
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA – CTG
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA – DECART
Curso de Pós – Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO DE DOMÍNIO DE CONHECIMENTO
EM ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL (LADM) AO CADASTRO TERRITORIAL
URBANO BRASILEIRO – ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE
ARAPIRACA-AL**

JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS

VIRTUS IMPAVIDA

ORIENTADORA: PROF. DRA. ANDREA F. T. CARNEIRO

Recife, 2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIA – CTG
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA – DECART
Curso de Pós – Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação

JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS

**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO DE DOMÍNIO DE CONHECIMENTO
EM ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL (LADM) AO CADASTRO TERRITORIAL
URBANO BRASILEIRO – ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE
ARAPIRACA-AL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, área de concentração: Geodésia.

ORIENTADORA: PROF. DRA. ANDREA F. T. CARNEIRO

RECIFE
2012

Catálogo na fonte

Biblioteca Margareth Malta, CRB-4 / 1198

S237a

Santos, Juciela Cristina dos.

Análise da aplicação do modelo de domínio de conhecimento em administração territorial (LADM) ao cadastro territorial urbano brasileiro – estudo de caso para o município de Arapiraca - AL / Juciela Cristina dos Santos. - Recife: O Autor, 2012.

vi, 131 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea F. T. Carneiro.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012.

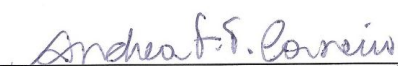
Inclui Referências Bibliográficas e anexo.

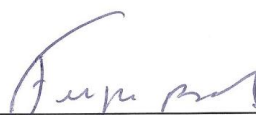
**ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO DE DOMÍNIO DE
CONHECIMENTO EM ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL (LADM) AO
CADASTRO TERRITORIAL URBANO BRASILEIRO
POR**

JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS

Dissertação defendida e aprovada em 17/12/2012.

Banca Examinadora:


Profa. Dra. ANDRÉA FLÁVIA TENÓRIO CARNEIRO
Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco


Prof. Dr. ALZIR FELIPPE BUFFARA ANTUNES
Departamento de Geomática - Universidade Federal do Paraná


Prof. Dr. MARCELO ANTONIO NERO
Departamento de Engenharia Cartográfica - Universidade Federal de Pernambuco

DEDICATÓRIA

Certa vez alguém me escreveu a seguinte frase: “Somos os livros que lemos e as pessoas que conhecemos”, nunca uma frase fez tanto sentido para descrever o que exatamente sou, basta olhar para aqueles a quem Amo e conheço de toda minha vida. Dedico esta vitória aos meus Pais Maria Zélia e José Ilto, as minhas irmãs e amigas, Alessandra e Juciléia, aos meus irmãos Fabio Luiz, Juscelino Antônio e Júlio César.

AGRADECIMENTOS

A Deus, meu guia de todos os Passos.

Aos professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação pela paciência durante este percurso, em especial a minha orientadora, professora Andrea Carneiro, a professora Ana Candeias e aos professores Silvio Garnés, Daniel Carneiro, Marcelo Nero, Jaime Mendonça e ao meu tão querido Carlos Alberto Schuller.

A um grande amigo, que tornou minha jornada mais fácil, me ouvindo e me aconselhando em momentos difíceis, Claudio Vila Flor.

As minhas amigas Luciana Maria e Betânia Queiroz que foram mais que amigas, tornaram-se verdadeiras irmãs sem medir esforços nos momentos em que eu precisei de apoio e abrigo.

Ao meu amigo e, noivo, Julian de Sousa, que me acalmou nas horas turbulentas, me socorreu-me nas horas de aflição e apoiou-me dizendo “não desista”.

À equipe a qual tive a honra de coordenar (GEO/CADASTRO) e que não mediram esforços para me dar tranquilidade durante os dias em que eu estive ausente e aqueles que foram mais que colegas de trabalho e sim amigos leais a quem não poderia deixar de citar, Aislan Lopes, Alessandro de Oliveira, Monica Santos, Antônio Brito Bila, Edgard Nogueira, Ícaro Cruz, Jhon Lira, Reinaldo da Silva, Robson da Silva e Thássia Sena.

Aos meus tão queridos companheiros de trabalho Albério Carvalho e Rogério Firmino, coordenadores do Cadastro Territorial e das Tecnologias do Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Arapiraca, maiores incentivadores nas minhas conquistas.

A secretária Municipal de Planejamento, Caroline Albuquerque, e a ex-secretária, Helena Moreira que me cederam para o Programa de Pós Graduação no período de aula.

Ao grupo de Tecnologia da informação da Prefeitura Municipal de Arapiraca (GTinfo), em especial a Roniclécio Firmino, José Sergio e Jean Lemos, pela amizade e carinho e pelo auxílio nas dúvidas e na construção tecnológica da minha dissertação. Com eles aprendi a quebrar barreiras e a acreditar que tudo é possível, quando temos amigos de verdade.

A todos, meus sinceros agradecimentos. Vocês mudaram a minha história de vida, me ajudaram a mudar a história de vida da minha família, serei sempre grata.

SUMÁRIO

RESUMO	i
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE QUADROS	v
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	vi
1 - INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivos.....	8
1.1.1 Objetivo Geral	8
1.1.2 Objetivos Específicos	8
2 – FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS	9
2.1 - MODELAGENS DE DADOS ESPACIAIS.....	9
2.1.1– Abstração do Mundo Real.....	11
2.1.2– Interoperabilidade.....	12
2.1.3 – Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados	13
2.1.4 – OMT-G (<i>Object-Modeling Technique for Geographic Applications</i>).	15
2.1.4.1–Diagrama de classes	16
2.1.4.2 – Classes.....	16
2.1.4.3 – Relacionamentos.....	19
2.1.4.4 – Cardinalidade.....	21
2.1.4.5 – Generalização e especialização.....	22
2.1.5 – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados MySQL.	25
2.2– O MODELO DE DOMÍNIO DE CONHECIMENTO DA ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL.....	30
2.2.1 - Breve histórico da elaboração do LADM	30
2.2.2 – O esquema conceitual do LADM	31
2.2.3 –A classe VersionedObject (classe especial).	36
2.2.4 –Pacote <i>Party</i>	38
2.2.4.1 –A classe <i>LA_Party</i>	39
2.2.4.2 – Classe <i>LA_GroupParty</i>	41
2.2.4.3 – Classe <i>LA_PartyMember</i>	41
2.2.5 – Pacote <i>Administrative</i>	41

2.2.5.1 – Classe <i>LA_RRR</i>	44
2.2.5.2 – Classe <i>LA_Right</i>	45
2.2.5.3 – Classe <i>LA_Restriction</i>	45
2.2.5.4 – Classe <i>LA_Responsability</i>	45
2.2.5.5 – Classe <i>LA_Mortgage</i>	45
2.2.5.6 – Classe <i>LA_BAUnit</i>	46
2.2.5.7 – Classe <i>LA_AdministrativeSource</i>	46
2.2.5.8 – Classe <i>LA_RequiredRelationshipBAUnit</i>	47
2.2.6 – Pacote <i>Surveying and Representation</i>	47
2.2.6.1 – Classe <i>LA_BoundaryFace</i>	49
2.2.6.2 – Classes <i>LA_BoundaryFaceString</i>	49
2.2.6.3 – Classes <i>LA_Point</i>	49
2.2.6.4 – Classes <i>LA_SpatialSource</i>	50
2.2.7– Pacote <i>Spatial Unit</i>	50
2.2.7.1 – Classe <i>LA_SpatialUnit</i>	52
2.2.7.2 – A Classe <i>LA_SpatialUnitGroup</i>	54
2.2.7.3 – Classe <i>LA_LegalSpaceBuildingUnit</i>	54
2.2.7.4 – Classe <i>LA_LegalSpaceNetwork</i>	54
2.2.7.5 – Classe <i>LA_Level</i>	55
2.2.7.6 – Classe <i>LA_SpatialUnitGroup</i>	55
2.2.7.7 – Classe <i>LA_RequiredRelationshipSpatialUnit</i>	55
2.3 – CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO	56
2.3.1 – Aspectos do Cadastro Territorial no Brasil	56
2.3.2 – Cadastro 2014.....	58
2.3.3 – Sistemas de Informações Territoriais (SIT)	59
2.3.4 – A Parcela como Unidade Cadastral.	61
2.3.4.1– Adoção da Parcela como Unidade Territorial do Cadastro no Brasil	65
3 – METODOLOGIAS DA PESQUISA.....	67
3.1 – ÁREA DE ESTUDO	67
3.2 – BANCO DE DADOS CADASTRAL DE ARAPIRACA	69
3.3 – ELABORAÇÕES DO MODELO FÍSICO	70
3.3.1 – Pacote <i>Party (LA_Party)</i>	71
3.3.2 – Pacote <i>Administrative</i>	74
3.3.3 – Pacote <i>SpatialUnit (LA_SpatialUnit)</i>	76

3.4 – CRIAÇÃO DO APLICATIVO PARA ENTRADA DE DADOS.....	81
3.5 – METADADOS REFERENTE AOS DADOS DA ÁREA DE ESTUDO	82
3.6 – ALIMENTAÇÃO DO BANCO DE DADOS LADM.....	87
3.6.1 – Conversão do arquivo <i>ShapeFile</i> em banco de dados <i>MySQL</i>	87
3.6.2 – Inserção de atributos através de comando SQL.....	93
3.6.3 – Inserção manual de atributos	94
3.7 – DEFINIÇÕES DO PROCESSO DE ANÁLISE.	95
4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	97
4.1 – PACOTE <i>LA_PARTY</i>	97
4.2 – PACOTE DIREITOS, RESTRIÇÕES E RESPONSABILIDADES.....	100
4.3 – PACOTE DE UNIDADE ESPACIAL.	103
4.3.1 – Tabela de Documentos Administrativos da Parcela.	104
4.3.2 – Tabela de fontes de documentos.....	104
4.3.3 – Tabela de documentação de levantamentos de campo.....	105
4.3.4 – Tabela de Fonte do Ponto de Coordenadas.	105
4.3.5 – Tabelas de dados das construções.....	106
4.3.6 – Tabelas de estruturas de Rede.	108
4.3.7 – Tabela de Geometria.....	110
4.4 – ANÁLISES DOS REQUISITOS GERAIS DO LADM E PORTARIA 511 DO M.C.....	111
5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	113
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
ANEXO	127

RESUMO

SANTOS, Juciela Cristina dos. **Análise da Aplicação do Modelo de Domínio de Conhecimento em Administração Territorial ao Cadastro Territorial Urbano Brasileiro**. Recife, 2012, 114p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco.

Um dos problemas no domínio de conhecimento em administração territorial é a falta de um conjunto padronizado de conceitos e terminologia. Por este motivo, a *International Organization for Standardization (ISO)* formulou e publicou a ISO 19.152 – *Land Administration Domain Model - LADM* (Modelo de Domínio da Administração Territorial). A finalidade desta norma não é substituir sistemas existentes, mas proporcionar uma linguagem formal para descrever os sistemas de administração territorial, de forma que suas similaridades e diferenças possam ser mais bem compreendidas. Trata-se de um padrão descritivo, não prescritivo, cujo foco é a identificação dos direitos, responsabilidades e restrições que afetam a terra (ou água) e seus componentes geoespaciais relacionados. Neste contexto, esta pesquisa explora as potencialidades do LADM e sua aplicação para o cadastro urbano brasileiro, analisando sua conformidade com os conceitos propostos pela Portaria 511, promovendo um estudo sobre a parcela cadastral e sua utilização como componente espacial. A implementação do modelo sugerido pela ISO 19152 foi testada utilizando como estudo de caso o banco de dados cadastral do município de Arapiraca/AL para a codificação de parcelas espaciais em 2D. A validação do LADM em termos legais para o Brasil baseou-se principalmente na Portaria 511/2009, que estabelece diretrizes para a implantação do Cadastro Territorial Multifinalitário. O modelo físico foi elaborado conforme sugerido pela normativa e as informações do cadastro do município de Arapiraca foram utilizados para avaliar a aplicabilidade do modelo em um município brasileiro. A análise dos resultados indicou a compatibilidade do LADM para o cadastro urbano brasileiro em diversos aspectos, incluindo o aspecto legal, para o qual a modelagem adapta-se perfeitamente às restrições legais de disponibilização de informações.

Palavras-chave: LADM, Cadastro Territorial Multifinalitário, Modelagem Geoespacial, Parcela.

ABSTRACT

One of the problems in the domain in Land Administration is the lack of a standardized set of concepts and terminology. For this reason, the International Organization for Standardization (ISO) has formulated and published the ISO 19152 - Land Administration Domain Model - LADM. The purpose of this standard is not to replace existing systems, but to provide a formal language for describing systems of territorial land administration, so their similarities and differences can be better understood. This proposal is a standard descriptive, not prescriptive, which focus is the identification of rights, responsibilities and restrictions affecting the land (or water) and related geospatial components. This work explores the potential of LADM and its application for Brazilian urban cadastre, analyzing its compliance with the concepts proposed by *Portaria # 511*, permitting a study about the cadastral parcel and its use as a basic spatial component of a cadastral system. The implementation of the model suggested by ISO 19152 was tested, using as a pilot study the cadastral database of the municipality of Arapiraca / AL (2D parcels). The validation of the legal aspects of LADM to Brazil relied primarily on *Portaria #511*, the guidelines for implementation of Multipurpose Cadastre. The physical model was prepared as suggested by the standard and cadastral information from the city of Arapiraca were used to evaluate the applicability of the model in a Brazilian city. The results has indicated the compatibility of LADM for the Brazilian urban cadastre in several aspects, including the legal aspect, for which the model adapts perfectly to the legal constraints of available information.

Key words: LADM, Multipurpose Cadastre, Geospatial Modeling, Parcel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Níveis de abstração de aplicações geográficas.	12
Figura 02: Classes georreferenciadas e convencionais no OMT-G.	17
Figura03: Geo-campo.	18
Figura 04:Geo-Objeto.	19
Figura 05: Relacionamento.....	21
Figura 06: Cardinalidade.....	22
Figura 07: Generalização/Especialização.....	23
Figura 08: Agregação.....	24
Figura 09: Generalização Conceitual ou Cartográfica.	25
Figura 10: Pacotes e classes do LADM	32
Figura 11: Visão geral do relacionamento entre as classes do LADM.	34
Figura 12: Classe VersionedObject.....	37
Figura 13:O pacote <i>Party</i>	38
Figura 14: Relacionamento da Classe <i>LA_Party</i> com as demais subclasses do pacote.	40
Figura 15: Pacote Administrativo.	42
Figura 16: Diagrama das classes do pacote administrativo com seus atributos.....	43
Figura 17: Diagrama das classes do pacote <i>Surveying and Representation</i>	47
Figura 18: Diagrama de classes com relacionamentos e atributos do pacote <i>Surveying and Representation</i>	48
Figura 19: Diagrama do pacote <i>SpatialUnit</i>	50
Figura 20: Classes e Atributos do pacote <i>SpatialUnit</i>	51
Figura 21: Esquema do desenvolvimento da pesquisa.....	67
Figura 22: Localização da área de Estudo.	68
Figura 23: Pacote Pessoa do LADM.....	73
Figura 24: Pacote <i>Administrative</i> do LADM.....	76
Figura 25:Pacote <i>SpatialUnit</i> do LADM.....	78
Figura 26: Classe de estruturas de Rede do pacote <i>SpatialUnit</i> do LADM.	79
Figura 27: Classes de Representação Espacial do Pacote <i>SpatialUnit</i> do LADM.....	80
Figura 28:Tela Inicial do Aplicativo.	81
Figura 29: Tela de entrada dos dados.....	82
Figura 30: Conexão AutoCad Map 2012 MySQL.	88
Figura 31:Opções de conexão de bancos de dados existentes no AutoCad Map 2012.	89
Figura 32:Serviços de conexão com o banco de dados.	90
Figura 33: Exportação entre bancos de dados conectados.	91
Figura 34: Conexão entre os bancos de dados no AutoCad Map.	92
Figura 35: Banco de Dados MySQL com a tabela de Geometria Populada.....	93
Figura 36: Inserção de dados no aplicativo.	95
Figura 37:Exemplo de consulta no banco de dados MySQL.....	98
Figura 38:Recorte da área de uma parcela na área de estudo.	99
Figura 39: Diagrama de classes representando um grupo de pessoas com o mesmo direito sobre a parcela.	100

Figura 40: Comportamento dos diagramas de classes que incluem a instituição financeira com parcelas possuindo hipoteca.....	101
Figura 41:Exemplo de consulta no AutoCAD MAP.....	102
Figura 42: Exemplo do comportamento de restrição de um patrimônio histórico na área de estudo. .	103
Figura 43: Exemplo do comportamento de construção no LADM.....	107
Figura 44: Representação espacial da construção apresentada na figura 39.	108
Figura 45: Representação da estrutura da rede elétrica na área de estudo.....	109
Figura 46: Diagrama de classes populadas da estrutura da rede elétrica na área de estudo.	110

LISTA DE QUADROS

Quadro 01 - Relacionamentos Espaciais.	20
Quadro 02 - Comparação das Unidades Cadastrais utilizadas por países europeus.....	57
Quadro 03 - Exemplo de relacionamento entre as tabelas analisadas.	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CGM - Cadastro Geral do Município

CNIR - Cadastro Nacional de Imóveis Rurais

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia

CTM - Cadastro Territorial Multifinalitário

FIG - Federação Internacional de Geômetras

GIS - *Geographic Information System* (Sistema de Informação Geográfica)

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária

INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais

INSPIRE - *Infrastructure or Spatial Information in Europe* (Infraestrutura de Informações Espaciais Europeia)

ISO - *International Organization for Standardization* (Organização Internacional de Padronização)

LADM - *Land Administration Domain Model* (Modelo de Domínio da Administração Territorial)

LIS - *Land Information System* (Sistema de Informação Territorial)

MDA - *Model Driven Architecture* (Modelo Orientado de Arquitetura)

NSDI - *National Spatial Data Infrastructure* (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais)

OMT-G - *Object-Modeling Technique for Geographic Applications* (Aplicação Geográfica de Técnicas de Modelagem orientada a Objetos)

SGBD - Sistema de Gerenciament de Banco de Dados

SIT - Sistemas de Informações Territoriais

SQL - *Structured Query Language* (Linguagem Estruturada de Pergunta)

TC - Comitê Técnico

UML - *Unified Modeling Language* (Linguagem de Modelagem Unificada)

UN-ECE - Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa

ZEIS - Zonas Especiais de Interesse Social

1 - INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas no domínio de conhecimento em administração territorial é a falta de um conjunto padronizado de conceitos e terminologia. Por este motivo, a *International Organization for Standardization (ISO)* formulou e publicou em novembro de 2012 a ISO 19.152 – *Land Administration Domain Model - LADM* (Modelo de Domínio da Administração Territorial), um modelo conceitual elaborado pelo comitê técnico TC211.

De acordo com a apresentação da ISO 19.152 (ISO,2012), a finalidade do LADM não é substituir sistemas existentes, mas proporcionar uma linguagem formal para descrever os sistemas de administração territorial, de forma que suas similaridades e diferenças possam ser melhor compreendidas. Trata-se de um padrão descritivo, não prescritivo, cujo foco é a identificação dos direitos, responsabilidades e restrições que afetam a terra (ou água) e seus componentes geoespaciais relacionados.

A ausência de padrões para sistemas de administração territorial como cadastro e registro, também acontece no Brasil. A inexistência de normas, principalmente para o cadastro territorial urbano, faz com que cada município implante o cadastro de acordo segundo suas necessidades e entendimento próprios com suas necessidades e entendimento próprio. Em 2009, o Ministério das Cidades publicou a Portaria nº 511, que trouxe orientações conceituais para a implementação de cadastros territoriais multifinalitários.

A partir do estabelecimento da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), diversos padrões para informações espaciais estão sendo elaborados, seguindo modelos de Infraestruturas de Dados Espaciais (IDE) consolidadas e bem sucedidas em todo o mundo. No entanto, os padrões publicados até 2012 ainda não contemplam temas específicos para administração territorial e cadastro.

Diante deste contexto, a presente pesquisa esta pesquisa explora as potencialidades do LADM e sua aplicação para o cadastro urbano brasileiro, analisando sua conformidade com os conceitos propostos pela Portaria 511, bem como promovendo um estudo sobre a parcela cadastral e sua utilização como componente espacial. A implementação do modelo sugerido pela ISO 19152 foi realizada, utilizando como estudo de caso o banco de dados cadastral do município de Arapiraca/AL para a codificação de parcelas espaciais em 2D.

A validação deste modelo para o Brasil é uma proposta desafiadora, não somente porque nenhum país da América do Sul compunha o comitê que é responsável pela elaboração da ISO 19.152, como também pela existência de situações muito particulares que diferenciam os cadastros urbanos dos municípios brasileiros. Dessa forma, espera-se que a aplicação do modelo LADM possa ser adaptada à realidade brasileira, bem como que este modelo e os cadastros submetidos ao padrão internacional sugerido possam ser adotados pelos municípios que ainda não possuem dados cadastrais, tal como por aqueles que possuem dados bem consolidados.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a aplicação do Modelo de Domínio do Conhecimento da Administração Territorial na implementação de cadastros territoriais multifinalitários no Brasil e sua conformidade com as Diretrizes para a Criação, Instituição e Atualização do Cadastro Territorial dos Municípios Brasileiros, Portaria 511 do Ministério das Cidades, para o município de Arapiraca – AL.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Modelar a Estrutura de classes do LADM em linguagem UML utilizando preferencialmente ferramentas *opensource*;
- Testar a aplicação do modelo LADM utilizando como estudo de caso o banco de dados do município de Arapiraca-AL;
- Analisar a consistência e adequação desses dados à modelagem proposta pela ISO 19152.

2 – FUNDAMENTAÇÕES TEÓRICAS

2.1 - MODELAGENS DE DADOS ESPACIAIS

A Modelagem de Dados Espaciais é o processo pelo qual a estrutura fundamental de uma aplicação é abstraída e descrita. Assim, por meio da modelagem de dados é possível solucionar um dos problemas da integração de dados, que é a definição de como deve ser a estrutura integrada dos dados (SÁ, 2001).

O entendimento de dados espaciais como quaisquer tipos de dados que descrevem fenômenos aos quais esteja associada alguma dimensão espacial (BORGES, 1997), é o que torna complexa a modelagem dessa estrutura.

É preferível a criação de modelos e não apenas sistemas, já que com a modelagem é possível focalizar a atenção nas características relevantes do sistema (YOURDON, 1990).

Existem diversas técnicas de modelagem de dados. Iniciadas na década de 90, cada vez mais com o passar do tempo, as técnicas de modelagem com orientação a objetos vêm ganhando destaque (COAD & YOURDON, 1991). Parte da estrutura fundamental da modelagem orientada a objetos consiste na compreensão de como representar o, assim chamado, mundo real, definindo seus objetos, classes e suas relações (CÂMARA, 2001).

Segundo Welling (2005), as linguagens de programação modernas normalmente suportam ou até mesmo exigem uma abordagem orientada a objetos para desenvolvimento de softwares. O desenvolvimento orientado a objetos tenta utilizar as classificações, os relacionamentos e as propriedades dos objetos no sistema para ajudar no desenvolvimento de programas.

As técnicas de modelagem têm diversas ferramentas para representação da realidade em seus diversos níveis. Podem ser divididas em três as etapas da modelagem (SÁ 2001):

- Abstração do mundo real;
- Geração do modelo conceitual e
- Construção do modelo físico.

Dessa forma, a modelagem de dados pode ser definida como a representação gráfica dos dados de uma área de interesse ou aplicação. Frequentemente, representa uma área funcional do negócio (da organização) que será automatizada (SINGH, 2001).

Um modelo de dados espaciais pode ser definido como sendo aquele que:

- Representam as relações entre os dados de uma área de interesse ou aplicação, passíveis de representação espacial;
- É a representação simplificada e sistemática das relações espaciais entre entidades físicas, que definem uma estrutura, um processo ou um fenômeno.

Um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados (ELMASRI, 2004). O modelo busca sistematizar o entendimento a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado.

No processo de modelagem é necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real, de modo a obter uma forma de representação conveniente, embora simplificada, que seja adequada às finalidades das aplicações. A modelagem de dados geográficos, por sua vez, é uma atividade complexa, uma vez que envolve a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando a obter representações adequadas aos fenômenos geográficos.

Antes de iniciar a modelagem do banco de dados, é necessária a estruturação de um modelo conceitual que defina e extraia do mundo real as informações que se deseja modelar. Assim, os esquemas conceituais referem-se ao resultado de uma modelagem, ou seja, um conjunto de diagramas que usa um determinado modelo conceitual como uma linguagem para expressar estruturas de dados específicas para uma aplicação.

Esquemas conceituais são construídos a fim de abstrair partes específicas do mundo real e representar, esquematicamente, quais os dados devem ser coletados, como eles serão organizados e relacionados entre si. Esses esquemas servem também como uma documentação da base de dados.

Um dos modelos mais usuais para modelagem de dados geográficos é o OMT-G (*Object-Modeling Technique for Geographic Applications*) (CORPORATION, 1997), que é baseado na linguagem UML (*Unified Modeling Language*), técnica de modelagem conceitual utilizada para a implantação da INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) e será utilizado para modelar a estrutura do LADM neste contexto. Esse tipo de modelagem do mundo real é uma atividade complexa porque envolve a discretização do espaço como parte do processo de abstração, visando à obtenção de representações adequadas aos fenômenos geográficos. Segundo Davis Jr. e Laender (2000), o modelo OMT-G propõe uma série de primitivas que permitem construir o esquema estático de aplicações geográficas, no qual são

especificadas as classes envolvidas no problema, juntamente com suas representações básicas e seus relacionamentos.

A abstração de conceitos e entidades existentes no mundo real é uma parte importante da criação de sistemas de informação.

2.1.1– Abstração do Mundo Real.

Uma das partes fundamentais na estruturação de um modelo Geoespacial é a abstração do mundo real, ou seja, organizar o que se deseja modelar. Para tanto, é necessário que o desenvolvedor se insira na realidade do sistema que está sendo modelado a fim de que possa compreendê-lo, não do ponto de vista externo, mas do interno, pois certas nuances não serão percebidas de outro modo (SÁ, 2001). O grande objetivo da abstração do mundo real é o de descrever o máximo possível a realidade.

Quanto aos níveis de abstração, esses seriam as entidades e os relacionamentos, sendo que os modelos de dados são classificados segundo o nível de abstração empregado. Para aplicações geográficas, portanto, são considerados quatro níveis distintos de abstração:

- Nível do mundo real é o nível onde estão inseridos os fenômenos geográficos reais a representar, como rios, ruas e cobertura vegetal.
- Nível de representação conceitual – são as formas de percepção espacial das entidades, as mesmas oferecem um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário, em um alto nível de abstração. Neste nível, são definidas as classes básicas, contínuas ou discretas, que serão criadas no banco de dados. Essas classes estão associadas a classes de representação espacial, variáveis de acordo com o grau de percepção que o usuário tem sobre o assunto.
- Nível de apresentação – neste nível, a visualização das entidades e relacionamentos são os alvos. Este nível oferece ferramentas com as quais se podem especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas têm de assumir ao longo de seu uso em aplicações.
- Nível de implementação – São as estruturas de armazenamento de nível lógico, definem padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação, bem como os relacionamentos entre elas e as necessárias funções e métodos.

O modelo OMT-G situa-se nos níveis de representação conceitual e apresentação e o Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados (SGBD), no nível de implementação. A figura 01 apresenta os níveis de abstração para aplicações geográficas.

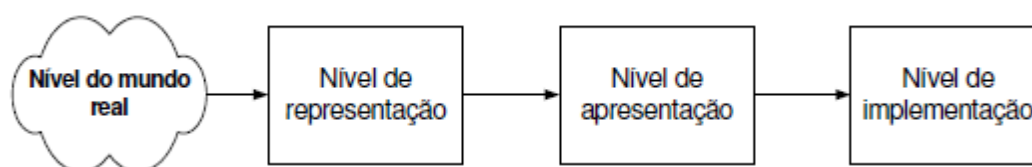


Figura 01: Níveis de abstração de aplicações geográficas.
Fonte: adaptado de (Borges et al., 2001).

O Modelo Conceitual é definido como um conjunto de instrumentos usados para descrever dados, relacionamentos, semânticos e regras de consistência (SILBERSCHATZ, 1990). Tal modelo compreende uma transição entre a abstração do mundo real e o modelo físico que será implantado. Para tanto, se utiliza do instrumento de orientação objeto para a geração do modelo conceitual e uma das técnicas utilizadas é a mesma adotada pela OMT-G.

2.1.2– Interoperabilidade

A Interoperabilidade pode ser entendida como a capacidade de diversos sistemas e organizações para trabalharem em conjunto, de forma a garantir que esses elementos interajam para trocar informações de modo eficiente (BRASIL, 2011). À capacidade de um sistema (informatizado ou não) de se comunicar de forma transparente e eficiente com outros sistemas dá-se o nome de interoperável. A troca de informações e/ou dados através de computadores, tal como a capacidade de comunicar, executar programas através de várias unidades funcionais, utilizando-se de linguagens e protocolos comuns faz parte da sistemática de um modelo que interage com outros. Para promover a interoperabilidade é importante a adoção de padrões abertos, os quais são disponibilizados publicamente e, portanto, não são controlados por governos ou corporações (CHEDE, 2008).

As pesquisas realizadas por Reis et al. (2003), Estrada e Paiva. (2003), Morocho et al. (2003) e Fonseca (2002), que tratam da questão da interoperabilidade entre bases de dados espacial, mostram que é possível chegar a uma série comum de procedimentos necessários

para viabilizar a integração de dados, de fontes variadas, em uma única base de dados espaciais. Estes procedimentos são a avaliação da distribuição espacial, a análise de metadados, a definição das transformações necessárias e, por fim, a transformação dos dados para sua integração no SIG.

Uma das grandes problemáticas na interoperabilidade de dados espaciais está ligada, principalmente, à natureza variada das fontes utilizadas como *datum*, projeções, sistemas de referência, modelos de dados, resolução espacial e temporal, precisão e a exatidão etc. (FINN et al, 2004).

Em modelos espaciais, a dificuldade de tornar dados interoperáveis torna-se maior, porém esta etapa pode ser alcançada no ambiente de modelagem, onde se utiliza uma arquitetura que suporta o acesso a várias bases dados, escondendo as heterogeneidades entre os sistemas, esquemas de dados ou aplicações, de forma que os mesmos se comuniquem. Isso proporciona a troca de dados e expande a base de aplicações dos usuários. O objetivo destas arquiteturas é fornecer um ambiente no qual o usuário pode submeter consultas e atualizações, acessando os dados de várias bases heterogêneas e distribuídas. Essas bases são denominadas de bases de dados locais, e embasam a definição de dados e uma linguagem de manipulação comum, bem como preserva as autonomias de seus SGBD.

2.1.3 – Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados

Segundo Rigaux et al. (2002), um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) é um conjunto de programas computacionais desenvolvido para gerenciar as estruturas e controlar o acesso a bancos de dados. Neste contexto, Worboys (1995) enumera algumas atribuições dos SGBD: garantir a integridade de dados, permitir que vários usuários utilizem e atualizem os dados simultaneamente, oferecer controle de transações, permitir bloqueio do dado para atualização, controlar o acesso, gerenciar grandes volumes de dados, oferecer mecanismos de cópia de segurança e recuperação, oferecer facilidades de acompanhamento de desempenho, dispor de uma linguagem padrão de definição e manipulação de estruturas de dados etc.

Young (1990), por sua vez, define Banco de Dados como uma reunião de arquivos de dados de toda a organização em algum tipo de armazenamento magnético, sendo manipulado por um conjunto de programas. Tais programas efetuam operações de manutenção do Banco de Dados, como adições, exclusões e atualizações de dados, assim como processos de cálculo

e regravação de informações no Banco de Dados e também operações de pesquisas de informações mais complexas.

De acordo com Korth (2005), os primeiros Bancos de Dados se desenvolveram a partir de sistemas de gerenciamento de arquivos, que evoluíram primeiramente para Bancos de Dados de Rede ou Bancos de Dados Hierárquicos e, posteriormente, para Bancos de Dados Relacionais. As características mais comuns dessas “velhas” aplicações, segundo Korth (2005) e Moraes (2003) são as seguintes:

- Uniformidade: característica na qual são muitos itens de dados estruturados de forma semelhante, todos apresentando o mesmo tamanho em *bytes*;
- Orientação a Registro: característica na qual os itens de dados básicos são compostos por registros de comprimento fixo; Itens de Dados Pequenos, apresentando todos os registros curtos, com exceção de apenas alguns, que são mais extensos do que algumas centenas de bytes e;
- Campos Atômicos: característica na qual os campos existentes dentro de um registro são curtos e de comprimento fixo.

No início do segundo milênio, muitos programas passaram a comunicar-se com os seus usuários através de *interfaces* gráficas de janelas. Entretanto, na maioria das vezes, esses programas não possuem todo o código relacionado com a exibição dos dados na interface.

Para Korth (2005) um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) é constituído por um conjunto de dados associados a um conjunto de programas para acesso a esses dados. O conjunto de dados, comumente chamado Banco de Dados, contém informações sobre uma empresa em particular.

Segundo Date (2000), “o Sistema Gerenciador de Banco de Dados é o *software* que manipula todos os acessos ao Banco de Dados”. O SGBD é um *software* que funciona como uma interface entre o usuário e o Banco de Dados, ou seja, todas as solicitações dos usuários, como criação de tabelas, inserção de dados, recuperação de dados, são manipuladas pelo SGBD. Outra função do SGBD é isolar os usuários do Banco de Dados dos detalhes ao nível do *hardware*, como por exemplo, o armazenamento das informações em um disco rígido. Em outras palavras, o SGBD faz com que os usuários tenham uma visão do Banco de Dados acima do nível do *hardware*.

Atualmente, existem no mercado diversos tipos de SGBD, sendo que o de maior destaque e utilização é o Modelo de Dados Relacional. Chen (1990) afirma que há muitos sistemas de Bancos de Dados em uso no momento e classifica-os em três categorias:

hierárquico, de rede e relacional, que se diferenciam um dos outros pelo tipo de estrutura lógica de dados que podem suportar.

São funcionalidades propiciadas pelo SGBD:

- Criar bancos de dados, através da definição das estruturas de dados;
- Armazenar os dados nas estruturas definidas;
- Manipular o banco de dados (incluir, alterar e remover dados);
- Recuperar dados de consultas específicas.

2.1.4 – OMT-G (*Object-Modeling Technique for Geographic Applications*).

No modelo OMTG, o diagrama de classes é usado para descrever a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográfico. Ele contém elementos específicos da estrutura do banco de dados, em especial classes de objetos e seus relacionamentos.

O modelo OMT-G (*Object Modeling Technique for Geographic Applications*) foi apresentado originalmente por Borges em 1997 e recebeu contribuições posteriores. Este modelo apresenta como parte para o diagrama de classes da UML, introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica do espaço (BORGES, 1997).

