UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CARTOGRÁFICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO

NATHALIA ROSE SILVA DA PURIFICAÇÃO

PROPOSTA DE MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA OS CADASTROS BRASILEIROS E PROJETOS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA DE ACORDO COM A ISO 19.152 – LADM

Recife
2020

NATHALIA ROSE SILVA DA PURIFICAÇÃO

PROPOSTA DE MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA OS CADASTROS BRASILEIROS E PROJETOS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA DE ACORDO COM A ISO 19.152 – LADM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Área de concentração: Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Orientador: Profª. Drª. Andrea Flávia Tenório Carneiro.

Coorientador: Prof. Dr. Sílvio Jacks dos Anjos Garnés.

Recife

2020

Catalogação na fonte
Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

P985s Purificação, Nathalia Rose Silva da.
Proposta de modelagem e implementação de um sistema integrado para os cadastros brasileiros e projetos de regularização fundiária urbana de acordo com a ISO 19.152 – LADM / Nathalia Rose Silva da Purificação. – 2020.
96 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Andrea Flávia Tenório Carneiro.
Coorientador: Prof. Dr. Sílvio Jacks dos Anjos Garnés.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2020.
Inclui Referências.

1. Engenharia Cartográfica. 2. Cadastro. 3. LADM. 4. ISO 19.152:2012. 5. Cadastros brasileiros. I. Carneiro, Andrea Flávia Tenório (Orientadora). II. Garnés, Sílvio Jacks dos Anjos (Coorientador). II. Título.

UFPE

526.1 CDD (22. ed.) BCTG/2020-78

NATHALIA ROSE SILVA DA PURIFICAÇÃO

PROPOSTA DE MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA INTEGRADO PARA OS CADASTROS BRASILEIROS E PROJETOS DE REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA DE ACORDO COM A ISO 19.152 – LADM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.

Aprovada em: 13 / 02 / 2020.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profª. Drª. Andrea Flávia Tenório Carneiro (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. José Luiz Portugal (Examinador Interno)
Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Rui Pedro Julião (Examinador Externo)
Universidade Nova de Lisboa

Aos meus pais, Rosânia e Gilvan, minha base e maior tesouro.

Ao meu esposo, Renan Pereira, meu porto seguro e companheiro nessa jornada.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, fundamento de tudo em minha vida, por renovar a cada momento as minhas forças e guiar meus passos, me presenteando sempre com grandes desafios e conquistas. A Ele apenas GRATIDÃO.

Agradeço aos meus pais, meus maiores incentivadores, por me ensinarem desde cedo a importância da educação e do conhecimento; e por serem responsáveis pela formação do meu caráter. Carrego comigo características de cada um de vocês. Serei eternamente grata por estarem sempre ao meu lado, confiando e apostando na minha capacidade. Amo vocês mais que tudo.

À minha família, pela compreensão de minha ausência em alguns momentos e por sempre vibrarem com minhas conquistas. Em especial, às minhas primas e irmãs de coração: Rayanne, Talita, Yully, Mayara, Ericlécia e Ana Íris. Por serem minhas primeiras amigas, por permanecerem sempre ao meu lado e por terem me proporcionado grandes sorrisos. Amo vocês.

Ao meu noivo e futuro esposo, Renan Pereira, por todo amor, paciência, carinho e motivação nesses longos anos de convivência. Por ser meu melhor amigo e porto seguro. Obrigada pela compreensão, por me fazer feliz e ficar igualmente feliz com minhas conquistas. Por ouvir minhas angústias e por me conhecer tão bem. Amo você.

Às minhas amigas queridas, Renata Miranda e Raquel Vila Nova, por compartilharem das minhas inquietações e por serem as melhores amigas que poderia ter. Sei que onde estiver posso sempre contar com vocês.

Às grandes amigas, Emylle, Bruna, Luzia, Camila, Luciana e Pricila, por estarem presentes e por me ajudarem a me tornar uma pessoa melhor a cada dia.

Aos meus professores e mestres, agradeço não somente pelo que me ensinaram, mas pela disponibilidade e apoio nos mais diferentes momentos. Em especial, à minha orientadora Andrea Flávia Tenório Carneiro, por ser minha mentora e por despertar em mim a aptidão para a área de pesquisa.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho ou que se fizeram presentes na minha vida acadêmica e pessoal.

Seus feitos são seus monumentos: As coisas que fazemos sobrevivem a nós. São como os monumentos que as pessoas erguem em honra dos heróis depois que eles morrem. Como as pirâmides que os egípcios construíam para homenagear os faraós. Só que em vez de pedras, são feitas das lembranças que as pessoas têm de você. Por isso nossos feitos são nossos monumentos. Construídos com memórias em vez de pedras. (PALACIO, R. J., 2012).

RESUMO

O presente trabalho propõe a modelagem e implementação de um sistema integrado para cadastros brasileiros e projetos de regularização fundiária urbana, com base no modelo padronizado de administração de terras descrito na ISO 19152: 2012 LADM. O modelo foi desenvolvido a partir da identificação dos elementos essenciais do cadastro urbano, do Sistema Nacional de Cadastro Rural, dos cadastros de bens públicos da Secretaria do Patrimônio da União e do Projeto de Regularização Fundiária do Núcleo Urbano Novo Tapajós, localizado no município de Igarassu que está inserido na Região Metropolitana do Recife. A metodologia da pesquisa foi estruturada de modo a atender aos objetivos pré-estabelecidos, compreendendo a revisão bibliográfica, caracterização da área de estudo, análise dos dados descritivos e gráficos dos cadastros estudados, definição dos elementos comuns que permitissem sua integração, elaboração da proposta de modelagem LADM, implementação do modelo, alimentação do banco de dados e por fim, o teste e a validação da proposta desenvolvida. Em todas as etapas deste trabalho, foram utilizados softwares livres e / ou de código aberto para validação da proposta desenvolvida que inclui a criação de um banco de dados geográficos através do uso das ferramentas OMT-G e PostgreSQL e o desenvolvimento de um aplicativo para dispositivos móveis na plataforma APP Inventor2 utilizado para coleta de informações em Projetos de Regularização Fundiária Urbana. Os resultados finais confirmam a viabilidade da aplicação dos conceitos propostos pelo LADM ao cadastro brasileiro, permitindo a integração entre os sistemas de diferentes instituições. O modelo é flexível e permite a inclusão de classes adicionais de acordo com as necessidades dos usuários de dados da administração territorial. A forma atual do modelo pode ser considerada como o módulo básico a ser usado como ponto de partida na estruturação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Informações Territoriais, que visa a integração de todos os cadastros e registros de terras existentes no Brasil. A aplicação móvel desenvolvida possibilita a otimização da coleta de dados e evita possíveis erros de transcrição. As ferramentas utilizadas se mostraram eficientes e atenderam aos objetivos deste trabalho.

Palavras-chave: cadastro. LADM. ISO 19.152:2012. Cadastros brasileiros.

ABSTRACT

This work applies the modeling and implementation of an integrated system for Brazilian cadastres and urban land regularization projects, based on the standardized land management model described in ISO 19152: 2012 LADM. The model was developed based on the identification of the essential elements of the urban cadastre, the National Rural Cadastre System, the public property cadastres of the Union Patrimony Secretariat and the Land Regularization Project of the new Urban Center Tapajós, located in the municipality of Igarassu which is inserted in the Metropolitan Region of Recife. The research methodology was structured in order to meet the pre-established objectives, including the bibliographic review, characterization of the study area, analysis of the descriptive and graphical data of the studied cadastres, definition of common elements that would allow their integration, elaboration of the LADM modeling proposal, implementation of the model, database feeding and finally, the testing and validation of the developed proposal. In all stages of this work, free and / or open source software was used to validate the developed proposal, which includes the creation of a geographic database through the use of OMT-G and PostgreSQL tools and the development of an application for mobile devices on the APP Inventor2 platform used to collect information in Urban Land Regularization Projects. The final results confirm the feasibility of applying the concepts proposed by LADM to the Brazilian cadastres, allowing integration between the systems of different institutions. The model is flexible and allows the inclusion of additional classes according to the needs of users of territorial administration data. The current form of the model can be regarded as the basic module to be used as a starting point in the structuring of the National System of Management of Territorial Information, which is aimed at the integration of all existing cadastres and land registries in Brazil. The developed mobile application makes it possible to optimize data collection and avoid possible transcription errors. The tools used proved to be efficient and met the objectives of this work.

Keywords: cadastre. LADM. ISO 19152: 2012. Brazilian cadastre.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Linha do Tempo dos diferentes conceitos do Cadastro..... 21
Figura 2 - Funções da Administração Territorial..... 21
Figura 3 - Pacotes e Subpacotes do LADM com suas respectivas classes..... 26
Figura 4 - Classes do Pacote das Partes..... 27
Figura 5 - Classes do Pacote Administrativo..... 28
Figura 6 - Classes do Pacote das Unidades Espaciais..... 29
Figura 7 - Classes do Subpacote dos Levantamentos e Representações..... 29
Figura 8 - Classe Especial VersionedObject com suas subclasses..... 30
Figura 9 - Classe Especial Oid..... 31
Figura 10 - Classe Especial Fraction..... 31
Figura 11 - Classes Especial LA_Source..... 32
Figura 12 - Dados sobre o Detentor do Imóvel no SNCR..... 37
Figura 13 - Dados sobre o imóvel no SNCR..... 37
Figura 14 - Mapa Cognitivo dos Bens Públicos da União..... 39
Figura 15 - Níveis de Abstração das Aplicações Geográficas..... 48
Figura 16 - Tipos de Classes Geo-Campos do Modelo OMT-G..... 49
Figura 17 - Tipos de Geo-Objetos do Modelo OMT-G..... 49
Figura 18 - Exemplos de Tipos de Relacionamentos do Modelo OMT-G..... 50
Figura 19 - Tipos de cardinalidade do modelo OMT-G..... 50
Figura 20 - Esquema das etapas a serem realizadas na pesquisa..... 51
Figura 21 - Localização do Loteamento Tapajós..... 53
Figura 22 - Município de Vermelho Bonito..... 54
Figura 23 - Estrutura Básica do Modelo..... 55
Figura 24 - Modelagem do Pacote das Partes..... 57
Figura 25 - Modelagem do Pacote Administrativo..... 59
Figura 26 - Modelagem do Pacote das Unidades Espaciais..... 61
Figura 27 - Modelagem do Subpacote dos Levantamentos e Representações... 62
Figura 28 - Modelagem de cadastro integrado..... 63
Figura 29 - CodeList Party Package..... 64
Figura 30 - CodeList Administrative Package..... 66
Figura 31 - CodeList Spatial Unit..... 67
Figura 32 - CodeList Surveying and Representation..... 68

