152' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a150'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a155' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a153'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a158' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a156'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a161' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a159'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a164' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a162'/>
  </UML:Generalization.child>
```

```
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a167' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a165'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a170' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a168'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a173' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a171'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a176' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a174'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a178' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a71'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a58'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a196' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a30'/>
```

```
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a58'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a214' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a54'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a228' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a13'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a242' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a20'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a260' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a16'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a277' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a27'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a287' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
```

```
    <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a305' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a323' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a75'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a338' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a9'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a58'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a336' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a58'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a352' isSpecification = 'false'>
  <UML:Generalization.child>
    <UML:Class xmi.idref = 'a51'/>
  </UML:Generalization.child>
  <UML:Generalization.parent>
    <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
  </UML:Generalization.parent>
</UML:Generalization>
<UML:Generalization xmi.id = 'a393' isSpecification = 'false'>
```

```
    <UML:Generalization.child>
      <UML:Class xmi.idref = 'a47'/>
    </UML:Generalization.child>
    <UML:Generalization.parent>
      <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
    </UML:Generalization.parent>
  </UML:Generalization>
  <UML:Generalization xmi.id = 'a398' isSpecification = 'false'>
    <UML:Generalization.child>
      <UML:Class xmi.idref = 'a109'/>
    </UML:Generalization.child>
    <UML:Generalization.parent>
      <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
    </UML:Generalization.parent>
  </UML:Generalization>
  <UML:Generalization xmi.id = 'a405' isSpecification = 'false'>
    <UML:Generalization.child>
      <UML:Class xmi.idref = 'a83'/>
    </UML:Generalization.child>
    <UML:Generalization.parent>
      <UML:Class xmi.idref = 'a403'/>
    </UML:Generalization.parent>
  </UML:Generalization>
  <UML:TagDefinition xmi.id = 'a6' isSpecification = 'false' tagType = 'element.uuid'>
    <UML:TagDefinition.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a422'>
        <UML:Multiplicity.range>
          <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a423' lower = '1' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
    </UML:TagDefinition.multiplicity>
  </UML:TagDefinition>
  <UML:TagDefinition xmi.id = 'a3' isSpecification = 'false' tagType = 'element.uuid'>
    <UML:TagDefinition.multiplicity>
      <UML:Multiplicity xmi.id = 'a424'>
        <UML:Multiplicity.range>
          <UML:MultiplicityRange xmi.id = 'a425' lower = '1' upper = '1'/>
        </UML:Multiplicity.range>
      </UML:Multiplicity>
    </UML:TagDefinition.multiplicity>
  </UML:TagDefinition>
  <UML:Comment xmi.id = 'a194' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do Setor
Administrativo, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a191'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
```

```
   <UML:Comment xmi.id = 'a335' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do
Bairro, definido pela Prefeitura.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a332'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a240' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Municipal para o Subdistrito, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos do
espaço geográfico.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a237'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a226' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do
município, definido pelo Governo Federal.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a223'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a392' isSpecification = 'false' body = 'Área máxima edificável em
um lote, medida em metros quadrados.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a389'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a303' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do Setor
Especial, definido pela Prefeitura.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a300'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a321' isSpecification = 'false' body = 'Mnemônico para
identificação da Zona, definida em Lei Municipal.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a318'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a317' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador da
Zona, definido pela Prefeitura.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a314'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a331' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Municipal para o Bairro, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos do espaço
geográfico.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
```

```
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a328'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a388' isSpecification = 'false' body = 'Relação entre a área edificada e a área total do lote, em percentual.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a385'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a313' isSpecification = 'false' body = 'Denominação da Zona, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a310'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a222' isSpecification = 'false' body = 'Denominação do Município, definida em Lei Federal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a219'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a258' isSpecification = 'false' body = 'Denominação do Corredor Ecológico, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a255'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a299' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei Municipal para o Setor Especial, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos do espaço geográfico.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a296'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a409' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador da quadra, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a406'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a327' isSpecification = 'false' body = 'Denominação do Bairro, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a324'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
```

```
   <UML:Comment xmi.id = 'a212' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Municipal para a Macrozona, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos do
espaço geográfico.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a209'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a285' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador da
Atividade, definido pela Prefeitura.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a282'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a281' isSpecification = 'false' body = 'Definição da atividade a ser
desempenhada em uma Zona ou Setor.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a278'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a295' isSpecification = 'false' body = 'Denominação do Setor
Especial, definida em Lei Municipal.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a292'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a384' isSpecification = 'false' body = 'Linha que separa uma
propriedade particular do logradouro público.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a381'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a254' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do
Corredor Ecológico, definido pela Prefeitura.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a251'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a250' isSpecification = 'false' body = 'Mnemônico para
identificação do Corredor Ecológico, definida em Lei Municipal.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a247'/>
     </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a218' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Federal para o Município.'>
     <UML:Comment.annotatedElement>
       <UML:Attribute xmi.idref = 'a215'/>
```