Quando o diagrama de classes especifica múltiplas representações ou a derivação de uma classe a partir de outra, é necessário desenvolver um diagrama de transformação. Nele, todo o processo de transformação pode ser especificado, permitindo a identificação dos métodos necessários para a implementação. Finalmente, para especificar as alternativas de visualização que cada representação pode assumir, é necessário desenvolver um diagrama de apresentação.

Uma das vantagens deste modelo é o fato de ele prever primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados geográficos, oferecendo suporte às estruturas topológicas “todo-parte”, às estruturas de rede, às múltiplas representações de objetos e de relacionamentos espaciais. Além disso, o modelo permite a especificação de atributos alfanuméricos e métodos associados para cada classe. Esse modelo é baseado em três conceitos principais, segundo QUEIROS & FERREIRA (2006):

- Classes;
- Relacionamentos e

- Restrições de integridade espaciais.

As extensões do modelo conceitual OMT para modelagem de dados geográficos apresentam também duas classes especiais para entidades geográficas, tais como: suporte à modelagem, que são as representações de dados e as apresentações de dados.

O modelo OMT-G foi escolhido para aplicar a ISO 19152 por apresentar conceitos bem definidos e atender a todas as concepções dos dados que necessitam ser modelados. Além disso, é importante salientar que este modelo foi o mesmo adotado na modelagem da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE, 2011).

2.1.4.1–Diagrama de classes

O diagrama de classes é usado para descrever a estrutura e o conteúdo de um banco de dados geográfico. Ele contém elementos específicos da estrutura de um banco de dados, em especial, classes de objetos e seus relacionamentos. O diagrama de classes contém apenas regras e descrições que definem conceitualmente como os dados serão estruturados, incluindo informações sobre o tipo de representação que será adotada para cada classe. Por esta razão, o diagrama de classe é o produto fundamental do nível da modelagem conceitual.

2.1.4.2 – Classes

As classes definidas pelo modelo OMT-G representam os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não espaciais) que podem ser encontrados nas aplicações geográficas, proporcionando assim, uma visão integrada do espaço modelado. Segundo Borges (1997), suas classes básicas podem ser Georreferenciadas ou Convencionais.

A classe Georreferenciada descreve um conjunto de elementos que possuem representação espacial e estão associados ao mundo real, representando as visões de geo-campos e geo-objetos. A classe convencional, por sua vez, convencional descreve um conjunto de elementos com propriedades, comportamento, relacionamentos e semânticas semelhantes, e que possuem alguma relação com os objetos espaciais, mas que não possuem propriedades geográficas.

As classes georreferenciadas são simbolizadas no modelo OMT-G de forma semelhante e os objetos podem ou não ter atributos não espaciais associados, listados na seção

central da representação completa. A figura 02 apresenta a relação da classe convencional e georreferenciada.

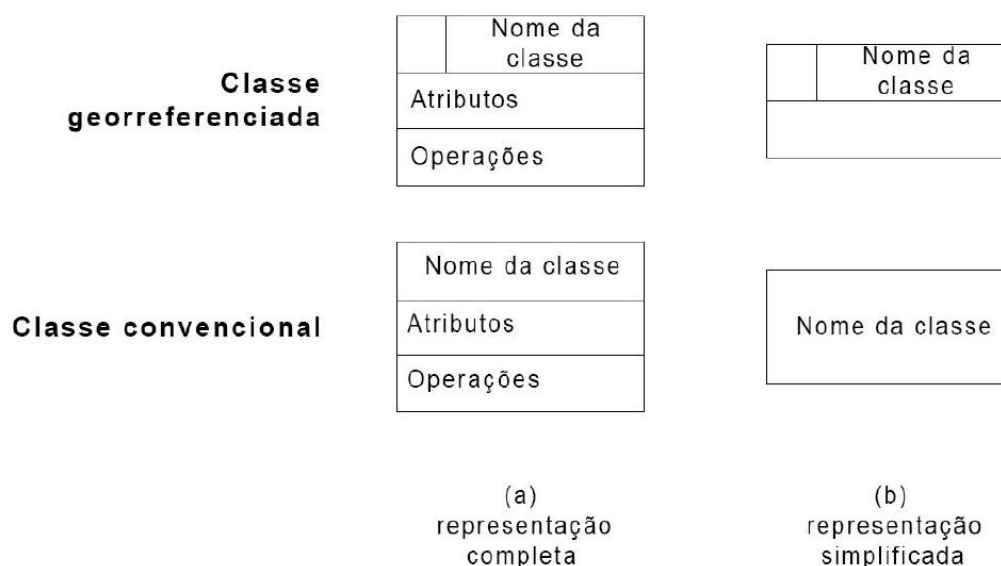


Figura 02: Classes georreferenciadas e convencionais no OMT-G.
Fonte: Borges, 2005

O modelo OMT-G apresenta um conjunto de representação geométrica, usando uma simbologia que distingue geo-objetos e geo-campos.

Existem cinco classes descendentes de geo-campos como mostrado na figura 03, que são:

- **Isolinhas:** Isolinhas são conjuntos de linhas fechadas, que não se tocam e que apresentam valor constante da variável que representa. Um exemplo de isolinhas são as curvas batimétricas.
- **Subdivisão planar:** são entendidos como conjuntos simples de subdivisões do domínio espacial, que não se sobrepõem e que abrangem a região como um todo.
- **Tesselação:** são dados apresentados como um conjunto de subdivisões regulares do domínio espacial, que não se sobrepõem e cobrem todo o domínio.
- **Amostragem:** dados que se apresentam como uma coleção de pontos, regulares ou irregulares, distribuídos por todo o espaço geográfico amostral.
- **Malha triangular:** dados apresentados como um conjunto de grades triangulares, cobrindo toda uma extensão, e representando a variação de determinado parâmetro ao longo desta superfície.

Classe Geo-Campo

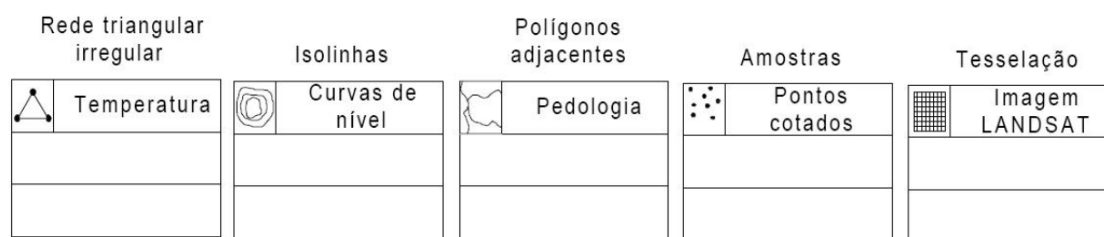


Figura03: Geo-campo- Fonte: Borges, 2005.

As classes descendentes de geo-objeto apresentam apenas duas divisões a saber: geo-objeto com geometria e com geometria e topologia. A classe geo-objeto com geometria representa objetos que possuem apenas propriedades geométricas, e é especializada nas classes:

- Ponto: representa classes que podem ser representadas, pontualmente, por um único par de coordenadas (X, Y).
- Linha: Classes representadas como objetos lineares, sem a necessidade de ligações uns com os outros, representam a subclasse linha.
- Polígono: A subclasse polígono é representada por objetos que representam uma área, podendo estes estar conectados.
- Já a classe geo-objeto com geometria e topologia representa objetos que possuem, além das propriedades geométricas, propriedades de conectividade topológica, sendo especificamente voltadas para a representação de estruturas em rede, como por exemplo, sistemas de abastecimento de água ou fornecimento de energia elétrica. Os Objetos com Geometria e Topologia podem ser especializados em:
 - Nó: Representa objetos pontuais no fim de linhas ou no cruzamento destas.
 - Linha Uni-direcionada: Representa objetos lineares que possuem uma direção e que começam e terminam em um nó.
 - Linha Bi- direcionada: são objetos lineares, que possuem dois sentidos de fluxo e que começam e terminam em um nó ou outra linha bi-direcionada.

Ambas as classes de representação geo-objetos são utilizadas para representações cadastrais. A figura 04 apresenta a classe Geo-objeto com Geometria e com Geometria e Topologia.

Geo-Objeto com Geometria

Ponto	Linha	Polígono
 Árvore	 Meio-fio	 Edificação

Geo-Objeto com Geometria e Topologia

Linha unidirecional	Linha bidirecional	Nó de rede
 Trecho de esgoto	 Tubulação de água	 Cruzamento

Figura 04:Geo-Objeto.
Fonte: Borges, 2005.

2.1.4.3 – Relacionamentos.

Considerando a importância das relações espaciais e não espaciais na compreensão do espaço modelado, o modelo OMT-G representa três tipos de relacionamentos entre suas classes: associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais.

Dentro do modelo OMT, os relacionamentos representam uma conexão física, ou conceitual entre instâncias de objetos, entendendo instância como o dado em um determinado instante (RUMBAUGH et al, 1995). A discriminação de tais relacionamentos tem o objetivo de definir explicitamente o tipo de interação que ocorre entre as classes.

Associações simples representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas. As associações simples são representadas por linhas contínuas ligando duas classes, e podem ter atributos próprios.

Relacionamentos espaciais representam relações topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy*. Algumas relações podem ser derivadas automaticamente, a partir da forma geométrica do objeto, no momento da entrada de dados ou da execução de alguma análise espacial. O objetivo da representação dessas relações no modelo OMT-G é o de tornar explícitas as interações espaciais entre as classes, apesar de muitas aplicações não terem a necessidade do

uso destas relações. Baseado em pesquisas, Borges (1997), chegou a uma lista de relações espaciais apresentadas no modelo OMT-G como mostra a quadro 01.

Quadro 01: Relacionamentos Espaciais: Fonte: Adaptado de Valdevino 2010.

Relação	Ponto - Ponto	Ponto - Linha	Ponto - Polígono	Linha - Linha	Linha - Polígono	Polígono - Polígono
Relacionamento						
Disjunto						
Contém	-	-	-	-	-	
Dentro de	-	-		-		
Toca						
Cobre	-	-	-	-	-	
Coberto por	-	-	-	-	-	
Sobreposição	-	-	-	-	-	
Adjacente		-				-
Perto de			-			-
Acima/Abaixo						-
Sobre/sob	-		-		-	-
Entre	-	-	-		-	-
Coincide		-	-		-	
Cruza	-	-	-			-
Atravessa	-	-	-	-		-
Em Frente a		-		-		-
Paralelo	-	-	-		-	-

Na coluna relacionamento, se considerarmos Disjunto terão as relações entre ponto – ponto, ponto – linha, ponto - polígono, linha – linha, linha – polígono e polígono – polígono. Observa-se que este tipo de relacionamento é o único que ocorre com todas formas de representação espacial, analisando assim o relacionamento contém, o mesmo só apresenta relação entre polígono-polígono, não existindo relação com as demais representações.

Relacionamentos topológicos são exemplos da possibilidade de relacionamento automático de formas geométricas. Um dos exemplos podem ser os relacionamentos de rede, que são relacionamentos entre objetos que estão conectados uns com os outros. Os relacionamentos são em geral especificados entre uma classe de nós e uma classe de arcos, no entanto, estruturas de redes sem nós podem ser definidas, especificando um relacionamento recursivo sobre uma classe de arcos. A figura 05 apresenta o relacionamento do modelo.

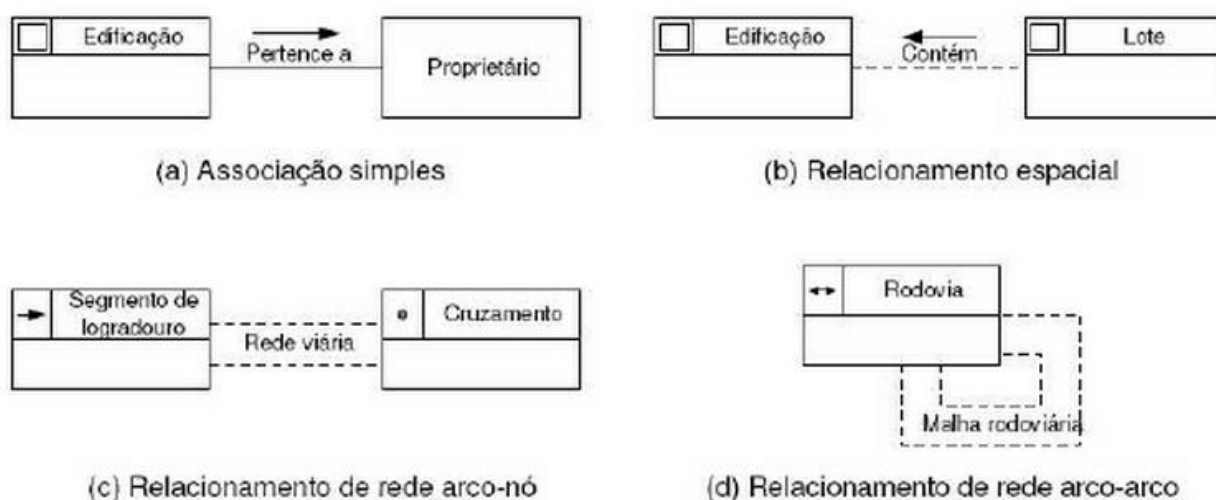


Figura 05: Relacionamento.
Fonte: Borges, 2005.

2.1.4.4 – Cardinalidade

Os relacionamentos são caracterizados por sua cardinalidade. Segundo Date (2000), cardinalidade pode ser definido como a relação entre os elementos da classe com o seu respectivo domínio. A cardinalidade representa o número de instâncias de uma classe que podem estar associadas a instâncias da outra classe. A figura 06 apresenta o modelo de Cardinalidade sugerido por Borges (2005).

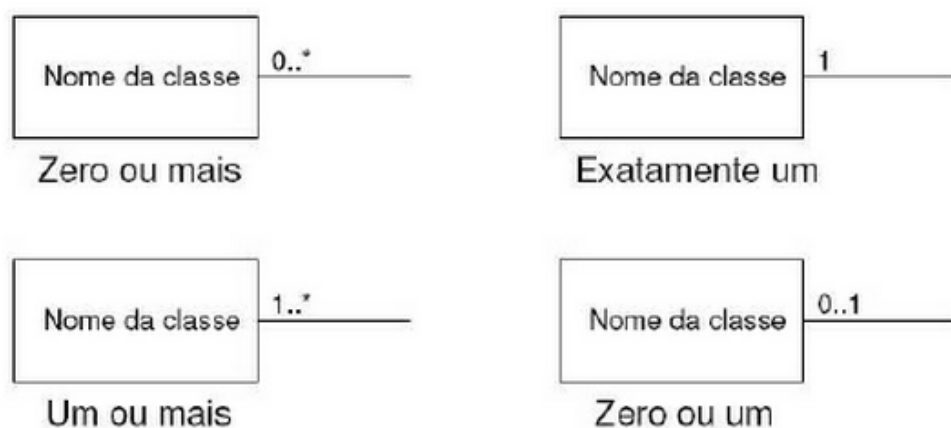


Figura 06: Cardinalidade.
Fonte: Borges, 2005.

2.1.4.5 – Generalização e especialização

A generalização é definida como o relacionamento entre uma classe e uma ou mais versões refinadas da mesma, sendo a classe original chamada de superclasse e cada refinamento é chamado de subclasse (COAD & YURDON 1991).

Dessa forma, generalização é o processo de definição de classes mais genéricas (superclasses) a partir de classes com características semelhantes (subclasses). Cada subclasse herda atributos, operações e associações da superclasse.

No modelo OMT-G, as abstrações de generalização e especialização se aplicam tanto às classes georreferenciadas quanto às classes convencionais, seguindo as definições e a notação propostas na UML.

Uma generalização (espacial ou não) pode ser especificada como total ou parcial (LAENDER, 1994) (CORPORATION, 1997). Uma generalização é total quando a união de todas as instâncias das subclasses equivale ao conjunto completo de instâncias da superclasse. A figura 07 apresenta o modelo de generalização e especialização

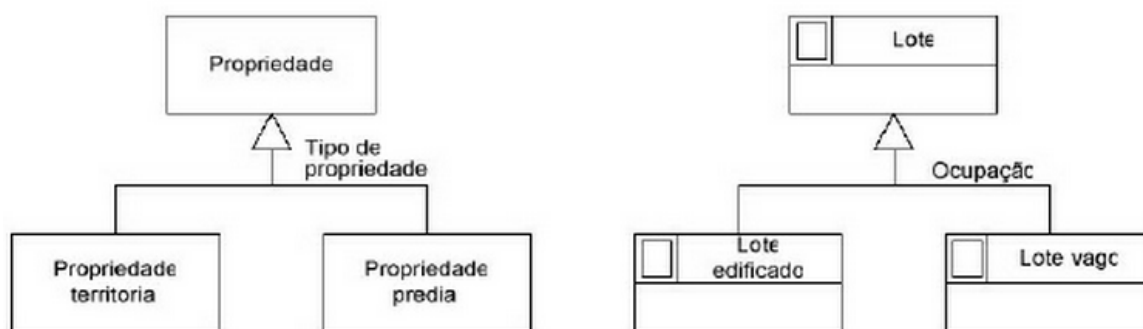


Figura 07: Generalização/Especialização
Fonte: Borges, 2005.

2.1.4.6 - Agregação

A agregação é uma forma especial de associação entre objetos, na qual se considera que um deles é formado a partir de outros. Uma relação do tipo “parte-todo” ou “uma-parte-de” em que os objetos representam uma parte de uma estrutura maior e mais complexa é chamada de Agregação (RUMBAUGH et al, 1995). Além de o modelo ganhar mais clareza e expressividade, a observação dessas regras contribui para a manutenção da integridade semântica do banco de dados geográfico.

A notação gráfica usada no modelo OMT-G segue a empregada na UML. Uma agregação pode ocorrer entre classes convencionais, entre classes georreferenciadas ou entre uma classe convencional e uma classe georreferenciada. Quando a agregação ocorre entre classes georreferenciadas, é necessário usar a agregação espacial.

Não é permitida a superposição entre geometria das partes. Deste modo, a geometria do todo deve ser totalmente coberta pela geometria das partes, configurando assim, uma partição do plano ou subdivisão planar (PREPARATA & SHAMOS, 1985) (DAVIS JR., 2000). A figura 08 apresenta o modelo de Agregação.

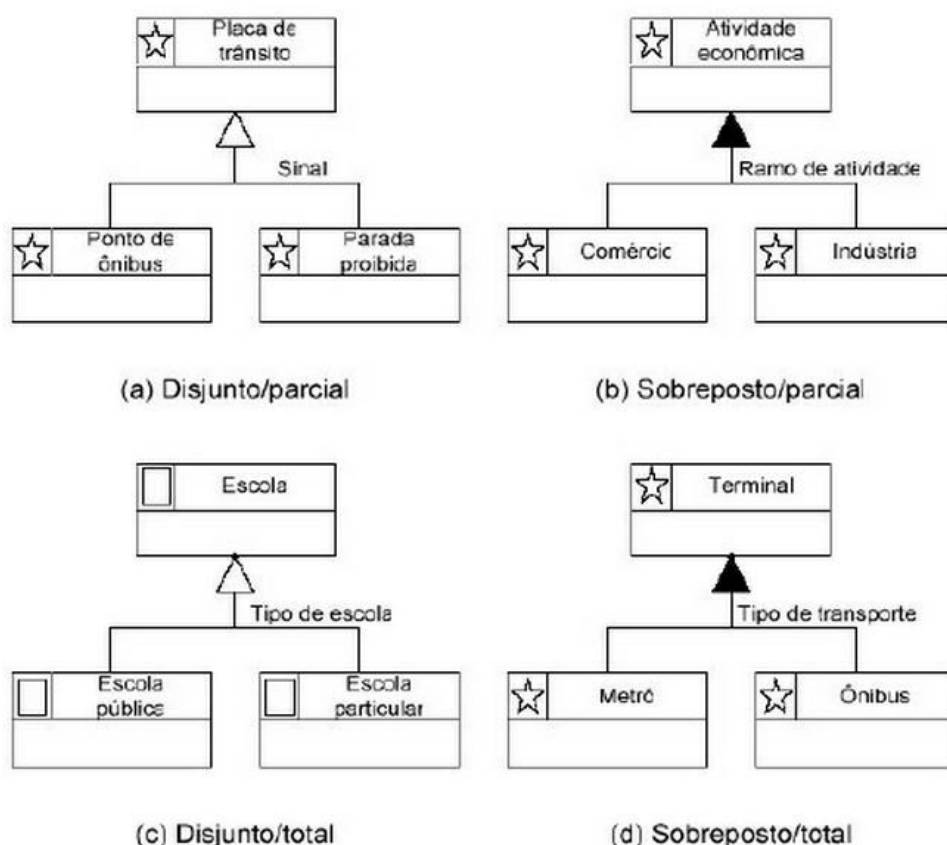


Figura 08: Agregação.
Fonte: Borges, 2005.

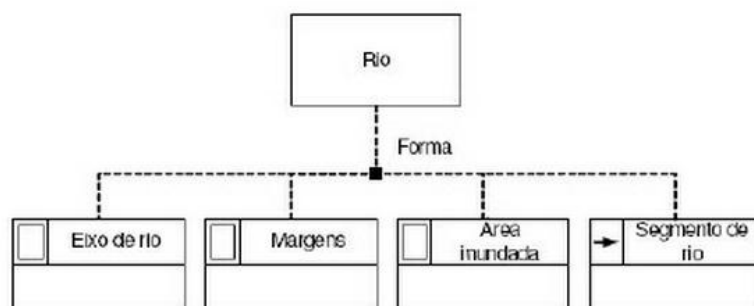
2.1.4.7 – Generalização Conceitual.

Segundo Garcia (2006), Generalização Cartográfica é o processo que busca a seleção de objetos para composição de um mapa, selecionando objetos que o compõe, simplificando formas e estruturas respeitando critérios de importância relativa. Por exemplo, um objeto do mundo real pode ter diversas representações espaciais, de acordo com a escala de visualização. Uma cidade pode ser representada em um mapa de escala pequena por um ponto, e como um polígono em um mapa de escala maior (DAVIS & LAENDER, 1999).

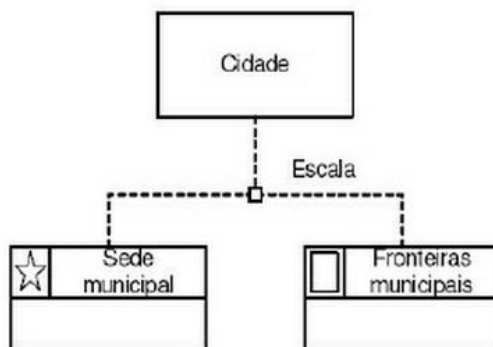
Neste sentido, o termo representação é usado no sentido de representação da forma geométrica do objeto geográfico. Definir se a representação deve ser simples ou mais elaborada depende da percepção que o usuário tem do objeto correspondente no mundo real, e como essa representação afeta os relacionamentos espaciais que podem ser estabelecidos com outros objetos modelados. Considerando a necessidade de tais relacionamentos, pode haver a demanda para mais de uma representação para um dado objeto. Isso acontece, por exemplo, quando a informação geográfica precisa ser compartilhada entre diversas aplicações em um ambiente corporativo (ou cooperativo).

Portanto, no desenvolvimento de aplicações geográficas, existem situações em que duas ou mais representações para um objeto do mundo real precisam coexistir. Isso significa que, a depender da visão do usuário, é necessário ter formas geométricas distintas para representar o mesmo objeto geográfico, com a mesma resolução e ao mesmo tempo. Além disso, é frequente a necessidade de se representar o mesmo objeto com graus variáveis de resolução e detalhamento, configurando representações adequadas para diferentes faixas de escalas.

A generalização conceitual pode ocorrer duas variações: de acordo com a forma geométrica ou de acordo com a escala como mostrado na figura 09.



(a) Variação de acordo com a forma (sobreposto)



(b) Variação de acordo com a escala (disjunto)

Figura 09: Generalização Conceitual ou Cartográfica.

Fonte: Borges, 2005.

A descrição geométrica da superclasse é deduzida a partir do uso das subclasses. Por exemplo, um rio pode ser percebido como um espaço entre suas margens, como um polígono de água ou como um fluxo (linha direcionada), formando a rede.

2.1.5 – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados MySQL.

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês *Structured Query Language*) como interface. O MySQL foi criado na Suécia por dois suecos e um finlandês: David Axmark, Allan Larsson e Michael "Monty" Widenius, que têm trabalhado juntos desde a década de 1980.

Em 1995, quando Michael adicionou uma interface SQL para o Unireg, surgiu a primeira versão do servidor MySQL. Pouco tempo depois, David Axmark recomendou que o servidor MySQL fosse liberado sob um modelo de licenciamento duplo, onde ele poderia estar disponível para uso gratuito e também poderia ser utilizado em situações que requisitassem um modelo de licenciamento mais restritivo. Ainda em 1995, David forneceu suporte ao MySQL e desenvolveu a maior parte do seu código até o início de 2008, quando foi comprada pela Sun Microsystems (CABRAL e MURPHY, 2009).

As principais características do sistema são:

- Portabilidade;
- Escrito em C e C++;
- Testado com um amplo faixa de compiladores diferentes;
- Funciona em diversas plataformas;
- Utiliza o GNU Automake, Autoconf, e Libtool para portabilidade;
- APIs para C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby e Tcl estão disponíveis;
- Suporte total a *multi-threads* usando threads diretamente no *kernel*. Isto significa que se pode facilmente usar múltiplas CPUs, se disponível;
- Fornece mecanismos de armazenamento transacional e não transacional;
- Tabelas em disco (MyISAM) baseadas em árvores-B extremamente rápidas com compressão de índices;
- É relativamente fácil adicionar outro mecanismo de armazenamento. Isto é útil se a pessoa quiser adicionar uma interface;
- SQL a um banco de dados caseiro;
- Um sistema de alocação de memória muito rápido e baseado em processo(thread);
- *Joins* muito rápidas usando uma *multi-join* de leitura única otimizada;
- Tabelas *hash* em memória que são usadas como tabelas temporárias;

- Funções SQL são implementadas por meio de uma biblioteca de classes altamente otimizada e com o máximo de performance;
- Geralmente não há nenhuma alocação de memória depois da inicialização da pesquisa;
- O código do MySQL foi testado com *Purify* (um detector comercial de falhas de memória) e também com o *Valgrind*, uma ferramenta GPL;
- Disponível como versão cliente/servidor ou embutida;

O programa MySQL é de licença dupla, os usuários podem escolher entre usar o programa MySQL como um produto *Open Source/Free Software* sob os termos da GNU (*General Public License*) ou podem comprar uma licença comercial padrão da MySQL AB.

O MySQL disponibiliza alguns tipos de tabela para o armazenamento e o gerenciamento dos dados. Cada um desses tipos tem suas características e, o usuário faz sua escolha de acordo com suas necessidades. Dos tipos de tabela que trabalham com a extensão espacial, os mais usados são o InnoDB e o MyISAM:

- InnoDB é um tipo de tabela que implementa os recursos envolvidos na segurança das operações e oferece controle de transações;
- MyISAM é um tipo de tabela muito utilizado em aplicações para internet. Não oferece controle de transação e é o único tipo de tabela que oferece suporte de índices sobre dados espaciais.

Para administrar o banco de dados MySQL, existem alguns programas que fornecem uma interface gráfica que facilitam essa tarefa. O MySQL Workbench é um desses programas.

O MySQL, embora seja um SGBD Relacional, implementa uma extensão espacial na qual disponibiliza um conjunto de tipos de dados que corresponde as classes propostas na especificação SFS e que são usados para representar de forma planar os dados espaciais nas tabelas com feições geográficas.

MySQL implemente a extensões espaciais seguindo especificações do *Open GIS Consortium* (OGC). Este é um consórcio internacional com mais de 250 companhias, agências, universidades participando no desenvolvimento de soluções conceituais disponíveis publicamente que podem ser úteis com todos os tipos de aplicações que gerenciam dados espaciais.

Em 1997, o *Open GIS Consortium* publicou o *OpenGIS (R) Simple Features Specifications For SQL* (Especificações de Recursos OpenGIS (R) Simples Para SQL), um

documento que propôs diversos modos conceituais de para estender um SQL RDBMS para suportar dados espaciais.

O MySQL implementa um subconjunto do ambiente SQL com Tipos Geométricos proposto pela OGC. Este termo se refere a um ambiente SQL que tem sido estendido com um conjunto de tipos geométricos (MySQL, 2012). Uma coluna SQL com valor geométrico é implementada como uma coluna de um tipo geométrico. As especificações descrevem um conjunto de tipo geométricos do SQL, bem como funções deste tipo para criar e analisar valores geométricos.

Um recurso geográfico no MySQL pode ser:

- Uma entidade. Por exemplo, uma montanha, uma lagoa, em cidade etc.;
- Um espaço. Por exemplo, uma área de código postal, os trópicos;
- Uma localização definida. Por exemplo, um cruzamento. Como um lugar específico onde duas ruas se interceptam.

As classes de Geometria definem uma hierarquia como a seguir:

- *Geometry*(não-instanciável);
- *Point* (instanciável);
- *Curve* (não-instanciável);
- *LineString* (instanciável);
- *Line*;
- *LinearRing*;
- *Surface* (não-instanciável);
- *Polygon* (instanciável);
- *GeometryCollection* (instanciável);
- *MultiPoint* (instanciável);
- *MultiCurve* (não-instanciável);
- *MultiLineString* (instanciável);
- *MultiSurface* (não-instanciável);
- *MultiPolygon* (instanciável).

A Geometria é a classe base. Ela é uma classe abstrata (não-instanciável). As subclasses instanciadas da geometria são restritas a objetos geométricos de zero, uma e duas dimensões que existem no espaço de coordenadas bidimensional. Todas as classes geométricas instanciadas são definidas para que instâncias válidas da classe geometria sejam

topologicamente fechadas (isto é, todas as geometrias definidas incluem seus limites).

A classe base subclasses para *Point*, *Curve*, *Surface* e *GeometryCollection*:

- *Point* representam objetos sem dimensão;
- *Curve* representam para objetos de uma dimensão, e tem a subclasse *LineString*, com subclasses *Line* e *LinearRing*;
- *Surface* é criado para objetos bidimensionais e tem a subclasse *Polygon*.
- *GeometryCollection* tem classes de coleção com zero-, uma- e duas-dimensões chamadas *MultiPoint*, *MultiLineString* e *MultiPolygon* para modelagem geométrica correspondente a coleções de *Points*, *LineStrings* e *Polygons* respectivamente. *MultiCurve* e *MultiSurface* são introduzidas como superclasses abstratas que generalizam a interface de coleção para tratar *Curves* e *Surfaces*.

O SGBD MySQL foi escolhido para modelar o banco de dados do LADM por ser um sistema livre e de fácil manipulação, permitindo a programação orientada a objetos, o relacionamento entre classes e possibilitando o uso da extensão espacial para espacialização dos dados.

2.2– O MODELO DE DOMÍNIO DE CONHECIMENTO DA ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL.

A administração territorial é descrita como o processo de determinação, registro e disseminação de informações sobre o relacionamento entre pessoa e terra. As diferentes implementações dos vários sistemas de informações territoriais existentes dificultam a comunicação além das fronteiras dos países. No entanto, observa-se que estes diferentes sistemas são, em princípio, o mesmo: baseados nas relações entre pessoa e terra, ligados a direitos (de uso ou propriedade) e são, na maioria dos países, influenciados pelos desenvolvimentos da tecnologia da comunicação e informação, de acordo com ISO (2012). Além disso, as duas principais funções de toda administração territorial (incluindo cadastro e registro territorial), são: manter atualizadas estas relações (com base em regulamentos e transações relacionadas) e fornecer informações dos registros existentes.

O objetivo do LADM não é substituir os sistemas existentes, mas proporcionar uma linguagem formal para descrevê-los, de maneira que suas similaridades e diferenças possam ser mais bem compreendidas.

2.2.1 - Breve histórico da elaboração do LADM

O Modelo de Domínio da Administração Territorial, conhecido como LADM, iniciais de *Land Administration Domain Model*, surgiu inicialmente como um Modelo de Domínio Cadastral através de uma proposta da Federação Internacional dos Geômetras (FIG) na cidade de Washington em 2002, visando definir um modelo cadastral normatizado, tendo em vista as grandes diferenças existentes entre os cadastros em todo o mundo. Esse modelo permitiria a integração e a comunicação de todas as partes envolvidas que fazem uso das informações cadastrais, visando também o propósito do “Cadastro de 2014”.

Em Fevereiro de 2008, a FIG apresentou uma proposta de trabalho para desenvolver uma norma internacional para a Administração de Terras, que foi aceita pelo clube dos países membros. A partir daí começaram as discussões para a criação e instituição do Modelo de Domínio de Conhecimento na Administração Territorial (LADM). A proposta foi baseada em anos de discussão sobre este assunto na FIG e em vários workshops, com a participação de muitos especialistas no tema.

Antes da oficialização através da ISO, várias versões do LADM foram publicadas através do Comitê Técnico em Informações Geográficas 211 (TC211) da Organização Internacional de Normalização (ISO). O antecessor do LADM foi um modelo Cadastral, apresentado na FIG em Munique no mês de Outubro de 2006 (LEMMEN & VAN OOSTEROM, 2006).

Representantes de países como Austrália, Canadá, Dinamarca, Finlândia, Alemanha, Hungria, Japão, Malásia, Holanda, Reino Unido, Estados Unidos, África do Sul, Tailândia, Arábia Saudita, Espanha e Suécia fizeram parte das discussões das normativas para o LADM.

A FIG criou também um grupo de pesquisa em parceria com a União Europeia, através do INSPIRE, que contou com o apoio da Turquia e Portugal, os quais entraram nas discussões a partir de então. Como resultado das reuniões realizadas, de que participaram organizações e instituições internacionais de mais de 60 países, nenhum que representasse a América Latina, foram criados mais de 40 padrões. Em 26 de Fevereiro de 2009, foi realizada uma votação paralela na ISO TC211 e TC 287 onde foi aceito o LADM, normatizado através da ISO 19152 (ISO, 2012).

Devido a processos de consenso, foram criadas várias versões para o LADM visando à simplificação do modelo para a incorporação de conceitos e a criação de diversos padrões, até sua versão final, lançada em 01 de Novembro de 2012.

2.2.2 – O esquema conceitual do LADM

O esquema conceitual do LADM está organizado em três pacotes básicos, onde um pacote é um grupo de classes com certo grau de coesão em que cada pacote ou subpacote possui um nome. Os subpacotes foram introduzidos a fim de facilitar a manutenção de conjunto de dados por diferentes organizações. Os três pacotes que compõem o núcleo do LADM são:

- As partes (*Party*): que representam as pessoas, grupo de pessoas ou organizações às quais as unidades espaciais estão relacionadas;
- Unidade Administrativa Básica (*Administrative*): que correspondem aos direitos, restrições e responsabilidades que incidem sobre cada unidade;
- Unidade Espacial (*SpatialUnit*): composta pelas parcelas, edifícios, redes de infraestrutura e cada unidade cadastrada. Este inclui um sub-pacote referente ao Levantamento e Representação (*Surveying and Representation*).

A figura 10 apresenta estes pacotes básicos do LADM, com suas classes constituintes.