Figura 33 - Caso de um apartamento em área urbana..... 69
Figura 34 - Caso de uma propriedade rural arrendada..... 70
Figura 35 - Caso de imóvel público ocupado por particular..... 70
Figura 36 - Imóvel sob direito real de laje..... 71
Figura 37 - Trecho do código SQL gerado para criação das tabelas..... 72
Figura 38 - Criação das tabelas usando o PostgreSQL..... 72
Figura 39 - Uso do comando copy from para alimentação das tabelas no PostgreSQL..... 73
Figura 40 - Dados geométricos inseridos nas tabelas LA_BoundaryFaceString e LA_Point.....74
Figura 41 - Interface do Software CDRF..... 80
Figura 42 - Estrutura do aplicativo Regularize..... 81
Figura 43 - Telas iniciais do aplicativo..... 82
Figura 44 - Interfaces para coleta de dados do beneficiário e cônjuge..... 82
Figura 45 - Interfaces para coleta de dados sobre endereço e caracterização da ocupação..... 83
Figura 46 - Interfaces de coleta de dados sobre a benfeitoria, terreno e logradouro..... 84
Figura 47 - Inserção de fotografias e localização no aplicativo Regularize..... 85
Figura 48 - Configurando o banco de dados Firebase na APP Inventor2..... 86
Figura 49 - Programação em Blocos do Cadastro de Usuários..... 86
Figura 50 - Usuário cadastrado no banco de dados do aplicativo..... 87
Figura 51 - Informações coletadas armazenadas no banco de dados..... 87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Imóvel urbano de uso residencial..... 75
Tabela 2 - Imóvel rural com copropriedade..... 76
Tabela 3 - Imóvel da União cedido a um órgão público..... 77
Tabela 4 - Requisitos e Conformidade do LADM..... 79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ANA	Agência Nacional de Águas
Baas	Backend as a Service
CCIR	Certificado de Cadastro de Imóvel Rural
CDRU	Concessão de Direito Real de Uso
CNIR	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CRF	Certidão de Regularização Fundiária
CTM	Cadastro Territorial Multifinalitário
CUEM	Concessão de Uso Especial Para Fins de Moradia
ET-EDGV	Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais
Defesa F Ter	Vetoriais da Defesa da Força Terrestre
FIG	Federação Internacional dos Geômetras
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
ITR	Imposto Territorial Rural
LADM	Land Administration Domain Model
MDA	Model Driven Architecture
NIRF	Número do Imóvel na Receita Federal
OMT-G	Object Modeling Technique for Geographic
Reurb	Regularização Fundiária Urbana
Reurb-E	Regularização Fundiária Urbana de Interesse Específico
Reurb-S	Regularização Fundiária Urbana de Interesse Social
RFB	Receita Federal Brasileira
RIP	Registro Imobiliário Patrimonial
SIAPA	Sistema Integrado de Administração Patrimonial
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SIGT	Sistema de Informações Geográficas Temporais
SINTER	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SNCR	Sistema Nacional de Cadastro Rural
SPIUnet	Sistema de Gerenciamento dos Imóveis de Uso Especial da União

SPU	Secretaria de Patrimônio da União
UML	Unified Modeling Language

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 16
1.1 Objetivos Da Pesquisa 17
1.1.1 Objetivo Geral 17
1.1.2 Objetivos Específicos 17
1.2 Justificativa Da Pesquisa 18
2 A ADMINISTRAÇÃO DE TERRAS 20
2.1 O conceito de desenvolvimento sustentável 22
2.2 Cadastro Territorial 23
3 O LADM 25
3.1 Descrição dos pacotes e subpacote do LADM 27
3.1.1 Pacote das Partes (*Party Package*) 27
3.1.2 Pacote Administrativo (*Administrative Package*) 27
3.1.3 Pacote das Unidades Espaciais (*Spatial Unit Package*) 28
3.1.4 Subpacote dos Levantamentos e Representações (Surveying and Representation Subpackage 29
3.2 Classes Especiais do LADM 29
3.2.1 Versioned Object 30
3.2.2 Oid 30
3.2.3 Fraction 31
3.2.4 LA_Source 32
4 O LADM: PROJETO E DESENVOLVIMENTOS 33
4.1 O LADM e os cadastros brasileiros 35
4.2 Uma Proposta de Modelo Integrado para o Cadastro Brasileiro 36
5 PROBLEMAS DAS OCUPAÇÕES URBANAS IRREGULARES E A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA 40
5.1 A Regularização Fundiária No Brasil 41
5.2 Principais Alterações Trazidas pela Lei 13.465/2017 41
5.2.1 O Direito Real de Laje 42
5.2.2 Condomínio de Lotes 42
5.2.3 Condomínio Urbano Simples 42
5.2.4 Legitimação Fundiária 43
5.2.5 Legitimação de Posse 43

5.2.6 Concessão do Direito Real de Uso (Decreto-Lei 271/67) 44
5.2.7 Concessão de Uso Especial para Fins de Moradia (MP 2220/01) 44
5.3 Modalidades da Reurb 45
5.4 A Regularização Fundiária e o LADM 45
6 MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS 47
6.1 Abstração do Mundo Real 47
6.2 Modelo OMT-G 48
7 METODOLOGIA 51
7.1 Recursos Tecnológicos 52
7.2 Áreas de Estudo 52
8 RESULTADOS E DISCUSSÕES 55
8.1 Definição dos Elementos para Integração dos Cadastros 55
8.2 Modelagem Conceitual de Acordo com o LADM 56
8.2.1 Pacote das Partes (*Party Package*) 56
8.2.2 Pacote Administrativo (*Administrative Package*) 57
8.2.3 Pacote das unidades espaciais (*Spatial Units Package*) 59
8.2.4 Subpacote dos Levantamentos e Representações (*Surveying and Representation Subpackage*) 61
8.2.5 Modelagem dos Cadastros Integrados 62
8.3 CodeLists 64
8.3.1 CodeList do Party Package 64
8.3.2 CodeList do Administrative Package 65
8.3.3 CodeList do SpatialUnit Package 66
8.3.4 CodeList do Surveying and Representation Subpackage. 68
8.4 Validação do Modelo Conceitual 69
8.5 Implementação do Modelo Conceitual 71
8.7 Consultas SQL para validação do banco de dados 74
8.8 Abstract test suite 78
8.9 Desenvolvimento da Aplicação Móvel 79
8.9.1 Integração do aplicativo com o banco de dados do Firebase 85
9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 88
REFERÊNCIAS 91

1 INTRODUÇÃO

A administração territorial é descrita como o processo de determinação, registro e disseminação de informações sobre o relacionamento entre pessoas/instituições e terra (UNECE, 1996). 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 têm basicamente o mesmo princípio: a caracterização das 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. 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 acordos institucionais) e fornecer informações sobre os registros existentes.

O sistema de administração territorial brasileiro é constituído pelo registro de imóveis e pelos cadastros territoriais. O cadastro rural é de responsabilidade federal, enquanto que o cadastro urbano é de competência municipal, embora não haja uma legislação específica para o caso urbano. As terras públicas da União são cadastradas pela SPU (Secretaria de Patrimônio da União), e as públicas dos estados pelos institutos de terra estaduais. Assim, o estabelecimento de padrões para a modelagem do sistema de administração territorial é um desafio para um país com dimensões continentais como o Brasil, que possui tantas diversidades legais, administrativas, econômicas e culturais, que trazem para o cadastro brasileiro particularidades que variam por região ou até mesmo por municípios.

O conhecimento das bases desse sistema fragmentado e a estruturação de sua integração envolve a análise dos mesmos à luz de conceitos internacionais que visam facilitar a comparação entre sistemas de administração territoriais e promover o seu aperfeiçoamento. Nos últimos anos, instituições como o INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) e RFB (Receita Federal do Brasil) tem implementado sistemas que visam a integração de bases de dados, a fim de oferecer às instituições e aos cidadãos informações mais precisas e confiáveis. Desde 2015, iniciou-se a implementação do CNIR (Cadastro Nacional de Imóveis Rurais).

Além disso, a publicação da Lei 13.465/2017 trouxe novos princípios no tocante à regularização fundiária urbana, considerando a sustentabilidade econômica, social, ambiental e a ordenação territorial, tendo como uns de seus principais objetivos a inclusão e legalização da propriedade e da posse de núcleos urbanos informais na estrutura regular das cidades. Uma base de dados cadastrais atualizada e integrada sobre estas áreas permite à administração territorial o desenvolvimento de políticas públicas que auxiliem no acesso à moradia e nas condições básicas de infraestrutura para a população.

Diante do exposto e da recente criação do Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER), que pretende integrar as informações sobre o cadastro de terras e o registro de imóveis no país, o presente trabalho tem como objetivo elaborar uma proposta de integração das modelagens já desenvolvidas, com base na ISO 19.152, para os cadastros brasileiros de áreas urbanas (Santos, 2012), de bens imóveis da União (Frederico, 2014) e de imóveis rurais públicos cadastrados no Sistema Nacional de Cadastro Rural - SNCR (Purificação e Carneiro, 2017), inserindo as principais alterações trazidas pela Lei 13.465/2017 para a regularização fundiária urbana. O resultado deve indicar os elementos básicos para um cadastro integrado e seus relacionamentos, através de um modelo aberto e flexível, que permita a associação de novas classes e atributos a qualquer tempo.

1.1 Objetivos Da Pesquisa

Esta seção apresenta os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar a viabilidade da aplicação dos padrões da ISO 19.152 (LADM) à modelagem de elementos básicos para a integração de alguns cadastros brasileiros e projetos de regularização fundiária urbana.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Definir os elementos básicos que permitam a associação e integração dos cadastros urbano, rural e de bens públicos;
- Representar na modelagem LADM casos de regularização fundiária urbana;

- Implementar um banco de dados geográficos a partir do modelo proposto;
- Criar uma aplicação para dispositivos móveis que possa ser utilizada na coleta de dados de projetos de regularização fundiária;
- Realizar um estudo de caso para testar e validar a implementação do modelo proposto.

1.2 Justificativa Da Pesquisa

A melhoria da qualidade de vida das pessoas depende de princípios fundamentais como organização social, ambiental, segurança, lazer e do estabelecimento de uma infraestrutura adequada que atenda às necessidades básicas da população. Para isso, é necessário que os governos estejam habilitados e que possuam instrumentos que sejam base para o planejamento e arranjo do território.

É imprescindível, no cenário atual marcado pelas disputas de terras, pela ocupação irregular do solo e pelos desastres naturais, que a informação sobre o território seja a base e o fundamento das decisões. Além disso, estas devem ser tomadas de forma democrática e transparente, contribuindo para o desenvolvimento sustentável de cada jurisdição e considerando os interesses coletivos ou de um grupo em particular.

Segundo Amorim, Pelegrina e Julião (2018), o sucesso de uma administração territorial depende de atitudes organizadas e planejadas, sendo o cadastro territorial a principal fonte de informação do setor público estadual e municipal. Pesquisas demonstram que cerca de 90% de todas as ações públicas e tomadas de decisão necessitam de dados sobre localização. Estes dados geográficos não são, em sua maioria, representados espacialmente nos sistemas cadastrais existentes no Brasil, onde existe apenas a representação por informações descritivas defasadas e desatualizadas.

Observa-se que a inexistência de um padrão nacional que envolva os conceitos, terminologias e aplicações do Cadastro Territorial atrelada à fragmentação dos cadastros territoriais brasileiros tem consequências como a dificuldade no acesso às informações, a duplicidade e inconsistências dos dados e o desperdício de recursos, tendo em vista que a mesma informação pode ser levantada várias vezes por diferentes instituições. Junto a isso, os sistemas

cadastrais não acompanham a dinâmica do crescimento dos assentamentos habitacionais informais localizados nas margens dos domínios das cidades, causando falhas na arrecadação e no tratamento isonômico dos seus contribuintes.

Geralmente tem-se uma base cartográfica que não representa a realidade física do território, pois não inclui todas as parcelas cadastrais, gerando conflitos nas tomadas de decisão por parte do poder público.

Desta forma, entende-se a necessidade da criação de um sistema de administração territorial integrado, com o intuito de facilitar a gestão territorial e que seja estruturado em um padrão internacional utilizado em diversas pesquisas desenvolvidas recentemente no meio acadêmico. O LADM (*Land Administration Domain Model*) propõe a integração desses sistemas a partir de seus elementos mais básicos e comuns a múltiplos usuários, de forma flexível e adaptável às especificações locais.