```
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a208' isSpecification = 'false' body = 'Mnemônico para
identificação da Macrozona, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a205'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a309' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Municipal para a Zona, com base no Cadastro de Logradouros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a306'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a190' isSpecification = 'false' body = 'Mnemônico para
identificação do Setor Administrativo, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a187'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a186' isSpecification = 'false' body = 'Denominação do Setor
Administrativo, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a183'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a380' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do Lote,
definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a377'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a276' isSpecification = 'false' body = 'Mnemônico para
identificação da Macroarea, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a273'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a134' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do uso,
definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a131'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a236' isSpecification = 'false' body = 'Denominação da Subdistrito,
definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
```

```
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a233'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a232' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do
Subdistrito, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a229'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a350' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador do
Distrito, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a347'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a376' isSpecification = 'false' body = 'Distância entre a edificação e
o limite lateral do lote em que está localizada, medida em metros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a373'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a372' isSpecification = 'false' body = 'Classificação do lote com
base em diferentes aspectos. Um lote pode ser classificado como Legal, Jurídico, Tributário e
Cadastral.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a369'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a368' isSpecification = 'false' body = 'Limite entre o lote e o
logradouro público, medido em metros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a365'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a364' isSpecification = 'false' body = 'Distância entre a edificação e
o limite frontal do lote em que está localizada, medida em metros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a361'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a402' isSpecification = 'false' body = 'Número sequencial
informado para cada face de quadra, iniciando em 1.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a399'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
```

```
  <UML:Comment xmi.id = 'a272' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador da
Macroarea, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a269'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a346' isSpecification = 'false' body = 'Denominação da Distrito,
definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a343'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a130' isSpecification = 'false' body = 'Definição do uso do lote.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a127'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a291' isSpecification = 'false' body = 'Mnemônico para
identificação do Setor Especial, definida em Lei Municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a288'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a204' isSpecification = 'false' body = 'Código identificador da
Macrozona, definido pela Prefeitura.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a201'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a268' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Municipal para a Macroárea, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos do espaço
geográfico.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a265'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a246' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei
Municipal para o Corredor Ecológico, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos
do espaço geográfico.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a243'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a264' isSpecification = 'false' body = 'Denominação da Macroarea,
definida em Lei Municipal, com base no Cadastro de Logradouros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Attribute xmi.idref = 'a261'/>
```

```
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a360' isSpecification = 'false' body = 'Área total do lote, medida em metros quadrados.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a357'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a356' isSpecification = 'false' body = 'Distância entre a edificação e o limite de fundo do lote em que está localizada, medida em metros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a353'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a342' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei Municipal para o Distrito, com base no Cadastro de Logradouros e outros elementos do espaço geográfico.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a339'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a200' isSpecification = 'false' body = 'Denominação da Macrozona, definida em Lei Municipal, com base no Cadastro de Logradouros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a197'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a182' isSpecification = 'false' body = 'Limites estabelecidos em Lei Municipal para o Setor Administrativo, com base no limite dos Bairros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Attribute xmi.idref = 'a179'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a115' isSpecification = 'false' body = 'É toda a superfície destinada ao uso público por pedestres e/ou veículos, compreendendo vias, praças, parques ou jardins, oficialmente reconhecido e denominado.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Class xmi.idref = 'a100'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
   <UML:Comment xmi.id = 'a125' isSpecification = 'false' body = 'Define todos as possíveis utilizações do lote dentro do permitido pela municipal pertinente, nas áreas de uso e ocupação do solo.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
     <UML:Class xmi.idref = 'a89'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
   </UML:Comment>
```