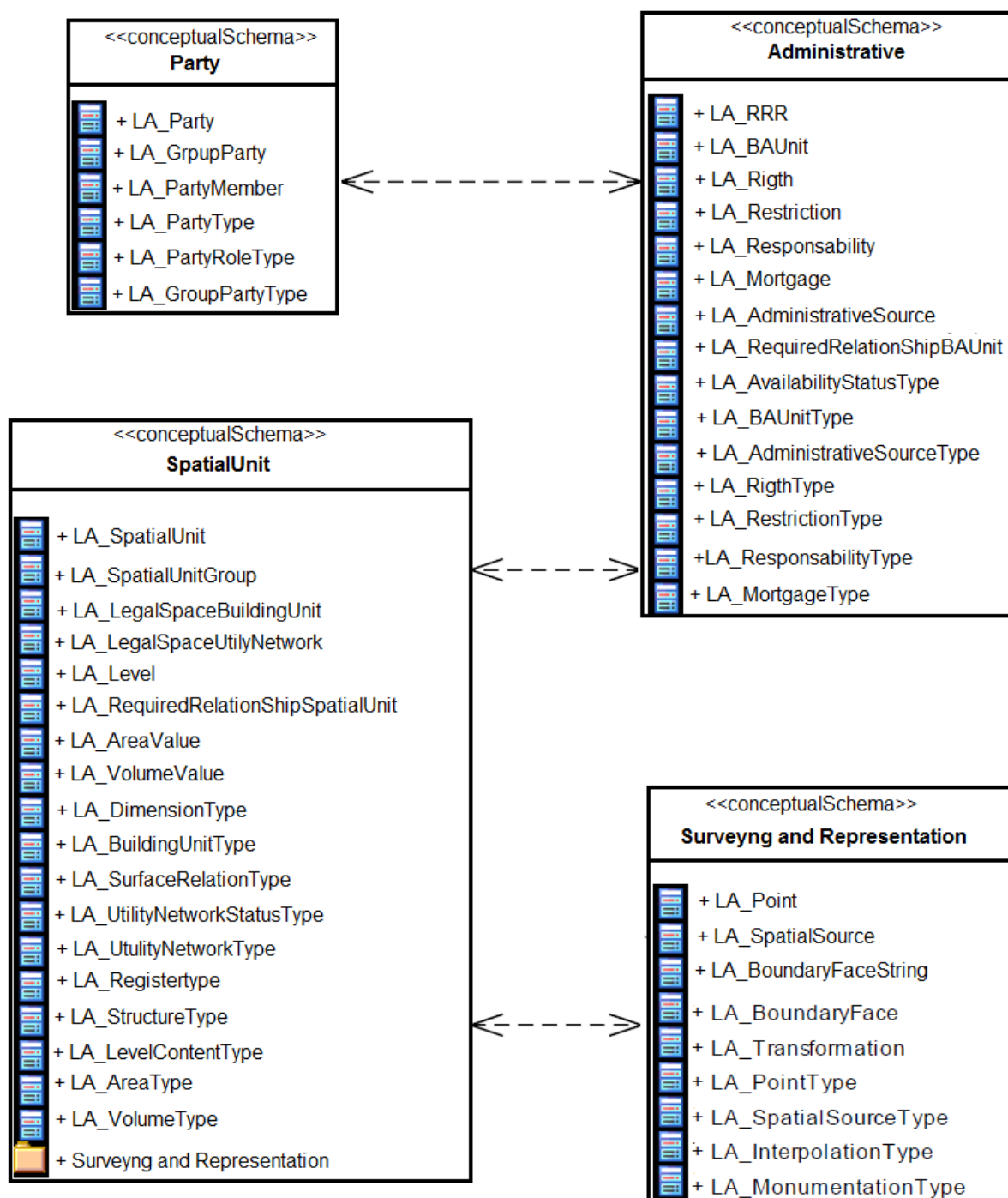


Figura 10: Pacotes e classes do LADM
Fonte: (ISO 19152)

No esquema conceitual, estão os quatro pacotes principais, o pacote Pessoa (Party), com suas classes, o pacote Administrativo, em que estão contidos os direitos, restrições e responsabilidades sobre a parcela, o pacote de Unidade Espacial (SpatialUnit) no qual estão as

JUCIELA CRISTINA DOS SANTOS juciela_agrimensura@yahoo.com.br 32

classes de informações espaciais e o pacote de Representação, compostas pelas classes que representam espacialmente as parcelas.

A norma padronizou o estilo das classes com o prefixo “LA_” (*Land Administration*) e introduziu conceitos e definições importantes na regulamentação, como por exemplo, o conceito de parcela, além da importante viabilidade de integração entre as visualizações 2D e 3D.

Segundo Fourie (1998) e Henssen (1995), a implementação de um modelo para a administração territorial deve ser flexível. Portanto, o LADM oferece um modelo conceitual de referência que deve ser tão simples quanto possível, a fim de ser útil na prática, sem se destinar a ser completo para qualquer país em particular. Assim, torna-se provável a necessidade da criação de atributos adicionais, operadores e novas classes para determinadas regiões. Dessa maneira, o LADM possui dois objetivos principais: fornecer uma base de desenvolvimento extensível e eficiente para os sistemas de administração territorial, com base em um MDA (*Model Driven Architecture*); e permitir que as partes envolvidas possam se comunicar com base em um vocabulário comum implícito no modelo.

A figura 11 (Lemmen et. al.,2010) mostra uma visão geral dos pacotes principais do LADM, sendo o pacote azul as partes, o vermelho os direitos, restrições e responsabilidades (unidade administrativa), o verde a unidade básica de propriedade e amarelo a representação espacial do modelo. Nesta figura também é possível visualizar o relacionamento entre as classes.

Essa forma de distribuição de classes permite ao LADM uma introdução ao contexto da separação da parte legal / administrativa (o registro) e da parte espacial (o mapa cadastral) em diferentes momentos, primeiro os registros e, em seguida, o mapa (LEMMEM et. al, 2010).

Pouliot et. al. (2012) explicam as classes e seus relacionamentos expostos na figura 11. O pacote *Party* consiste de duas classes. Uma *Party* pode ser uma pessoa, física ou jurídica(ou seja, uma entidade jurídica), ou um grupo de pessoas identificadas numa transação de direitos relativa a uma *BAUnit*. Uma *Party* pode ser um *Group Party* e um *Group Party* pode ser uma *Party*. O pacote *Administrative* descreve a parte administrativa de um sistema de administração territorial e consiste de duas classes principais. A classe *RRR* é uma classe abstrata de Direitos, Restrições e Responsabilidades (*Right, Responsibility and Restrictions*), ou seja, direitos formais ou informais. *BAUnit* permite a associação de 0-N unidades espaciais a uma *Party*, ao qual é associado um único e homogêneo *RRR*. O pacote *Spatial Unit* ilustra as entidades físicas de um sistema de administração territorial. A classe *Spatial Unit* corresponde aos limites de uma área ou volume único de terra ou água, utilizado para apoiar a criação e gerenciamento da *BAUnit* e pode ser subdividido em *Legal Space Building Unit* e *Legal Space Utility Network*.

A classe *Spatial Unit Group* forma um conjunto de unidades espaciais, por exemplo, uma zona do planejamento urbano, já a classe *Level* agrupa as *Spatial Unit* com mesma geometria, topologia ou coerência temática. O pacote *Surveying and Spatial Representation*, por sua vez, descreve a representação espacial de um sistema de administração territorial e as técnicas de levantamento utilizadas. A classe *Boundary Face String* é um conjunto de linhas que permite a representação de limites em 2D das unidades espaciais. A classe *Boundary Face* é usada para mostrar unidades espaciais em 3D.

A composição da ISO 19152 inclui outras normativas previstas anteriormente, assim, inúmeras definições são advindas de normas anteriores, a fim de aprimorar os conceitos já concretizados e aplicá-los em situações distintas, sendo o LADM embasada nas seguintes normas ISO:

ISO 4217:2008, Currency names and code elements

ISO 8601:2004, Information interchange — Representation of dates and times

ISO 13240:2001, Interchange Standard for Multimedia Interactive Documents (ISMID)

ISO 14825:2004, Intelligent transport systems — Geographic Data Files (GDF) — Overall data specification

ISO/TS 19103:2005, Geographic Information — Conceptual schema language

ISO 19105:2000, Geographic Information — Conformance and testing

ISO 19107:2003, Geographic Information — Spatial schema

ISO 19108:2002, Geographic Information — Temporal schema

ISO 19111:2007, Geographic Information — Spatial referencing by coordinates

ISO 19115:2003, Geographic information — Metadata

ISO 19125-2:2004, Geographic information — Simple feature access — Part 2: SQL option

ISO 19153:—1), Geospatial Digital Rights Management Reference Model (GeoDRM RM)

ISO 19156:—1), Geographic information — Observations and measurements.

O LADM foi modelado de forma que seja possível sua implementação por uma ou mais organizações que operam a nível nacional, regional ou local. Isto confirma a importância do modelo, pois diferentes organizações têm suas próprias responsabilidades de manutenção de dados, de forma que as mesmas podem se comunicar utilizando uma base administrativa e técnica padronizada.

As classes do LADM consistem em um conjunto de atributos, métodos e limitações do sistema de administração territorial. Dessa forma, os usuários podem adicionar atributos, métodos ou classes que possam atender as exigências nacionais. Sendo assim, algumas classes podem ser omitidas durante a execução do modelo quando os seus utilizadores encontram classes com características não existentes no país. Nos itens subsequentes são apresentadas as estruturas de classe que compõem o LADM.

2.2.3 –A classe VersionedObject (classe especial).

Esta classe permite gerenciar e manter dados históricos na base de dados. Isto possibilita que os dados sejam inseridos e excluídos dando um registro de tempo ao banco de dados. Desta forma, o conteúdo do banco de dados pode ser reconstruído.

Trata-se de uma classe que já existia na ISO 19108 e foi introduzido para o LADM juntamente com as diretrizes do INSPIRE para as Parcelas Cadastrais, tornando possível, deste modo, gerenciar o histórico do banco de dados através dessa classe que compõe o núcleo do LADM como mostra a figura 12.

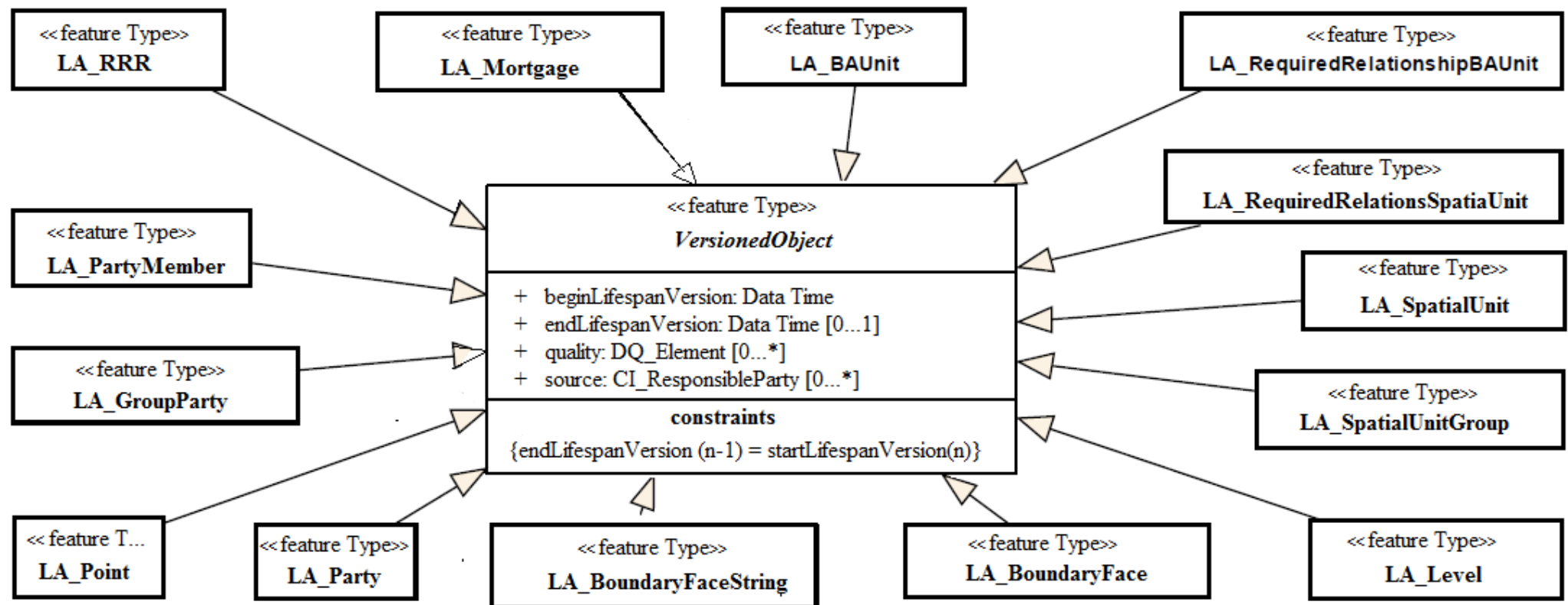


Figura 12: Classe VersionedObject.
Fonte: (ISO 19152, 2012)

Esta classe é responsável pelo armazenamento de informações inseridas no banco de dados, de forma que todas as classes são associadas à mesma. Dessa forma, todo registro inserido no banco de dados será armazenado e, caso ele seja excluído da fonte, um novo registro será gerado, arquivando o registro de forma que ele não aparecerá nas consultas diretas ao banco de dados mas poderá ser resgatado a qualquer momento.

2.2.4 –Pacote *Party*

Neste pacote encontra-se os dados referentes às pessoas que se relacionam à terra. A classe principal deste pacote é a *LA_Party*. Esta por sua vez, é uma classe básica que possui uma especialização, a classe *LA_GroupParty*. Este relacionamento entre as duas classes do pacote dá-se pela associação de uma classe opcional denominada *LA_PartyMember*. Isso acontece, pois cada componente da Classe *LA_Group* também é uma parte e pode ser registrando em *LA_Member*. A figura 13 apresenta a relação das classes principais deste pacote, que serão detalhadas nos próximos itens.

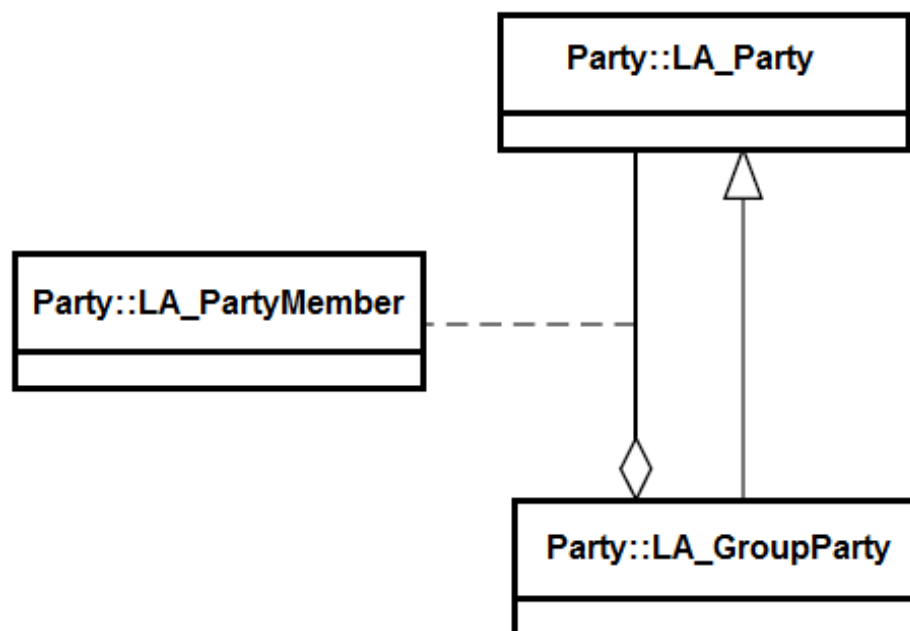


Figura 13:O pacote *Party*.
Fonte: (ISO 19152, 2012)

2.2.4.1 –A classe *LA_Party*.

Uma das instâncias mais importantes do LADM é a classe *LA_Party*. Ela representa as pessoas, ou seja, as partes envolvidas, podendo ser representada por um único indivíduo ou por um grupo de indivíduos, uma cooperativa ou comunidade. Os atributos dessa classe são:

- *extPID* : esta é o identificador de uma instância externa do registro;
- *pID*: o identificador da parte
- *type*:o tipo de instância de *LA_Party*, pessoa, grupo de pessoas, associações, etc.;
- *role*: representa o papel de uma instância de *LA_Party* na atualização de dados e o processo de manutenção dessas informações (por exemplo, de transporte, notário, escritor, agrimensor, topógrafo certificada, banco, provedor de dinheiro, empregado, etc.) .

A figura 14 apresenta o diagrama da classe *LA_Party* relacionada com instâncias, apresentadas nos itens subsequentes.

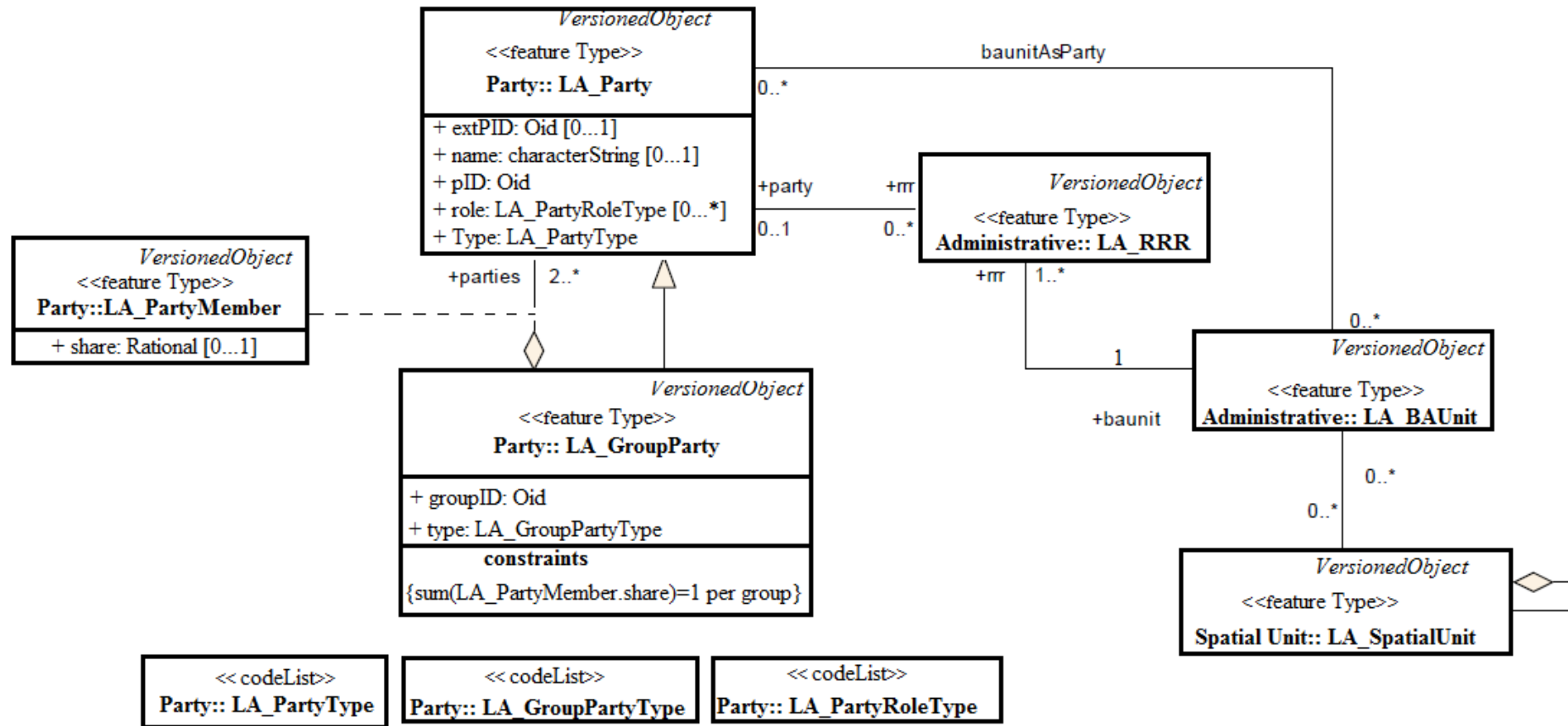


Figura 14: Relacionamento da Classe *LA_Party* com as demais subclasses do pacote.
Fonte: (ISO 19152, 2012)

2.2.4.2 – Classe *LA_GroupParty*.

Esta classe apresenta-se como subclasse de *LA_Party* pois a mesma pode ter uma associação de classe *LA_RRR* (e, assim, *LA_RecordedObject*). Uma instância de *LA_GroupParty* consiste de duas ou mais instâncias de *LA_Party*, mas também de outras instâncias do *LA_GroupParty*. É importante notar que uma instância de *LA_Party* pode ser um membro de instâncias de *LA_GroupParty*. Seus atributos são:

- *group*: o nome do grupo ou partido (por exemplo, tribo Tupi, Associação dos moradores da comunidade Fernandes);
- *type*: o tipo de grupo (por exemplo, uma tribo, uma associação, uma família).

2.2.4.3 – Classe *LA_PartyMember*

Esta classe é uma associação opcional de *LA_Party*. A mesma é responsável por associar a classe *LA_Party* com a classe *LA_GroupParty* se a condição de propriedade se estender a mais de um indivíduo. Dessa forma, esta classe apresenta o atributo *Party*, ou seja, representa a fração de um todo para a instância *LA_GroupParty*.

2.2.5 – Pacote *Administrative*

As principais classes do pacote administrativo são as classe *LA_RRR* e *LA_BAUnit*. A classe *LA_RRR* possui três especializações distribuídas em *LA_Rigth*, *LA_Restriction* e *LA_Responsability*. A classe *LA_Rigth* representa o direito de domínio privado ou o direito consuetudinário e as classes *LA_Restriction* e *LA_responsability* representam as restrições ou responsabilidades na forma de instâncias.

A classe *LA_BAUnit* faz-se necessária, entre outros motivos, para registrar as unidades básicas de propriedade, que consistem em várias unidades espaciais, pertencentes a uma pessoa (*LA_Party*) sob o mesmo direito, sendo este homogêneo sobre toda unidade básica, ou seja, deve haver um direito exclusivo para cada unidade, a fim de estabelecer uma combinação única entre uma instância de *LA_Party*, uma instância de uma subclasse de *LA_RRR*, e uma instância de *LA_BAUnit*. A figura 15 apresenta a relação entre as classes do

pacote administrativo, onde as todas as demais classes serão detalhadas nos itens subsequentes.

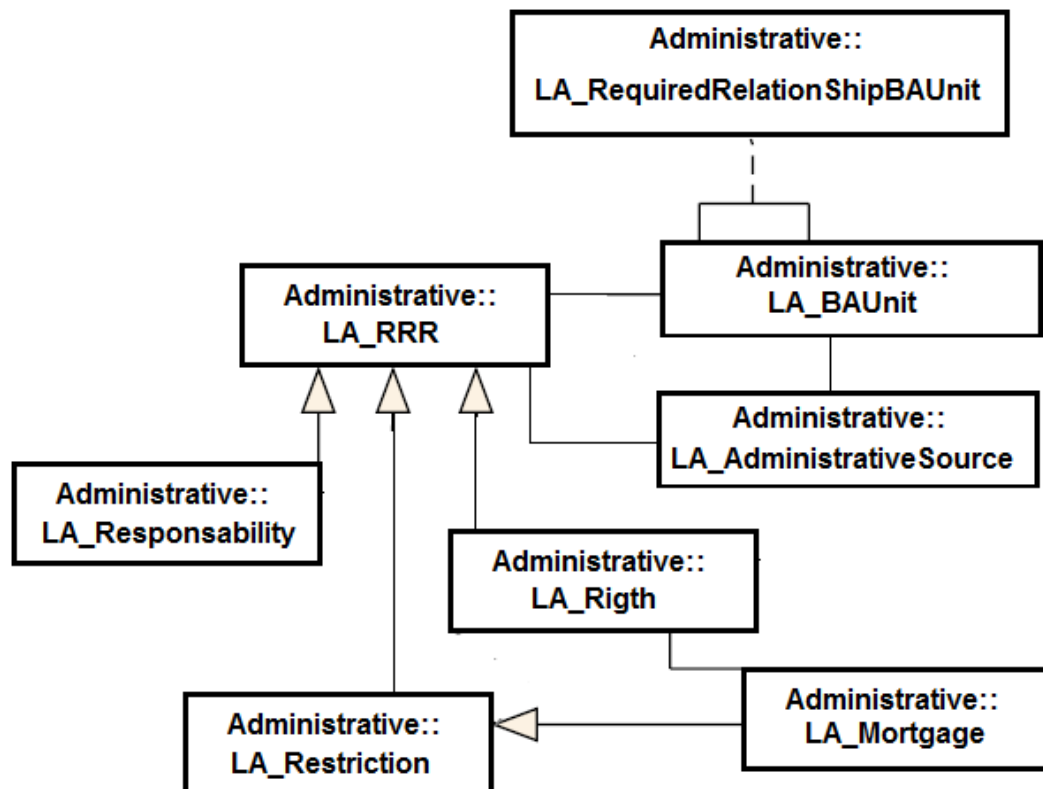


Figura 15: Pacote Administrativo.
Fonte: (ISO 19152, 2012)

A figura 16 representa as classes do pacote administrativo com os seus atributos, que serão descritos nos itens a seguir.

2.2.5.1 –Classe *LA_RRR*.

A classe *LA_RRR* representa os Direitos, Restrições e Responsabilidades. O direito pode ser entendido como um direito formal ou informal para fazer ou se abster de fazer algo, como por exemplo, o direito de propriedade ou o direito informal.

A restrição no LADM é entendida como uma obrigação de se abster de fazer algo, como, por exemplo, em determinada cidade a lei municipal proíbe em algumas áreas a construção de edifícios com mais de cinco pavimentos. Isto é, se impõe restrições de caráter urbanístico ou ambiental.

A responsabilidade, formal ou informal, é a obrigação de fazer alguma coisa, por exemplo, responsabilidade de enviar o esgoto doméstico para uma rede de tratamento apropriada, dessa forma a responsabilidade está totalmente associada às restrições.

Por ser uma classe abstrata, a classe *LA_RRR* é instanciada por suas classes herdadas, ou seja, não possui instâncias. Assim, as classes herdadas de *LA_RRR* estão relacionadas com o direito de posse em um relacionamento social do indivíduo com a terra, ou uma restrição ou uma responsabilidade. Se é um direito ou responsabilidade, então esta classe torna-se uma instância de *LA_Party* e *LA_RecordedObject*, onde toda a restrição e toda responsabilidade é registrada. Se é uma restrição, é associado um valor negativo para *LA_Party* e *LA_RecordedObject*. Este último permite o registro de restrições para uma unidade espacial com ou sem associação com *LA_Party*, como por exemplo as servidões, regimes jurídicos diferentes, entre outros.

Os atributos de *LA_RRR* são:

- *Party*: uma parte uma instância de uma subclasse de *LA_RRR*. Esse atributo possibilita a inclusão de uma restrição na unidade espacial, de forma que a soma de todas as ações seja igual a 1. Por exemplo: uma parcela com duas partes e uma cota de $\frac{1}{2}$ em um direito de propriedade. Na prática pode ser adotado um valor em percentual, de forma que a soma das ações seja igual a 100%.

- *SpaceWeather*: esse atributo seria o uso operacional de um direito na partilha do tempo. Ele é capaz de lidar com outras representações temporais, tais como padrões recorrentes (a cada fim de semana, em todos os verões, etc.). Isso significa, por exemplo, manter uma ação eventual, mas com definições de data, por exemplo, uma ação na parcela que dá o direito de um grupo de pessoas a usar a propriedade particular de uma pessoa a cada

inverno. Na prática, seria informada a parcela com propriedade compartilhada, a data inicial e final dessa restrição ou direito relacionado com a parcela.

2.2.5.2 – Classe *LA_Right*.

Apresenta-se como um direito com base em registros ou comprovações de propriedade, como por exemplo, sessão de direitos hereditários, contratos particulares de compra e venda etc. Esta classe possui apenas um atributo:

- *type* - o tipo de uma instância de *LA_Right* que representa um arrendamento por exemplo, de ocupação, posse, direito a água, pastagem, etc. Todos os atributos representam um direito. Para o caso brasileiro, nenhum desses tipos de arrendamento apresenta-se como registro.

2.2.5.3 – Classe *LA_Restriction*.

Uma instância de *LA_Restriction* é uma restrição a um direito (gravado / registrado). Esta classe possui apenas um atributo:

- *type*: o tipo de uma instância de *LA_Restriction*, por exemplo, uma servidão, um monumento, a restrição de construir em uma determinada área, etc.

2.2.5.4 – Classe *LA_Responsability*.

Esta classe apresenta a responsabilidade de um direito (gravado / registrado). E possui apenas um atributo:

- *type*: o tipo de uma instância de *LA_Responsability*, por exemplo, para manter um monumento, ou manter um curso de água, etc.

2.2.5.5 – Classe *LA_Mortgage*.

Esta é uma classe representa a instância de hipoteca. Ela está diretamente associada a pessoa e ao direito, ou seja, em *LA_Right* existe a base onde a hipoteca exerce sua função, e em *LA_Party* encontra-se a instância que é o provedora do dinheiro. Os atributos de *LA_Mortgage* são:

- *quantity*: o valor da hipoteca, em moeda local;
- *interest*: Os juros correspondentes a hipoteca;
- *ranking*: este atributo representa a ordem de classificação da hipoteca no caso da existência de mais de uma hipoteca aplicada para o mesmo direito.

2.2.5.6 – Classe *LA_BAUnit*

Uma instância da classe *LA_BAUnit* é uma unidade administrativa básica, e sujeito a registo (por lei), ou registo por direito informal, ou direito consuetudinário, ou outra relação de posse social. *LA_BAUnit* está associado com a classe *LA_Party* e seus atributos são:

- *name*: O nome da unidade administrativa básica;
- *type*: O tipo de unidade básica administrativa;
- *uID*: O identificador da unidade administrativa básica;

É importante salientar que esta classe permite a associação de um direito a uma combinação de unidades espaciais (por exemplo, um apartamento e um lugar de estacionamento), além de possibilitar o registo de uma restrição ou responsabilidade na unidade básica. É possível, ainda, registrar unidades espaciais de diferentes níveis, como uma unidade. Se uma unidade espacial ou parte dela for eliminada desta classe, o *uID* permanece o mesmo, com uma versão diferente. Nesta abordagem, uma hipoteca só pode ser estabelecida com uma unidade básica completa, e não sobre uma ou mais das unidades registradas espaciais.

Outro aspecto importante é a possibilidade da não existência de uma unidade espacial para uma unidade administrativa básica, permitindo assim o apoio às situações especiais como, por exemplo, uma escritura sem mapeamento. Esse aspecto é de suma importância para o Cadastro por possibilitar a integração com o Registro de Imóveis.

2.2.5.7 – Classe *LA_AdministrativeSource*

Esta classe é uma instância de uma fonte administrativa, e seus atributos são:

- *availabilityStatus*: O status de disponibilidade de uma fonte administrativa;
- *text*: O conteúdo do documento;

- *type*: o tipo de documento;

2.2.5.8 – Classe *LA_RequiredRelationshipBAUnit*

Esta classe é utilizada para relacionar a classe da unidade administrativa básica, possui somente um atributo.

- *relationship*: A descrição da relação necessária.

2.2.6 – Pacote *Surveying and Representation*

Este pacote é composto pelas classes *LA_BoundaryFaceString*, *LA_Point*, *LA_BoundaryFace* e *LA_SpatialSource*, que serão detalhadas nos itens seguintes. Este pacote é responsável pelas representações geométricas das unidades espaciais e correções topológicas através de sistemas de informações geográficos associados a banco de dados. A figura 17 apresenta um diagrama nos quais estão inseridos os relacionamentos entre as classes deste pacote.

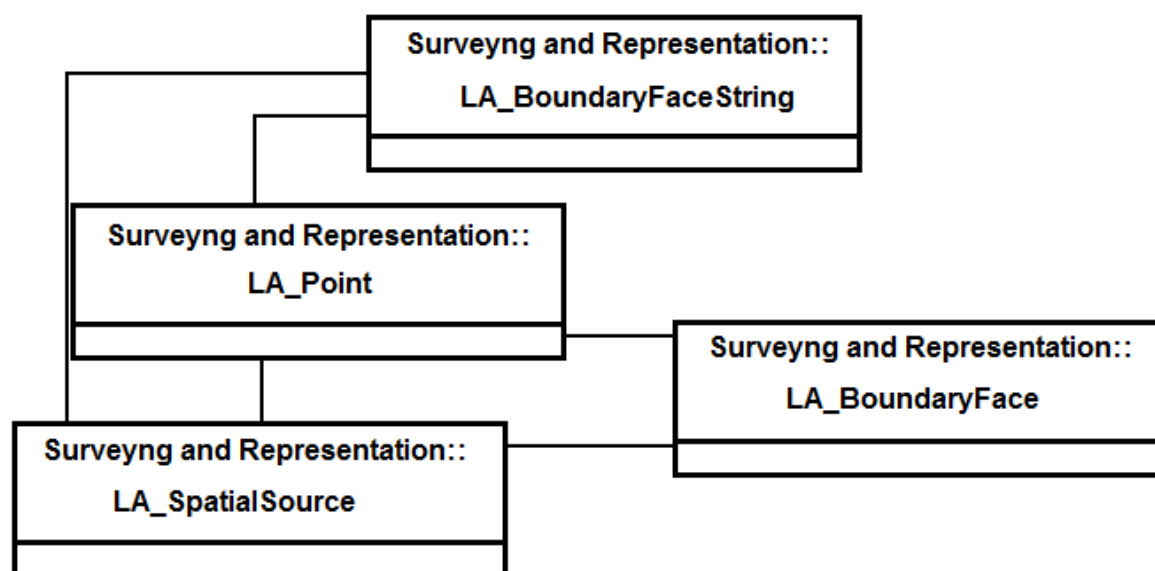


Figura 17: Diagrama das classes do pacote *Surveying and Representation*.
Fonte: (ISO 19152, 2012)

A figura 18 apresenta o diagrama de classes do pacote Levantamento e Representação espacial, juntamente com os relacionamentos e atributos entre as mesmas.