2 A ADMINISTRAÇÃO DE TERRAS

Segundo Williamson et al. (2010), na administração moderna, o termo “terra” ou “*Land*” inclui recursos e edifícios, o ambiente marinho, a terra em si e todas as coisas ligadas a ela ou sob a superfície.

A UNECE (1996), considerou a Administração de Terras como processos de determinação, registro e disseminação da informação sobre a propriedade, o valor e o uso da terra. Para Zevenbergen (2002), a Administração de Terras é o componente operacional da posse de terras que fornece mecanismos para a alocação e aplicação de direitos e restrições referentes à terra.

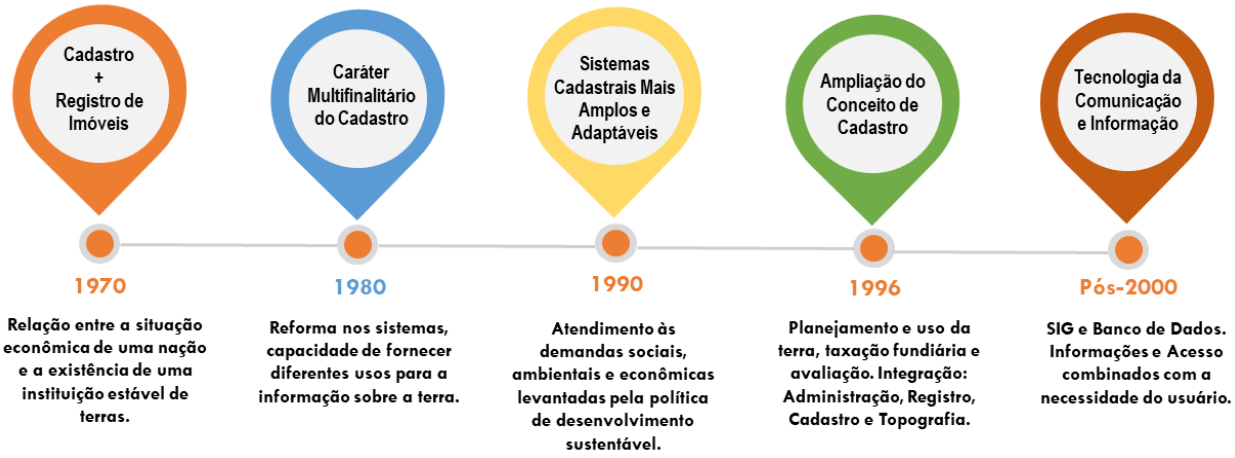
Internacionalmente, a Administração Territorial é vista como uma disciplina, podendo ser considerada como uma área multidisciplinar, devido à necessidade de se obter informações sobre a terra nos mais diversos campos de atuação para propiciar a gestão adequada do território e dar suporte à tomada de decisões.

Conforme Williamson et al. (2010), a Administração Territorial passou a ser entendida como disciplina por volta do ano de 1996, embora a relação entre pessoas e informações sobre a terra com identificação de seus limites seja muito mais antiga.

A Figura 1 apresenta uma linha do tempo com os principais marcos da evolução no conceito e funções do cadastro. Por volta da década de 70 os principais conceitos de cadastro e registro de terras foram refinados para a implementação dos mercados imobiliários. Nos anos 80, a visão da importância de um sistema cadastral bem definido e eficaz ganhou impulso e o cadastro passou a ter caráter multifinalitário. Nos anos 90 houve uma tendência de afastar-se dos sistemas cadastrais historicamente definidos e aproximar-se daqueles que possuíam ferramentas mais amplas e adaptáveis, capazes de atender às demandas sociais, ambientais e econômicas levantadas pela política de desenvolvimento sustentável.

Em 1996 o conceito do cadastro foi ampliado para incluir o planejamento e uso da terra, bem como questões de taxação fundiária e avaliação. Depois dos anos 2000, houve grande influência dos computadores, onde a chegada dos SIG (Sistemas de Informações Geográficas) levou o acesso e a manipulação dos dados territoriais a uma outra dimensão.

Figura 1 - Linha do Tempo dos diferentes conceitos do Cadastro



Fonte: A Autora (2019).

De acordo com o Paradigma da Gestão de Terras são consideradas como funções modernas da administração territorial: a regulação do desenvolvimento e do uso da terra, o controle do mercado de terras e a responsabilidade de fornecer informações sobre a valoração da terra (Figura 2).

Figura 2 - Funções da Administração Territorial.

Fonte: A Autora (2019).

Para Williamson et. al. (2010), países que buscam melhorar a administração territorial através da implementação do paradigma da gestão de terras necessitam possuir uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) que funcione. A IDE vincula as pessoas à informação, facilitando o compartilhamento e a integração de conjuntos de dados de diferentes fontes com dados especificamente relacionados à

administração de terras, em especial, ao cadastro. A IDE também permite a agregação de informações sobre a terra do nível local ao nacional. É considerada uma chave importante para a capacitação espacial, a usabilidade das informações espaciais, especialmente para as informações geradas pelos processos de administração da terra.

Um Sistema de Administração Territorial fornece a um país a infraestrutura para implementar políticas relacionadas com a terra e estratégias de Gestão Territorial (WILLIAMSON et al., 2010). Para Amorim, Pelegrina e Julião (2018), a Gestão Territorial é um conjunto de tarefas que procuram garantir a otimização do funcionamento de um território com base na aquisição, tratamento dos dados e informações relevantes para contribuir com o seu desenvolvimento sustentável.

2.1 O conceito de desenvolvimento sustentável

A maior reorganização teórica da disciplina de administração territorial foi impulsionada pelo movimento político de sustentabilidade que influenciou na reforma da abordagem cadastral capaz de incorporar metas ambientais e sociais. Em parceria com as Nações Unidas, a FIG (Federação Internacional dos Geômetras) elaborou a Declaração de Bogor sobre a Reforma Cadastral (FIG, 1996), estimulando a construção de cadastros multifinalitários eficientes e efetivos. Em seguida, criou-se a Declaração Conjunta Bathurst (FIG, 1999) que se tornou o documento formativo da moderna teoria da administração fundiária, estabelecendo uma forte ligação entre a administração de terras e o desenvolvimento sustentável.

A implantação do desenvolvimento sustentável através de um sistema de administração de terras possui três componentes principais: a eficiência e promoção do desenvolvimento econômico, a igualdade e justiça social, a preservação ambiental e um padrão sustentável de uso da terra (WILLIAMSON et al. 2010).

A Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável destaca a importância de se reconhecer o vínculo entre o desenvolvimento sustentável e outros processos relevantes nos campos econômico, social e ambiental e pretende garantir, dentre outras coisas, o acesso a serviços básicos, propriedade, recursos naturais e econômicos, além do controle sobre a terra e outras formas de propriedade (ONU, 2015).

Na Declaração de Moganshan, fica reconhecida a necessidade de uma nova abordagem de aquisição e integração de dados para melhorar a disponibilidade, qualidade, pontualidade e desagregação de dados, e o uso de uma ampla gama de dados, incluindo observações da terra e informações geoespaciais, para apoiar a implementação da nova agenda de desenvolvimento sustentável (MOGANSHAN DECLARATION, 2018).

2.2 Cadastro Territorial

O Cadastro Territorial é definido como um sistema de informações atualizadas baseadas em parcelas, relacionando-as a um registro de interesses sobre a terra através de direitos, restrições e responsabilidades que estão normalmente associadas a uma descrição geométrica e que pode ter diversas finalidades (FIG, 1995). Amorim, Pelegrina e Julião (2018) consideram a parcela como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único.

Para a teoria moderna da administração territorial o cadastro é uma ferramenta central da infraestrutura governamental e tem papel principal na implementação do paradigma da Gestão da Terra. Os sistemas cadastrais envolvem tanto a identificação da parcela quanto o registro dos direitos à terra, apoiam a avaliação e tributação, bem como a administração dos usos atuais e futuros da terra, ou seja, os sistemas cadastrais multifinalitários fundamentam as quatro funções da administração territorial.

De acordo com Farias e Carneiro (2015), o CTM (Cadastro Territorial Multifinalitário) representa um instrumento para o compartilhamento de informações comuns a usuários distintos. A Portaria 511 de 7 de Dezembro de 2009, publicada pelo Ministério das Cidades, coloca como base para o CTM o levantamento dos limites de cada parcela, cuja identificação no sistema cadastral é inequívoca, de modo que os atributos descritivos possam ser acessados através deste código atribuído a cada unidade territorial.

Considera-se como conteúdo mínimo do CTM, a caracterização geométrica da parcela, informações sobre seu uso, identificador, localização e dados sobre o proprietário, possuidor ou detentor do domínio útil. Apenas com a integração desses elementos básicos a outros sistemas é que se garante o caráter de multifinalidade do CTM.

Paixão, Nichols e Carneiro (2012), identificam o CTM como uma ferramenta eficaz para o ordenamento territorial, onde a sua implementação traz benefícios tanto para as organizações governamentais quanto para o setor privado. As informações cadastrais formam um importante componente dentro da infraestrutura de dados espaciais fornecendo a capacidade de controlar e gerir a terra através das quatro funções da Administração Territorial com o intuito de se chegar ao desenvolvimento sustentável (WILLIAMSON et al., 2010).

3 O LADM

O Modelo de Domínio de Administração Territorial (*Land Administration Domain Model* - LADM) foi publicado pela FIG em 2012 na ISO 19.152, afim de suprir a carência de conceitos, terminologias e aplicações do Cadastro Territorial em todo o mundo. Com a publicação, foi especificado um padrão internacional sob a forma de diagramas de classes em UML como meio de assegurar a interoperabilidade dos dados e acelerar a implementação de sistemas que apoiem os objetivos da sustentabilidade.

Segundo Lemmen, Oosterom e Bennett (2015), o LADM é um modelo descritivo e não prescritivo, onde os padrões específicos de domínio são utilizados para descrever a semântica da administração de terras com base em padrões básicos para a geometria, aspectos temporais, metadados e também observações e medições de campo. Conforme a ISO 19.152 (2012), o LADM tem dois principais objetivos:

> 1. Proporcionar uma base extensível para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de um sistema cadastral eficaz e eficiente com base em uma MDA (*Model Driven Architecture*);
>
> 2. Permitir que as partes envolvidas, tanto dentro de um país e dentre diferentes países, possam se comunicar através de uma base partilhada implícita no modelo.