```
<UML:Comment xmi.id = 'a136' isSpecification = 'false' body = 'SEEE - área destinada à instalação de empreendimentos de grande porte, localizada prioritariamente às margens de eixos viários que admitem o tráfego intenso e pesado.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a135'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a139' isSpecification = 'false' body = 'SEES - área destinada à instalação de comércio e serviços complementares ao uso residencial, localizada prioritariamente ao longo de vias coletoras ou de acesso às zonas residenciais.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a138'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a142' isSpecification = 'false' body = 'SEV - áreas ao longo de eixos de circulação, cuja ocupação e utilização dos lotes lindeiros deve estar integrada à hierarquia viária estabelecida, excluindo as faixas de domínio não edificáveis.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a141'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a145' isSpecification = 'false' body = 'SEIS - área contígua ou próxima às ZEIS, vazias ou com ocupação rarefeita, destinadas a abrigar projetos complementares ao processo de regularização urbanística e fundiária das ZEIS.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a144'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a148' isSpecification = 'false' body = 'SEPHC - área destinada à recuperação e preservação do patrimônio municipal de valor histórico e cultural.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a147'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a151' isSpecification = 'false' body = 'SEPA - área destinada à recuperação e preservação de Áreas de Preservação Permanente, conforme definição constante em legislação ambiental federal.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a150'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a154' isSpecification = 'false' body = 'SERUA - área destinada à recuperação de ambiente natural ou  construído, que esteja em processo de degradação.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a153'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
```

```
<UML:Comment xmi.id = 'a157' isSpecification = 'false' body = 'ZEIS - busca promover a regularização das edificações, do parcelamento, uso e ocupação do solo dos assentamentos, atendendo aos objetivos definidos no Plano Diretor.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a156'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a160' isSpecification = 'false' body = 'ZEIA - aguarda lei complementar para definição.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a159'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a163' isSpecification = 'false' body = 'ZEU - área limítrofe ao perímetro urbano, com predominância da paisagem natural, admitindo-se o uso residencial em baixa densidade.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a162'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a166' isSpecification = 'false' body = 'ZUE - áreas de uso específico, de caráter institucional ou de interesse público, destinada às atividades não passíveis de classificação nas demais zonas.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a165'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a169' isSpecification = 'false' body = 'ZUD - áreas onde as atividades comerciais e de serviços devem estar integradas ao uso residencial, admitindo-se, no entanto, incômodo moderado ou eventual à vizinhança.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a168'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a172' isSpecification = 'false' body = 'ZI - áreas com predominância de atividades de cunho industrial, admitindo-se a instalação de atividades potencialmente poluidoras, que, portanto, devem evitar a convivência com o uso residencial.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
    <UML:Class xmi.idref = 'a171'/>
  </UML:Comment.annotatedElement>
</UML:Comment>
<UML:Comment xmi.id = 'a175' isSpecification = 'false' body = 'ZR - áreas com predominância do uso residencial, densidades demográficas e construtivas médias e baixas, vias de tráfego leve e local onde os níveis de ruído devem estar compatíveis ao uso residencial e às atividades comerciais e de serviços, preferencialmente de pequeno porte, deverão estar instaladas em áreas específicas.'>
  <UML:Comment.annotatedElement>
```

```
      <UML:Class xmi.idref = 'a174'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a177' isSpecification = 'false' body = 'Divisão do território
municipal em unidades públicas compostas por bairros.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a71'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a195' isSpecification = 'false' body = 'Divisão do território
municipal em unidades territoriais contínuas para fixar os princípios fundamentais de uso e
ocupação do solo, em concordância com as estratégias das Políticas Rural e Urbana, definindo
uma visão de conjunto que integra todo o Município.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a30'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a213' isSpecification = 'false' body = 'Área referente ao perímetro
total do município de Macaé.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a54'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a227' isSpecification = 'false' body = 'É a subdivisão do distrito em
áreas memores, para facilitar a administração municipal.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a13'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a241' isSpecification = 'false' body = 'São as faixas de território da
MOC que possibilitam a integração paisagística de espaços vegetados e objetivam atenuar o
conflito de vizinhança entre os usos residencial e industrial.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a20'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a259' isSpecification = 'false' body = 'Subdivisão das macrozonas
em áreas temáticas de usos diferenciados.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a16'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a286' isSpecification = 'false' body = 'Compreendem as áreas em
escala territorial inferior a das zonas, cujas características funcionais, locacionais, naturais ou de
ocupação requerem normas de ordenação de uso do solo diferentes daquelas estabelecidas para
zona onde está inserido o setor.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
```