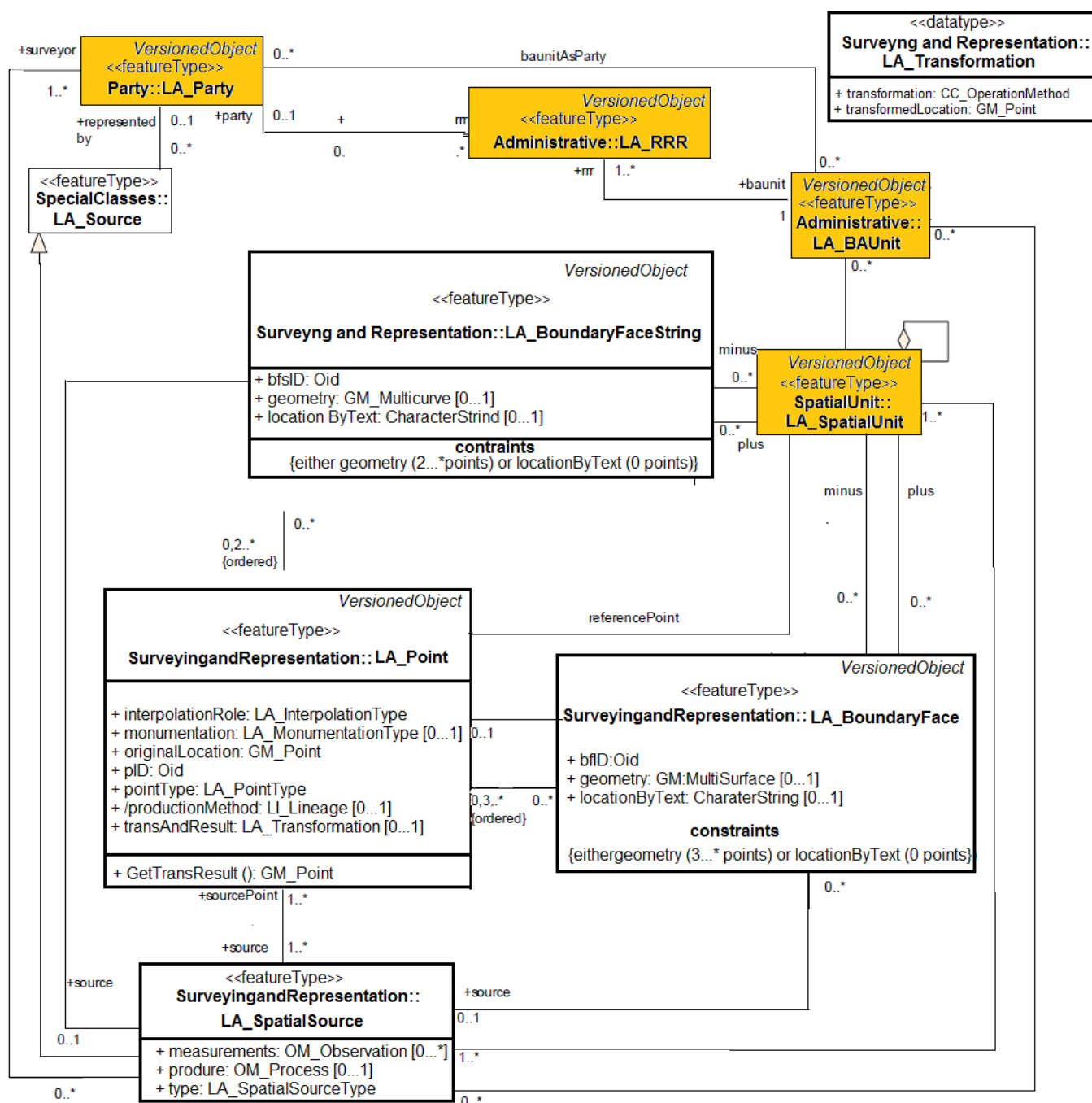


Figura 18: Diagrama de classes com relacionamentos e atributos do pacote *Surveying and Representation*.
Fonte: (ISO 19152)

2.2.6.1 – Classe *LA_BoundaryFace*

Esta também é uma subclasse de *VersionedObject* e possui características semelhantes a *LA_FaceString*, com o diferencial de ser usada para descrever os limites da unidade espacial em uma superfície 3D. Seus atributos são:

- *Id*: o identificador *LA_BoundaryFace*
- *geometry*: o limite é descrito por meio de uma superfície no espaço 3D, podendo ser derivado de associações com a classe *LA_SourcePoint*.
- *estimatedAccuracy*: a precisão estimada da descrição de fronteira.
- *productionMethod*: o método de produção da descrição dos limite.

2.2.6.2 – Classes *LA_BoundaryFaceString*

Esta é uma subclasse de *VersionedObject*. Uma instância de *LA_FaceString* é usada para descrever o limite de um *LA_SpatialUnit* através de um linhas em 2D. O objeto de interface é usado para gerar o mapa cadastral e gestão de produto e serviço. Seus atributos são:

- *fsId*: o identificador *LA_FaceString*;
- *geometry*: a fronteira através de uma linha ou curva;
- *description text*: a fronteira natural através da descrição textual;
- *accuracy*: a precisão estimada da descrição do limite.
- *method*: o método de obtenção da descrição dos limites.

2.2.6.3 – Classes *LA_Point*

Uma instância da classe *LA_Point* é um ponto e seus atributos são:

- *estimatedAccuracy*: A precisão estimada do ponto;
- *interpolationRole*: O papel do ponto na estrutura de rede;
- *monumentation*: O tipo de monumento;
- *originalLocation*: As coordenadas calculadas, com base em medições e observações;
- *PID*: O identificador de ponto;

- *pointType*: O tipo de ponto;
- *productionMethod*: A linhagem, ou seja, a origem dos dados;
- *transAndResult*: Transformação e resultados;

2.2.6.4 – Classes *LA_SpatialSource*

Esta classe apresenta-se como uma subclasse de *LA_Source* e é uma instância de fontes espaciais utilizada como base para mapeamento e reconstituição histórica das unidades espaciais em campo. Seus atributos são:

- *measurements* : As observações e medições;
- *procedure*: os procedimentos;
- *type*: O tipo de fonte espacial;

2.2.7– Pacote *Spatial Unit*

Este pacote é responsável pelas unidades espaciais, compostas pelas parcelas, grupo de parcelas ou níveis de distribuição. Cada classe é responsável pela associação do indivíduo com a terra, sendo esta distribuída em seus diversos níveis. A figura 19 apresenta a estrutura básica de relacionamento deste pacote e a figura 20 suas classes e atributos.

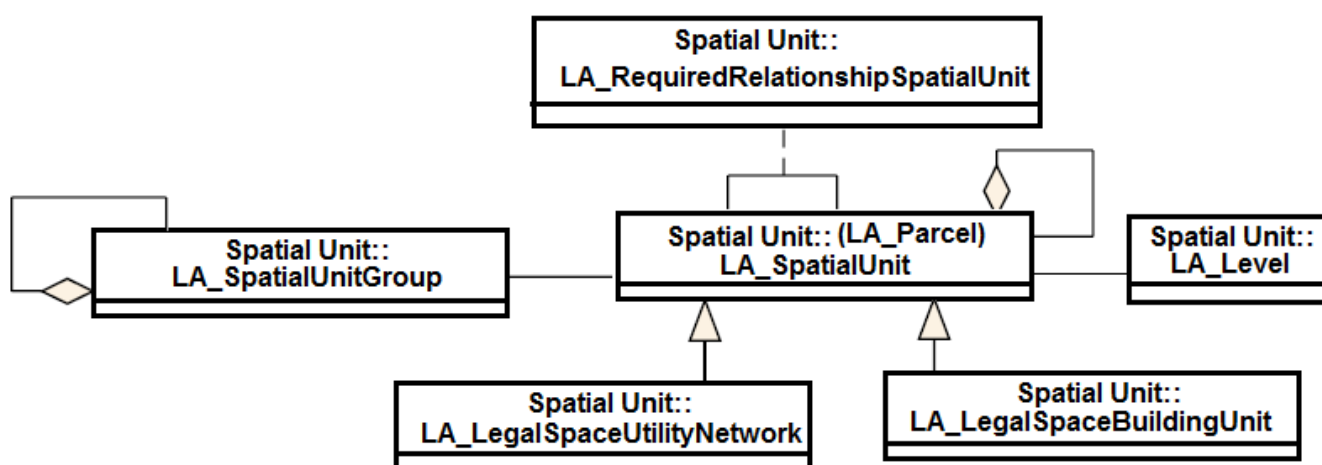


Figura 19: Diagrama do pacote *SpatialUnit*
Fonte: (ISO 19152, 2012)

2.2.7.1 – Classe *LA_SpatialUnit*.

Todos os tipos de unidades espaciais, representadas pela classe *LA_SpatialUnit* (parcelas 2D ou 3D, edifícios, redes de serviços públicos) compartilham a mesma estrutura de representação. Um requisito importante é que todos os dados existentes, sejam eles em estruturas 2D ou apenas dados literais, possam ser incluídos. Ao mesmo tempo, o modelo deve também dar suporte a representações em 3D, não devendo haver incompatibilidade dos domínios descritos em ambos os tipos de representação.

Uma unidade espacial tem uma combinação das classes *LA_FaceString* e *LA_BoundaryFace*, sendo estas as responsáveis pelas representações em 2D e 3D. Dessa forma, existem cinco níveis de identificador da descrição espacial (indicados pela "estrutura" atributo em *LA_SpatialUnit*):

- Ponto (unidade espacial ponto).
- Texto (unidade espacial de texto).
- Linha (unidade espacial de linha).
- Polígono (unidade espacial polígono).
- Topologia (unidade espacial topológica).

O ponto é usado quando a única informação sobre a localização é a coordenada de um ponto dentro de sua área (ou volume). O ponto de referência do atributo na *LA_SpatialUnit* é usado para gravar este local, que podem possuir valor de “a” a “z”. O texto é usado quando a definição da unidade espacial é inteiramente literal, através de um memorial descritivo. Nesse tipo de representação não são utilizados a geometria para a representação da classe *LA_Face*.

O ponto de referencia neste caso é opcional. A linha, também conhecida como estrutura 'spaghetti', é utilizada como base quando a descrição permite ter inconsistências de limites incompletos. A unidade espacial utiliza polígonos quando a mesma é armazenada como uma entidade separada, não havendo contextos topológicos entre vizinhos, isto é, não compartilha limites. A topologia é usada quando existe a partilha de descrições de fronteira. Assim os limites de referência são armazenados entre duas unidades espaciais.

O pacote de unidade espacial das classes *LA_SpatialUnit* possui diversas subclasses, associadas as classes ao sub-pacote *LA_Surveying and Representation*. A unidade espacial no LADM é baseada em um ponto ou uma linha, representando uma única área ou várias áreas

que compõem o território, mais especificamente, um único volume de espaço. Desta forma, as unidades espaciais possuem um conceito flexível da representação da realidade, podendo ser descritos como texto, em um único ponto dentro do polígono, como uma coleção de linhas ou polígonos ou por um volume, no caso de dimensões 3D.

Esta classe representa uma unidade espacial. Apesar de estar associada com a propriedade em si, esta é uma subclasse de *VersionedObject* (figura 12) e está associada à classe *LA_RecordedObject* para registro das informações administrativas, e com as classes *LA_FaceString* e *LA_BoundaryFace* para obter informações de limites (se disponível). Todos os tipos de *LA_SpatialUnit* (2D, 3D parcelas, edifícios, redes de serviço público) compartilham a mesma estrutura de representação.

Para a representação da unidade espacial, é importante que os dados estejam topologicamente estruturados, ou seja, polígonos, pontos ou descrições textuais devem ser facilmente incluídos. Ao mesmo tempo, o modelo deve suportar outros tipos de representações, como o caso da representação 3D, sem que haja prejuízos à camada principal em 2D. No presente trabalho será testada apenas a unidade espacial em 2D.

Os atributos de *LA_SpatialUnit* são:

- *id*: o identificador da unidade espacial;
- *preliminaryId*: identificador da unidade preliminar espacial. Este é um identificador opcional temporário, utilizado entre os dados de aquisição e aceitação final dos dados relacionados com a unidade espacial, usado normalmente no cadastro quando a unidade ainda não possui registro definitivo no sistema imobiliário do município;
- *name*: o nome da unidade espacial;
- *referencepoint*: as coordenadas de um ponto dentro da unidade espacial;
- *type*: o tipo de uma unidade espacial (por exemplo, 2D, 3D, liminares, etc.);
- *level*: a camada na unidade espacial que é mantida;
- *structure*: a estrutura da unidade espacial (partição completa, por exemplo, polígonos, não estruturadas, etc.);
- *national area*: a área registrada;
- *national volume*: o volume registrado (no caso de descrição 3D limitada)

2.2.7.2 – A Classe *LA_SpatialUnitGroup*

Esta classe representa um grupo de unidade espacial e está associada com a classe *LA_SpatialUnit*, cujos atributos são:

- *hierarchyLevel*: O nível na hierarquia de uma subdivisão administrativa, ou de zoneamento;
- *label*: descrição textual curta do grupo de unidade espacial;
- *name*: O nome do grupo de unidade espacial;
- *referencePoint*: As coordenadas de um ponto dentro do grupo da unidade espacial;
- *sugID*: O identificador do grupo de unidade espacial;

2.2.7.3 – Classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit*

Uma instância da classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit* é uma unidade de construção, subclasse de *LA_SpatialUnit* e seus atributos são:

- *buildingUnitID*: O identificador da unidade de edifício;
- *type*: O tipo de unidade de construção;

2.2.7.4 – Classe *LA_LegalSpaceNetwork*

Esta instância representa a área, ou espaço, em torno de uma rede de infraestrutura registrada. Como por exemplo, a faixa de domínio das linhas de alta tensão elétrica. É uma subclasse de *LA_NetworkReserve* associada a *LA_SpatialUnit*. Seus atributos são:

- *Underground Surface*: se tratando de uma rede subterrânea;
- *risk*: uma estimativa do risco e o tipo de risco, caso haja;
- *reference physical*: uma referência para a descrição física da rede de infraestrutura em uma fonte externa (por exemplo, da organização responsável pela rede elétrica);
- *status*: o status de uma instância de *LA_NetworkReserve* (por exemplo, em uso, desativada, etc.);

- *type*: o tipo de uma instância de *LA_NetworkReserve* (por exemplo, produtos químicos, eletricidade, etc).

2.2.7.5 – Classe *LA_Level*

Esta classe representa um nível e está associada a classe *LA_SpatialUnit*. Seus atributos são:

- *ID*: O identificador do nível;
- *name*: O nome do nível;
- *registerType*: O tipo de registro do conteúdo do nível;
- *structure*: A estrutura da geometria plana;
- *type*: O tipo do conteúdo do nível;

2.2.7.6 – Classe *LA_SpatialUnitGroup*

Uma instância da classe *LA_SpatialUnitGroup* é um grupo de unidades espaciais e está associado com a classe *LA_SpatialUnit*. Seus atributos são:

- *hierarchyLevel*: O nível na hierarquia de uma subdivisão administrativa, ou de zoneamento;
- *label*: descrição textual do grupo de unidade espacial;
- *name*: O nome do grupo de unidade espacial;
- *referencePoint*: As coordenadas de um ponto dentro do grupo da unidade espacial;
- *sugID*: O identificador do grupo de unidade espacial;

2.2.7.7 – Classe *LA_RequiredRelationshipSpatialUnit*

Esta é uma classe de relação necessária entre unidades espaciais, o atributo dessa classe é:

- *relationship*: A descrição da relação necessária;

2.3 – CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO

No Brasil, o sistema de administração territorial é caracterizado pelo registro de imóveis, responsável pelas informações legais, e pelos cadastros territoriais. O cadastro rural é de responsabilidade federal, enquanto que os municípios implementam cadastros das áreas urbanas, geralmente para fins fiscais. Em 2009, foi publicada a Portaria n.511 do Ministério das Cidades, que estabelece diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros (BRASIL, 2009). A Portaria esclarece a importância do CTM e define, em seu art. 1º, o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) como o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca.

O Cadastro é um sistema de informação territorial atualizado, contendo um registro de interesses relacionados ao território. Normalmente inclui uma descrição geométrica das parcelas ligadas a outros registros que descrevem a natureza dos interesses, a propriedade ou controle desses interesses, e frequentemente, o valor da parcela e suas benfeitorias (FIG, 1995).

A multifinalidade é almejada principalmente por conta da carência de informações territoriais para um país com tamanha dimensão continental. Com este propósito, o cadastro, que hoje é realizado sem padronização pelos municípios para fins apenas fiscais, poderá tornar-se um inventário territorial brasileiro.

2.3.1 – Aspectos do Cadastro Territorial no Brasil

O Cadastro Territorial no Brasil apresenta-se predominantemente com finalidade fiscal, tanto para o cadastro urbano como para o rural, o que acarreta informações apenas dos imóveis que são passíveis de tributação. Na área urbana a questão é ainda mais grave, pois os municípios realizam, sem qualquer padronização, levantamentos cadastrais dos imóveis.

Isso acontece por não haver legislação específica que trate de normativas cadastrais para o país e esta ausência fez com que cada município se responsabilizasse pelo método de levantamento e gestão de informações cadastrais dentro de seus limites. Dessa forma, os cadastros territoriais, conhecidos também como cadastros imobiliários, são realizados sem qualquer tipo de padronização ou instrução de procedimentos.

Carneiro (2003) relata que os países onde os sistemas de cadastros são mais eficientes possuem legislação cadastral própria, e também órgãos ou instituições que tratam especificamente do cadastro, além de parcerias publico/privadas para o aperfeiçoamento e atualização cadastral, diferentemente do que acontece no Brasil.

Existem algumas leis nacionais que tem incentivando, ao menos indiretamente, a implementação de cadastros, como por exemplo, a lei de Responsabilidade Fiscal (LC 101/00) e o Estatuto das Cidades (Lei nº 10.257/01).

A Lei de responsabilidade Fiscal estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal, com amparo nas normas constitucionais, atribui ao município a responsabilidade da receita e prevê penalidade por agir negligentemente na arrecadação de tributos. Já o Estatuto das Cidades estabelece normas de ordem pública e interesse social através do planejamento participativo e da função social da propriedade.

Para isso, o estatuto prevê a implementação de planos diretores nos municípios além de levantar questões como Edificação e parcelamento compulsórios; Imposto progressivo; Contribuição de Melhoria; Desapropriação; Direito de Preempção; Usucapião Especial Urbano; Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS); Estudos de impacto de vizinhança; Solo criado; Direito de Superfície; Operações Urbanas Consorciadas entre outros, possibilitando assim, a melhoria na qualidade das informações cadastrais dos municípios.

O Ministério das Cidades criou um Grupo de Trabalho em Cadastro com a finalidade de propor diretrizes para o Cadastro Territorial. Foi publicada a Portaria nº 511 de 07 de dezembro de 2009, que estabelece importantes avanços para o cadastro no Brasil, tanto no aspecto conceitual quanto no aspecto legal marcando assim o primeiro documento em âmbito nacional a descrever uma padronização básica de procedimentos para a realização de cadastro urbano no país.

A Portaria 511/2009 estabelece diretrizes para a implantação do CTM trazendo questões relacionadas à cartografia cadastral, à multifinalidade do cadastro, à gestão e financiamento do cadastro e à avaliação de imóveis, indicando o marco jurídico no qual estas orientações se apoiam. É importante salientar que a diversidade em que se encontram os cadastros nos municípios brasileiros e o grande número de particularidades existentes em todo o país fez com que a Portaria 511/2009 não detalhasse os procedimentos técnicos a serem adotados na implementação dos cadastros, sendo apenas caracterizado como um instrumento de guia para os municípios que desejarem (BRASIL, 2009).

Na área rural, a questão cadastral está mais consolidada em termos de legislação. O cadastro de imóveis rurais no Brasil foi inicialmente estabelecido pelo Estatuto da Terra – Lei 4.504 de 30/11/1964, conforme disposto no Art. 46 que dispõe sobre o Instituto Brasileiro de Reforma Agrária, atualmente denominado de Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). A regulamentação e efetiva implantação desse cadastro só ocorreram a partir da Lei 5.868 de 12/12/1972 que instituiu o Sistema Nacional de Cadastro Rural – SNCR. A Lei 10.267/01 veio complementar as demais leis, trazendo consigo todo o procedimento normativo para o georreferenciamento de Imóveis Rurais e sua certificação pelo INCRA.

2.3.2 – Cadastro 2014

O Cadastro 2014 é o resultado de uma pesquisa na qual se buscou conhecer a visão do futuro dos sistemas cadastrais no mundo. Este documento foi apresentado em um congresso da FIG celebrado em Brighton, em 1998. Na FIG Working Week 2004, realizado em Atenas, apresentou-se uma revisão do status do projeto iniciado em 1998.

De acordo com Kaufmann e Steudler (1998), a ênfase foi dada ao desenvolvimento futuro para os sistemas cadastrais, com base em seis afirmações. A revisão avaliou o desenvolvimento no campo cadastral desde 1998, como por exemplo, Internet/WEB, infra-estruturas de dados espaciais, empreendimentos, conjuntos público-privados e sua implementação prática.

As seis afirmações da revisão do Cadastro 2014 são:

- 1 - O Cadastro 2014 mostrará uma imagem completa sobre a situação legal do terreno, assinalando tanto os direitos como as restrições;
- 2 - Desaparecerá a separação entre “mapas” e “registros”;
- 3 - Os “mapas cadastrais” desaparecem. Viva os modelos;
- 4 - Desaparece o cadastro de lápis e papel;
- 5 - O Cadastro 2014 será majoritariamente privado! Os setores público e privado trabalham em estreita colaboração;
- 6 - O investimento realizado para a criação do Cadastro 2014 poderá ser recuperado;

Para Kaufmann (1998), o Cadastro 2014 não se baseia em procedimentos tradicionais desenvolvidos e impostos acidentalmente. Trata não somente das parcelas privadas da

propriedade, mas também dos chamados objetos territoriais legais, do qual a parcela é uma parte importante, determinada pelas leis privadas e públicas de determinado país. Seguindo o Princípio da Independência Legal, o Cadastro 2014 permite a coexistência de diferentes objetos territoriais legais na mesma localização, quando a legislação permite isso. Assim, toda documentação dos objetos territoriais legais representa uma parte do sistema cadastral moderno e ajuda a clarificar a situação legal territorial.

O Cadastro 2014 tem uma estrutura ampla e pode ajudar a encontrar uma maneira para o gerenciamento territorial eficiente a custo razoável e é baseado consequentemente em um modelo dos dados, organizado de acordo com a legislação para as entidades territoriais legais diferentes, seja em um país ou em um distrito.

Um papel importante no contexto do Cadastro 2014 refere-se aos profissionais de levantamento, que tem a função de localizar todas as entidades territoriais. Estes profissionais tratam não somente das parcelas privadas da propriedade, os mesmos devem compreender os processos envolvidos na determinação e na definição de entidades legais territoriais. Devem controlar o sistema da administração territorial que documentam a terra em todos seus aspectos físicos e legais e fornecer a informação territorial para cidadãos, empresas, autoridades, e responsáveis pelas decisões políticas.

2.3.3 – Sistemas de Informações Territoriais (SIT)

O artigo quinto das Diretrizes para o cadastro brasileiro cita:

Art. 5º Os dados dos cadastros temáticos, quando acrescidos do SICART, constituem o Sistema de Informações Territoriais (SIT).

Um sistema de informações é definido por McLaughlin (1997) como uma combinação de recursos técnicos e humanos com um conjunto de procedimentos organizacionais, produzindo informações de apoio a exigências de gerenciamento.

Na literatura internacional *Land Information System - LIS*, apoia o gerenciamento territorial fornecendo informações sobre a terra, seus recursos e o seu uso. A operação de um SIT inclui a aquisição e reunião de dados, seu processamento, armazenamento e manutenção, além da recuperação, análise e publicidade das informações resultantes.

Dessa forma, as diretrizes pressupõem que na extensão do SICART para o Sistema de Informações Territoriais – SIT é mostrada a multifinalidade do cadastro. A extensão é

realizada pela associação de outros cadastros territoriais ao sistema SICART, usando como chave de conexão o identificador da parcela.

O banco de dados do CTM deve permitir que os dados possam ser compartilhados com outros sistemas, dentro e fora da prefeitura municipal. Em primeiro lugar, deve-se compartilhar, por meio de conexão entre computadores, os dados do CTM com o Registro de Imóveis. O Sistema de Informações Territoriais é composto de diferentes cadastros temáticos baseados na informação das parcelas.

O Registro de Imóveis é o sistema exclusivo para responder sobre o proprietário e os respectivos direitos em relação ao imóvel. A definição geométrica dos limites e o número da parcela são informados pelo CTM, também com exclusividade. Nenhum outro sistema, além do CTM, pode informar originariamente sobre os limites e o número das parcelas.

Assim, resulta que:

$$\text{SIT} = \text{SICART} + \text{cadastros temáticos}$$

Segundo Williamson (2005), um ponto fundamental para aceitar a evolução cadastral é admitir que o cadastro fosse essencial na administração da relação entre a humanidade e a terra. Atualmente a terra é vista como um recurso raro pelas comunidades, no que se refere ao meio ambiente e considerações sociais. Sendo assim, o cadastro está assumindo um papel multifinalitário.

Segundo Mclaughlin (1990), diferentes tipos de sistemas de informação podem ser estabelecidos, de acordo com a finalidade a que se propõem, e podem ser planejados para fornecer:

- (a) *informações ambientais;*
- (b) *informações de infraestrutura;*
- (c) *informações cadastrais;*
- (d) *informações socio-econômicas;*

O documento “Declaração da FIG sobre o Cadastro” (FIG, 1995) apresenta de forma genérica os principais conceitos e princípios fundamentais de um sistema cadastral, e serve de orientação para a criação, manutenção e aperfeiçoamento desses sistemas.

Durante as últimas décadas, houve uma atenção internacional em relação ao que constitui "melhor prática" em administração territorial, baseada particularmente em sistemas cadastrais de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

2.3.4 – A Parcela como Unidade Cadastral.

Martin-Varés (2007) realizou, junto com um grupo de pesquisadores, uma análise sobre o papel da parcela cadastral na estruturação da Infraestrutura de Dados Espaciais Europeia, em que foram enviados questionários para todos os países membros, objetivando ter uma completa informação sobre a utilização da parcela cadastral nesses países.

Como resultado da pesquisa, foram descobertos cinco elementos chave que, de forma geral, definem a parcela cadastral:

- Identificador Único;
- Áreas;
- Limites Cadastrais;
- Geo-referência;
- Origem e antecedentes.

A parcela cadastral constitui basicamente, o objeto espacial mais amplamente utilizado em toda a Europa para inúmeras aplicações, sendo o principal elemento da Infraestrutura de Dados Espaciais, fomentando sua utilização como localizador da informação.

As relações estabelecidas entre governos e/ou entidades buscando o aprimoramento do cadastro sempre tiveram que buscar o entendimento comum de termos cadastrais. Um exemplo é a iniciativa da Organização Internacional para Padronização – ISO para criação do Modelo de Domínio para Administração Territorial- LADM (ISO 19152).

Outro exemplo foram os estudos desenvolvidos em 1999 e 2004, respectivamente, pela Comissão Econômica das Nações Unidas para a Europa (UN-ECE). Segundo UN-ECE (2000), o Grupo de Trabalho em Administração Territorial - WPLA decidiu preparar um estudo sobre aspectos-chave do registro de terras e legislação cadastral nos países da comissão econômica para a Europa, como parte de seu programa de trabalho para 1999-2002.

Martín-Varés (2009) participou do grupo de trabalho responsável pelas especificações técnicas de cadastro para a diretiva INSPIRE, a Infraestrutura de Dados Espaciais europeia. De acordo com a autora, o problema do conceito cadastral, discutido em reuniões com instituições cadastrais, foi encontrado não apenas no idioma e nos derivados de traduções. Mesmo falando a mesma língua, como na maior parte da América Latina, os sistemas cadastrais são tão heterogêneos e existem tantas diferenças na terminologia, que muitas vezes torna-se difícil de entender.

O conceito elaborado pela UN-ECE (2004) apresenta a parcela como um polígono fechado determinado geograficamente por seus limites, referente a uma porção do território sob direitos de propriedade homogêneos e titularidade única. A parcela é registrada em um cadastro ou registro de propriedade e é normalmente mostrada como uma área, embora de fato represente um volume que, por sua vez, pode consistir em várias subparcelas, sendo cada uma delas traçada como polígono fechado, individualizado pela maneira como a terra é ou pode ser usada.

Para a Infraestrutura para Informação Espacial na Europa – INSPIRE, buscou-se um conceito comum de unidade cadastral objetivando estabelecer exigências mínimas para que o cadastro fosse integrado ao INSPIRE. Os sistemas nacionais continuam com suas características cadastrais e legais. Situação similar ocorreu nos Estados Unidos da América, por meio do Comitê Federal de Dados - FGDC, ao criarem a sua IDE o *National Spatial Data Infrastructure* – NSDI e padronizarem seus dados a fim de sanar problemas cartográficos resultantes da autonomia estadual em mapeamento de parcelas cadastrais. O Quadro 02 (estruturado a partir de Martin-Varés, 2009) apresenta uma comparação das unidades cadastrais utilizadas por alguns países europeus.

Quadro 02: Comparação das Unidades Cadastrais utilizadas por países europeus.

Fonte: Martin-Varés, 2009.

PAÍSES	ELEMENTO	DEFINIÇÃO	CARACTERÍSTICA
Alemanha	Parcela Cadastral	São limites formais que marcam a extensão da terra.	Possui um identificador único e o cadastro (baseado em levantamento topográfico) contém informações das características da parcela (posição, tamanho, uso, entre outros).
França	Parcela Cadastral	Áreas individuais de superfície da terra, sujeito a direitos reais de propriedade homogêneos.	Sub parcelas são divisões das parcelas baseadas nos uso oficialmente definidos e estabelecidos com propósitos fiscais.
Bélgica	Parcela Cadastral	Áreas individuais de superfície da terra, sujeito a direitos reais de propriedade homogêneos.	Consta de três bases de dados relacionados: titularidade, identificação e dados de registro cadastral (superfície, classificação, valor, entre outros) todos relacionados entre si.

			O sistema cadastral baseia-se na parcela
		Áreas individuais de e dependente completamente da	
		superfície da terra, sujeito manutenção de Registro dos documentos	
		a direitos reais de de propriedade e mapas cadastrais	
Hungria	Parcela cadastral	propriedade homogêneos. grandes escala vinculados com	identificador único. A coerência entre o
			mapeamento cadastral e dados
			descritivos
		Uma peça contínua da	Conforme especificado pela lei, a
		superfície da terra onde propriedade de uma parcela de terra	
Grécia	Parcela cadastral	existem direitos de estende-se à coluna de ar sobrejacente e	o solo subjacente.
		propriedade indivisível.	
		É um pedaço de terra	A definição de unidade urbana é a todo
		contínuo localizados em ou parte de um edifício, um grupo de	
		uma única cidade, edifícios ou área urbana que é	
Itália	Parcela de terra	propriedade de uma ou mais independente em termos de título, função	
		pessoas físicas e jurídicas ou capacidade produtiva.	
		com um único uso.	
		Cada parcela contém um identificador	
		único e sua área. A parcela de terra que	
		Termo legal definido no ato faz parte da propriedade só pode ser	
		cadastral para incluir uma vendida ou hipotecada em	
		ou mais parcelas de terreno. separadamente quando é dividido	
Dinamarca	Propriedade	São usadas para assegurar formalmente primeiro no cadastro em um	
		direitos legais de processo de subdivisão.	
		titularidade e hipoteca.	
		Pode consistir de uma ou	Os objetos que são permanentemente
		várias parcelas e também fixados na parcela (por exemplo,	
		pode ter uma porção de edifícios) são parte dela, porém o	
Finlândia	Unidades Básicas	superfície comum. identificador da unidade de propriedade	
	de Propriedade		não indica o número de parcelas
			incluídas nesta unidade de registro.

Para Martín-Varés (2009), nos Países Baixos, como Alemanha, França e Bélgica, a parcela é o objeto em que é exercido o direito formal (relação entre o indivíduo e a terra) e deve ser identificada inequivocamente por um número e por limites topográficos. Enquanto, segundo a autora, os países nórdicos reconhecem uma unidade básica de propriedade que pode ter várias parcelas identificadas sobre o terreno. A Unidade de Propriedade Básica - UPB ou BPU como é conhecida no inglês é definida de acordo com UN-CE (2004), por posse e direitos homogêneos reais de propriedade, e pode ser feita de várias parcelas. É a unidade básica da propriedade que é gravado nos cartórios.

A partir destas análises, percebeu-se a necessidade de ampliar o estudo para além dos conceitos uniformizados, bem como estudar a aplicação destes conceitos em alguns países da Europa e América Latina.

A parcela cadastral é vista de diferentes formas, contudo, como foi demonstrada, cada definição de parcela reflete o sistema cadastral em que esta está inserida. A América Latina também possui sistemas cadastrais que não adotam o conceito de parcela, como por exemplo, o Peru. Certos estudos estão sendo criados por comitês e órgãos cadastrais para estabelecer um panorama sobre o cadastro latino e alguns países estão desenvolvendo esforços em torno de um novo sistema cadastral nacional elaborando novas leis e investindo em seu aprimoramento. Estas iniciativas podem ser vistas na terceira edição da revista *Data Catastro* (2008) editada pelo Comitê Permanente de Cadastro na Iberoamérica – CPC.

Segundo Martín-Varés (2009), a Venezuela reconhece a parcela, definida como a porção do terreno, com construção ou não, delimitada por uma poligonal fechada, localizada dentro de um município, de um proprietário ou de vários *pro indiviso*, é considerada a unidade cadastral por excelência. O Instituto Geográfico da Venezuela Simon Bolívar (2011) informa que compete aos municípios a implantação do cadastro em seu âmbito territorial. O cadastro será ligado ao Registro Público nos termos previstos nesta Lei, com a finalidade de estabelecer a identidade entre os títulos.

Na Argentina, a parcela é definida pela Lei Nacional nº 26.209, como pode ser visto em Martín-Varés (2009): “Para os fins desta lei, denomina-se parcela a representação da coisa imóvel de extensão territorial continua, delimitada por um polígono de limites correspondente a um ou mais títulos jurídicos ou a uma posse exercida, cuja existência e elementos essenciais constem em um documento cartográfico, registro no organismo cadastral”.

No caso da Argentina, por ser constituída como Território Federal Fiscal, cada entidade territorial tem total autonomia política, administrativa e financeira. Na questão cadastral, cada uma de suas províncias tem autonomia na administração dos seus cadastros urbanos e rurais e, portanto, suas bases de informações com os poderes conferidos por suas respectivas legislações, contam com a existência do Conselho Federal Cadastral, com representação de todas as províncias na cidade de Buenos Aires, com a função de coordenar e orientar as diversas políticas de gestão cadastral (CPC, 2011).

Em uma pesquisa enviada a setores cadastrais na Argentina, o CPC (2009) identificou que nem todos possuíam um identificador único cadastral. Os apartamentos em edifícios argentinos encontram-se submetidos ao regime de propriedade horizontal, criando assim o que se denomina subparcela. No Registro de Propriedade, encontra a parcela mãe em uma matrícula logo quando é submetida ao regime e surgem às distintas parcelas horizontais se cria uma matrícula que leva o número da matrícula mãe seguida pela unidade funcional e, na maioria dos casos, garagens e espaços são propriedades horizontais distintas (Martin-Varés, 2009).

2.3.4.1– Adoção da Parcela como Unidade Territorial do Cadastro no Brasil

O artigo 2º da Portaria 511 refere-se à parcela cadastral como a menor unidade do cadastro definido como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único. Seus incisos definem:

§ 1º É considerada parcela cadastral toda e qualquer porção da superfície no município a ser cadastrada;

§ 2º As demais unidades, como, lotes, glebas, vias públicas, praças, lagos, rios e outras, são modeladas por uma ou mais parcelas de que trata o caput deste artigo, identificadas por seus respectivos códigos;

§ 3º Deverá ser atribuído a toda parcela um código único e estável.