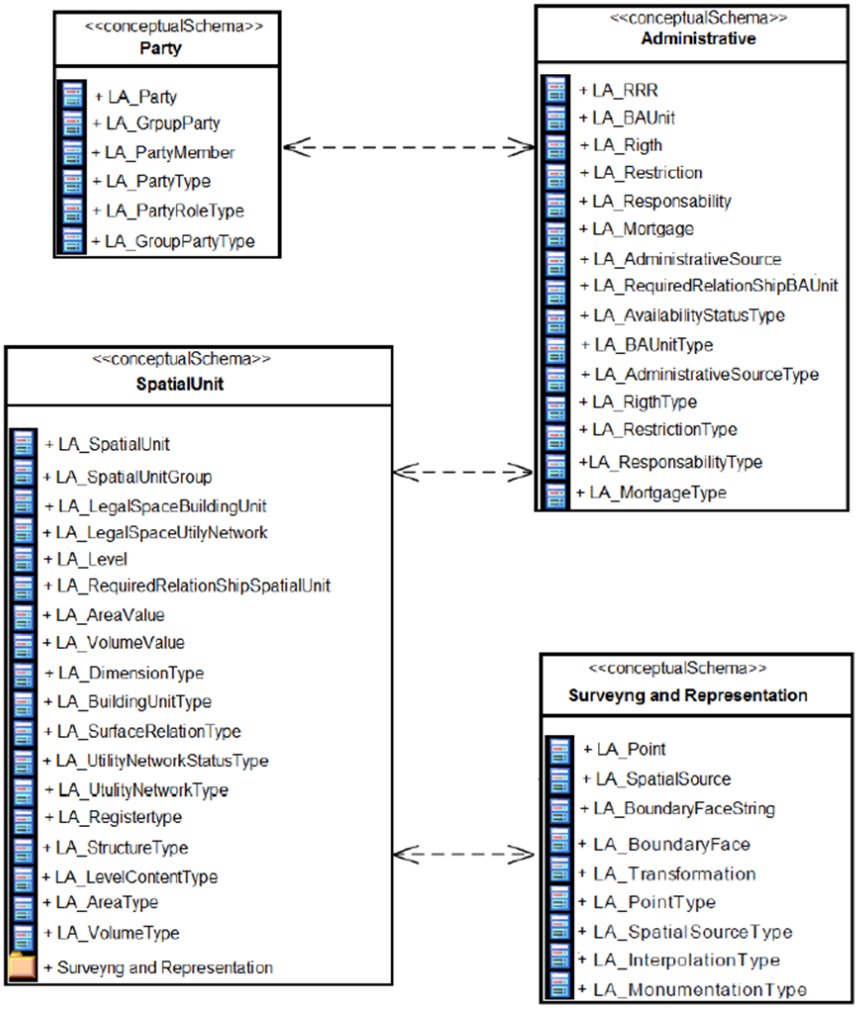
A abordagem baseada em uma MDA coloca a modelagem no centro do processo de desenvolvimento de um sistema, permitindo que detalhes locais possam ser adicionados primeiramente ao modelo conceitual abstrato (LEMMEN, OOSTEROM E BENNETT, 2015) e a posterior transformação desse modelo no código fonte para a sua implementação da forma mais automatizada possível. Além disso, o uso de padrões contribui para evitar inconsistências entre os dados e facilita a troca de informações entre diferentes fontes.

A UML é uma linguagem visual orientada a objetos que, segundo Guedes (2011), pode ser utilizada por muitos processos de desenvolvimento diferentes (como modelagem de softwares, sistemas e banco de dados) da forma que o usuário considerar mais adequada. No diagrama de classes UML é definida a estrutura das classes utilizadas pelo sistema, podendo-se determinar a cada uma delas atributos e métodos e estabelecer como as mesmas se relacionam e trocam informações entre si.

Um relacionamento ou associação no LADM descreve o vínculo que um objeto pode ter com outros objetos ou com outras classes e são representados por linhas ligando as classes envolvidas. Além disso, os mesmos incluem uma informação conhecida como multiplicidade, que determina o número mínimo e máximo de objetos envolvidos em cada extremidade da associação.

A estrutura de organização desta normativa contempla o conceito fundamental do cadastro, descrevendo os relacionamentos entre pessoas e terras que envolvem direitos, restrições e responsabilidades. A mesma dispõe de três pacotes básicos (*Party, Administrative e Spatial Unit*), onde podem-se representar as relações existentes entre estes elementos e um subpacote (Surveying and Representation) referente à representação geométrica e topologia das unidades espaciais (Figura 3).

Figura 3 - Pacotes e Subpacotes do LADM com suas respectivas classes.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

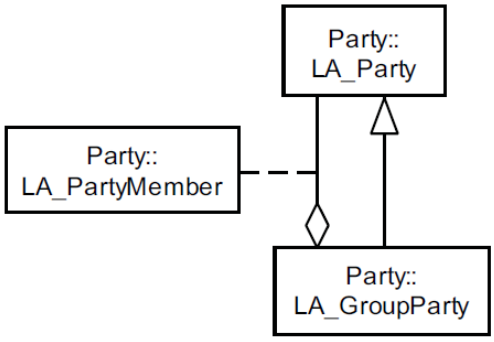
3.1 Descrição dos pacotes e subpacote do LADM

Esta seção apresenta a descrição dos pacotes e subpacotes que compõem o LADM, assim como suas respectivas classes.

3.1.1 Pacote das Partes (*Party Package*)

Neste pacote estão os dados das pessoas que se relacionam com a terra. Sua principal classe é a *LA_Party* que representa uma pessoa ou organização. Esta classe possui uma especialização, a subclasse *LA_GroupParty*, que tem como instância duas ou mais partes. Um grupo pode ser representado por uma família, uma associação indígena etc. Estas duas classes se relacionam por meio de uma classe opcional chamada *LA_PartyMember* que possui membros do grupo como instâncias. A Figura 4 apresenta as classes que compõem este pacote e a forma como se relacionam uma com a outra.

Figura 4 - Classes do Pacote das Partes.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

3.1.2 Pacote Administrativo (*Administrative Package*)

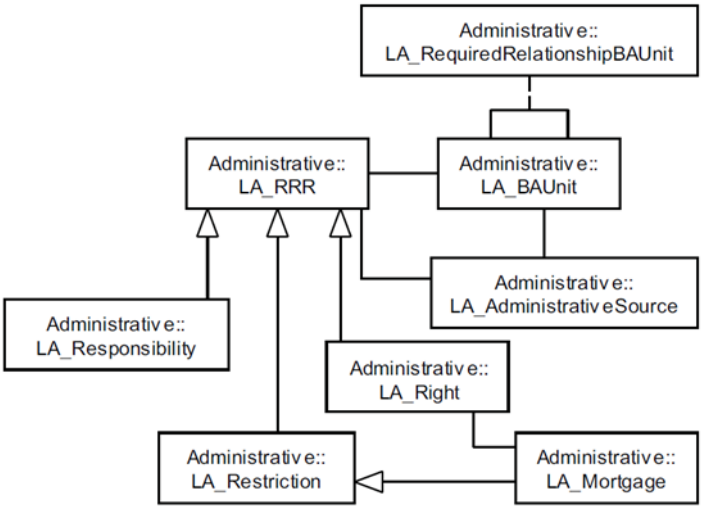
Neste pacote ocorre a representação dos direitos, restrições e responsabilidades. Tem como classes básicas *LA_RRR*, que possui três classes de especialização: *LA_Right* (Direitos como instâncias), *LA_Restriction* (Restrições como instâncias), LA_Responsibility (Responsabilidades como instâncias); e a classe *LA_BAUnit* (unidades administrativas básicas).

Segundo a ISO/FDIS 19.152 (2012), os tipos de direitos registrados na classe *LA_Right* são geralmente baseados na legislação nacional e as unidades administrativas básicas são necessárias para registrar unidades de propriedade que

se constituem em várias unidades espaciais pertencentes a uma parte e que estão sob o mesmo direito. Desta forma, um direito deve ser homogêneo sobre toda a *BAUnit*.

Além das classes citadas, o Pacote Administrativo possui a classe *LA_Mortgage* instanciada através de hipotecas que constituem uma restrição ao direito de propriedade. De maneira geral, todos os direitos, restrições e responsabilidades estão baseados numa fonte administrativa, como instâncias da classe *LA_AdministrativeSource*. A Figura 5 apresenta as classes deste pacote com suas respectivas associações.

Figura 5 - Classes do Pacote Administrativo.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

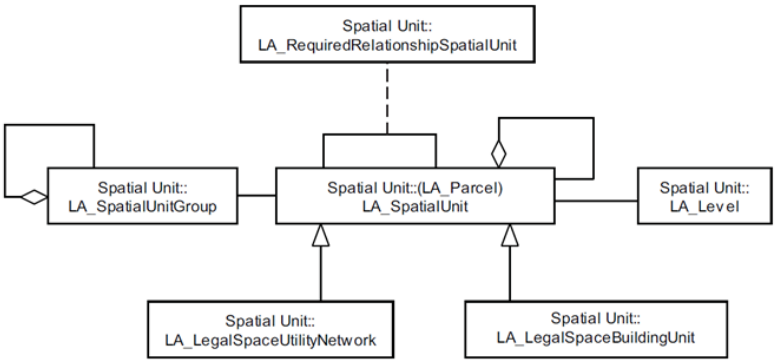
3.1.3 Pacote das Unidades Espaciais (*Spatial Unit Package*)

A principal classe deste pacote é *LA_SpatialUnit* que possui as unidades espaciais como instâncias. A *LA_Parcel* é um pseudônimo da classe *LA_SpatialUnit*. As unidades espaciais podem ser agrupadas através da classe *LA_SpatialUnitGroup* em grupos maiores de unidades espaciais, como por exemplo, um município; ou em grupos menores (subparcelas) que é um agrupamento de unidades espaciais em suas partes.

Conforme a ISO/FDIS 19.152 (2012), as unidades espaciais possuem duas especializações: a *LA_LegalSpaceBuildingUnit* (unidades de construção como instâncias) e a *LA_LegalSpaceUtilityNetwork* (redes de serviço público como

instâncias). A *classe LA_RequiredRelationshipSpatialUnit* descreve as relações espaciais explícitas entre unidades espaciais e instâncias desta classe e um nível é uma instância da classe *LA_Level*.

Figura 6 - Classes do Pacote das Unidades Espaciais.

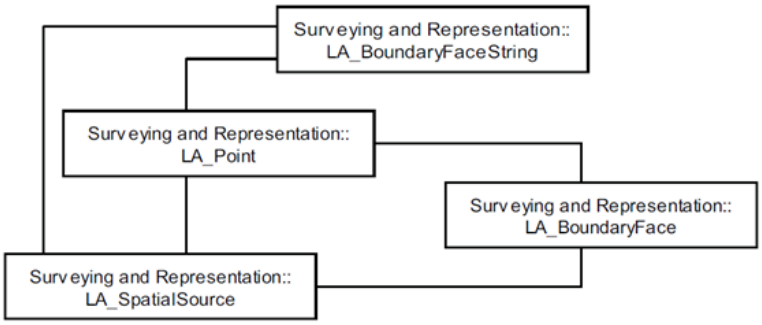


Fonte: ISO 19.152 (2012).

3.1.4 Subpacote dos Levantamentos e Representações (Surveying and Representation Subpackage

Este subpacote é responsável pela representação geométrica das unidades espaciais. Possui quatro classes: *LA_BoundaryFace* (limites das unidades espaciais em uma superfície 3D), *LA_BoundaryFaceString* (limites das unidades espaciais por linhas em 2D), *LA_Point* (um ponto como instância) e *LA_SpatialSource* (documentação dos levantamentos como instâncias das fontes espaciais).

Figura 7 - Classes do Subpacote dos Levantamentos e Representações.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

3.2 Classes Especiais do LADM

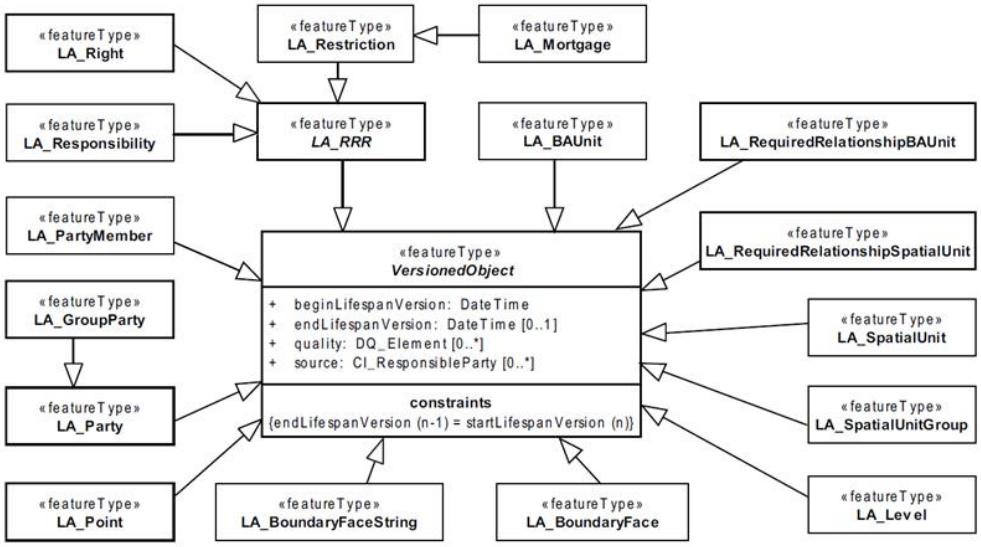
Esta subseção apresenta as classes especiais descritas na ISO 19.152:LADM.