```
      <UML:Class xmi.idref = 'a23'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a304' isSpecification = 'false' body = 'Divisão do território municipal em áreas de uso específico, com o objetivo de regular o uso, ocupação e arrendamento do solo.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a39'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a322' isSpecification = 'false' body = 'Fração do território municipal, dotada de características que lhe conferem uma certa unidade e individualidade. Um bairro é composto por loteamentos e condomínios.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a75'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a337' isSpecification = 'false' body = 'Divisão que corresponde a área territorial em que se exerce o governo, jurisdição ou inspeção de uma autoridade administrativa, judicial ou fiscal; circunscrição.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a9'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a351' isSpecification = 'false' body = 'Parcela de terreno resultante de loteamento ou desmembramento, com pelo menos um acesso à via destinada à circulação.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a51'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a397' isSpecification = 'false' body = 'Refere-se ao espaço delimitado por dois vértices consecutivos de uma quadra.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a109'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
  <UML:Comment xmi.id = 'a404' isSpecification = 'false' body = 'Área de terreno delimitada por vias de circulação subdivididas ou não em lotes.'>
    <UML:Comment.annotatedElement>
      <UML:Class xmi.idref = 'a83'/>
    </UML:Comment.annotatedElement>
  </UML:Comment>
 </XMI.content>
</XMI>
```

APÊNDICE B – Código-fonte das classes da ontologia

Esta seção apresenta o código-fonte das classes em plataforma Java, organizado em ordem alfabética dos nomes.

1. Classe Atividade

```
package ProtegeOntology;

class Atividade {

  private final int codigo_atividade;
  private final String descricao_atividade;
}
```

2. Classe Bairro

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Bairro {

  private final int codigo_bairro;
  private final String limite_bairro;
  private final String nome_bairro;
}
```

3. Classe Corredor Ecológico Urbano

```
   package ProtegeOntology;

   /*
    */
   class Corredor Ecológico Urbano {

     private final int codigo_corredor_ecologico;
     private final String sigla_corredor_ecologico;
     private final String limite_corredor_ecologico;
     private final String nome_corredor_ecologico;
    }
```

4. Classe Divisão Administrativa

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Divisão Administrativa {
}
```

5. Classe Face_Quadra

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Face_Quadra {

  private final int numero_face;
}
```

6. Classe Logradouro

```
package ProtegeOntology;

import java.util.Vector;

/*
 */
class Logradouro {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop\Zonas}*/

  private final String nome_logradouro;
  private final int codigo_logradouro;

    /**
   *
   * @element-type Trecho_Logradouro
   */
    /**
   *
   * @element-type Trecho_Logradouro
   */
  public Vector  ligado_a;
}
```

7. Classe Lote

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Lote {

  private final int codigo_lote;
  private final String limite_lote;
  private final String classe_lote;
  private final int taxa_ocupacao_lote;
  private final int afastamento_fundos_lote;
  private final int afastamento_lateral_lote;
  private final int alinhamento_lote;
  private final int area_edificavel_lote;
  private final int afastamento_frontal_lote;
  private final int testada_lote;
}
```

8. Classe Macroárea

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Macroárea {

  private final int codigo_macroarea;
  private final String nome_macroarea;
  private final String sigla_macroarea;
  private final String limite_macroarea;
}
```

9. Classe Macrozona

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Macrozona {

  private final int codigo_macrozona;
  private final String nome_macrozona;
  private final String sigla_macrozona;
  private final String limite_macrozona;
}
```

10. Classe Municipio

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Municipio {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/

  private final String limite_municipio;
  private final String nome_municipio;
  private final int codigo_municipio;

    /**
   *
   * @element-type Divisão Administrativa
   */
}
```

11. Classe Quadra

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Quadra {

  private final String codigo_quadra;
}
```

12. Classe Setor Administrativo

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Administrativo {

  private final int codigo_setor_administrativo;
  private final String limite_setor_administrativo;
  private final String nome_setor_administrativo;
  private final String sigla_setor_administrativo;
}
```

13. Classe Setor Especial de Eixos de Serviços

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial de Eixos de Serviços extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

14. Classe Setor Especial de Eixos Estruturais

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial de Eixos Estruturais extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

15. Classe Setor Especial de Interesse Social

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial de Interesse Social extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

16. Classe Setor Especial de Preservação Ambiental

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial de Preservação Ambiental extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java}*/
}
```

17. Classe Setor Especial de Preservação Histórico-Cultural

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial de Preservação Histórico-Cultural extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java}*/
}
```

18. Classe Setor Especial de Requalificação Urbano-Ambiental

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial de Requalificação Urbano-Ambiental extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java}*/
}
```

19. Classe Setor Especial Viário

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial Viário extends Setor Especial {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

20. Classe Setor Especial

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Setor Especial {

  private final int codigo_setor_especial;
  private final String limite_setor_especial;
  private final String sigla_setor_especial;
  private final String nome_setor_especial;
}
```