O documento especifica, ainda, em seus décimo e décimo terceiro artigos, que o levantamento cadastral para a identificação geométrica das parcelas territoriais deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB e os vértices que definem os limites de cada parcela devem constituir uma figura geométrica fechada.

Alcázar-Molina apresenta a definição prática de bem imóvel da lei de cadastro espanhola, que estabelece que, para os exclusivos efeitos cadastrais, considera-se bem imóvel

a parcela ou porção do solo de uma mesma natureza, situada nos limites municipais, e cercada por um polígono fechado que delimita, a tais efeitos, o âmbito espacial do direito de propriedade de um proprietário ou de vários *pro indiviso*, neste caso, as construções localizadas neste âmbito, qualquer que seja seu dono, e com independência de outros direitos que recaiam sobre o imóvel. Esta definição tenta reunir todas as inquietudes existentes e ajustar-se à realidade. Aparentemente, o caso brasileiro se assemelha ao espanhol em termos de unidades espaciais, por isso é importante testar e analisar casos específicos, para uma definição mais segura para o caso brasileiro. Este trabalho apresenta alguns testes neste sentido.

Para efeito da aplicação do LADM esta discussão é muito válida, tendo em vista que o conceito de parcela está bem definido na estrutura da modelagem da Administração Territorial, contemplando todas as parcelas que compõem o território, independente de serem legais ou não.

3 – METODOLOGIAS DA PESQUISA

Este capítulo procura descrever as etapas realizadas para definir e validar o Modelo de Domínio do Conhecimento na Administração Territorial (LADM), ISO 19152, para o Cadastro Territorial Urbano Brasileiro.

Após o embasamento teórico que permitiu o entendimento da ISO 19152 e da realidade do cadastro brasileiro. Perante este modelo conceitual, foi desenvolvido um experimento que envolveu a modelagem e implementação numa área selecionada, através de um estudo de caso. A figura 21 apresenta a sistemática do processo metodológico aplicado a esta pesquisa.

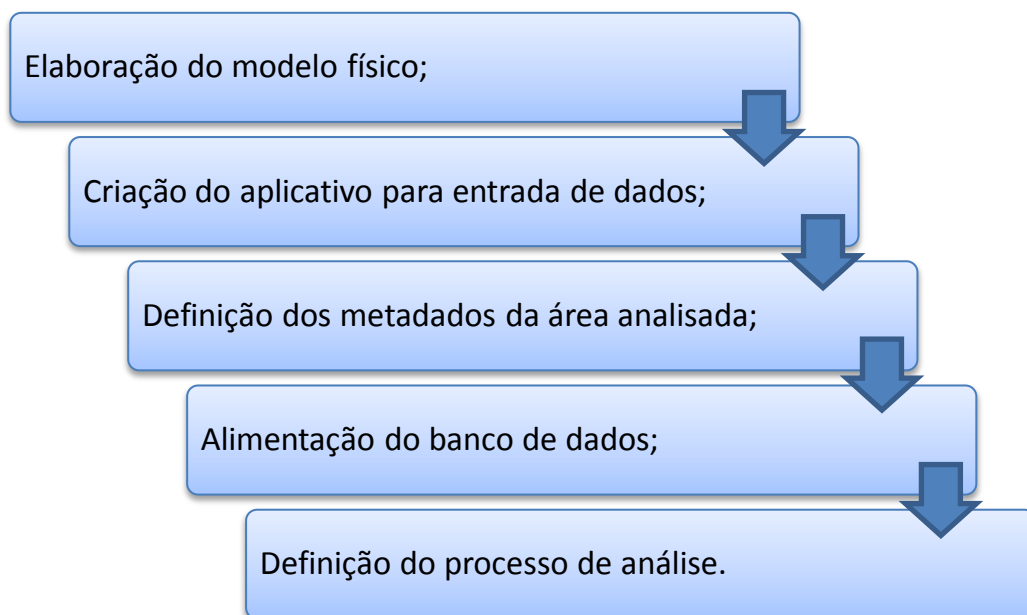


Figura 21: Esquema do desenvolvimento da pesquisa

3.1 – ÁREA DE ESTUDO

A área utilizada como estudo de caso é o município de Arapiraca – AL. Arapiraca é a segunda maior cidade do Estado e está localizada no coração de Alagoas, na região Agreste, a 137 Km da capital, Maceió. Possui uma população de 214.006 habitantes (IBGE, 2010). É uma das principais cidades do Nordeste e é passagem obrigatória para o escoamento de produtos da região, abrangendo a rota de grandes centros econômicos. Sua localização geográfica privilegiada interliga as demais regiões geoeconômicas do Estado e caracteriza-se

como polo de abastecimento agropecuário, comercial, industrial e de serviços. Arapiraca atende às necessidades regionais, minimiza as distâncias entre os centros de abastecimento e potencializa o desenvolvimento da região.

Arapiraca foi escolhida por estar aplicando no cadastro urbano as normativas para as diretrizes propostas pelo Ministério das Cidades em 2009, além de permitir, para fins desta pesquisa, o acesso ao banco de dados cadastral do município.

A figura 22 mostra a localização do município de Arapiraca e suas divisões Administrativas.

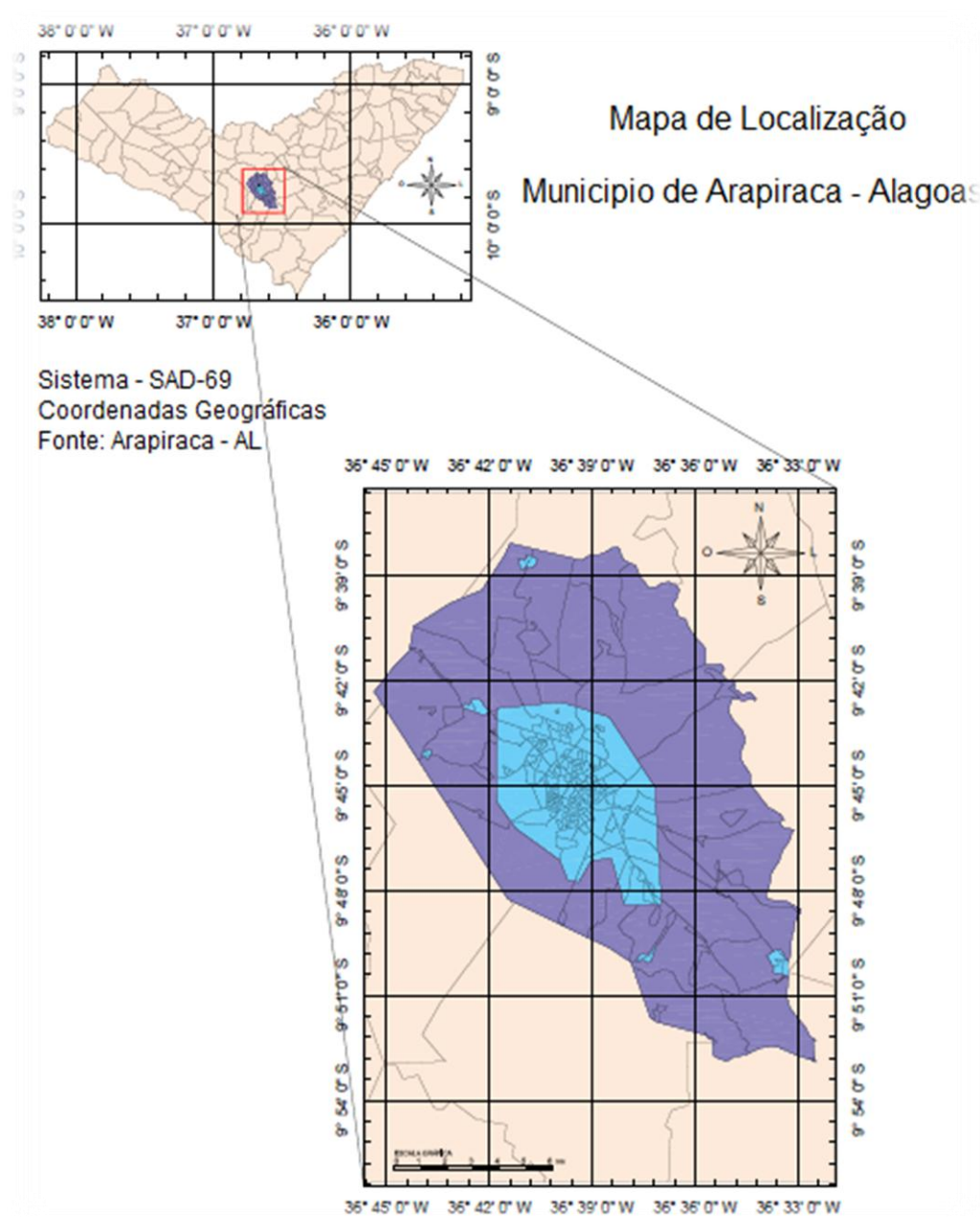


Figura 22: Localização da área de Estudo.

3.2 – BANCO DE DADOS CADASTRAL DE ARAPIRACA

Arapiraca possui dados cadastrais desde 1984, em um sistema implementado de acordo com o modelo do projeto CIATA. Tendo em vista a dinâmica acentuada da cidade, em 2006 foi realizado um voo fotogramétrico que gerou como produto cartas cadastrais na escala de 1:2.000.

Apesar da cobertura fotogramétrica, que proporcionou uma cartografia atualizada da cidade, a base de dados descritivos ainda era inconsistente, fazendo-se necessária a sua atualização. Dessa forma, no ano de 2010, deu-se início ao processo de recadastramento imobiliário municipal, com o intuito de levantar as informações pertinentes ao cadastro territorial e torná-lo utilizável para diversos propósitos, seguindo as orientações da Portaria 511 do Ministério das Cidades.

Com essa ação, o município tornou-se um dos primeiros a aplicar as diretrizes e a validar a aplicabilidade das sugestões propostas pelo Ministério das Cidades.

Para o processo de recadastramento imobiliário, a empresa Engefoto foi contratada para auxiliar no planejamento e coordenação do projeto. O objetivo era a transferência de conhecimento e a empresa traria um corpo técnico qualificado para orientar as atividades de recadastramento, sendo ela responsável pela coordenação e a execução seria de responsabilidade da prefeitura. Por problemas contratuais, a empresa deixou o projeto em meio a sua execução, porém, a equipe técnica local deu continuidade às atividades já iniciadas com o objetivo de recadastrar 40.000 unidades já existentes no banco de dados do município e cadastrar aproximadamente 25.000 novas unidades, sendo esta uma previsão realizada pela empresa no momento da contratação do serviço.

Para isso, foram criados novos boletins cadastrais com informações complementares às que já existiam no município. Além de boletins para o cadastro de logradouros, cadastro de loteamentos, cadastro de trecho, logradouro e infraestrutura e o cadastro de condomínio. Além da criação dos boletins, foi discutido o novo sistema de codificação das unidades cadastrais, adotando o termo “parcela” e inserido uma nova forma de identifica-la através do geocódigo.

Além das novas definições, também foi realizado um processo de modernização da coleta de dados cadastrais no município, que passaram a ser adquiridos através de computadores portáteis (PDA), de forma que tanto o levantamento de dados quanto o croqui

dos imóveis foram levantados diretamente no PDA e transferido para a base de dados do município.

Antes da inserção das informações para o banco de dados oficial, todas as informações advindas do campo passaram por uma etapa de consistência de dados, onde eram observadas se as informações coletadas em campo estavam de acordo com o padrão preestabelecido. Havendo alguma inconsistência, os dados eram reenviados a campo para realizar as correções observadas.

Após 07 meses de atividades em campo, 65.000 unidades foram recadastradas, porém, essas unidades ainda não correspondiam à totalidade das unidades existentes no município. Atualmente, aproximadamente 93.000 unidades compõem o banco de dados cadastral, sendo ainda incorporadas a estas unidades, as principais comunidades rurais do município, com a finalidade de melhor gerenciar os equipamentos públicos oferecidos a estas localidades.

Atualmente, a base de dados cadastral é utilizada para a integração de dados de outras secretarias do município, que utilizam da base territorial do cadastro para incorporar seus dados e serem disponibilizados através do Portal GeoArapiraca. A multifinalidade do cadastro do município foi adquirida não somente pela inserção de dados territoriais aos seus boletins cadastrais com o objetivo de tornar o banco de dados multifinalitário, mas principalmente pela possibilidade de incorporações de outros bancos de dados ao já existente.

3.3 – ELABORAÇÕES DO MODELO FÍSICO

A fim de demonstrar a aplicação do LADM em uma base de dados cadastral urbana nacional, um protótipo do banco foi criado em conformidade com a ISO 19152. A modelagem foi realizada utilizando o MySQL como sistema de gerenciamento de banco de dados, que possui uma estrutura simples e de código aberto. A proposta do modelo conceitual do LADM em sua estrutura computacional traz as classes e seus atributos distribuídos em forma de diagrama de classes apresentando também as diversas formas de relacionamento entre os objetos. Com o intuito de facilitar o entendimento das classes, o aplicativo *MySQL Workbench* foi utilizado para modelar os diagramas e depois convertê-los em bancos de dados.

Ao optar pela modelagem do banco de dados através do MySQL Workbench é necessário que alguns aplicativos complementares estejam instalados na máquina usada para criar a estrutura de classes, como por exemplo, um servidor Web. Esses aplicativos serão complementares para o bom funcionamento dos dados a serem posteriormente trabalhados, mesmo que a estrutura criada não seja para apresentação web, um servidor local será utilizado para apresentar os dados localmente. Assim, com o intuito de desenvolver também o aplicativo que irá auxiliar na alimentação manual dos dados, optou-se por instalar um pacote de aplicativos conhecido como XAMPP. Este pacote traz os seguintes aplicativos em sua composição: Apache, MySQL, PHP + PEAR, Perl, mod_php, mod_perl, mod_ssl, OpenSSL, phpMyAdmin, Webalizer, Mercury Mail Transport System for Win32 and NetWare Systems v3.32, Ming, JpGraph, FileZilla FTP Server, mcrypt, eAccelerator, SQLite, e WEB-DAV + mod_auth_mysql.

Dentre os aplicativos apresentados, os mais importantes são o MySQL, que é o sistema de banco de dados propriamente dito e o Apache, que é o servidor HTTP que funcionará local nesta pesquisa. Os demais aplicativos serão utilizados na customização da aplicação a ser gerada para a entrada de dados manuais ou para a futura exportação desses dados para um servidor institucional ou web.

O protótipo foi criado para todos os pacotes obrigatórios do núcleo principal do modelo. Os pacotes opcionais não foram utilizados tendo em vista que não afetariam os resultados da pesquisa, já que cada pacote requer informações opcionais de cada país ou instituição que adotar o modelo, não havendo obrigatoriedade na alimentação de informações dos mesmos.

O principal objetivo do LADM é o compartilhamento de dados e, por este motivo, contemplam-se todas as informações pertinentes a parcela, a propriedade e aos direitos de uso, porém, com dados bem resumidos. Todas as classes principais, como LA_Party, LA_RRR e LA_SpatialUnit foram modeladas para permitir o compartilhamento de informações entre as instituições que são detentoras de dados cadastrais, de forma que os municípios que não possuem sistemas cadastrais implantados possam fazer uso do modelo LADM como padrão básico para a incorporação de dados.

3.3.1 – Pacote *Party* (LA_Party).

O pacote *Party* é representado por diversas tabelas que introduzem a ligação da pessoa ou de grupos de pessoas com a parcela. O relacionamento deste pacote com os demais

acontece através de uma ligação do tipo muitos para muitos, ou como é conhecido na linguagem de programação, de “n” para “m”. Isso acontece, pois a mesma pessoa pode possuir vários imóveis e um imóvel pode possuir vários proprietários, o que permite a propriedade conjunta.

No LADM, cada proprietário ou detentor da parcela pode ser armazenado na tabela Pessoa (*LA_Party*), e cada pessoa está relacionada com um registro de grupo de pessoas (*LA_Group*), onde a tabela relacional entre essas classe é a tabela Membro (*LA_Member*), que é responsável por compartilhar a informação entre as mesmas, como mostrado anteriormente na figura 14.

A fim de garantir a maior integridade possível de dados e respeitar a legislação de cada país, o pacote *LA_Party* foi modelado com o mínimo de informações possíveis, inclusive sem os dados pessoais como CPF/CNP ou RG. No modelo de dados contém como atributos necessários: o nome da pessoa ou do grupo de pessoas à qual está relacionada a parcela e o nome da pessoa responsável pela disponibilização da informação. A figura 13 apresenta a modelagem realizada pelo *MySQL Workbench* do pacote pessoa (*LA_Party*) e seu relacionamento com as demais tabelas que formam a classe.

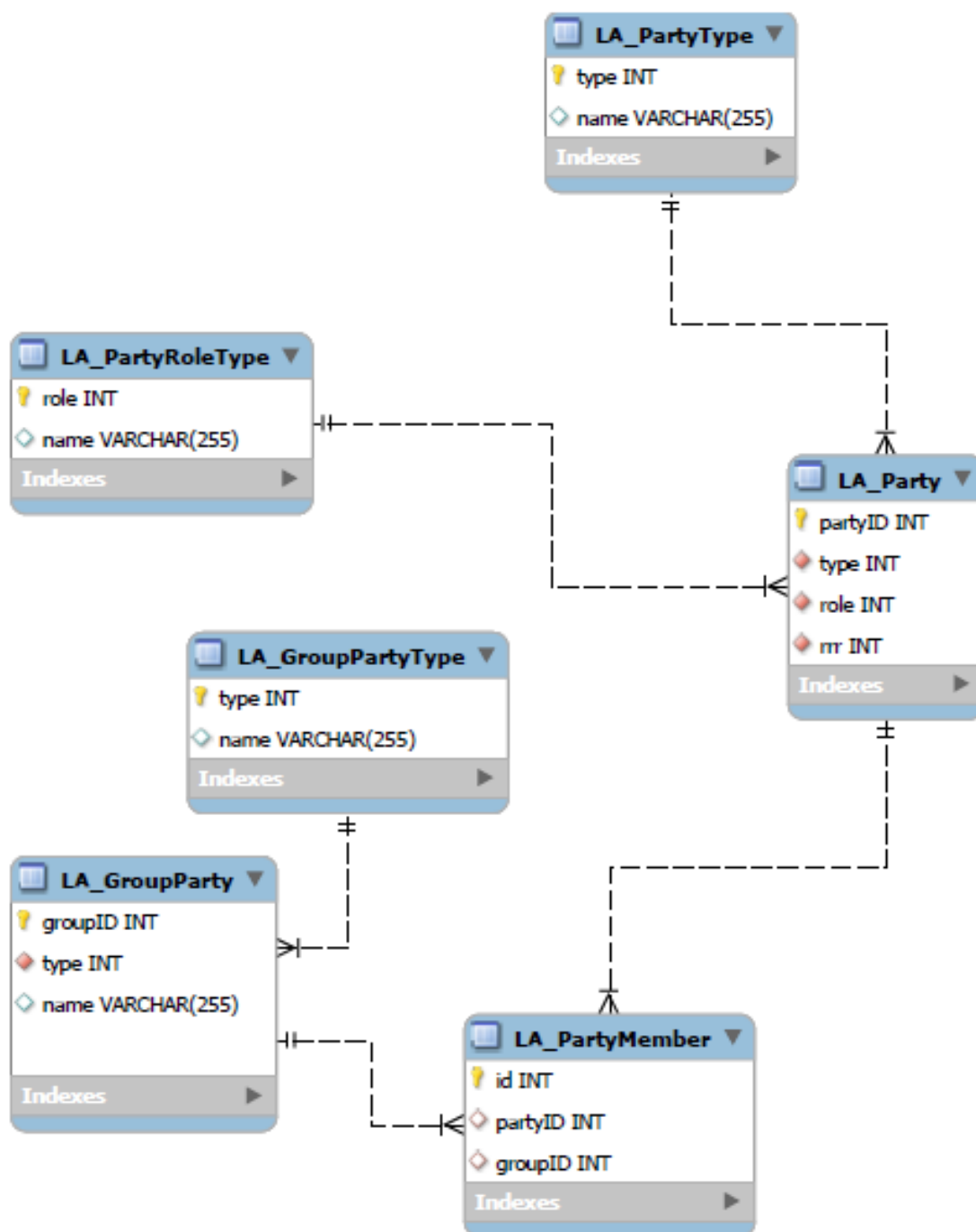


Figura 23: Pacote Pessoa do LADM.

Para cada classe foi realizada as análises dos atributos existentes, e a interpretação dos mesmos objetivando identificar os atores compatíveis com o Banco de Dados de Arapiraca. Assim as classes do pacote *Party* trazem informações como: o nome da pessoa que exerceu o papel de entrada de dados no modelo, o nome da pessoa a quem se relaciona a parcela, o

nome do grupo de pessoas a quem se relaciona a parcela, no caso de propriedade conjunta, e a individualização das pessoas que compõem o grupo de pessoas através da tabela *LA_Member*.

3.3.2 – Pacote *Administrative*

Para o Cadastro, assim como também para o LADM, a relação entre a pessoa e a terra vai além dos direitos legais sobre a mesma, que não compreende apenas o direito a propriedade. Isto indica que toda parcela deve ser representada, assim o LADM admite a relação de propriedade e posse.

O banco de dados da prefeitura Municipal de Arapiraca trabalha com dois tipos de situação: a posse de direito (que corresponde ao direito de propriedade) e a posse de fato (que corresponde à situação real de ocupação). O proprietário é aquele que detém um título registrado do imóvel, é o proprietário legal do mesmo. Os demais são detentores do imóvel, porém não possuem certidão de registro. A inconsistência do direito da terra pode existir tendo em vista que nesta base de dados da prefeitura pode haver inconsistências em relação aos dados de direito de cada parcela, especialmente por que não existe a integração com a base de dados do Registro de Imóveis.

Outro aspecto relacionado a direitos e restrições tratado no LADM é a hipoteca, que também tem relação com o pacote *Party*. Atualmente, os incentivos governamentais para aquisição imobiliária trouxeram altos índices de imóveis hipotecados para o país. Com o banco de dados do cadastro de Arapiraca não é diferente. Os financiamentos de imóveis são caracterizados como hipoteca no banco de dados da prefeitura, tendo em vista que os mesmos não podem ser dados como garantia para aquisição de outros tipos de financiamentos, porém o direito sobre o imóvel existe. Atualmente não existem outros dados de hipoteca no cadastro do município, pois esta relação é feita diretamente entre cartório e financeira, não sendo o município informado desta transação.

As restrições e responsabilidades sobre a propriedade não estão distribuídas em um único documento legal no Brasil, isso implica em conflitos de direitos quando existem restrições ou responsabilidades no imóvel. Existem inúmeras características de restrições à propriedade privada no país, como faixa de domínio de rodovias, redes elétricas de alta tensão, terrenos de marinha etc. Porém, nem sempre estas restrições estão contidas no registro público das propriedades imobiliárias no país, aspecto que causa sérios conflitos de interesse nas transações de compra e venda e de desapropriações.

Observa-se ainda no Brasil, várias controvérsias legais quanto às restrições e responsabilidades sobre a propriedade, existindo várias leis que normatizam formas diferentes de representação das mesmas, além do município ter hierarquia para decretar áreas de interesse público, aplicando ambas as características aos imóveis. O cumprimento da função social da propriedade prevista nos planos diretores municipais e na Constituição Federal regulamenta alguns aspectos desses direitos e responsabilidades previstos sobre a parcela, porém o LADM trata de casos mais específicos, que identifique componentes importantes para este pacote, como a relação de responsabilidade em se manter um curso de água ou nascente em uma propriedade.

A figura 24 apresenta a modelagem do pacote de direitos, restrições e responsabilidades sobre a parcela e a relação com o pacote de hipoteca, além de mostrar os atributos inseridos em cada classe para que seja possível a identificação dos atributos.

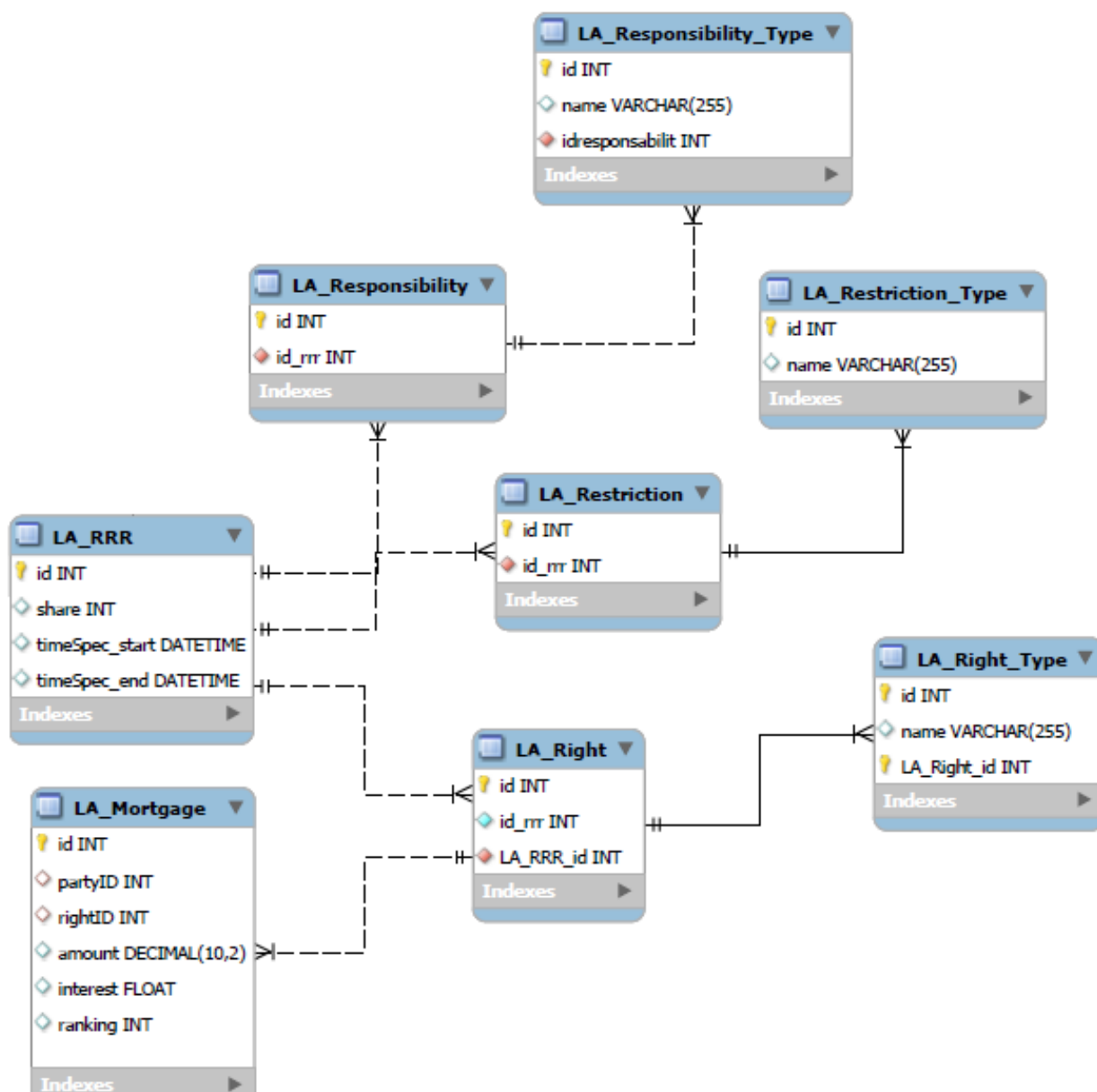


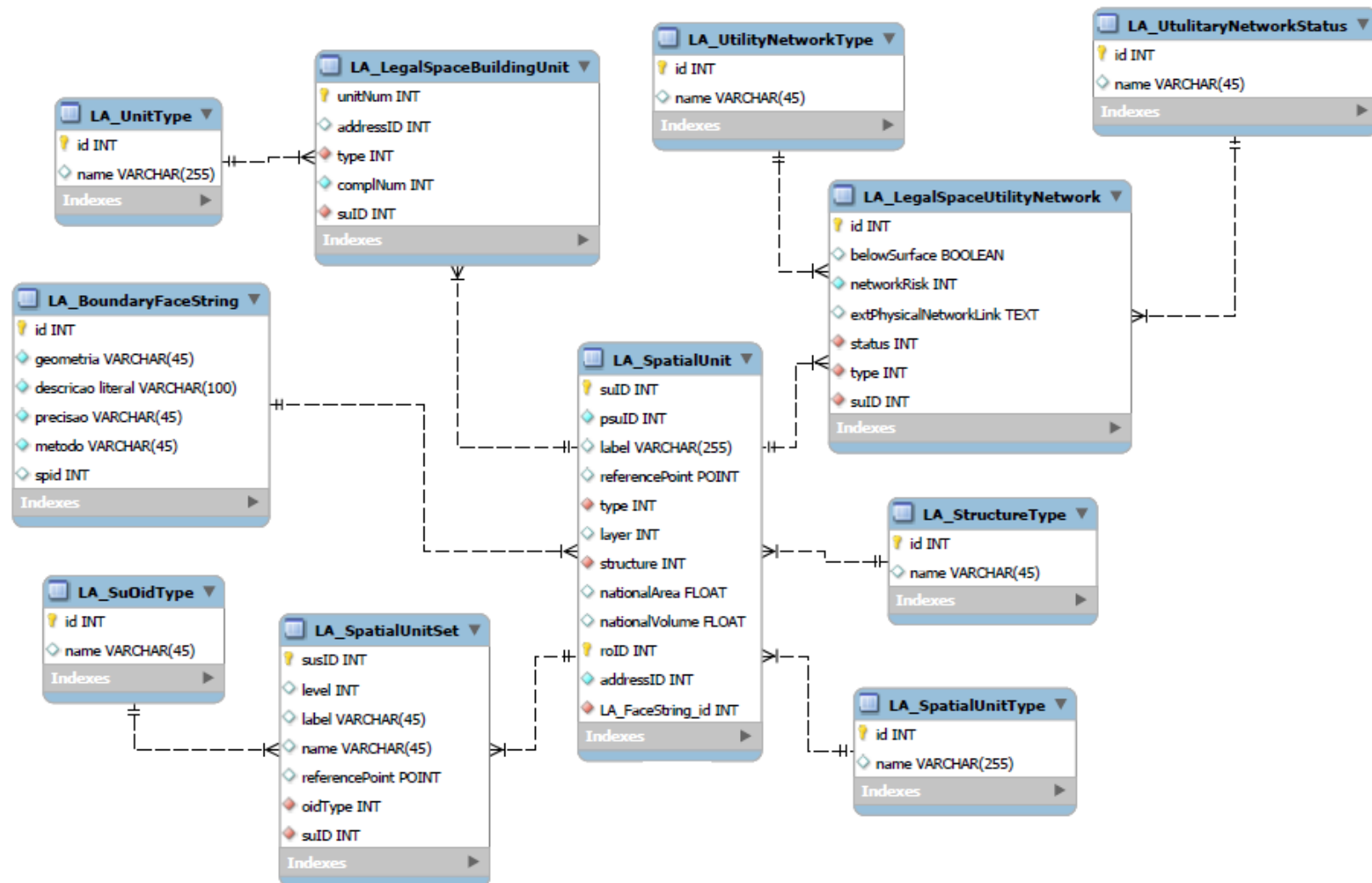
Figura 24: Pacote *Administrative* do LADM.

3.3.3 – Pacote *SpatialUnit* (*LA_SpatialUnit*)

A parcela no pacote do LADM está representada como elemento fundamental e é representada pela classe denominada como *LA_SpatialUnit*. Este pacote traz a estrutura de representação espacial das parcelas no cadastro, a definição clara das parcelas e a fundamental interpretação de seus conceitos.

A criação desse pacote o LADM contou tanto com todo o suporte da Infraestrutura de dados Espaciais da União Europeia (INSPIRE) que já aplicava a parcela, como com suas várias interpretações para o mesmo conceito nos países que fazem parte do grupo de países membros.

Com base no INSPIRE e na experiência dos trabalhos já realizados, o LADM apresenta um pacote robusto com todas as faces de representação da parcela cadastral, além de viabilizar a característica de metadados a todo o pacote, visando sempre o compartilhamento de informações e a adequação as leis de cada país. Para a parcela estão disponíveis atributos de entrada como: endereço, unidade administrativa existente, nível etc. Neste campo, são ainda relacionados os sistemas de referência, onde cada país poderá usar a sua própria legislação para a representação espacial de suas unidades. A figura 25 traz a base principal da parcela como unidade espacial do LADM, seus relacionamentos e atributos em cada classe.

Figura 25: Pacote *SpatialUnit* do LADM.

Para a completa estruturação do pacote referente às unidades espaciais, foi prevista também inclusão das estruturas de rede, sendo possível a inserção e verificação do tipo de estrutura de rede, se a mesma encontra-se acima ou abaixo da superfície e que tipo de risco ela pode oferecer. Na classe *LA_NetWork* e suas subclasses, poderão ser representadas as linhas de transmissão de energia elétrica, as canalizações de água, gás e esgoto, entre outras diversas representações da parcela em estruturas de rede. Com esta classe, todos os tipos de parcelas são compreendidos pelo pacote *SpatialUnit*. A figura 26 apresenta a classe de estruturas de rede e seus atributos.