3.2.1 Versioned Object

Esta classe existe no LADM para reconstrução histórica do banco de dados. Através dela é possível gerenciar e manter os dados históricos com um carimbo de data e hora.

Todas as classes principais e superclasses do LADM são subclasses da *VersionedObject*, enquanto que as subclasses herdam a *VersionedObject* a partir destas primeiras, como mostrado na Figura 8.

Figura 8 - Classe Especial VersionedObject com suas subclasses.

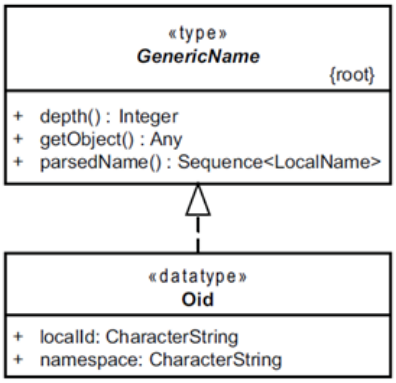


Fonte: ISO 19.152 (2012).

3.2.2 Oid

O tipo de dados genéricos Oid é introduzido no LADM para fornecer suporte aos identificadores de objetos (ISO/FDIS 19.152, 2012). Desta forma, os objetos adicionados ao sistema vão possuir um identificador local, atribuído pelo provedor de dados e um identificador para a fonte de dados do objeto espacial (Figura 9).

Figura 9 - Classe Especial Oid.

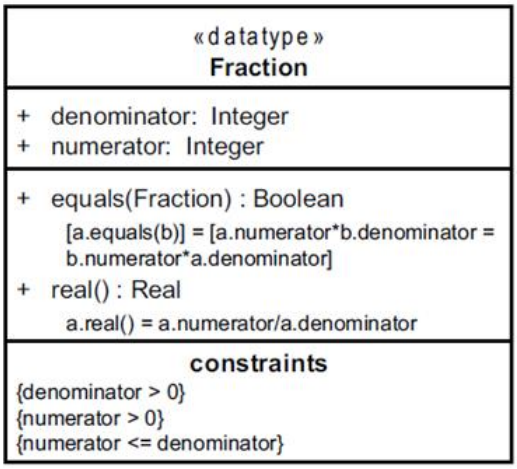


Fonte: ISO 19.152 (2012).

3.2.3 Fraction

O tipo de dados genérico *Fraction* é introduzido no LADM para fornecer suporte para frações, registrando o numerador e denominador que formam a fração. Alguns atributos da normativa são do tipo *Fraction*, porém a fração pode ser representada em um banco de dados como um número real, deste modo, o uso desta classe pode ser dispensado. A Figura 10 apresenta esta classe especial e seus métodos e restrições para transformar uma fração em número real.

Figura 10 - Classe Especial Fraction.

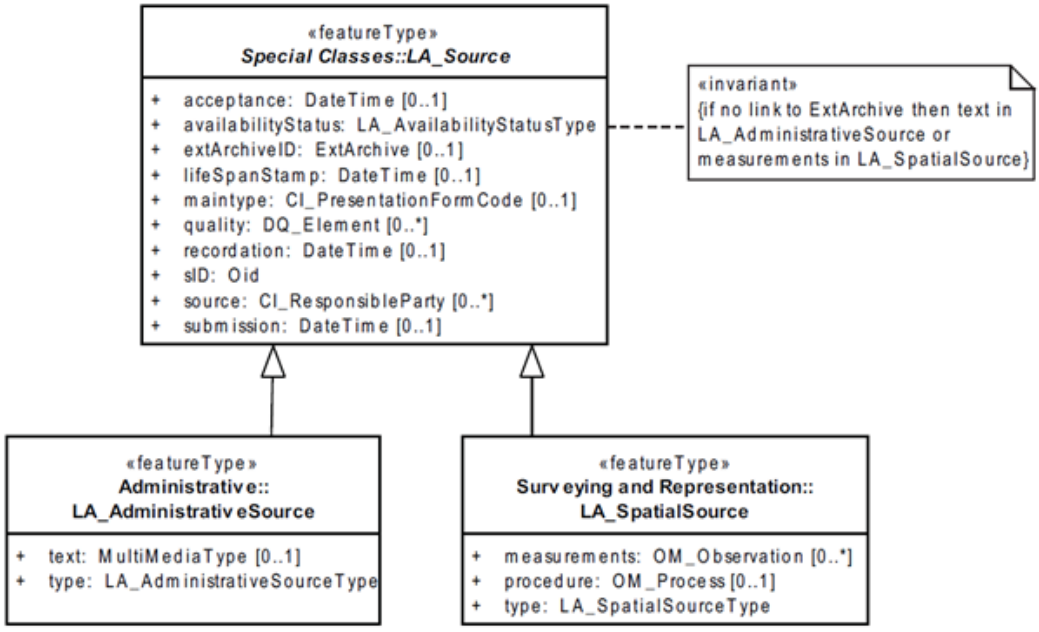


Fonte: ISO 19.152 (2012).

3.2.4 LA_Source

A classe especial *LA_Source* é a superclasse abstrata que possui como instâncias as fontes administrativas e fontes espaciais, *LA_AdministrativeSource* e *LA_SpatialSource*, respectivamente (Figura 11).

Figura 11 - Classes Especial LA_Source.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

4 O LADM: PROJETO E DESENVOLVIMENTOS

Paulsson e Paasch (2015) forneceram uma visão geral da pesquisa sobre o desenvolvimento e implementação do LADM. Os autores notaram que a pesquisa do LADM cobriu uma série de tópicos que vão desde aspectos mais legislativos, sobre terminologia e direitos, até gerenciamento e visualização de dados. Embora o LADM descreva as relações na terra com base na legislação e nos direitos informais, eles observaram uma tendência na pesquisa do LADM de se concentrar em questões técnicas e não em questões mais legais. Muitas publicações também descrevem o LADM de maneira mais geral, ao invés de focar e analisar aspectos específicos.

Pesquisas publicadas a partir dos anos 2000 tratam da melhoria dos sistemas cadastrais a partir de dois pontos principais: a necessidade de fornecer descrições das relações na terra de maneira estruturada e padronizada e as questões técnicas relacionadas a essas implementações.

Os aspectos técnicos foram abordados, por exemplo, por van Oosterom e Lemmen (2002) e van Oosterom et. al. (2006). Van Oosterom e Lemmen (2002) analisam o impacto dos desenvolvimentos da Geo-TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação Geoespaciais), como padrões de modelagem de sistemas de informação, tecnologia de banco de dados, sistemas de posicionamento, desenvolvimento da Internet, comunicação sem fio e aceitação de padrões de geometria nas ferramentas gerais da TIC, nos sistemas cadastrais. Van Oosterom et. al. (2006) apresentou uma primeira exploração no Cadastro 4D. Para eles, próximo ao aspecto espacial (3D) dos direitos e restrições, o aspecto temporal, a quarta dimensão dos interesses no setor imobiliário, é um aspecto importante do registro cadastral. Comert e Alkan (2004) e Alkan e Comert (2010) apresentaram um sistema de informações geográficas temporais (SIGT) projetado e desenvolvido para a Turquia. Esse tema foi abordado mais recentemente por Doner e Biyik (2013), Aydinoglu e Inan (2014) e Polat et. al. (2018), que aplicam o LADM para modelar situações de cadastro 3D / 4D na Turquia.

A partir de 2012, várias publicações trataram dos conceitos e estruturas do LADM, mas Van Oosteroom e Lemmen (2015) explicam que o processo de design do LADM ocorreu em uma abordagem incremental com revisão contínua de especialistas de 2002 a 2006 na Federação Internacional de Agrimensores. Então foi seguido um processo de design e desenvolvimento de padrões internacionais.

Lemmen et. al. (2010) e Lemmen (2012) apresentaram aspectos conceituais e legais do desenvolvimento de LADM, enquanto Lemmen, Van Oosterom e Bennet (2015) examinam a motivação, os requisitos e as metas para o desenvolvimento de LADM. Paasch et. al. (2015) propõem uma classificação mais detalhada da parte legal da LADM (ou seja, interesses na terra), do que a descrita no padrão atual, desenvolvendo ainda mais a classe 'direito', 'restrição' e 'responsabilidade' (RRR) da LADM e as listas de códigos associadas.

De acordo com Paulsson e Paasch (2015), várias publicações descrevem implementações nacionais do padrão, por exemplo, do ponto de vista técnico ou de registro e, portanto, muitas vezes se limitam a descrever a necessidade e o uso de LADM em um país. Uma razão para esse foco pode ser que os pesquisadores provavelmente estejam mais familiarizados com as necessidades, o potencial e os problemas de seu país na implementação do padrão. Essas publicações não são apenas de interesse interno, mas são valiosas para outros pesquisadores, permitindo comparações internacionais de problemas e possibilidades, por exemplo, sobre como implementar o LADM nos próprios sistemas legais. Pode-se citar Hespanha (2012) que estudou a elaboração de uma metodologia de desenvolvimento de um cadastro, examinada sob a perspectiva da teoria dos sistemas modernos para Portugal, Babalola et. al. (2015) que analisa as possibilidades de implementação do LADM na Nigéria; Elia (2013) que propõe o uso de LADM como modelo de referência para o sistema de informações fundiárias de Chipre; Góźdź e Van Oosteroom (2015) que apresentam o caso da Polônia e Ghawana et. al (2018) que examinam a administração de terras de Moçambique. Além disso, relatos de casos de outros países estão disponíveis em documentos de conferência e outras publicações de pesquisa.

Atualmente a norma ISO/FDIS 19.152 passa por um processo de revisão (LADM II) descrito em Lemmen, Oosterom e Kalantari (2018). A revisão busca aprimorar a modelagem proposta originalmente, indicando etapas para as implementações do modelo, perfis mais específicos, modelos técnicos em várias codificações, ajustes na integração com o banco de dados espaciais e o uso de novas tecnologias na administração territorial.

4.1 O LADM e os cadastros brasileiros

Desde a publicação da ISO 19.152, algumas pesquisas têm sido desenvolvidas no Brasil com o objetivo de testar a aplicação dos seus conceitos à situação brasileira. Os resultados de alguns desses trabalhos servem de base para essa proposta de integração.

O cadastro urbano foi tema da pesquisa de Santos (2013), que apresentou o cadastro baseado nas diretrizes propostas na Portaria 511 (Brasil, 2009) nos moldes do LADM. Embora ainda não existam no Brasil normas técnicas ou legislação específica para a implementação dos cadastros urbanos, o modelo formulado apresenta as classes principais que são comuns a muitos dos sistemas atualmente existentes. Considerando o caráter de sistema aberto proposto na ISO 19.152, pode-se considerar que esse modelo básico é aplicável aos cadastros urbanos brasileiros. Paiva (2016) também tratou do LADM para cadastro urbano, com ênfase na possibilidade de integração de dados cadastrais com os dados dos registros imobiliários.