21. Classe Subdistrito

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Subdistrito {

  private final int codigo_subdistrito;
  private final String nome_subdistrito;
  private final String limite_subdistrito;
 }
```

22. Classe Trecho_Logradouro

```
package ProtegeOntology;

class Trecho_Logradouro {
 }
```

23. Classe Uso

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Uso {

  private final int codigo_uso;
  private final String descricao_uso;
}
```

24. Classe Zona

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona {

  private final int codigo_zona;
  private final String nome_zona;
  private final String sigla_zona;
  private final String limite_zona;
 }
```

25. Classe Zona de Especial Interesse Ambiental

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona de Especial Interesse Ambiental extends Zona {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

26. Classe Zona de Especial Interesse Social

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona de Especial Interesse Social extends Zona {
  /* {src_lang=Java}*/
}
```

27. Classe Zona de Expansão Urbana

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona de Expansão Urbana extends Zona {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

28. Classe Zona de Uso Diversificado

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona de Uso Diversificado extends Zona {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

29. Classe Zona de Uso Especial

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona de Uso Especial extends Zona {
  /* {src_lang=Java}*/
}
```

30. Classe Zona Industrial

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona Industrial extends Zona {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

31. Classe Zona Residencial extends Zona

```
package ProtegeOntology;

/*
 */
class Zona Residencial extends Zona {
  /* {src_lang=Java, src_path=C:\Documents and Settings\Alfredo\Desktop}*/
}
```

APÊNDICE C – Código-fonte XML para configuração do SIG

Esta seção apresenta o código-fonte XML do arquivo camadas.xml, que contém a configuração das feições exibidas no SIG.

```
<?xml version="1.0" encoding="ISO-8859-1"?>
<project zoomunits="km" mapunits="degrees">
<layer name="Macrozonas" visible="yes" showlegend="yes">
<dataset url="Macrozonas.shp"/>
<renderer>
<symbol fill="79:148:205" outline="40:140:140" />
</renderer>
<renderer type="label" labelfield="sigla_macr" showlegend="no" index="">
<symbol position="0" style="1"/>
</renderer>
</layer>

<layer name="Setores Administrativos" visible="yes" showlegend="yes">
<dataset url="Setores.shp"/>
<renderer>
<symbol fill="#0000FF" outline="255:155:255" />
</renderer>
<renderer type="label" labelfield="Nome" showlegend="no" index="">
<symbol position="0" style="1"/>
</renderer>
</layer>

<layer name="Distritos" visible="yes" showlegend="yes">
<dataset url="Distritos.shp"/>
<renderer>
<symbol fill="100:255:211" outline="38:115:0" />
</renderer>
<renderer type="label" labelfield="Nome" showlegend="no" index="">
<symbol position="0" style="1"/>
</renderer>
</layer>

<layer name="Macroáreas" visible="yes" showlegend="yes">
<dataset url="Macroareas.shp"/>
<renderer>
<symbol fill="84:255:159" outline="38:115:0" />
</renderer>
<renderer type="label" labelfield="Nome" showlegend="no" index="">
<symbol position="0" style="1"/>
</renderer>
</layer>
```

```
<layer name="Bairros" visible="yes" showlegend="yes">
<dataset url="Bairros.shp"/>
<renderer>
<symbol fill="255:165:00" outline="38:115:0" />
</renderer>
<renderer type="label" labelfield="Nome" showlegend="no" index="">
<symbol position="0" style="1"/>
</renderer>
</layer>

<layer name="Macaé">
      <dataset type="image" url="/Macae_Raster.jpg">
        <metadata>
          <meta id="142" content="0"/>
          <meta id="143" content="0"/>
          <meta id="144" content="0"/>
          <meta id="145" content="0"/>
        </metadata>
      </dataset>
   </layer>

</project>
```

APÊNDICE D – Script SQL do Banco de Dados

Esta seção apresenta o script SQL de geração do banco de dados da ontologia de zoneamento.