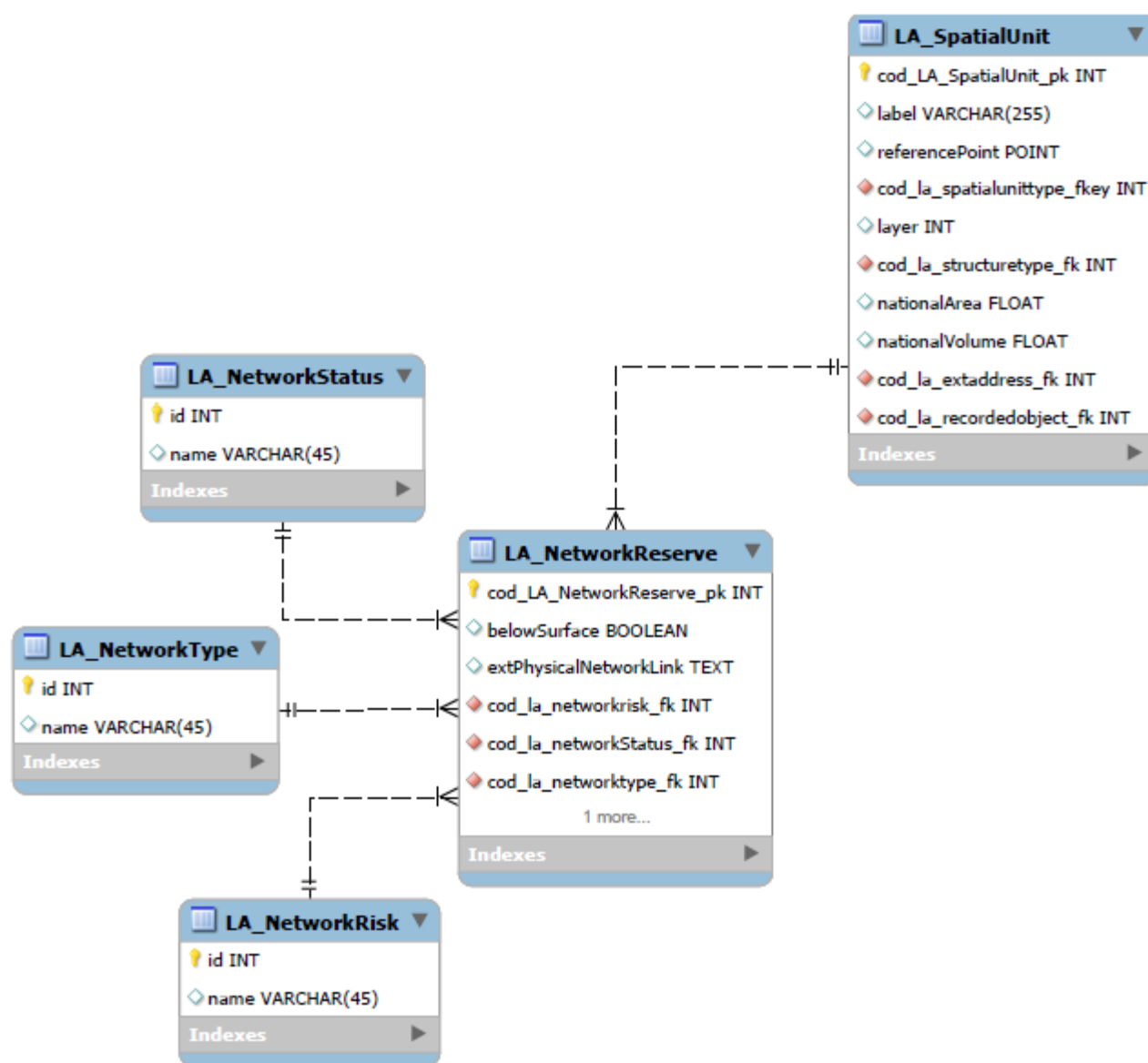


Figura 26: Classe de estruturas de Rede do pacote *SpatialUnit* do LADM.

O pacote das unidades espaciais abrangem, ainda, as classes *LA_Face* e *LA_FaceString*. Essas se apresentam como as classes responsáveis pela representação topológica da parcela, compreendendo as estruturas em 2D e 3D. A classe *LA_Face* para as estruturas 3D e a classe *LA_FaceString* para as estruturas em 2D, como já mencionado anteriormente. Para efeitos de estudo desta pesquisa, apenas a classe para representação topológica das parcelas em 2D foram utilizadas, principalmente porque o banco de dados cadastral utilizado como estudo para esta pesquisa não possuía registros de parcelas em 3D, apesar de ter sido modelada com o intuito de ser validada posteriormente em casos onde existam parcelas 3D. A figura 27 apresenta a relação das classes de representação espacial do modelo LADM e seus atributos.

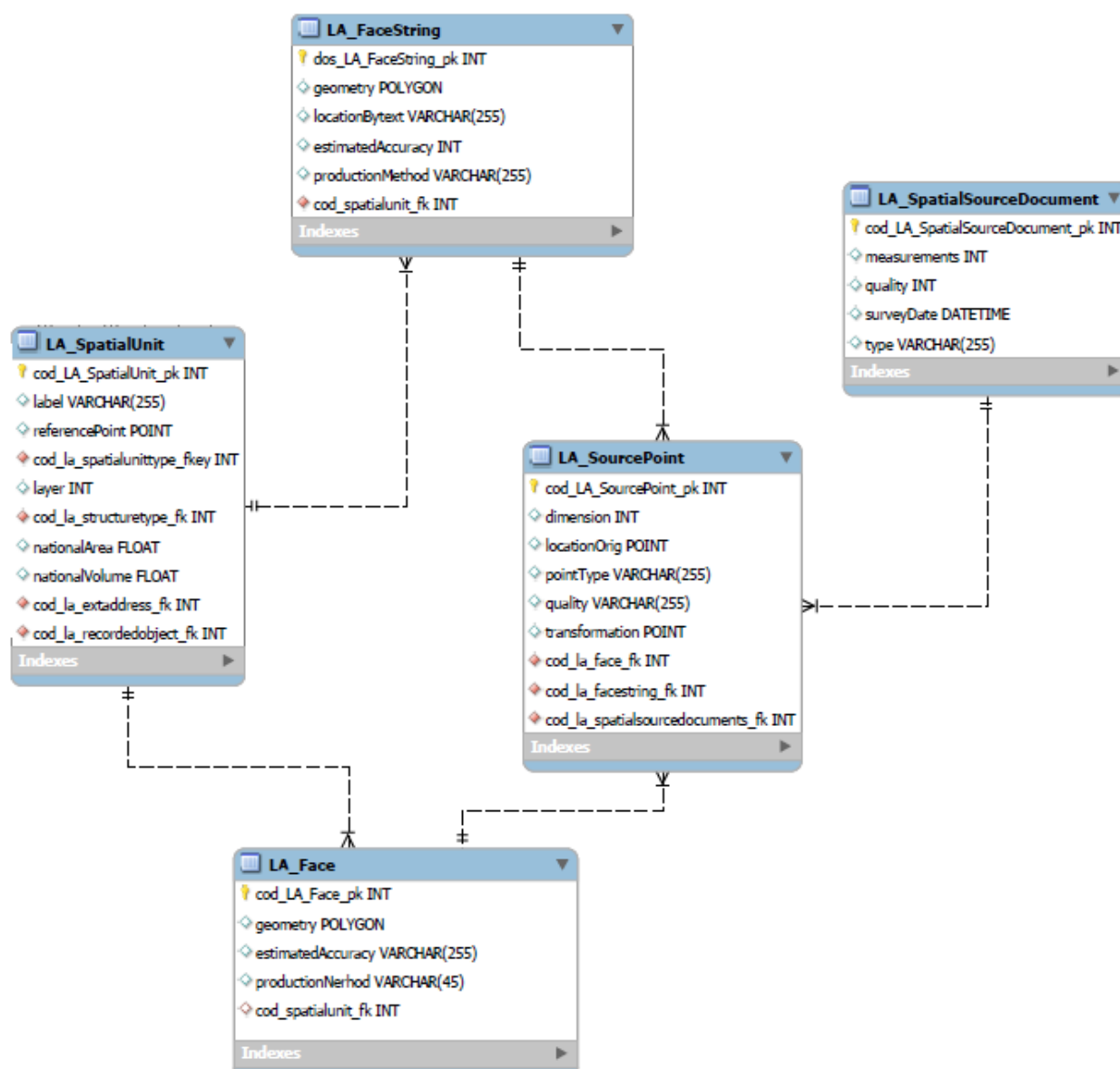


Figura 27: Classes de Representação Espacial do Pacote *SpatialUnit* do LADM.

3.4 – CRIAÇÃO DO APLICATIVO PARA ENTRADA DE DADOS.

Para melhor interface entre o usuário e o banco de dados modelado, foi criado um aplicativo para inserção de dados. O aplicativo foi criado utilizando o software *Scriptcase*, com o intuito de facilitar a inserção de dados no modelo LADM e ter melhores condições de recursos na execução de consultas e relatórios através de comandos em linguagem SQL(*Structured Query Language*). O mesmo é uma plataforma de desenvolvimento de aplicações PHP e é uma ferramenta que permite o uso de uma interface gráfica acessada diretamente via navegador. Possui uma versão para teste por 14 dias, que foi o suficiente para a criação do aplicativo gerado nesta pesquisa.

A seguir, são apresentadas algumas funções de telas do aplicativo desenvolvido para a entrada de dados. A tela inicial possui sistema de *login* e senha para o cadastro de usuários, como mostra a figura 28, prevendo a utilização de consultas ao banco de dados do modelo por outros usuários.

A imagem mostra a interface de login do aplicativo LADM. No topo, há um cabeçalho com o logotipo 'LADM' em um retângulo azul à esquerda, o texto 'MODELO DE DOMÍNIO DA ADM. TERRITORIAL ISO 19152' em azul à direita, e dois pequenos ícones (UFPE e DeCart) no canto superior direito. Abaixo do cabeçalho, há um formulário de login com dois campos de entrada: 'Login *' e 'Senha *', ambos com uma borda amarela. Abaixo dos campos, há dois links azuis: 'Novo Usuário' e 'Recuperar senha'. Abaixo dos links, há uma mensagem de aviso em vermelho: '* Campo de preenchimento obrigatório'. No rodapé, há uma barra azul com um ícone de seta verde para confirmação.

Figura 28:Tela Inicial do Aplicativo.

O aplicativo possui todas as tabelas modeladas relacionadas aos três pacotes principais: *LA_RRR*, *LA_Party* e *LA_SpatialUnit*, vistos anteriormente. Assim, o aplicativo compõe a etapa final de ferramentas para a inserção de dados que validará a modelagem do

LADM, advindos através de inserção manual ou de comandos SQL diretamente no banco de dados. A figura 29 apresenta a página de inserção de informações através do aplicativo, onde pode-se observar as classes distribuídas em cinco etapas de inserção, iniciando com o cadastro das pessoas relacionada à parcela, o cadastro da parcela, composta pelo pacote de unidade espacial do LADM, o histórico do registro, como os dados de registro de entrada da parcela, o pacote RRR, onde são inseridos os dados de direitos, restrições ou responsabilidades de cada parcela inserida e o núcleo, onde estão inseridas as classes abstratas que são responsáveis pelo arquivo dos dados.



Figura 29: Tela de entrada dos dados.

3.5 – METADADOS REFERENTE AOS DADOS DA ÁREA DE ESTUDO

Como a ISO 19152 (ISO, 2012) trata de uma norma que tem como intuito principal o de compartilhar informações, foi realizada a definição dos Metadados para o Município de Arapiraca, seguindo as exigências do Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil, para uma incorporação futura à Infraestrutura Nacional de dados Espaciais (INDE) (CONCAR, 2011).

A definição dos dados na INDE descreve a história do processo, se possível dentro de um texto livre, ou seja, a qualidade global do conjunto de dados (série) deve ser incluída no

contexto de Linhagem dos elementos de metadados. Esta declaração deve conter qualquer informação de qualidade necessária para a interoperabilidade e/ou de importância para uso e avaliação dos dados, consequentemente devem ser apresentados os metadados das bases às quais se deseja interoperabilidade. A seguir é apresentada a identificação dos metadados da Base Cartográfica Vetorial Continua do Município de Arapiraca, de acordo com a normatização da INDE.

Base Cartográfica Vetorial Contínua: 1/2.000

::IDENTIFICAÇÃO

Citação

Título Planta planimétrica da cidade de Arapiraca

Data 2010-04-01 (atualização e publicação)

2006-06-01 (Atualização e publicação)

1984-01-01 (Criação e publicação)

Edição 2ª versão digital

Séries não se aplicam.

ISBN não se aplicam

Resumo Base cartográfica, em formato vetorial, do ano de 2006, possuindo criação em formato analógico do ano de 1984. Possui escala de 1:2.000, gerada a partir de levantamento aerofotogramétrico com implantação da rede de triangulação e representação das feições passíveis de identificação nas fotografias.

Objetivo Proporcionar a melhoria da gestão territorial e o levantamento parcelário do município.

Créditos Prefeitura Municipal de Arapiraca – Secretaria Municipal de Finanças e Secretaria Municipal de Planejamento

Status concluído

Responsável Prefeitura Municipal de Arapiraca - **Gerenciador** – ENGEFOTO Engenharia e Aerolevantamentos S/A - **Produtor**

Palavras - chave:

Disciplinar: Planta da Cidade de Arapiraca.

Disciplinar: Cartografia.

Temática: Divisão Político Administrativa 2000.

Temática: Base Cartográfica Urbana.

Temática: Base Cartográfica Planialtimétrica.

Toponímica: Base Vetorial.

Pré-visualização gráfica: não se aplica.

:: IDENTIFICAÇÃO DO CDG

Representação Espacial Vetorial

Escala 2.000

Idioma pt

Codificação de Caracteres utf8

Categoria Temática MapeamentoBasicoGeorreferenciado

Ambiente de produção AutoCad Map (Autodesk) Windows XP

Extensão

Geográfica

Retângulo Envolvente

Limite Oeste: 761462.705

Limite Este: 752425.656

Limite Sul: 8916037.1022

Limite Norte: 8925861.3776

Altimétrica

Valor Mínimo: 218m

Valor Máximo: 370m

Unidades de Medida: metros

Datum Altimétrico : Marégrafo de Imbituba

::RESTRIÇÕES

restrição legal:

restrição de acesso: Prefeitura Municipal de Arapiraca;

restrição de uso: Prefeitura Municipal de Arapiraca;

restrição de segurança: não se aplica

::QUALIDADE

Nível hierárquico: conjuntoDeDadosGeográficos

Declaração

A informação foi obtida através de levantamento aerofotogramétrico e aquisição de coordenadas em campo, seguindo as normativas da CONCAR para levantamentos cartográficos.

Fonte dos Dados

Descrição da Fonte:

Planta Planimétrica da Cidade de Arapiraca, versão junho de 2006. ENGEFOTO Engenharia e Aerolevantamentos S/A.

Descrição da Fonte: folhas topográficas no referenciais: geodésico (SAD69) e na projeção UTM.

Denominador da Escala da Fonte: 2.000

Etapas do Processo: Homogeneização de referenciais, compilação, generalização, validação topológica e toponímica e controle de qualidade, reprodução e atualização.

Homogeneização de referenciais

- Unidades de trabalho: metros

:: MANUTENÇÃO

Frequência de Manutenção contínua

:: REPRESENTAÇÃO ESPACIAL VETORIAL

Nível Topológico: por classe de feição.

Tipo dos Objetos Geométricos: ponto, curvaLinha, superfíciePoligono.

:: SISTEMA DE REFERÊNCIA

Sistema de referência: SAD69;

Elipsóide: UGGI 67;

Parâmetros: 6378160,00 m e 298,25;

Sistema de projeção: UTM (este e norte), Zona 24S

:: CONTEÚDO

Catálogo Incluído: não se aplica;

Citação Catálogo de Feições: não se aplica.

:: DISTRIBUIÇÃO

Nome Formato: dxf, dwg, shape;

Opção Transferência Digital:

Online:

Endereço URL: <http://www.arapiraca.al.gov.br/v3/planejamento.php>

Offline: CD e DVD

Responsável:

Nome da Organização: Prefeitura Municipal de Arapiraca

Distribuidor:

Telefone: 55 (82) 3529- 2806

Endereço: Rua Samaritana, 1185, Santa Edwiges.

Cidade: Arapiraca

UF: Alagoas

CEP: 57310-245

País: br

E-mail: seplan@arapiraca.al.gov.br

::METAMETADADOS

Data do metadados: 2012-04-01

Identificação dos metadados:

Idioma pt

Nível hierárquico: conjunto de dados geográficos

Codificação de Caracteres utf8

Autor

Nome: Prefeitura Municipal de Arapiraca

Telefone: 55 (82) 3529- 2806

Endereço: Rua Samaritana, 1185, Santa Edwiges.

Cidade: Arapiraca

UF: Alagoas

CEP: 57310-245

País: br

E-mail: seplan@arapiraca.al.gov.br

norma e perfil de metadados: ISO 19115/IBGE

versão da norma de metadados: 2003

Restrições Legais: direitos do autor

Restrição de Acesso: direitos do autor

Restrição ao Uso: direitos do autor.

3.6 – ALIMENTAÇÃO DO BANCO DE DADOS LADM.

Para o relacionamento entre os pacote de atributos, apresentados das figuras 10 a 19, do LADM e o banco de dados da prefeitura foram realizados estudos a fim de identificar a integração entre os mesmos. As informações que existirem no banco de dados da prefeitura de Arapiraca, mas que não estão organizadas de modo a possibilitar a inserção automática diretamente no banco de Dados do LADM, poderão ser inseridas através de comando em SQL diretamente no banco de dados ou manualmente através do aplicativo apresentado no item 3.2.

A prefeitura Municipal de Arapiraca cedeu um arquivo em formato *ShapeFile* com os dados cadastrais do bairro Centro para análise da aplicação do modelo LADM. Estes dados foram cedidos apenas para fins desta pesquisa, possuindo restrições legais de uso e divulgação.

3.6.1 – Conversão do arquivo *ShapeFile* em banco de dados *MySQL*.

O arquivo no formato *ShapeFile* (.shp) do bairro do Centro do município de Arapiraca possui dados do último recadastramento imobiliário realizado em 2010 e que vem sendo constantemente atualizado.

O arquivo precisava estar na mesma plataforma que a modelagem do LADM, e para que isso fosse possível, o arquivo em formato *ShapeFile* foi importado para o *AutoCad Map 2012* e convertido para o banco de dados *MySQL*. As versões anteriores desse software não possibilitem este tipo de conversão, exigindo a utilização de outros aplicativos SIG que comportem esta extensão na exportação dos dados. A utilização do *AutoCad Map* deu-se pela facilidade em realizar a exportação dos dados e por ser este o software ser atualmente utilizado no município, assim, o município poderá tornar útil a metodologia aplicada neste trabalho pode ser utilizada para aplicações de conversão de outros bancos que compõem a base de dados espaciais, utilizando os aplicativos já existentes e de familiarização consolidada pelos técnicos do município.

Para a exportação dos dados em formato .shp foi necessário realizar a conexão com o banco de dados previamente instalado na máquina a ser realizada para este procedimento. A instalação dos softwares para a modelagem conceitual do LADM e para a criação do aplicativo mostrada nos itens 3.3 e 3.4 são suficientes para a execução desta etapa.

Assim, a conexão inicial do AutoCad Map 2012 com o banco de dados MySQL deu-se utilizando o menu “*Task Pane*” através da opção “*Data*”, como mostra a figura 30.

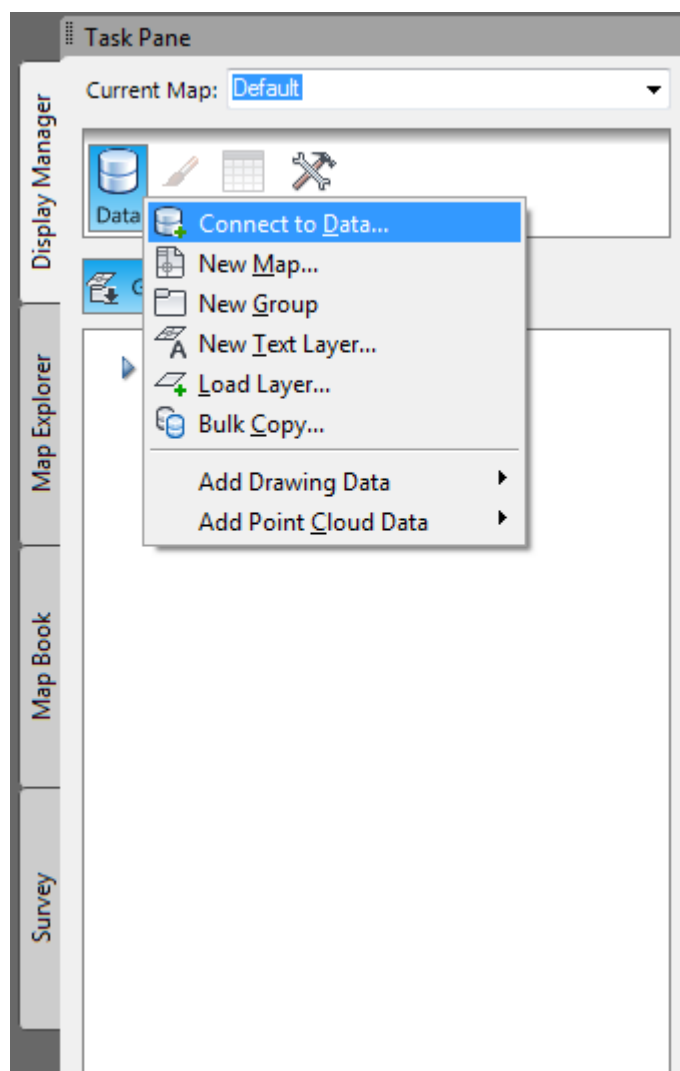


Figura 30: Conexão AutoCad Map 2012 MySQL.

Ao selecionar a opção “*Connect Data...*” uma caixa de opções é aberta com as possibilidades de conexão de bancos de dados através do Cad Map, a figura 31 apresenta caixa de opções de bancos de dados existentes para a conexão.

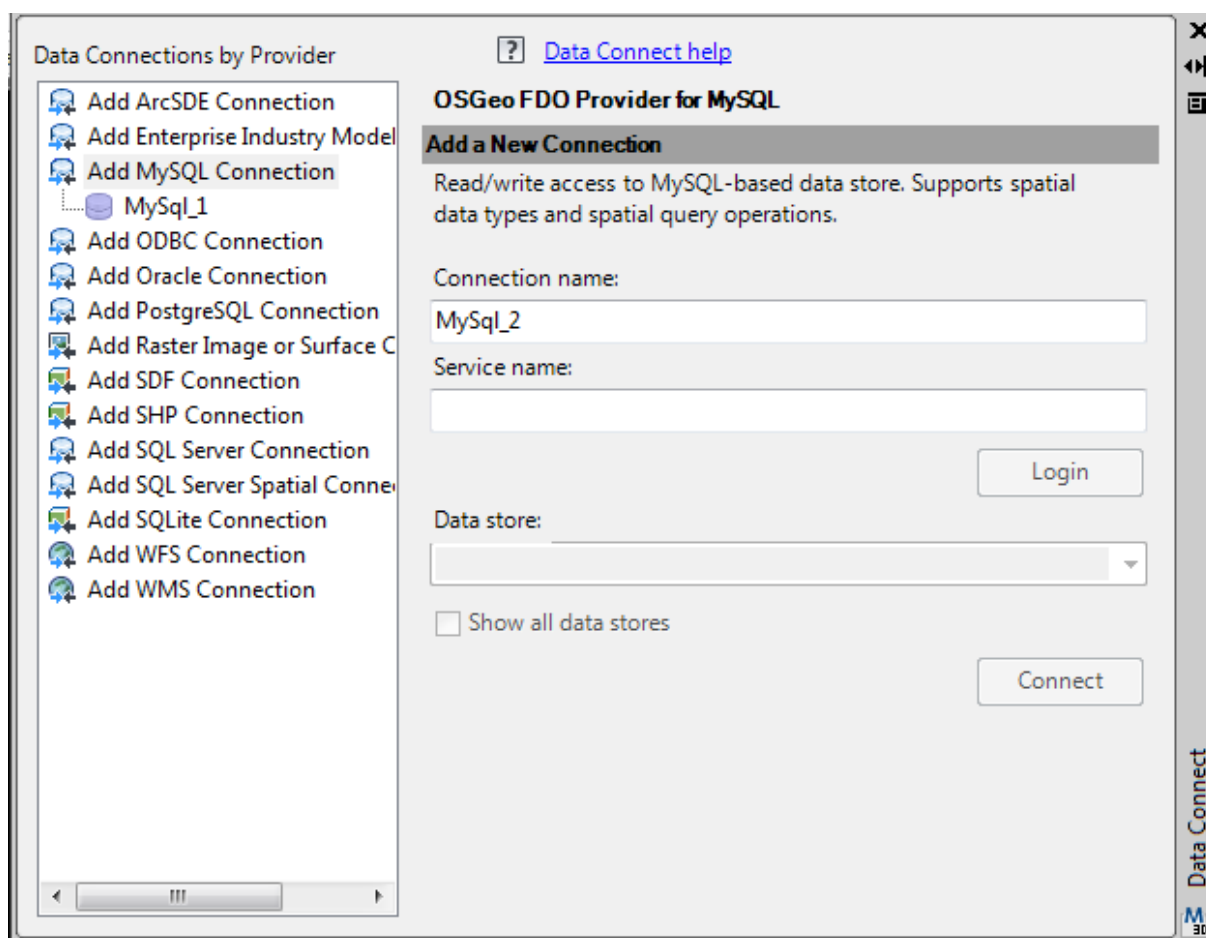


Figura 31:Opções de conexão de bancos de dados existentes no AutoCad Map 2012.

Como pode ser observado, existe a opção “*add MySQL Connection*” que é a opção que será utilizada para estabelecer a conexão no banco de dados. O nome do serviço (*Service name*) deverá ser preenchido para estabelecer a conexão com o banco de dados, este nada mais é que o IP da máquina utilizada, seguido da porta onde está instalado o MySQL na máquina, que no caso desta pesquisa, a sequência é 127.0.0.1:3307. Assim que o botão de login é acionado, uma tela de login aparece, onde deve-se realizar o login e a senha de conexão com o servidor. O login padrão do MySQL é “root”, utilizado para as conexões estabelecidas nas máquinas, caso se deseje, é possível criar um novo login no MySQL Admin, porém, para efeitos desta pesquisa, permaneceu-se com o login e apenas a senha foi alterada. O mesmo processo pode ser realizado no momento da criação do banco de dados no MySQL Workbench. A figura 32 apresenta as etapas de conexão com o banco de dados.

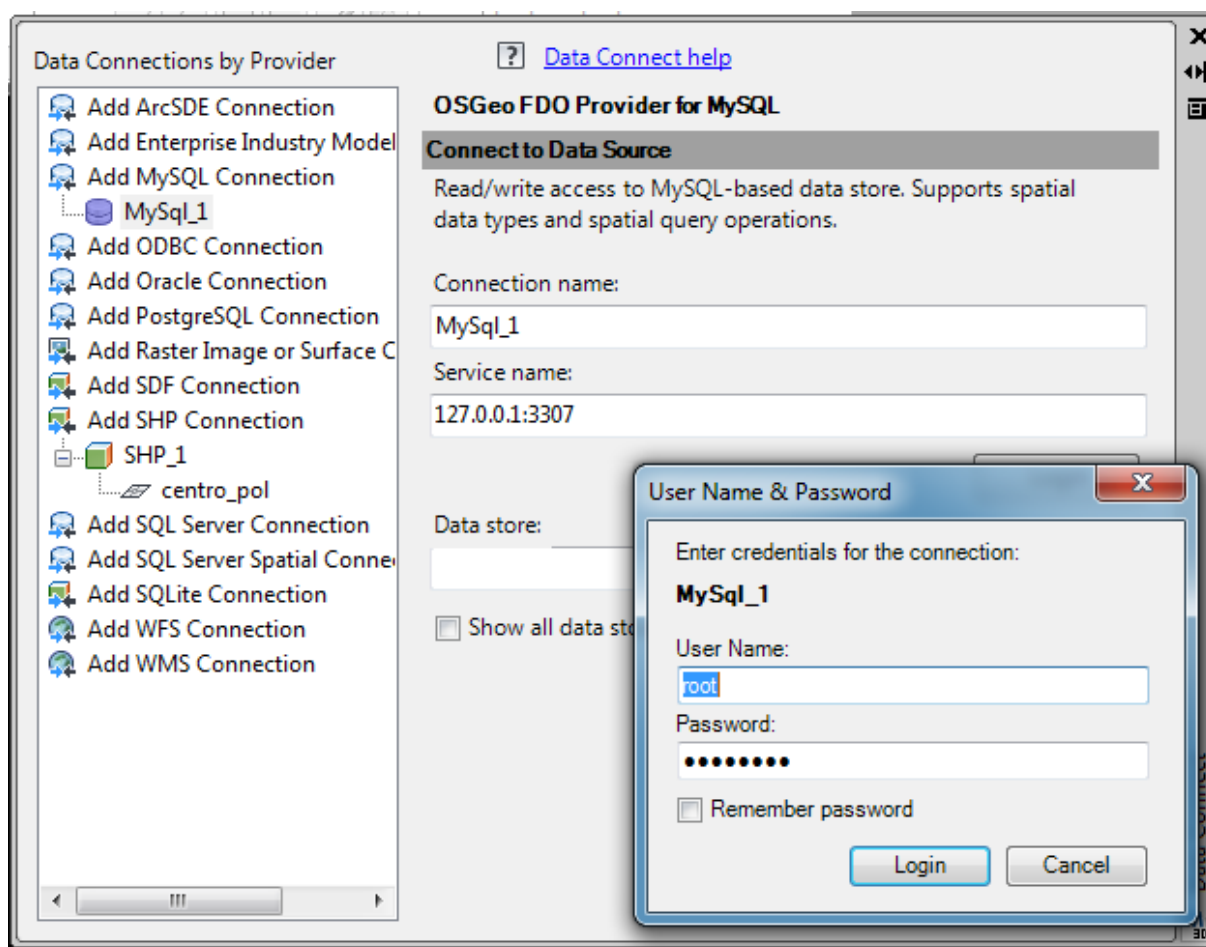


Figura 32: Serviços de conexão com o banco de dados.

Na aba “Data store” deve ser criado um novo nome para o banco de dados para que, ao ser visualizado no MySQL Workbench, nenhuma informação será sobreposta em um banco de dados já existente. Como se trata de banco de dados espacial, ao criar um novo banco de dados que receberá a informação, uma tela é aberta para que seja informado o nome do novo banco e o sistema de coordenadas e projeção utilizada, que no caso desta pesquisa foi o SAD69/UTM-24S.

Após a conexão estabelecida, o mesmo procedimento deve ser realizado com o banco de dados .shp. Este banco, porém não necessita de servidor, o arquivo é escolhido no momento da importação e não é exigida nenhuma informação de conexão adicional.

Após a conexão dos dois bancos de dados, a exportação está pronta para ser efetuada. Através da aba “Crate” deve ser escolhida a opção “Bulk Copy”, essa opção exportará o arquivo existente de um banco de dados para outro. Todos os atributos são carregados e pode-

se optar por quais atributos exportar. A figura 33 apresenta a tela de visualização para a exportação entre os bancos de dados.

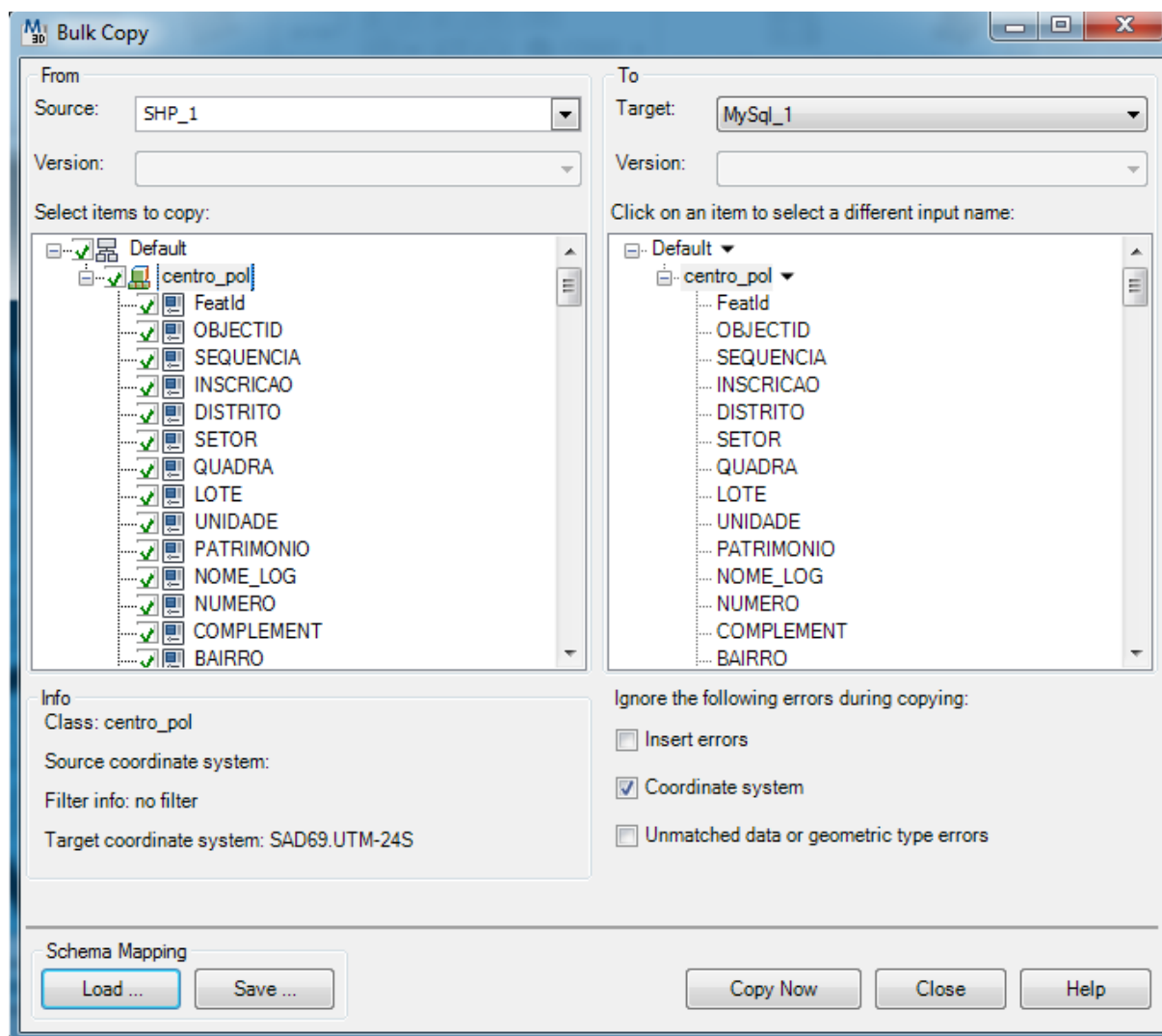


Figura 33: Exportação entre bancos de dados conectados.

O arquivo em formato *shape* foi exportado para o banco de dados *MySQL* diretamente do *AutoCad Map* em dois arquivos, um denominado *centro_db*, contendo as informações alfanuméricas, e outro denominado *centro_geom*, contendo a geometria dos polígonos.

Dessa forma, foi possível realizar a inserção dos dados alfanuméricos da prefeitura dentro da modelagem do LADM advindos do banco *centro_db*, e criar a classe *LA_FaceString*, que representa a classe onde são armazenados os dados topológicos da parcelas, realizando também suas conexões com as demais tabelas do modelo.

A possibilidade de exportação do arquivo vetorial para BD através do *AutoCad Map* é uma das principais vantagens da utilização deste software, pois a maioria das atualizações da

cartografia cadastral nos municípios acontece utilizando algum programa CAD, pela facilidade de vetorização das feições e a integração do mesmas, além da possibilidade de correções topológicas.

A figura 34 apresenta a tela de exportação do arquivo Centro.shp no aplicativo *AutoCad Map* para o banco de dados *MySQL*.