Frederico (2014) descreveu os cadastros de bens públicos da União e propôs a sua integração em um modelo baseado no LADM. Purificação e Carneiro (2017) deram continuidade ao trabalho, aprofundando a modelagem para os casos dos imóveis rurais. Marra (2017) analisou a aplicação do LADM a processos de regularização fundiária, com aplicação à titulação de um território quilombola. O autor concluiu que o LADM oferece referencial conceitual e instrumental para representar de maneira coerente as relações de posse e propriedade previstas na legislação brasileira, utilizando o recurso de representação de posses formais e informais em diferentes níveis.

Costa (2016) e Silva (2017) trataram da modelagem da terceira dimensão do cadastro, sendo que Costa (2016) direcionou a sua pesquisa para o cadastro de apartamentos e Silva (2017) desenvolveu o modelo para as redes subterrâneas de distribuição de água.

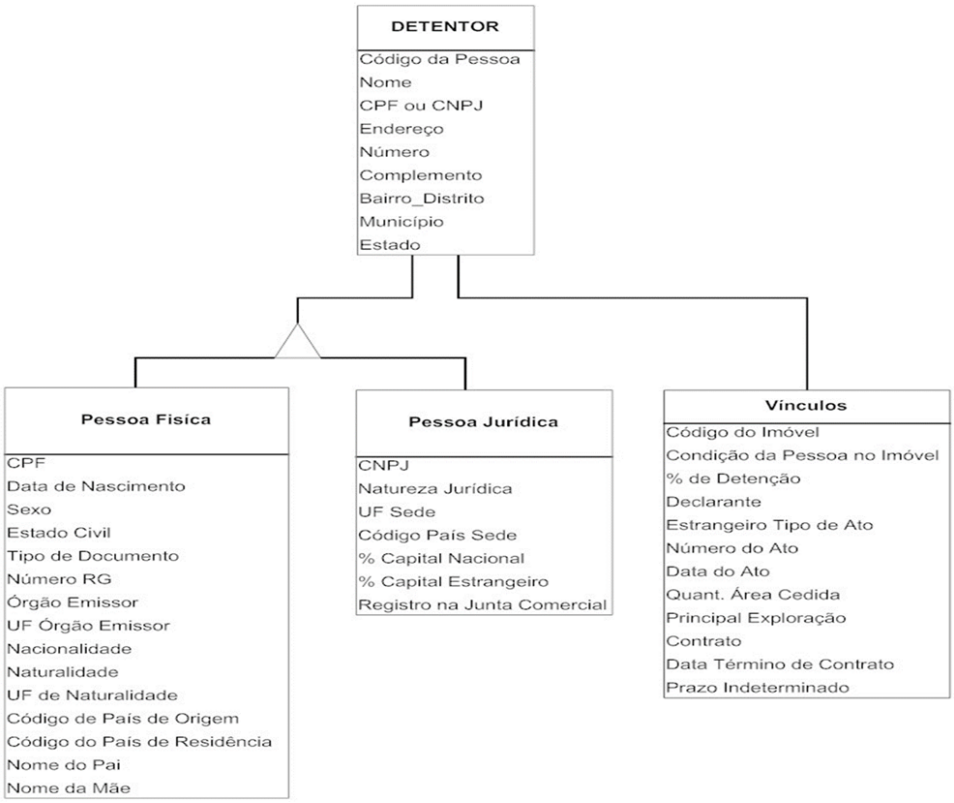
Essas pesquisas demonstraram que a flexibilidade do modelo proposto pela ISO 19.152 (ISO,2012) é aplicável às diferentes vertentes do cadastro brasileiro, mas ainda é necessário testar a integração desses modelos, objeto do presente estudo.

4.2 Uma Proposta de Modelo Integrado para o Cadastro Brasileiro

A fragmentação dos cadastros territoriais brasileiros tem consequências como a dificuldade no acesso às informações, a duplicidade e inconsistências dos dados e o desperdício de recursos. O LADM propõe a integração desses sistemas a partir de seus elementos mais básicos e comuns a múltiplos usuários. Para testar a aplicação dessa modelagem ao sistema brasileiro, foram selecionados os cadastros descritos brevemente a seguir.

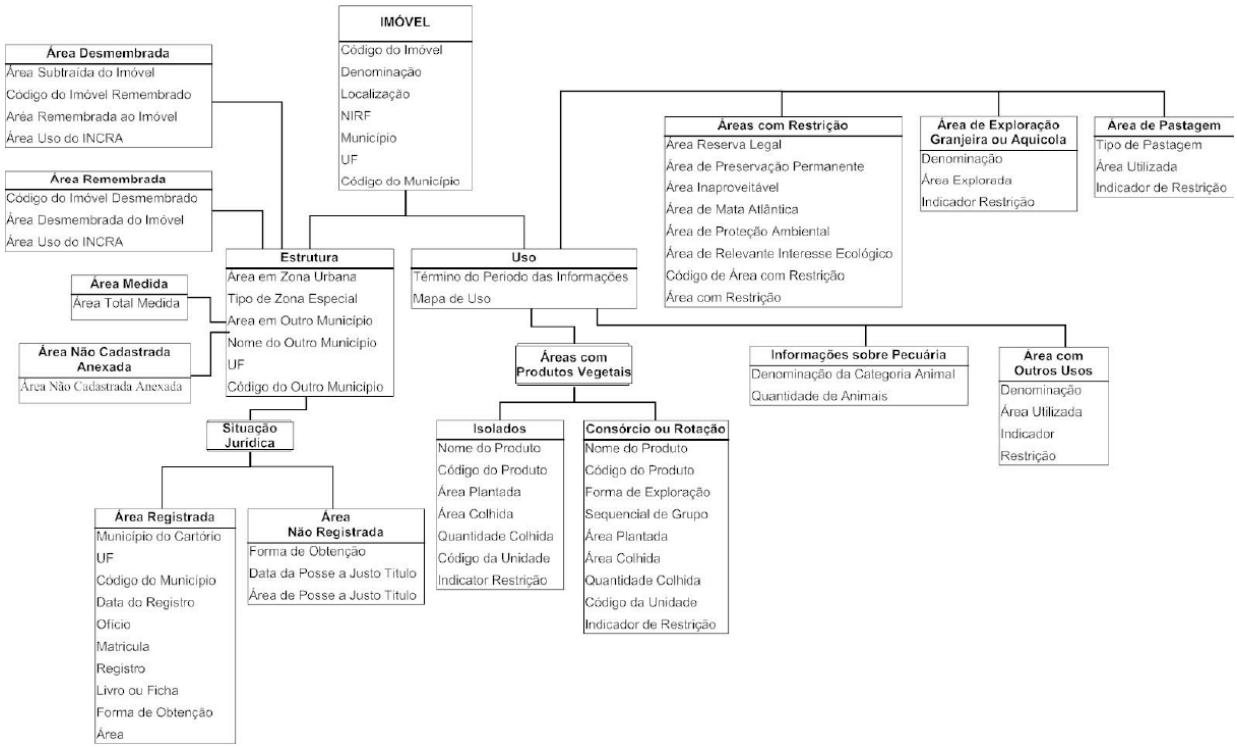
a) SNCR: O Sistema Nacional de Cadastro Rural em meio eletrônico foi criado em 2015 com o objetivo modernizar o cadastro rural brasileiro. Ele permite que o proprietário de imóvel rural atualize seus dados e de seus imóveis já cadastrados na base do SNCR através da Declaração para Cadastro de Imóveis Rurais Eletrônica, que compreende informações sobre os dados pessoais, estrutura e de uso. Inclui ainda informações gráficas do imóvel, quando disponíveis. É cadastrado todo imóvel rural, definido como uma área de terras contínuas, qualquer que seja sua localização, que possua um mesmo detentor (seja ele proprietário ou posseiro) com destinação agrícola, pecuária, extrativa vegetal, agroindustrial ou florestal. Esse cadastro é exigido para obtenção do CCIR (Certificado de Cadastro de Imóvel Rural), documento essencial para concessão de crédito agrícola, arrendamentos, desmembramentos, venda ou promessa de venda do imóvel rural. Na Figura 12 e 13 visualizam-se os atributos que compõem esse sistema.

Figura 12 - Dados sobre o Detentor do Imóvel no SNCR.



Fonte: Sousa Neto (2010).

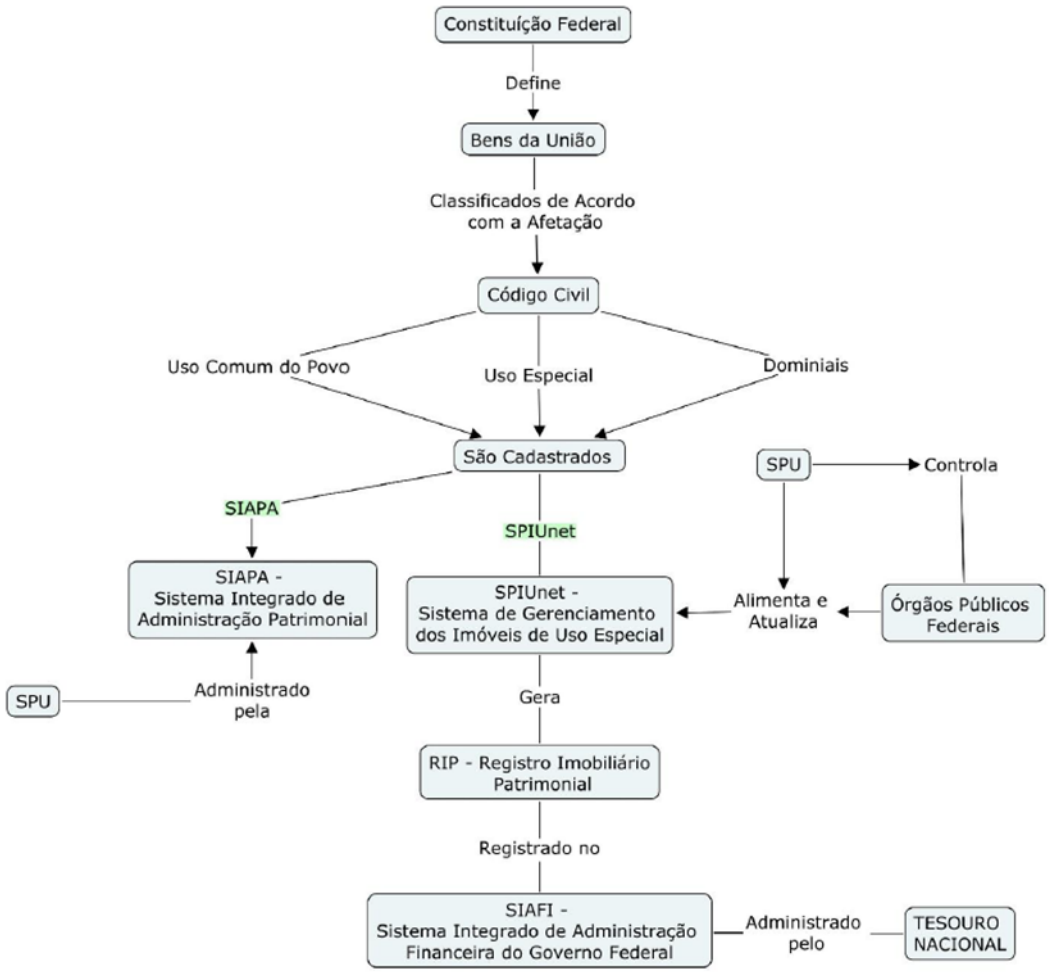
Figura 13 - Dados sobre o imóvel no SNCR.