```
CREATE TABLE Uso (
  codigo_uso INTEGER NOT NULL,
  descricao_uso VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_uso),
);

CREATE TABLE Logradouro (
  codigo_logradouro INTEGER NOT NULL,
  nome_logradouro VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_logradouro),
);

CREATE TABLE Atividade (
  codigo_atividade INTEGER NOT NULL,
  descricao_atividade VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_atividade),
);

CREATE TABLE Municipio (
  codigo_municipio INTEGER NOT NULL,
  nome_municipio VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_municipio VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_municipio),
);

CREATE TABLE Setor_Administrativo (
  codigo_setor_administrativo INTEGER NOT NULL,
  codigo_municipio INTEGER NOT NULL,
  nome_setor_administrativo VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_setor_administrativo VARCHAR(50) NOT NULL,
  sigla_setor_administrativo VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_setor_administrativo),
);

CREATE TABLE Trecho_Logradouro (
  codigo_trecho_logradouro INTEGER NOT NULL,
  codigo_logradouro INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_trecho_logradouro),
);
```

```
CREATE TABLE Macrozona (
  codigo_macrozona INTEGER NOT NULL,
  codigo_municipio INTEGER NOT NULL,
  nome_macrozona VARCHAR(50) NOT NULL,
  sigla_macrozona VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_macrozona VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_macrozona),
);

CREATE TABLE Bairro (
  codigo_bairro INTEGER NOT NULL,
  nome_bairro VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_bairro VARCHAR(50) NOT NULL,
  codigo_setor_administrativo INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_bairro),
);

CREATE TABLE Macroarea (
  codigo_macroarea INTEGER NOT NULL,
  nome_macroarea VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_macroarea VARCHAR(50) NOT NULL,
  sigla_macroarea VARCHAR(50) NOT NULL,
  codigo_macrozona INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_macroarea),
);

CREATE TABLE Corredor_Ecologico_Urbano (
  codigo_corredor_ecologico INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  codigo_macroarea INTEGER NOT NULL,
  nome_corredor_ecologico VARCHAR(50) NULL,
  sigla_corredor_ecologico VARCHAR(50) NULL,
  limite_corredor_ecologico VARCHAR(50) NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_corredor_ecologico)
);

CREATE TABLE Distrito (
  codigo_distrito INTEGER NOT NULL,
  codigo_setor_administrativo INTEGER NOT NULL,
  codigo_municipio INTEGER NOT NULL,
  nome_distrito VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_distrito VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_distrito),
);
```

```
CREATE TABLE Setor_Especial (
  codigo_setor_especial INTEGER NOT NULL,
  nome_setor_especial VARCHAR(50) NOT NULL,
  sigla_setor_especial VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_setor_especial VARCHAR(50) NOT NULL,
  codigo_macroarea INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_setor_especial),
);

CREATE TABLE Zona (
  codigo_zona INTEGER NOT NULL,
  nome_zona VARCHAR(50) NOT NULL,
  sigla_zona VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_zona VARCHAR(50) NOT NULL,
  codigo_macroarea INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_zona),
);

CREATE TABLE Subdistrito (
  codigo_subdistrito INTEGER UNSIGNED NOT NULL AUTO_INCREMENT,
  codigo_distrito INTEGER NOT NULL,
  nome_subdistrito VARCHAR(50) NULL,
  limite_subdistrito VARCHAR(50) NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_subdistrito)
);

CREATE TABLE Zona_Atividade (
  codigo_zona INTEGER NOT NULL,
  codigo_atividade INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_zona, codigo_atividade)
);

CREATE TABLE Atividade_Setor_Especial (
  codigo_atividade INTEGER NOT NULL,
  codigo_setor_especial INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_atividade, codigo_setor_especial)
);

CREATE TABLE Quadra (
  codigo_quadra INTEGER NOT NULL,
  codigo_setor_especial INTEGER NOT NULL,
  codigo_bairro INTEGER NOT NULL,
  codigo_zona INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_quadra),
);
```

```
CREATE TABLE Lote (
  codigo_lote INTEGER NOT NULL,
  classe_lote VARCHAR(50) NOT NULL,
  limite_lote VARCHAR(50) NOT NULL,
  afastamento_frontal_lote INTEGER NOT NULL,
  afastamento_lateral_lote INTEGER NOT NULL,
  afastamento_fundos_lote INTEGER NOT NULL,
  taxa_ocupacao_lote INTEGER NOT NULL,
  testada_lote INTEGER NOT NULL,
  area_edificavel_lote INTEGER NOT NULL,
  codigo_uso INTEGER NOT NULL,
  codigo_quadra INTEGER NOT NULL,
  codigo_trecho_logradouro INTEGER NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_lote),
);

CREATE TABLE Face_Quadra (
  codigo_quadra INTEGER NOT NULL,
  numero_face_quadra VARCHAR(50) NOT NULL,
  PRIMARY KEY(codigo_quadra, numero_face_quadra),
);
```