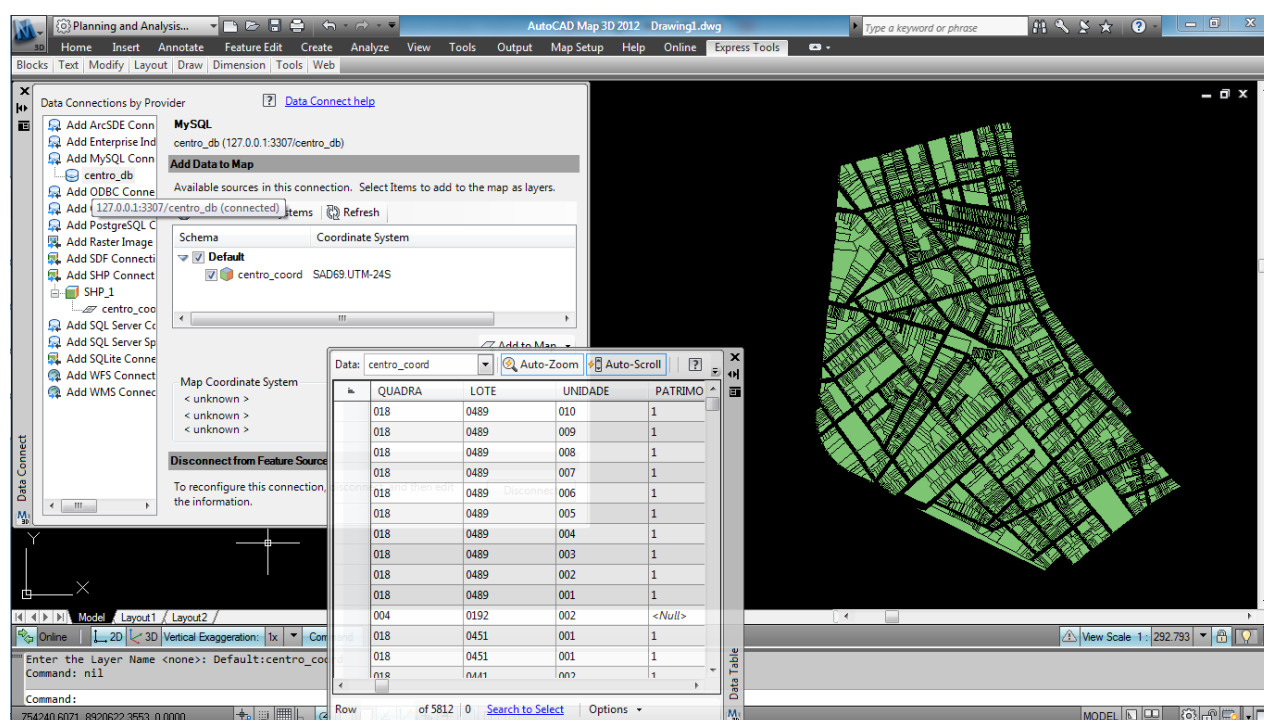


Figura 34: Conexão entre os bancos de dados no AutoCad Map.

Com a integração do banco de dados em *AutoCad Map*, que também é um sistema de informações geográficas, é possível atualizar os dados literais na base cartográfica e lançar os mesmos diretamente no servidor onde está contido o banco de dados do LADM.

A exportação do arquivo vetorial para o banco utilizando o *AutoCad Map* faz com que a geometria seja lida apenas com essa conexão. Isso acontece porque no momento da exportação, o AutoCad codifica a geometria de forma que só o próprio sistema consiga ler, isso impossibilita utilização do banco de dados com a geometria dentro de outros sistemas de SIG, o que é uma desvantagem tendo em vista a possibilidade de compartilhamento de informações. Porém, como o objetivo principal da pesquisa é a análise da aplicabilidade do modelo, a vantagem da vetorização se sobressai. A figura 35 apresenta o banco de dados *centro_geom* com o campo de geometria populado.

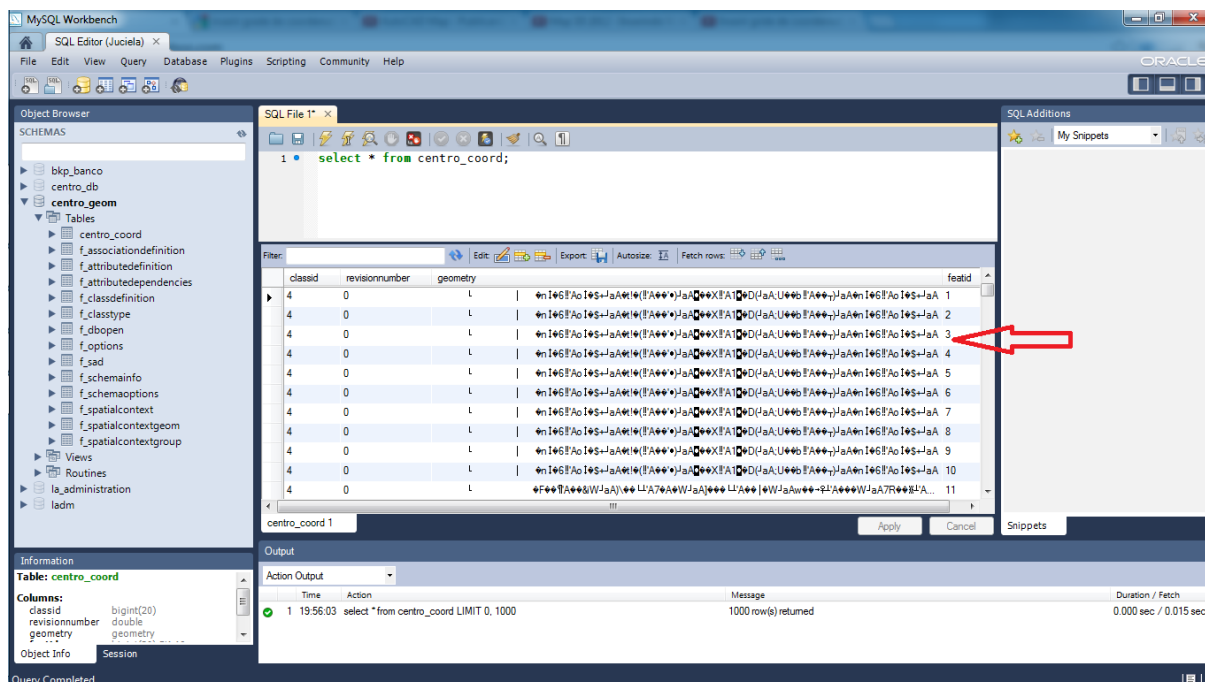


Figura 35: Banco de Dados MySQL com a tabela de Geometria Populada.

Com os bancos de dados estabelecidos, foram analisadas as classes existentes em cada um deles, fazendo a verificação dos campos compatíveis em ambos para que apenas os dados pertinentes à modelagem do LADM fossem inseridos de um banco de dados para o outro.

Após a exportação, é possível realizar a verificação quantitativa dos dados, ou seja, é possível verificar se algum dado foi perdido no momento da exportação confrontando a quantidade de linhas e colunas existentes no banco de dados do arquivo shaipfile e do arquivo exportado para o MySQL.

3.6.2 – Inserção de atributos através de comando SQL.

Foi possível identificar as características relacionais existentes entre os bancos de dados LADM e centro_db para as tabelas modeladas onde existiam informações pertinentes às mesmas. O quadro 03 mostra um dos relacionamentos realizados entre a tabela de endereço do banco LADM e os dados correspondentes aos mesmos atributos no banco centro_db.

Quadro 03: Exemplo de relacionamento entre as tabelas analisadas.

LADM	CENTRO_DB
Tabela Extraddress	Tabela centro_db
Atributos	Atributos
cod_extAddress_pk	---
streetName	lograd_pr1
buildindNumber	numero
buildingName	tipologia
PostalCode	cep
City	cidade_pro
Country	Brasil para todos
State	uf_prop_fa
AddressCoordinate	centroid

Depois de realizadas as análises dos relacionamentos dos atributos, foram feitas inserções dos dados em massa de uma tabela para outra, de forma a povoar as tabelas do LADM. A inserção dos dados de uma tabela para outra foi realizada utilizando a linguagem SQL, uma linguagem universal de acesso e consultas de dados em uma ferramenta de banco de dados. Um exemplo de SQL utilizada para alimentar a tabela LA_FaceString com os dados referentes a representação espacial da parcela foi:

*“ insert into ladm.LA_FaceString select * from centro_geom.centro_coord; ”*

Todos as entradas de dados foram realizados para as tabelas onde o estudo de relacionamento foi feito anteriormente. As tabelas relacionais em que não existiam dados não foram preenchidas, possuindo estas o valor nulo (*NULL*) no banco de dados.

3.6.3 – Inserção manual de atributos

Algumas tabelas do LADM não puderam ser preenchidas através de comandos SQL, pois os dados alfanuméricos não existiam no banco de dados cedido para estudo desta pesquisa.

Por este motivo, o aplicativo auxiliou no preenchimento manual dos dados de algumas estruturas. O acesso ao restante das informações foi dado priorizando às áreas em que haviam requisitos para as tabelas que faltavam, sendo realizadas, no banco de dados de informações tributárias do Município de Arapiraca, pesquisas em SQL específicas para as áreas analisadas.

A equipe do Grupo de Tecnologias da Informação do Município, GTinfo, realizou as consultas e cedeu os dados em forma de planilha, que foram inseridos manualmente dentro do aplicativo.

Também foi acessada a Base Cartográfica digital da área analisada, com dados referentes ao Cadastro Imobiliário, contendo todas as parcelas representadas. Assim, foi possível realizar a análise de dados mais específicos, como por exemplo, as estruturas de rede. A figura 36 apresenta o exemplo de inserção manual dos dados da estrutura de redes da parcela.



Figura 36: Inserção de dados no aplicativo.

3.7 – DEFINIÇÕES DO PROCESSO DE ANÁLISE.

O objetivo da validação do modelo é determinar se a aplicabilidade do LADM contempla todas as características para adequação ao cadastro urbano brasileiro. Para determinar se um modelo é válido, é necessário avaliar a capacidade do mesmo em cumprir o objetivo de projeto de simulação para o qual está sendo utilizado (Robinson, 1994).

Assim, o processo de análise se deu em duas etapas:

1 - Adequação do modelo LADM ao Cadastro Territorial Urbano Brasileiro, analisando a compatibilidade das informações reais do cadastro do município de Arapiraca e as tabelas modeladas.

2 – Avaliação da modelagem quanto a garantia do sigilo dos dados e adequação às leis nacionais, priorizando a Portaria 511 do Ministério das Cidades.

A relevância do processo de análise se dará principalmente verificando as disposições de cada capítulo da Portaria 511, ressaltando os aspectos positivos e negativos da adequação do modelo à realidade, com a possibilidade de implantação em municípios que não possuem dados cadastrais.

Assim, a adequação do modelo à realidade brasileira se dará se o mesmo apresentar compatibilidade de informações de um cadastro real nacional aos atributos do LADM atendendo as sugestões da Portaria 511.

4 – ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o banco de dados da modelagem LADM alimentado através dos dados fornecidos pela Prefeitura de Arapiraca, foi analisada a compatibilidade de dados e conceitos com a ISO 19152 (ISO, 2012) para cada pacote modelado.

Alguns dados foram inseridos manualmente no banco de dados utilizando o aplicativo modelado, devido à ausência de todas as informações necessárias para avaliar as classes do LADM modeladas no banco de dados fornecido pela prefeitura de Arapiraca, tanto com a finalidade de proceder à sua validação como pelo motivo de alguns dados estarem representados apenas na base cartográfica do município.

Dessa forma, os resultados iniciais da pesquisa serão apresentados distribuídos nos três pacotes principais do LADM:

- Pacote *LA_Party*;
- Pacote *LA_RRR*;
- Pacote *LA_SpatialUnit*.

4.1 – PACOTE *LA_PARTY*.

Entende-se que este pacote possui como dados principais de entrada:

- Nome da pessoa a quem pertence a terra.
- O tipo, neste caso trata-se de pessoa física ou jurídica.
- No caso de propriedade conjunta, o nome e o tipo do grupo de pessoas;

Para este pacote, todos os dados foram inseridos diretamente no banco de dados através de comando SQL. Os mesmos podem ser visualizados diretamente na base de dados, no aplicativo desenvolvido ou com a importação do banco para o AutoCad MAP. Dessa forma é possível realizar as análises e consultar dados de interesse dentro do modelo.

Uma observação pertinente, é que dentro do pacote *LA_Party* não existe espaço para um dado específico sobre a pessoa a quem pertença a parcela. Assim, a pessoa fica identificada apenas pela chave primária gerada no banco de dados que servirá como identificador da parte envolvida. Dessa forma, sugere-se que seja inserido um atributo que contenha o CPF ou CNPJ na identificação da pessoa neste pacote.

Um exemplo de consulta SQL diretamente no banco pode ser dado através do seguinte script:

select name from la_party where name like ('antonio%');

Esse comando possibilita o retorno de todos os dados de nome da tabela *party* que iniciam com a palavra “Antônio”, como mostra a figura 37.

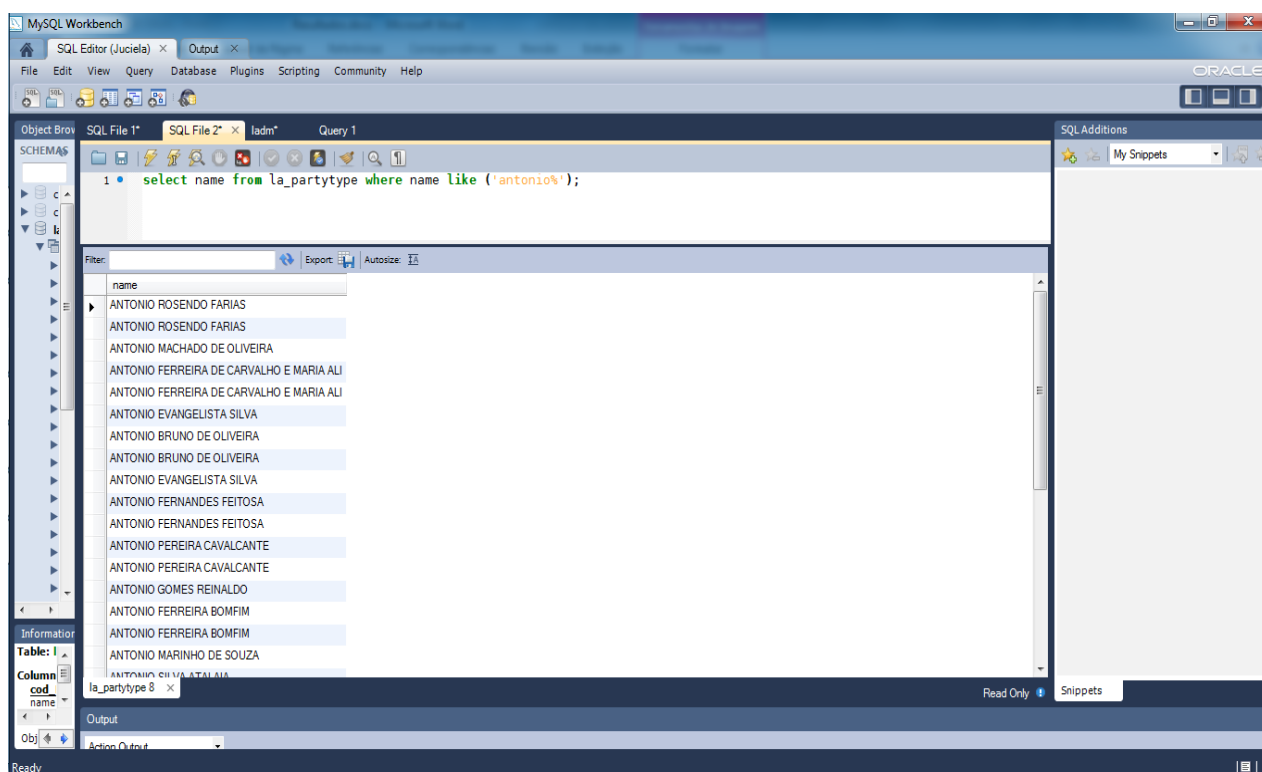


Figura 37:Exemplo de consulta no banco de dados MySQL.

O exemplo apresenta apenas a consulta para uma tabela do pacote, porém a mesma análise pode ser realizada para as demais tabelas do banco de dados. Na análise para o pacote pessoa, os resultados apresentam total compatibilidade na importação do banco de dados cadastral da área analisada para o LADM. Todos os dados exigidos para as tabelas principais do modelo foram populadas, pois todas as informações pertinentes faziam parte do banco de dados da prefeitura.

Levando em consideração a Portaria 511 do Ministério das Cidades, esse pacote contempla um aspecto do conteúdo mínimo exigido para que o cadastro torne-se multifinalitário, contemplado no Capítulo V, art. 20 no que diz o inciso:

§ 1º Considera-se como conteúdo mínimo do CTM a caracterização geométrica da parcela, seu uso, identificador único, localização e **proprietário, detentor do domínio útil ou possuidor**;

Como o LADM possibilita a entrada da pessoa a que se relaciona a terra, o mesmo admite dados de proprietário, detentor do domínio útil ou possuidor, tendo relevância em todos os aspectos. Esta relação foi encontrada no banco analisado e adequou-se integralmente ao Modelo de Domínio do conhecimento da Administração Territorial.

Um exemplo da aplicação do LADM em termos práticos para este pacote pode ser apresentado observando estudos de caso na área analisada, que compõem casos reais para o cadastro, em especial para a área analisada. A figura 38 apresenta um recorte de uma área analisada que possui a situação em que um grupo de pessoas possui um direito de propriedade sobre a mesma parcela.

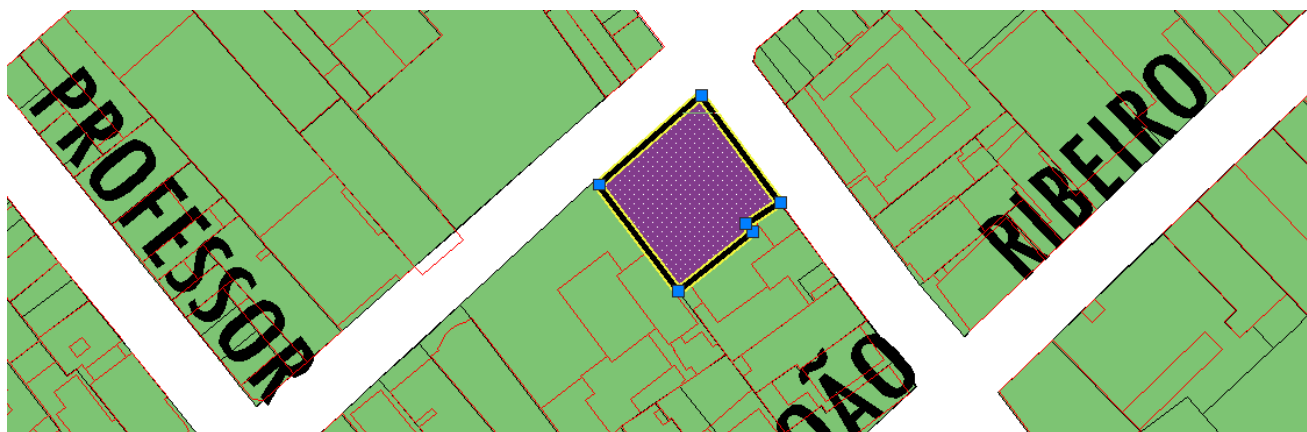


Figura 38: Recorte da área de uma parcela na área de estudo.

Neste caso, cada pessoa que possui um direito é membro de um grupo. Este direito foi adquirido a partir de um formal de partilha, onde cada membro possui direito igual sobre a parcela, assim, trata-se de uma propriedade conjunta. O diagrama de classes se comporta como mostra a figura 39.

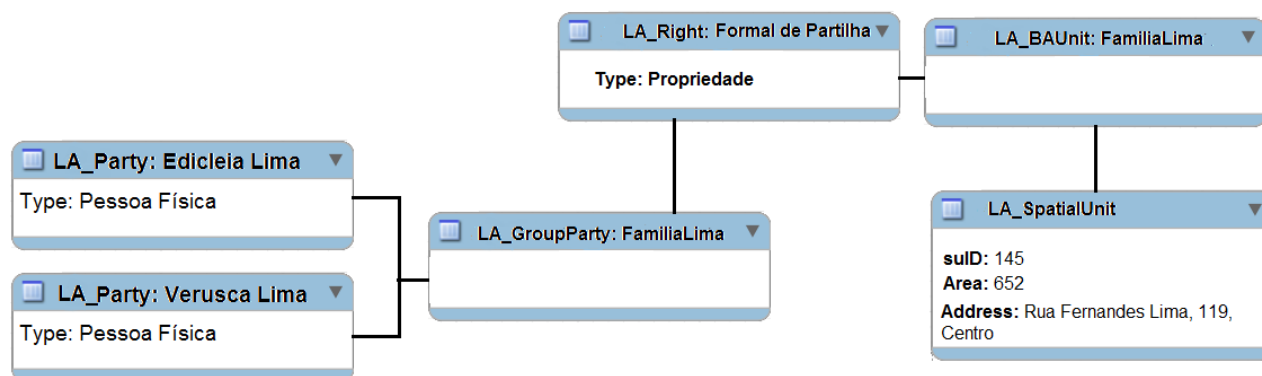


Figura 39: Diagrama de classes representando um grupo de pessoas com o mesmo direito sobre a parcela.

4.2 – PACOTE DIREITOS, RESTRIÇÕES E RESPONSABILIDADES

Os dados existentes nas tabelas que representam os direitos sobre a propriedade são distribuídos de forma clara, contemplando a flexibilidade das variedades de restrições e responsabilidades sobre a propriedade existente em cada país.

À modelagem podem ser acrescidos os tipos de direitos, restrições e responsabilidades atribuídos e existentes em cada parcela cadastral de acordo com a legislação Nacional, Estadual ou Municipal. Dessa forma entenderam-se como atributos desse pacote os seguintes dados:

- Tipo de direito, como por exemplo, a posse ou a propriedade;
- Tipo de restrição, como áreas de servidão ou preservação;
- Tipo de responsabilidade, como a de manter um monumento ou patrimônio público.

Existe ainda uma tabela de hipoteca que representa um tipo de direito de propriedade. Esta tabela contempla atributos de montante, taxa de juros, tempo e ranking, no caso de imóveis com mais de uma hipoteca.

No caso do banco de dados analisado, essas informações de hipoteca são muito comuns para os imóveis financiados, apesar de nos dados cadastrais dos imóveis não possuírem informações temporais, nem de taxas de juros cobradas sobre a hipoteca. Não existem também dados de outros tipos de hipoteca, normalmente esse tipo de negociação é feita diretamente entre a instituição financeira e o proprietário, passando a averbação apenas

pelo registro, não sendo o cadastro do município informado de qualquer transação nesse sentido. Isso acontece, porque na maior parte do país não existem termos de cooperação entre cadastro e registro, tornando essas informações de exclusividade dos cartórios e financeiras.

No cadastro da prefeitura de Arapiraca, os imóveis sob sistema de financiamento de compra através de instituições financeiras ficam em nome do possuidor com a restrição de direito não formal, ou seja, um direito informal através de contrato. Assim também são cadastrados dentro do banco de dados todos os imóveis, financiados ou não, com direito informal. O que torna impossível a identificação para aplicação no modelo LADM de imóveis com hipoteca existente no banco de dados da área analisada.

Para validar esse pacote levando em consideração a hipoteca, foram recolhidos processos abertos para a inclusão de parcelas no banco de dados que possuíam dados de hipoteca verificados nos registros, contendo todos os dados necessários para a validação desta classe. Assim, o LADM possui uma funcionalidade que o banco de dados da prefeitura não contempla, havendo a impossibilidade da entrada de dados através de comando SQL de um banco de dados para o outro. O dado foi alimentado manualmente, através das buscas dos arquivos analógicos existentes na prefeitura utilizando o aplicativo.

Dos exemplos recolhidos, um deles trata de uma hipoteca sobre a propriedade, com a instituição financeira incluída como parte (LA_Party). O diagrama de classes apresentado na figura 40 apresenta o esquema do comportamento de uma parcela com esta característica.

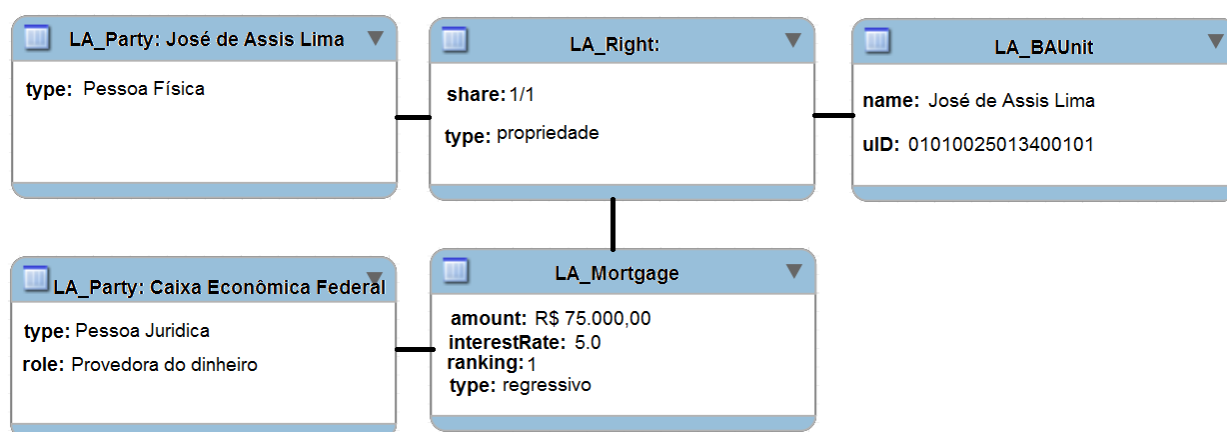


Figura 40: Comportamento dos diagramas de classes que incluem a instituição financeira com parcelas possuindo hipoteca.

Os demais tipos de direitos, restrições e responsabilidades são bem estabelecidos no município, podendo ser criada uma tabela complementar com os tipos existentes no cadastro a serem selecionados, ao invés de inseridos.

Apenas um tipo de responsabilidade foi encontrado fisicamente na área de estudo, um imóvel tombado, a Igreja de São Sebastião, datada de 1905. A figura 41 representa a análise espacial realizada para localizar o imóvel sujeito ao pacote de responsabilidade.



Figura 41:Exemplo de consulta no AutoCAD MAP.

Sua representação espacial foi realizada utilizando o software AutoCad Map e o comportamento das classes de atributos para o exemplo de responsabilidade mostrado na figura 15 pode ser observado na figura 42.

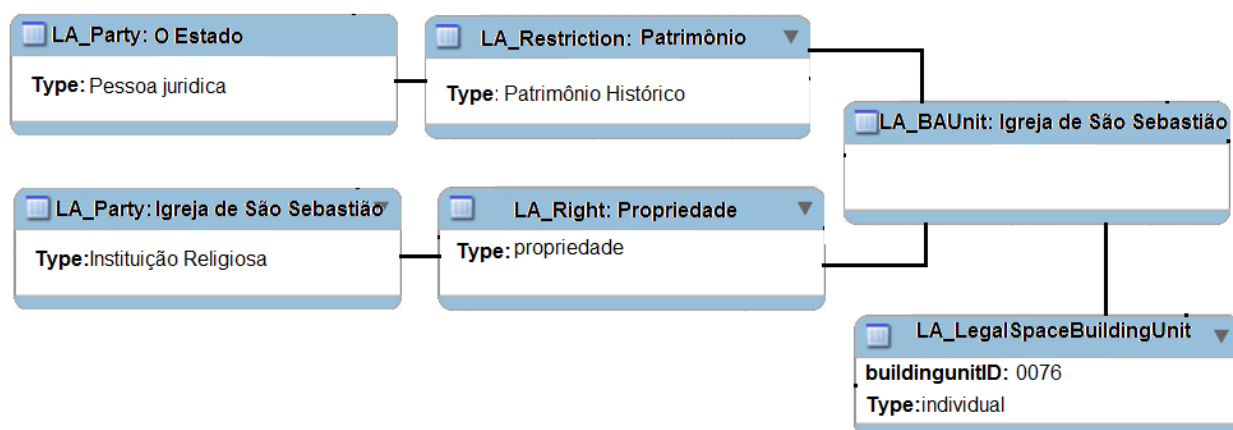


Figura 42: Exemplo do comportamento de restrição de um patrimônio histórico na área de estudo.

As restrições ao imóvel são normalmente relacionadas ao tipo de uso do imóvel, como por exemplo, tipo reserva legal ou faixa de domínio de alta tensão. Outro exemplo de restrição legal existente na área analisada é a impossibilidade de desmembramento de lotes na área que corresponde ao centro da cidade, esta restrição é dada por lei municipal e estende-se a toda a área tomada para análise.

Algumas dificuldades foram encontradas na importação dos dados de restrições e responsabilidades pertinentes à propriedade por não existir uma padronização desses dados no município. O motivo pode ser por não haver áreas de grandes intervenções nesse sentido, porém a possibilidade de migração dos dados de um banco para outro foi executada, mesmo sem a padronização de alguns dados, o que prejudica as consultas futuras, porém sem maiores prejuízos quanto à disponibilidade de informação.

4.3 – PACOTE DE UNIDADE ESPACIAL.

O pacote de Unidade Espacial está relacionada as informações e representações espaciais da unidade espacial. O banco de dados analisado trabalhou apenas com representação em duas dimensões, porém a modelagem foi realizada para possibilitar a integração das estruturas em 3D.

Para esses dados básicos, as tabelas foram importadas automaticamente através do script SQL *insert*. A consulta ao banco de dados foi realizada utilizando a seguinte linha de comando:

*select * from la_spatialunitset;*

4.3.1 – Tabela de Documentos Administrativos da Parcela.

Nesta tabela estão localizados os dados dos documentos da parcela. Nela contém informações como preço, conteúdo do documento e tipo do documento.

O preço a que se relaciona esta tabela refere-se ao preço de compra, que é diferente do valor avaliado. Este preço no caso do município é de acordo com a negociação feita entre o proprietário e o promitente. Neste sentido, o município não possui informações quanto ao preço real da transação de compra e venda e sim o valor da avaliação apenas.

O conteúdo trata-se da descrição literal do imóvel, tal qual a escritura, e o tipo de documento seria a certidão de registro ou contrato de usufruto, por exemplo. Tais dados são existentes no banco de dados analisado e foram inseridos diretamente. Os dados de preço foram inseridos como “Não informado”.

4.3.2 – Tabela de fontes de documentos.

Esta tabela contém dados da pessoa que validou o levantamento em campo, a assinatura digital da mesma, a data do levantamento de campo e a data da aceitação e inserção dos dados dentro do sistema.

Esses dados são normalmente necessários quando existe um setor de consistência de dados, que avalia a qualidade da informação e se ela atende aos padrões antes da inserção na base de dados.

Para o município analisado este setor não existe. Nos primeiros levantamentos, os dados eram validados por uma equipe antes da inserção das informações, mas de forma bem analógica, seguindo poucos critérios de avaliação. Com o tempo, a experiência da equipe que realiza o trabalho de levantamentos supriu as necessidades de validação dos mesmos, e como a prefeitura não importa dados de outros tipos de profissionais, esta atividade deixou de existir.

Contudo, ainda existem registros antigos dessa etapa de atividades no município, em meio analógico, e que necessitam ser inseridos manualmente no banco de dados.

4.3.3 – Tabela de documentação de levantamentos de campo

Esta tabela compõe os registros dos levantamentos de campo. Nela estão contidos os dados referentes às medidas de campo, qualidade e precisão dos levantamentos, data da pesquisa e o tipo, no caso de croquis ou ortofotos.

Dessa forma, esta tabela compreende o que diz a Portaria 511 do MC, Capítulo II, artigo 7º:

Art. 7º O CTM é constituído de:

I - Arquivo de documentos originais de levantamento cadastral de campo;

II - Arquivo dos dados literais (alfanuméricos) referentes às parcelas cadastrais;

Quanto à precisão dos levantamentos, o LADM admite qualquer precisão, desde que a mesma seja legalmente aceita no país que o adotar, dessa forma esta tabela também contempla o que diz o artigo 13.

Art. 13 Os vértices que definem os limites de cada parcela devem constituir uma figura geométrica fechada.

§ 1º Os limites legais das parcelas devem ser obtidos, com precisão adequada, por meio de levantamentos topográficos e geodésicos.

§ 2º Os limites físicos das parcelas podem ser obtidos por métodos topográficos, geodésicos, fotogramétricos e outros que proporcionem precisões compatíveis.

O município de Arapiraca não só possui esses dados como também os dados da pessoa que realizou a pesquisa, a hora de início e fim do levantamento e todos os dados digitais. Os antigos boletins foram substituídos por croquis digitais levantados com PDA's.

Isso torna o registro dos levantamentos de campo mais que apenas dados alfanuméricos, sendo estes também geométricos do levantamento das parcelas. A migração dos dados para essa tabela foi realizada através de comando SQL.

4.3.4 – Tabela de Fonte do Ponto de Coordenadas.

Esta tabela apresenta-se de forma padrão para todos os levantamentos das parcelas cadastrais. Ela é de fundamental importância no compartilhamento de informações para o país, já que possuímos documentos cartográficos em diversos sistemas de referência.

Nesta tabela estão contidas informações quanto ao número de dimensões da parcela, a coordenada do ponto de origem do levantamento, o tipo de marco, a normativa a que se refere o tipo de levantamento, e as transformações entre sistemas de referência, caso haja.

Assim, os atributos que compõem esta tabela, terão que estar relacionadas ao SGB e as normas do IBG, atendendo assim ao artigo 10 do Capítulo III da Portaria 511 que cita:

Art. 10 O levantamento cadastral para a identificação geométrica das parcelas territoriais deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB.

4.3.5 – Tabelas de dados das construções.

As tabelas de construção possuem os atributos de dimensão, número de pavimentos, número de unidades e tipo, no caso de construções unifamiliares.

Essas tabelas são complementares, pois as parcelas não necessariamente possuem construções, porém as construções são tratadas como parcelas no LADM, já que podem possuir regimes jurídicos diferentes.

O LADM possibilita a entrada de construções complementares ou reservas, compreendendo as pequenas construções de apoio existentes no lote.

O município de Arapiraca trata de forma semelhante às construções com regime jurídico diferente. A grande maioria é independente, mesmo que se encontrando encravadas no lote. Neste contexto, são incluídas novas parcelas dentro do sistema ligadas à unidade espacial principal, que neste caso é a terra.

Pela semelhança, os bancos de dados foram compatibilizados e as informações inseridas sem a necessidade de qualquer ajuste entre os mesmos. Apesar de a Portaria 511 levar o conceito de parcela cadastral como a terra e não a construção fica em aberto o conceito de objeto da parcela, se tratando da construção, tendo em vista que existe a necessidade real de individualização da construção em muitos casos.

Um exemplo que pode ser utilizado para a representação de construções como objetos da parcela são os condomínios e galerias, onde as partes possuem direitos individuais e comuns sob a mesma parcela. A figura 43 apresenta a representação do diagrama de classes de uma galeria, onde uma pessoa possui um direito individual sob um apartamento, um direito comum sobre a construção da portaria e uma fração da terra com direito compartilhado.