Fonte: Sousa Neto (2010).

b) SIAPA e SPIUnet: Segundo a pesquisa desenvolvida por Frederico (2014), a SPU mantém dois sistemas para o cadastro dos bens públicos da União, o Sistema Integrado de Administração Patrimonial (SIAPA), e o Sistema de Gerenciamento dos Imóveis de Uso Especial da União (SPIUnet). Estes cadastros caracterizam-se por serem descritivos, ou seja, não possuem uma base cartográfica associada aos seus dados. Inicialmente, os bens eram inseridos em cada um deles levando em consideração a classificação definida no Artigo 99 do Código Civil: os imóveis dominiais eram cadastros no SIAPA, os de uso especial no SPIUnet e os de uso comum do povo não faziam parte de nenhum sistema. Atualmente, verifica-se que apesar da existência de dois sistemas específicos para cada tipo de bem da União, o cadastro dos mesmos não é feito de acordo com sua classificação original, mas sim de acordo com sua afetação ou destinação. Constam nos sistemas dados referentes ao imóvel, à sua utilização, ao usuário, ações judiciais, dados técnicos do terreno, memorial descritivo do terreno, imagens, informações gerais, dados cartorários, dados de benfeitoria e do responsável. A Figura 14 apresenta o mapa cognitivo dos bens públicos da União.

Figura 14 - Mapa Cognitivo dos Bens Públicos da União.



Fonte: Frederico (2014).

c) Cadastro Urbano: O cadastro urbano no Brasil não está baseado em padrões e legislações específicas. Cabe aos municípios implementar o cadastro dos imóveis urbanos e mantê-lo atualizado, geralmente para fins tributários. Embora existam casos de cadastros estruturados para atender a múltiplos usos na gestão pública, a maioria desses cadastros ainda não apresenta uma cobertura mais completa da área urbana, nem informações coerentes e atualizadas sobre essas parcelas. As informações coletadas referem-se à identificação de pessoas/instituições e unidades (imóveis urbanos), uso, informações geométricas (nem sempre baseadas em levantamentos ou cartografia) e atributos relacionados à obtenção do valor através de avaliação em massa.

5 PROBLEMAS DAS OCUPAÇÕES URBANAS IRREGULARES E A REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

De acordo com a FIG (2016), desde 2008 mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas e as estimativas atuais preveem que até 2030, cerca de 60% da população mundial viverão nestas áreas.

Devido à intensificação nos processos de urbanização das cidades e aos altos preços aplicados no mercado imobiliário, tem crescido o número de assentamentos habitacionais informais que sofrem com a carência de equipamentos urbanos, infraestrutura e falta de segurança jurídica nos negócios envolvendo pessoas e terras. Mas, segundo Almeida et al. (2017), a irregularidade fundiária é um problema histórico na ocupação do território brasileiro que surgiu no período colonial e permanece em grandes escalas até os dias atuais.

Para Rolnik (2006), o movimento da população mais pobre para as margens das cidades os privou de condições básicas de urbanidade ou da inserção efetiva na cidade, onde os assentamentos irregulares se multiplicam em áreas frágeis, sujeitas a desmoronamentos e inundações.

Estas regiões são normalmente excluídas do sistema financeiro formal, dos mapas e cadastros das prefeituras, o que é tido como um desacerto, tendo em vista que no Cadastro Territorial deve-se considerar o conceito de parcela, entendida como uma unidade definida por limites formais ou informais que delimitam a extensão de terras para uso exclusivo de indivíduos ou grupo específicos de indivíduos. Por isso, para que um cadastro seja completo, é necessário que contemple informações referentes a todas as parcelas territoriais, públicas e privadas, urbanas e rurais (CARNEIRO e JACOMINO, 1998), incluindo as áreas não legalizadas para que se tenha uma realidade física fundiária das cidades.

Segundo a FIG (2008), o modelo global de gestão de terras é visto como a ponte entre o crescimento da urbanização, pois através dele pode-se formular regulamentos e padrões de planejamento, consideradas ferramentas fundamentais para garantir o desenvolvimento urbano sustentável.

5.1 A Regularização Fundiária No Brasil

A Lei 13.465/2017 dispõe sobre:

> "A regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; [...] e dá outras providências." (PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA, 2017).

Com relação à Reurb (Regularização Fundiária Urbana), que será tratada nesta pesquisa, a Lei 13.465 institui normas gerais e procedimentos a serem aplicados na regularização de núcleos urbanos informais, comprovadamente existentes até 22 de Dezembro de 2016, abrangendo medidas jurídicas, ambientais, urbanísticas e sociais, de acordo com os princípios da sustentabilidade econômica, social e ambiental e a ordenação territorial, buscando a ocupação do solo de maneira eficiente, combinando seu uso de forma funcional.

De acordo com o artigo 11 da referida Lei, fica definido como núcleo urbano informal consolidado aquele de difícil reversão, considerados o tempo da ocupação, a natureza das edificações, a localização das vias de circulação e a presença de equipamentos públicos, entre outras circunstâncias a serem avaliadas pelo Município.

Dentre os objetivos da Reurb, destacam-se: a identificação de núcleos urbanos informais a serem regularizados, organizá-los e assegurar a prestação de serviços públicos aos seus ocupantes, de modo a melhorar as condições urbanísticas e ambientais em relação à situação de ocupação informal anterior; criar unidades imobiliárias compatíveis com o ordenamento territorial urbano e constituir sobre elas direitos reais em favor dos seus ocupantes; ampliar o acesso à terra urbanizada pela população de baixa renda, garantir o direito social à moradia digna e às condições de vida adequadas; garantir a efetivação da função social da propriedade e concretizar o princípio constitucional da eficiência na ocupação e no uso do solo.

5.2 Principais Alterações Trazidas pela Lei 13.465/2017

As principais alterações trazidas pela Lei 13.465 de 2017 foram: a instituição do direito real de laje nos direitos reais do Código Civil; a introdução do tratamento

do condomínio de lotes e do condomínio urbano simples; a legitimação fundiária e legitimação de posse; além da recepção do Concessão de Direito Real de Uso (CDRU), criado pelo Decreto-Lei 271/67 e a Concessão de Uso Especial para fins de moradia (CUEM) da MP 2220/01.

5.2.1 O Direito Real de Laje

Consiste na possibilidade de coexistência de unidades imobiliárias autônomas de titularidades distintas situadas em uma mesma área, permitindo-se ao proprietário a cessão da superfície de sua construção, a fim de que terceiro edificasse unidade distinta daquela originalmente construída sobre o solo (CARMONA E OLIVEIRA, 2017).

O direito real de laje contempla o espaço aéreo ou subsolo de terrenos públicos ou privados, tomados em projeção vertical, não contemplando as demais áreas edificadas ou não pertencentes ao proprietário da construção-base. Os titulares da laje, poderão dela usar, gozar e dispor, além poder ceder a superfície de sua construção para a instituição de um sucessivo direito real de laje, desde que haja autorização expressa dos titulares da construção-base e das demais lajes, respeitadas as posturas edilícias e urbanísticas vigentes.

5.2.2 Condomínio de Lotes

Pode haver, em terrenos, partes designadas de lotes que são propriedade exclusiva e partes que são propriedade comum dos condôminos. A fração ideal de cada condômino poderá ser proporcional à área do solo de cada unidade autônoma, ao respectivo potencial construtivo ou a outros critérios indicados no ato de instituição.

5.2.3 Condomínio Urbano Simples

Quando um mesmo imóvel contiver construções de casas ou cômodos, poderá ser instituído, inclusive para fins de Reurb, condomínio urbano simples, respeitados os parâmetros urbanísticos locais, e serão discriminadas, na matrícula, a parte do terreno ocupada pelas edificações, as partes de utilização exclusiva e as áreas que constituem passagem para as vias públicas ou para as unidades entre si. A instituição do condomínio urbano simples será registrada na matrícula do

respectivo imóvel, na qual deverão ser identificadas as partes comuns ao nível do solo, as partes comuns internas à edificação, se houver, e as respectivas unidades autônomas, dispensada a apresentação de convenção de condomínio.

Após o registro da instituição do condomínio urbano simples, deverá ser aberta uma matrícula para cada unidade autônoma, à qual caberá, como parte inseparável, uma fração ideal do solo e das outras partes comuns, se houver, representada na forma de percentual.

5.2.4 Legitimação Fundiária

Este instrumento constitui forma originária de aquisição do direito real de propriedade conferido por ato do poder público, exclusivamente no âmbito da Reurb, àquele que detiver em área pública ou possuir em área privada, como sua, unidade imobiliária com destinação urbana, integrante de núcleo urbano informal consolidado existente em 22 de dezembro de 2016. Apenas na Reurb-S, a legitimação fundiária será concedida ao beneficiário, desde que atendidas as condições exigidas pela lei. Por meio da legitimação fundiária, em qualquer das modalidades da Reurb, o ocupante adquire a unidade imobiliária com destinação urbana livre e desembaraçada de quaisquer ônus, direitos reais, gravames ou inscrições, eventualmente existentes em sua matrícula de origem, exceto quando disserem respeito ao próprio legitimado.

Em seu procedimento, o poder público emitirá e encaminhará a CRF (Certidão de Regularização Fundiária) para registro imediato da aquisição de propriedade, dispensados a apresentação de título individualizado e as cópias da documentação referente à qualificação do beneficiário, o projeto de regularização fundiária aprovado, a listagem dos ocupantes e sua devida qualificação e a identificação das áreas que ocupam. O poder público também poderá atribuir domínio adquirido por legitimação fundiária aos ocupantes que não tenham constado da listagem inicial, mediante cadastramento complementar, sem prejuízo dos direitos de quem haja constado na listagem inicial.

5.2.5 Legitimação de Posse

Instrumento de uso exclusivo para fins de regularização fundiária, constitui ato do poder público destinado a conferir título, por meio do qual fica reconhecida a

posse de imóvel objeto da Reurb, com a identificação de seus ocupantes, do tempo da ocupação e da natureza da posse, o qual é conversível em direito real de propriedade. Não se aplica aos imóveis urbanos situados em área de titularidade do poder público.

Após convertida em propriedade, constitui forma originária de aquisição de direito real, de modo que a unidade imobiliária com destinação urbana regularizada restará livre e desembaraçada de quaisquer ônus, direitos reais, gravames ou inscrições, eventualmente existentes em sua matrícula de origem, exceto quando disserem respeito ao próprio beneficiário.

5.2.6 Concessão do Direito Real de Uso (Decreto-Lei 271/67)

A concessão do CDRU é regulamentada nos artigos 7º e 8º do Decreto-Lei Nº 271/67 e aplica-se a terrenos públicos ou particulares, de forma remunerada ou gratuita, por tempo certo ou indeterminado, como direito real resolúvel, para fins específicos de regularização fundiária de interesse social, urbanização, industrialização, edificação, cultivo da terra, aproveitamento sustentável das várzeas, preservação das comunidades tradicionais e seus meios de subsistência ou outras modalidades de interesse social em áreas urbanas.

5.2.7 Concessão de Uso Especial para Fins de Moradia (MP 2220/01)

Em seu artigo 17º, a Lei 13.465/2017 altera a MP 2220/01, entendendo que a CUEM deva ser aplicada para aquele que, até 22 de dezembro de 2016, possuiu como seu, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, até duzentos e cinquenta metros quadrados de imóvel público situado em área com características e finalidade urbanas, e que o utilize para sua moradia ou de sua família, desde que não seja proprietário ou concessionário, a qualquer título, de outro imóvel urbano ou rural. Nos casos em que os imóveis possuírem mais de duzentos e cinquenta metros quadrados, ocupados até 22 de dezembro de 2016, por população de baixa renda para sua moradia, por cinco anos, ininterruptamente e sem oposição, cuja área total dividida pelo número de possuidores seja inferior a duzentos e cinquenta metros quadrados por possuidor, a concessão de uso especial para fins de moradia será conferida de forma coletiva, desde que os possuidores não sejam proprietários ou concessionários, a qualquer título, de outro imóvel urbano ou rural.