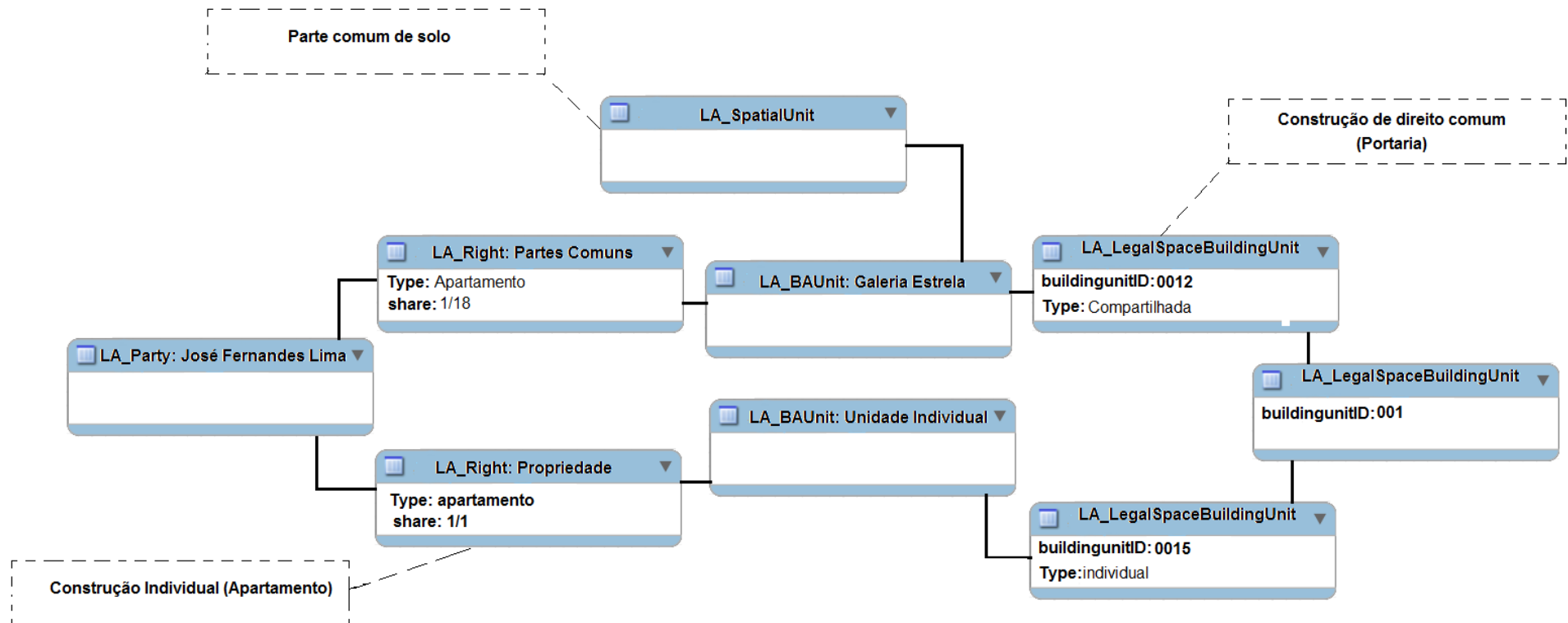


Figura 43: Exemplo do comportamento de construção no LADM.

A estrutura apresentada mostra a possibilidade de construção compartilhada, onde se for levado em consideração a porção de terra onde se encontram as construções da galeria como parcelas, cada unidade individual (apartamentos) são tratados como objetos desta parcela ou subparcelas. A figura 44 apresenta a representação espacial deste caso analisado na área de estudo.



Figura 44: Representação espacial da construção apresentada na figura 39.

A compatibilidade com o LADM deu-se, pois os conceitos de parcela foram criados para o modelo sob orientação do INSPIRE, que trata a parcela cadastral como a construção.

4.3.6 – Tabelas de estruturas de Rede.

Estas tabelas possibilitam dados referentes às estruturas de rede existentes nas parcelas, modelando um tipo de característica existente nas parcelas que normalmente não são cadastradas. Os principais atributos desta estrutura são:

- O tipo da rede, por exemplo, se é elétrica, gás entre outras;
- O tipo de serviço que a rede oferece;
- Se a rede encontra-se acima ou abaixo da superfície;

No município analisado, as estruturas de rede não estão contidas no banco de dados cadastral. Essas estruturas existem mais normalmente as informações estão contidas na gerência da secretaria responsável pela estrutura, ou seja, os dados referentes à estrutura de rede de iluminação estão contidos na Secretaria Municipal de Iluminação, os dados das galerias de drenagem estão contidos na Secretaria Municipal de Obras e assim sucessivamente.

Foi observado que a Base Cartográfica do município possui alguns dados de estruturas de rede, representativas apenas, e atualmente existe um trabalho sendo executado para localizar todos os tipos de estruturas de rede que se encontram abaixo da superfície.

Esta demanda é muito importante, pois as redes deste tipo são difíceis de identificar depois da implantação. Como cada secretaria é a responsável pela manutenção e implantação das suas estruturas, os projetos são realizados como se abaixo da superfície não existissem outras estruturas. Recentemente, com a obra de Esgotamento Sanitário, foram encontradas galerias de drenagem e tubulações de abastecimento de água nos lugares onde no projeto deveriam ser passadas as redes de esgotamento, o que motivou o levantamento dessas estruturas.

Para avaliar a aplicação desta parte da modelagem, foi selecionada uma amostragem da estrutura de rede de iluminação pública do município. O banco de dados possui representação espacial contida no Geoprocessamento da cidade, onde estão georreferenciados os postos da rede de iluminação atendida pelo município. A figura 45 apresenta a representação espacial da estrutura da rede elétrica da cidade.



Figura 45: Representação da estrutura da rede elétrica na área de estudo.

O banco de dados da Secretaria Municipal de Iluminação foi cedido e importado para o banco de dados do LADM objetivando validar este pacote, o que ocorreu de forma satisfatória. O banco de dados possui dados de tipo de luminária, número do poste, tipo de braço etc. Para o LADM foi necessário apenas a utilização dos dados de nível, dimensão e tipo. A figura 46

apresenta o diagrama de classes que representa a estrutura de rede no modelo LADM, sendo que os pontos em vermelho correspondem aos postes.

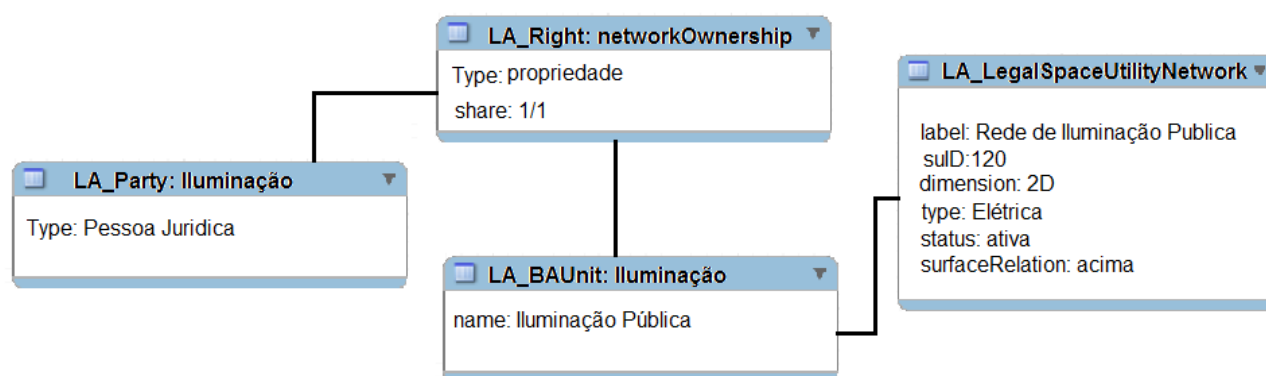


Figura 46: Diagrama de classes populadas da estrutura da rede elétrica na área de estudo.

Os primeiros resultados apresentados mostram a aplicabilidade desta estrutura ao município, não sendo necessárias maiores informações referentes às redes de responsabilidade de cada secretaria, além das existentes nos projetos de execução. Com isso, além de disseminar as informações de cada estrutura ainda cria-se um registro da rede, garantindo sua localização em qualquer época.

4.3.7 – Tabela de Geometria.

A tabela de geometria compõe as estruturas em 2D e 3D. Para o presente trabalho foi utilizada apenas a estrutura em 2D, tendo em vista que na área analisada e no Brasil em um contexto geral, ainda não se encontram casos de cadastros em três dimensões.

A estrutura da tabela de geometria é simples, e comporta a representação cartográfica da parcela, possuindo os seguintes atributos:

- Geometria;
- Precisão;
- Método de levantamento e
- Localização descritiva do imóvel (do tipo texto).

O atributo de geometria é o mais importante na estrutura desta tabela, pois o mesmo é responsável pela visualização da parcela em ambiente gráfico, capaz de representá-la.

Para o presente trabalho fez-se uso do AutoCad Map como aplicativo de conexão com o banco de dados que possui o atributo de representação espacial.

Como a geometria foi exportada do mesmo aplicativo para o banco de dados, a estrutura não sofreu nenhuma perda geométrica de representação. Com isso, outras parcelas podem ser agregadas ao banco de dados no caso de novos parcelamentos na área.

Os demais atributos de precisão e método de levantamento não constam no banco de dados cadastral do município, porém, sabe-se que as parcelas foram levantadas inicialmente através de processo fotogramétrico e que posteriormente foi realizado um recadastramento, onde se tomou como base os dados já existentes e foram realizados novos levantamentos, desta vez com o método topográfico convencional.

Para o preenchimento desses atributos em que os dados são comuns para todas as informações existentes, foi dado um comando de SQL de *insert* para inserir a mesma informação para todas as parcelas.

A localização descritiva do imóvel não existe no banco de dados, tendo em vista que sua representação espacial satisfaz as necessidades do município. Por não existir dados diretamente no banco de dados e por ser condicionada a escritura a descrição textual da parcela este atributo não foi inserido no banco de dados do modelo.

4.4 – ANÁLISES DOS REQUISITOS GERAIS DO LADM E PORTARIA 511 DO M.C.

Analisando os demais resultados em comparação com a Portaria 511 do MC, verificou-se a compatibilidade dos pacotes LADM para o cadastro urbano em diversos aspectos, incluindo o aspecto legal, em que a modelagem adapta-se perfeitamente às restrições legais de disponibilização de informações. Além dos tópicos já mencionados, de acordo com as análises realizadas, pode-se estabelecer a compatibilidade do modelo com a Portaria 511 nos seguintes tópicos.

- O LADM contempla o conceito de parcela cadastral como elemento fundamental do cadastro, adequando-se e atendendo ao conceito do art. 2º.

Art. 2º *A parcela cadastral é a menor unidade do cadastro definido como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único.*

§ 1º É considerada parcela cadastral toda e qualquer porção da superfície no município a ser cadastrada.

- A relação entre cadastro e registro ainda não é bem estabelecida no Brasil. Para a área analisada o compartilhamento de informações ainda não existe, porém, o LADM admite a integração entre os mesmos, atendendo ao art. 4º da portaria.

Art. 4º *Os dados do CTM, quando correlacionados às informações constantes no Registro de Imóveis (RI) constituem o Sistema de Cadastro e Registro Territorial – SICART.*

- Com a possibilidade de compartilhamento de informações, o modelo atende ao art. 18.

Art. 18 *Os municípios e os órgãos municipais, estaduais e federais poderão ter acesso aos dados cadastrais, no âmbito da sua competência, respeitando-se os dispositivos legais.*

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Nos últimos anos, países do mundo inteiro tem se dedicado ao compartilhamento de informações territoriais entre instituições públicas e privadas. Para que haja a possibilidade de integração entre essas instituições, foram desenvolvidas as infraestruturas de dados espaciais, considerados como sistemas de informações fundamentais para o aperfeiçoamento da gestão territorial.

A diversidade de informações territoriais existentes faz com que cada país possa incorporar e compartilhar dados de forma simples e usual, respeitando as legislações, garantindo a segurança e a confiabilidade dos dados.

A disponibilidade de tecnologias que auxiliam no compartilhamento de informações está cada vez mais acessível e com menos custos para a implantação de padrões em grandes áreas ou até mesmo áreas com pouca disponibilidade financeira, como é o caso dos municípios de pequeno porte existentes no Brasil.

A possibilidade de compartilhar informações já existe no Brasil desde a criação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE) (CONCAR, 2010), no entanto, ainda em fase de aplicação, a INDE não contempla dados em escalas cadastrais, o que deixa a ansiedade pelo conhecimento de informações territoriais sobre os municípios.

O domínio da administração territorial é um desafio para um país com dimensões continentais como o Brasil e que possui tantas diversidades culturais que trazem para o cadastro brasileiro particularidades que variam por região ou até mesmo por municípios. A ISO 19.152 – LADM propõe uma modelagem para os cadastros e registros territoriais, de forma a facilitar o compartilhamento e a compreensão de cada sistema e o relacionamento entre suas partes. Observando casos internacionais, ressurge a esperança de que em um futuro próximo, o Brasil conheça de uma maneira efetiva e acessível as parcelas que formam a nação.

Através desta pesquisa, foi analisada a possibilidade de aplicação da modelagem do LADM nos municípios brasileiros, observando a adequação das orientações da Portaria 511. A partir da análise dos resultados, pode-se concluir:

1 - A adoção de LADM para o Brasil é tecnicamente possível. O modelo de dados comporta todos os aspectos para compartilhamento de informações, incluindo geometria e topologia das parcelas que podem ser incorporados ao pacote de imóveis do LADM. A transformação de dados físicos em dados em formato digital para os municípios que possuem dados cadastrais e não

possuem sistemas para alimentação pode ser um aspecto importante na adoção do modelo, tendo em vista que todas as informações podem ser inseridas de forma simples e usual.

2 - Além dos requisitos básicos, o LADM possibilita a melhoria da prática da administração territorial dos municípios, trazendo benefícios como a proteção ao meio ambiente, o reconhecimento do direito concessionário, acesso à terra, desenvolvimento de infraestrutura e gestão de desastres. A aplicação do LADM não é meramente uma questão técnica, trata-se de disponibilização de informações para todas as instituições que necessitem das mesmas para planejar suas políticas, não só no meio público como nas instituições privadas e cooperativas.

3 - Implementação da política adequada de tecnologias da informação para a aplicação do LADM podem reduzir os custos de manutenção dos dados. A separação de dados entre cadastro e registro pode ser evitada utilizando o modelo. Os dados necessários para a administração territorial podem ser geridos pelo município e pelo cartório de registro de imóveis, podendo ser obtidas e atualizadas usando serviços via internet. Assim seriam evitadas duplicações e a atualização dos dados seria constante.

4 – A construção de um padrão internacional traz consigo uma generalização de informações a fim de atender as necessidades de cada país. O LADM possibilita a integração de uma generalização das informações cadastrais dos municípios, sem haver prejuízos à legislação brasileira, principalmente se tratando da Portaria 511 do Ministério das Cidades, que é atualmente a norma que mais esclarece critérios quanto às características literais e cartográficas para o cadastro urbano brasileiro. Assim, o LADM mostrou-se adequado às legislações e normas brasileiras, sem que haja qualquer prejuízo na integração dos dados por parte do município.

5 – Com a possibilidade de compartilhamento de informações, a disponibilização de dados através do modelo, é uma etapa importante que pode ser inserida na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais do Brasil (INDE) tendo em vista a incorporação de metadados em escalas cadastrais.

6 – A aplicação do LADM foi realizada através da modelagem do banco de dados do padrão sugerido pela ISO 19152 (ISO, 2012). O estudo de caso realizado com dados do cadastro de município de Arapiraca-AL, que foi implementado de acordo com conceitos propostos pelas

diretrizes do Ministério das Cidades, demonstrou a viabilidade da modelagem do LADM para condições similares, uma vez que as diretrizes propõem a adoção dos conceitos utilizados pela ISO.

7 – A adoção de um modelo internacional, como sugerido através da ISO 19152, (ISO, 2012), requer uma série de cuidados quanto a sua aplicabilidade, principalmente neste caso, no qual nenhum país da América Latina fez parte das discussões da norma, para exemplificar casos reais existentes em seus países. A situação legal do território brasileiro é muito complexa, e as diversas situações possíveis precisam ser muito bem compreendidas, para que o sistema modelado esteja de acordo com a realidade.

8 – Um sistema de administração territorial, do qual trata o LADM, envolve o cadastro e o registro territorial. Esta pesquisa cuidou da modelagem do cadastro e das informações legais nele contidas. Numa situação ideal, o cadastro e o registro de imóveis devem possuir um intercâmbio sistemático de informações, para que haja a garantia de que estas informações legais são fidedignas e atualizadas.

9 – A definição de Parcela, proposta no Brasil pela Portaria 511 como elemento fundamental do cadastro, também foi concretizada no LADM, porém seus conceitos nos diversos países são distintos e a modelagem pode variar de acordo com esses conceitos. Observou-se que, para os países que fizeram parte da construção do LADM, a adoção da parcela como conceito único mostrou-se adequada, pois as situações reais que traduzem o comportamento da parcela cadastral dentro do LADM são semelhante em cada país, independente de sua representação.

10 – O LADM traz o conceito de hipoteca ligado ao direito de propriedade da parcela. Nesse contexto, dados como valor da hipoteca e taxa de juros são incorporadas aos dados da parcela. No banco de dados utilizado como estudo de caso essas informações não fazem parte dos dados cadastrais. A hipoteca, normalmente, é um relacionamento entre agência financiadora e registro, não havendo um fluxo de informações que chegue até o cadastro como, por exemplo, uma transação de compra e venda. Sugere-se analisar até que ponto esse atributo é importante para a composição dos dados cadastrais e como ele afeta a relação entre indivíduo e terra, que é o principal aspecto do LADM.

Durante a realização da pesquisa, foram identificadas algumas questões que merecem um estudo mais aprofundado. Estas são apresentadas a seguir, como recomendações para a continuidade do trabalho desenvolvido:

- A versão final da ISO 19152 (ISO, 2012), foi publicada em novembro de 2012 e não houve tempo hábil para realizar uma análise das alterações ocorridas desde a última versão utilizada para este trabalho. Sugere-se, portanto que sejam realizadas as análises das classes modeladas, seguindo orientações da versão final oficial.
- Pontos importantes da modelagem proposta fugiam ao escopo desta pesquisa, mas podem ser exploradas em outros trabalhos. Destaque para a modelagem de objetos territoriais em 3D e para o cadastro rural. Quando possível, análises com dados 3D e testes com outros bancos de dados, preferencialmente livres, devem ser realizados, tais como PostGree/PostGIS.
- A alma de um sistema de informações territoriais é a sua unidade espacial. No Brasil, o conceito de parcela precisa ser amadurecido e melhor compreendido, e estudos neste sentido são relevantes. Por outro lado, esta unidade territorial necessita de uma definição clara do seu identificador, que também merece um estudo mais detalhado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÁZAR, M., (2003): **Catastro Inmobiliario**, Ed. Universidad Politécnica de Valencia, Valencia – España.

ARGENTINA. **Ley Nacional de Catastro 26.209**. Boletín Oficial de La Republica Argentina nº 31.076, 18 de enero de 2007. Disponível em: <<http://www.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/120000124999/124298/norma.ht>>. Acesso em: 14 de mai. de 2012.

BLACHUT, T.J. CHRZANOWSKI, A. SAASTAMOINEN, J.H. **Cartografía y Levantamientos Urbanos**. Dirección General de Geografía del Territorio Nacional. New York: Springel - Verlag. 1979.

BORGES, K. A. V., JUNIOR, C. A. D., LAENDER, A. H. F., 2005. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. In: Casanova, M. A., Câmara, G., Junior, C. A. D., Queiroz, G. R. Banco de Dados Geográficos. Curitiba: Editora MundoGEO.

BORGES, K.A.B. **Modelagem de Dados Geográficos: Uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) -Escola de Governo Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 1997. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/cursos>> acesso em 28 de Abril de 2012.

BRANDÃO, A. C. **Princípio da Vizinhança Geodésica no Levantamento Cadastral de Parcelas Territoriais**. Tese de Doutorado. UFSC. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do de Santa Catarina. Florianópolis – SC. 2003.

BRANDÃO, A. C; CARNEIRO, A. F. T; PHILIPS, J. W. Atualidades, Desafios e Perspectivas do Cadastro no Brasil. **1º International Congress on Unified and Multipurpose Cadastre**. Jaén: Universidad de Jaén. 2010.

BRASIL - MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO. **Guia de Interoperabilidade: Manual do Gestor**, 2011, 39 páginas. Documento técnico do governo brasileiro.

_____. **Decreto n.º 5868 de 12 de dezembro de 1972**. Cria o Sistema Nacional de Cadastro Rural. Disponível em: < [http : // www.farsul.org.br/sindical/LEI_5868.htm](http://www.farsul.org.br/sindical/LEI_5868.htm)>. Acesso em: 02 mar. 2012.

_____. **Lei 10.267. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências**. 2001.

_____. **Lei n.º 4.504 de 30 de novembro de 1964**. Estatuto da Terra. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil/leis/L4504.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2011.

_____. **Portaria 511/09**. Ministério das Cidades. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM nos municípios brasileiros. 2009. 108:0001:0014:EN:PDF>. Acesso em: 20 abr. 2012.

CABRAL S., MURPHY K.. **MySQL Administrator's Bible**. Wiley Publishing, Inc., 2009.

CAMARA, G. AND F. FONSECA. Information policies and open source software in developing countries. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**.v: 11. 2007.

CÂMARA, G., BORGES, K. Modelagem de Dados Geográficos. In: CÂMARA, G.; Davies, C., et al, (ed). In: **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2001.

CARNEIRO, A. F. T. **Cadastro Imobiliário e Registro de Imóveis: A Lei N. 10.267/2001, Decreto N. 4.449/2002 2 Atos Normativos do INCRA**. Porto Alegre: Sérgio Fabris. 2003.

CHEDE, CT. Padrões abertos, interoperabilidade e interesse público. **Politics**, n. 2, novembro, 2008. pag. 29-35, Nupef/Rits. Disponível em :>http://www.politics.org.br/edicao_02/m4.html>. Acesso em 26 de Julho de 2012.

CHEN, Peter. **Modelagem de Dados: A Abordagem Entidade-Relacionamento para Projeto Lógico**. São Paulo: Makron Books, 1990.

COAD, P., YOURDON, E. **Object-oriented analysis**. 2nd. Edition. Yourdon Press. 1991.

CUNHA, E. M. P.; D. A. ERBA (2010). **Diretrizes para a Criação, Instituição e Atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário nos Municípios Brasileiros: Manual de Apoio**. Brasília: Ministério das Cidades e Lincoln Institute of Land Policy. ISBN: 978-85-7958-018-5.

DALE, P.F.; McLAUGHLIN, J.D. **Land information management** – 2nd.ed. - New York: Orford University Press. 1990.

DATE, C. J. **Introdução a Sistemas de Banco de Dados**. 7. ed. São Paulo: Editora Campos, 2000.

DAVIS Jr. C., LAENDER, A., Extensões ao modelo OMT-G para produção de esquemas dinâmicos e de apresentação. In: **II Workshop Brasileiro de GeoInformática - GeoInfo**, 2, 2000, Campos do Jordão. 29 - 36, 2000.

DAVIS JR., C. A. **Múltiplas representações em sistemas de informação geográficos**. Belo Horizonte (MG): UFMG, 2000. Departamento de Ciência da Computação, 2000.

DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. **Multiple representations in GIS: materialization through map generalization, geometric, and spatial analysis operations**. In: 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems (ACM GIS 99), 1999, Kansas City, Missouri, EUA. Proceedings, 1999. p. 60-65

DAVIS, CLODOVEU JR. & LAENDER, ALBERTO H. F. (1999). Múltiplas Representações em Aplicações Urbanas de Sistemas de Informação Geográfica. In: **Anais do Geo-Info 1999 – I Workshop Brasileiro de Geoinformática**.

DIRECTIVE 1999/93/EC of the European Parliament and of the Council, of 13 December 1999 on a Community framework for electronic signatures.

ELMASRI, R., NAVATHE, S. **Fundamentals of Database Systems**. Person Education, 2004.

ESTRADA, R.P.D., PAIVA, J.A.C., Integração Semântica e de Dados entre Sistemas de Informações Geográficas Heterogêneos. In: **Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Cartografia**, 23, Belo Horizonte, Brasil, 29 set-3 out, 2003.

FIG. **Statement on the Cadastre - International Federation of Surveyors, FIG Bureau**, Canberra, Australia. 1995.

FINN, M.P.D., USERY, E.L., STARBUCK, M., WEAVER, B. and JAROMACK, G.M., Integration of The National MAp. In: **XXth Coongress of the International Society of Photogrammetry and Remote Sensing**, 20., 2004., Istanbul, Turkey. Disponível em <http://carto-research.er.usgs.gov.br/data_integration/pdf/integrationISPRS.pdf>. Acesso em 10 dez. 2011.

FONSECA, F., ENGENHOFER, M., DAVIS, C., CÂMARA, G. Semantic Granularity in Ontology-Driven Geographic Information System. In: **Mathematics and Artificial Intelligence - Special Issue on Spatial and Temporal Granularity AMAI**, 36, Ft. Lauderdale p. 121-151. 2002.

FOURIE, C. AND H. VAN GYSEN (1995). South Africa just before and just after the elections: land policies and the cadastre. **Geomatica**. 49(3): 315-328.

GARCÌA, J. L. **Automatización de los procesos de segmentación y clasificación de vías de comunicación en generalización cartográfica**. Tese (doutorado): Universidade de Jaén, Jaén, Espanha, 2006. 366p.

HENSSEN, J.L.G.. Basic principles of the main cadastral systems in the world. **In; Proceedings of the Seminar Modern Cadastres and Cadastral Innovations**. Delft: The Netherlands, FIG: pp. 5-12. 1995.

INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. **SIG Brasil – O Portal Brasileiro de Dados Geoespaciais**. Disponível em: < <http://www.inde.gov.br/>>. Acesso em: 15 de mai 2010.

INSPIRE, 2008. **Infrastructure for Spatial Information in Europe**. D2.8.I.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels, Draft Guidelines (version 2).

INSPIRE. Infrastructure for Spatial Information in the European Community. **Directive 2007/2/EC Of the European Parliament of the Council of 14 March 2007**. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007>. Acesso em 11 de jun. 2011.

INTERNATIONAL FEDERATION OF SURVEYORS (FIG) and the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **FLOSS in Cadastre and Land Registration: opportunities and Risks**. 2010. Disponível em: <http://www.fig.net/pub/fao/floss_cadastre.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2010.

ISO. Land Administration Domain Model (LADM) - ISO/FDIS 19152:2012. 2012.

KAUFMANN, J. AND D. STEUDLER (1998). **Cadastre 2014, a vision for a future cadastral system**. FIG.BIGLER **Ein erweiterter Ansatz zur Anwendung des Computers in Landumlegeverfahren**. Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, Fachheft 2/73, June. 1973

KORTH, H. F.; SILBERSCHATZ, Abraham; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. 3 ed. São Paulo: Makron Books, 2005.

LAENDER, A. H. F.; FLYNN, D. J., 1994. A semantic comparison of modelling capabilities of the ER and NIAM models. In: ELMASRI, R.; KOURAMAJIAN, V.; THALHEIM, B., eds., **Entity-Relationship Approach - ER'93**, Springer-Verlag, p. 242-256.

LEMMEN, C. AND P. VAN OOSTEROM (2006). Version 1.0 of the FIG Core Cadastral Domain Model. In: **Proceedings of the XXII International FIG Congress**, Munich, Germany, 8-13 October 2006.

LEMMEN, C., P. VAN DER MOLEN, P. VAN OOSTEROM, H. PLOEGER, W. QUAK, J. STOTER AND J. ZEVENBERGEN (2004). "A modular standard for the cadastral domain."

LEMMEN, C., P. VAN OOSTEROM, J. ZEVENBERGEN, W. QUAK AND P. VAN DER MOLEN (2005). **Further progress in the development of the core cadastral domain model**. In: Proceedings of the FIG Working Week 2005, Cairo, Egypt April 16-21, 2005.

LEMMEN, C.H.J., P.J.M. VAN OOSTEROM, C. EISENHUT AND H.T. UITERMARK. **The modelling of Rights, Restrictions and Responsibilities (RRR) in the Land Administration Domain Model (LADM)**. In: Proceedings of the FIG Conference 2010. Sydney, Australia. 2010.

LEMMEN, C.H.J., P.J.M. VAN OOSTEROM: Cadastral Systems IV. **Computers, Environment and Urban Systems** 30(5): 523-528 (2006).

MARTIN-VÁRES, A. V. **Las especificaciones de INSPIRE para la parcela catastral**. Relaciones Internacionales. Unidad de Apoyo. Dirección General del Catastro. 2010.

MARTÍN-VARÉS, A. V.; SALZMANN, M. **La parcela catastral en las Infraestructuras Nacionales de Datos Espaciales (NDSI) y em INSPIRE**: resultados del grupo de trabajo sobre el papel de la parcela catastral en Europa. Revista CT/Catastro n.º 60, julio 2007. Disponível em: <<http://www.catastro.meh.es/esp/publicaciones2.asp>>. Acesso em: 17 abr. 2010.

MARTÍN-VARÉS, A. V.; SALZMANN, M. **The Establishment of the Cadastral Parcel as a Core Element in the European SDI - Lessons Learned and View Towards Inspiring Applications**. GSDI 11 World Conference, Spatial Data Infrastructure Convergence: Building SDI Bridges to address Global Challenges, Rotterdam, The Netherlands, 15-19 June 2009.

Disponível em: <<http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsdi11/papers/pdf/74.pdf>>. Acesso em: 25 de jan. 2012.

MCLAUGHLIN, J. Maritime Cadastral Accuracy Study. **Land Registration and Information Service Technical Report**. New Brunswick. Fredericton. Canadá. 1997.

MOLINA, M. A; ORDEN, M. S. Referencia catastral rústica: necesidad de un geocódigo multidisciplinar. **Revista Catastro**, n. 42, jul 2001.

MORAES, R. L. de O. **Estratégia para Testes de Componentes de Banco de Dados Orientados a Objetos utilizando Injeção de Falhas**. Dissertação de Mestrado – IC – UNICAMP, Campinas – SP – Brasil, 2003.

MOROCHO, V., SALTOR, F., PEREZ - VIDAL, L., 2003. Ontologies: Solving semantic heterogeneity in federated spatial database system: In: **5th International Conference on Enterprise Information System**, 5, Angers, France, Abr., 2003. p. 347-352.

MYSQL. MySQL :: MySQL Documentation: **MySQL Reference Manuals**. Disponível em <<http://dev.mysql.com>>. Acesso em: 22 de agosto de 2012.

POULIOT, J., et.al. How the ISO 19152 Land Administration Domain Model performs in the comparison of cadastral systems: A case study of condominium/co-ownership in Quebec (Canada) and Alsace Moselle (France). **Computers, Environment and Urban Systems**. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2012.08.006>. 2012.

PREPARATA, F.P., SHAMOS, M.I. **Computational geometry: an introduction**. New York: Springer-Verlag, 1985.

QUEIROZ, G.R., FERREIRA, K.R. **Tutorial sobre Banco de Dados Geográficos**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. GeoBrasil, 2006.

RATIONAL SOFTWARE CORPORATION. **The Unified Modeling Language: notation guide**, version 1.1. 1997.

REIS, E., ZÊZERE, J.L; VIEIRA, G.T.; RODRIGUES, M.L. - Integração de dados espaciais em SIG para avaliação da susceptibilidade á ocorrência de deslizamento. **Finisterra, Lisboa, XXXVIII**, 76, p.3-34., 2003.

RIGAUX, P., SCHOLL, M., VOISAD, A. **Spatial Database with application to GIS**. Morgan Kaufmann Publishers. 2002.

ROBSON, A.H. **Elements of Cartography**. New York, John Wiley and Sons, 1960.

RUMBAUGH , J. **Modelagem e Projetos baseados em Objetos**. Rio de Janeiro. Editora Campus, 1995.

SÁ, L. A. C.M. de. **Modelagem de Dados Espaciais para Sistemas de Informações Geográfica: Pesquisa na Emergência Médica**. Tese de Doutorado. Pós-graduação em Engenharia de Transportes. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

SILBERSCHATZ, A.; KORTH, HF.; SUDARSHAN, S. **Sistema de Banco de Dados**. São Paulo: Makron Books. 1997.

SILBERSCHATZ, G. (1990). Psychology's contribution to the future of psychoanalysis: A scientific attitude. In M. Meisels & E. R. Shapiro (Eds.), Tradition and innovation in psychoanalytic education: Clark conference on psychoanalytic training for psychologists (pp. 181- 191). Hillsdale, NJ: Erlbaum. materialization through geometric, map generalization, and spatial analysis operations. In: 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems (ACM GIS'99). Kansas City, 1999. p. 60-65.

SINGH, H. S. Data Warehouse: **Conceitos, Tecnologias, Implementação e Gerenciamento**. 1ª ed. São Paulo: Makron Books. 2001.

STEUDLER, D., I.P. WILLIAMSON, J. KAUFMANN, D. GRANT. Benchmarking Cadastral Systems. **The Australian Surveyor**. Vol. 42, No. 3. 1997.

UNITED NATIONS/FIG. Bogor Declaration on Cadastral Reform. In: **Proceedings of the Symposium on Cadastre and Land Management**. 64th FIG Permanent Committee Meeting and Symposia, Singapore, Singapore Institute of Surveyors and Valuers. UN-FIG. Bogor. 1996. Disponível em: <<http://www.fig7.org.uk/publications/Bogor/BogorDeclaration.html>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

VALDEVINO, D. S., **Modelagem de Dados Espaciais, no padrão OMT-G, para cartas de sensibilidade ambiental ao óleo**. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, 2010. Disponível em: <http://www.ufpe.br/cgtg/dissertacoes.html>. Acesso em: 22 de jun. de 2011.

VAN OOSTEROM, P. AND C. LEMMEN (2002). **Impact analysis of recent geo-ICT developments on cadastral systems**. In: Proceedings of the FIG XXII International Congress, Washington, D.C. USA, April 19-26, 2002.

VAN OOSTEROM, P. AND C. LEMMEN (2006). The core cadastral domain model: a tool for the development of distributed and interoperable cadastral system. In: **Proceedings of the International Conference on Enhancing Land Registration and Cadastre for Economic Growth in India**, New Delhi, India, 31 January - 1 February 2006.

WELLINGTON, L.; THOMSON, L. **PHP e MYSQL - Desenvolvimento Web**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2005.

WILLIAMSON, I.; RAJABIFARD, A.; FEENEY M.-E. Future Directions for SDI development - Chapter 18. In: **Developing Spatial Data Infrastructures: From Concept to Reality**. eds. Williamson, I. P., Rajabifard, A. & F. Feeney, M.-E., Taylor and Francis, London, New York, pp. 302-311.2003.

WILLIAMSON, I.P. **A modern cadastre for New South Wales**. UNISURV REPORT S23, University of New South Wales, Kensington, Australia. 1983.

WILLIAMSON, Ian; GRANT, Donald; RAJABIFARD, Abbas. Land Administration and Spatial Data Infrastructures From Pharaohs to Geoinformatics. In: **FIG Working Week 2005 and GSDI-8**. Cairo, Egypt April 16-21. 2005.

WORBOYS, M. **GIS, a Computing Perspective**. Taylor & Francis Routledge. 1995.

YOUNG, CHU S.. **Banco de Dados. Organização, Sistemas e Administração**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1990.

YOURDON, E. **Análise Estruturada Moderna**. 3 Ed. Trad. Dalton C. de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

ANEXO

ANEXO 1: Diagramas da Modelagem LADM.