5.3 Modalidades da Reurb

A Reurb compreende duas modalidades: A Reurb-S e a Reurb-E. A primeira refere-se à regularização fundiária urbana de interesse social, aplicável aos núcleos urbanos informais ocupados predominantemente por população de baixa renda, assim declarados em ato do poder Executivo Municipal; e a segunda, relativa à regularização fundiária urbana de interesse específico, aplicável aos núcleos urbanos informais ocupados por população não qualificada na condição anterior.

Na Reurb-S, estão listados como atos registrais isentos de custas e emolumentos: I - o primeiro registro da Reurb-S, o qual confere direitos reais aos seus beneficiários; II - o registro da legitimação fundiária; III - o registro do título de legitimação de posse e a sua conversão em título de propriedade; IV - o registro da CRF e do projeto de regularização fundiária, com abertura de matrícula para cada unidade imobiliária urbana regularizada; V - a primeira averbação de construção residencial, desde que respeitado o limite de até setenta metros quadrados; VI - a aquisição do primeiro direito real sobre unidade imobiliária derivada da Reurb-S; VII - o primeiro registro do direito real de laje no âmbito da Reurb-S; e VIII - o fornecimento de certidões de registro para os atos.

5.4 A Regularização Fundiária e o LADM

O LADM tem como componentes básicos as informações que estão acima, abaixo e sobre a superfície. Logo, considerando a nova legislação brasileira para legalização de núcleos urbanos informais citadas na nova Lei de Regularização Fundiária (Lei Federal 13.465/17) e o direito de laje, que segundo Silva et al. (2018), pode existir em sobrelevação ou infrapartição, é possível representar estas áreas numa perspectiva internacional e de forma padronizada, de modo a fornecer aos governos informações espacializadas sobre seu território e que servirá como base para proporcionar respostas dinâmicas aos problemas encontrados nas cidades.

Além disso, na administração territorial informações sobre posse, valor, uso e desenvolvimento da terra são tidas como funções essenciais desempenhadas pela sociedade organizada, onde a integração dessas aos conjuntos de dados cadastrais e topográficos, asseguram o gerenciamento adequado dos direitos, restrições, responsabilidades e riscos de propriedade, incluindo a proteção e segurança na transferência de direitos, os recursos naturais, a avaliação e tributação de forma

equitativa, o planejamento e controle do uso e a implementação de utilidades, infraestrutura e planejamento das construções.

Em pesquisa recente, Marra (2017) utilizou o LADM para modelar os direitos de posse e propriedade no contexto do Cadastro Territorial no Brasil, reconhecendo as etapas da Regularização Fundiária aplicada à titulação de um território Quilombola. Como resultado de sua pesquisa, o autor concluiu que o LADM oferece referencial conceitual e instrumental para modelar os direitos analisados, através da utilização do recurso de representação em diferentes níveis.

6 MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS

Conforme Guedes (2011), os sistemas de informações são dinâmicos, pois estão em constante mudança. Desta forma, todo e qualquer sistema deve ser modelado antes de iniciar a sua implementação. Sampaio (2009) afirma que o resultado da modelagem permanece válido em caso de mudanças tecnológicas, tendo em vista que o esquema pode ser reaproveitado em um SIG diferente daquele em que foi implementado.

Quando se deseja modelar um sistema de informação é necessário abstrair suas características observadas no mundo real com o intuito de descrever a sua abrangência e seus aspectos comportamentais. Para Sá (2001), estabelecer quais são as variáveis que fazem parte do mundo real é a etapa mais difícil da modelagem de dados.

6.1 Abstração do Mundo Real

A abstração é um processo pelo qual se utiliza a representação conceitual utilizando objetos, suas principais características e a forma como eles se relacionam uns com os outros. Neste processo não existe um detalhamento de como os dados são guardados fisicamente em computadores. Segundo Borges, Davis Jr. e Laender (2005), a abstração auxilia a compreender o sistema, dividindo-o em componentes separados que podem ser visualizados em diferentes níveis.

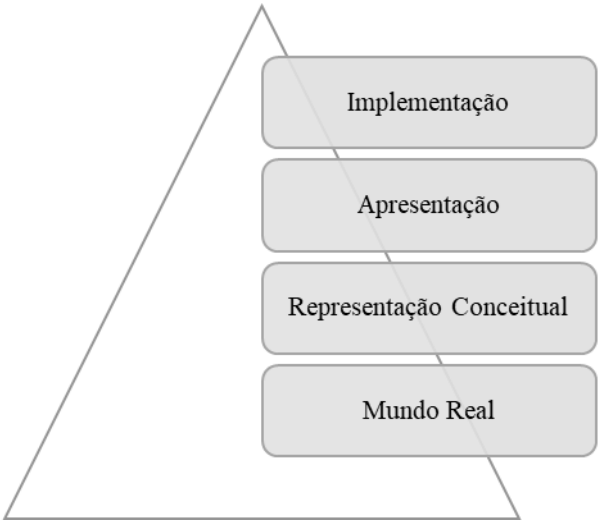
A modelagem de dados espaciais exige modelos mais adequados e que sejam capazes de representar o mais fielmente possível a forma como os fenômenos geográficos ocorrem. No decorrer dos anos diversos modelos de dados voltados para aplicações geográficas foram criados, dentre eles: MODUL-R (BÉDARD et al., 1996), GeoOOA (KÖSTERS et al., 1997), GeoFrame (LISBOA FILHO, 1997) e o mais recente, OMT-G (BORGES, DAVIS JR E LAENDER., 2001).

Segundo Borges, Davis Jr e Laender (2001), a escolha pelo modelo a ser utilizado na aplicação geográfica deve considerar as necessidades do usuário quanto à abstração de conceitos geográficos e requisitos usuais, como clareza e facilidade de uso.

Para Borges, Davis Jr. e Laender (2005), os modelos de dados para aplicações geográficas são classificados em quatro níveis distintos de abstração:

a) Nível do mundo real: Contém os fenômenos geográficos reais, como rios, ruas e cobertura vegetal.
b) Nível de representação conceitual: Definem-se classes básicas que serão criadas no banco de dados de acordo com a percepção do usuário. Oferece um conjunto de conceitos formais para modelar as entidades geográficas.
c) Nível de apresentação: Refere-se à visualização das entidades geográficas de acordo com a forma gráfica que podem assumir em determinada aplicação.
d) Nível de Implementação: Define a estrutura lógica para implementar cada tipo de representação, considerando padrões, forma de armazenamento e estrutura de dados.

Figura 15 - Níveis de Abstração das Aplicações Geográficas.



Fonte: A Autora (2019).

6.2 Modelo OMT-G

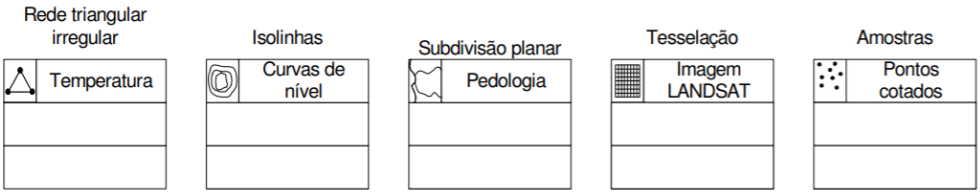
O modelo OMT-G (*OBJECT MODELING TECHNIQUE FOR GEOGRAPHIC*) é considerado um dos métodos mais usuais para a modelagem de dados espaciais. O mesmo foi utilizado na implantação da INDE (INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS) pela CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia) e pela ANA (Agência Nacional de Águas); atende aos níveis de abstração de representação conceitual e apresentação, além de ser baseado na linguagem UML. Desta forma, este será o modelo empregado nesta pesquisa para desenvolvimento da proposta idealizada.

Uma das principais vantagens do modelo é a introdução de primitivas geográficas para modelar a geometria e topologia dos dados espaciais, oferecendo suporte a estruturas topológicas “todo-parte”, estruturas de rede, múltiplas representações de objetos e relacionamentos espaciais (BORGES, DAVIS JR. E LAENDER, 2005).

O OMT-G possui dois tipos de classes: a convencional e a georreferenciada. A primeira descreve um conjunto de objetos que não apresentam propriedades geométricas, enquanto que a segunda descreve objetos que apresentam uma localização e representação espacial. Nas classes georreferenciadas há uma especialização em classes do tipo “Geo-Campo” e “Geo-Objeto”.

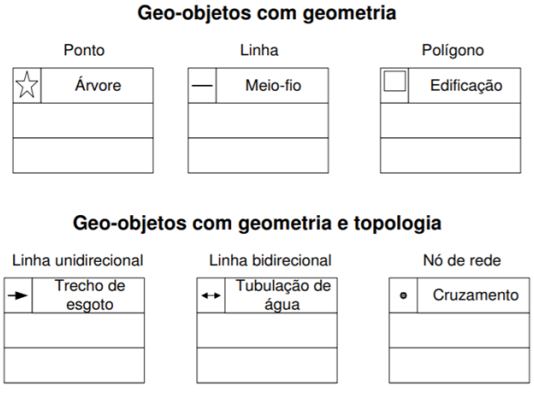
As classes “Geo-Campo” definem objetos e fenômenos que possuem representação contínua no espaço, como curvas de nível e relevo. Já as “Geo-Objeto”, definem aqueles que possuem representação individualizada e divide-se em geo-objetos com geometria (possuem apenas propriedades geométricas) e geo-objetos com geometria e topologia (possuem, além das propriedades geométricas, propriedades de conectividade topológica).

Figura 16 -Tipos de Classes Geo-Campos do Modelo OMT-G.



Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005).

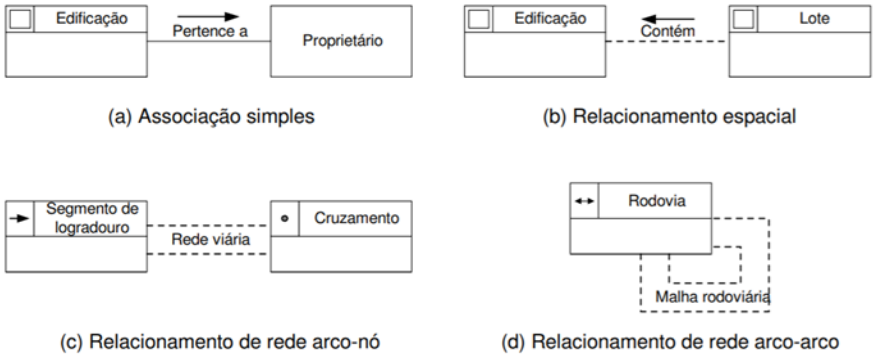
Figura 17 - Tipos de Geo-Objetos do Modelo OMT-G.



Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005).

O relacionamento entre as classes pode ocorrer de três formas no modelo OMT-G: associações simples, relacionamentos topológicos em rede e relacionamentos espaciais. De acordo com Borges, Davis Jr. e Laender (2005), as associações simples representam relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas; os relacionamentos espaciais representam relações topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy* e os relacionamentos de rede são relacionamentos entre objetos que estão conectados uns com os outros. A representação desses relacionamentos pode ser visualizada na Figura 18.

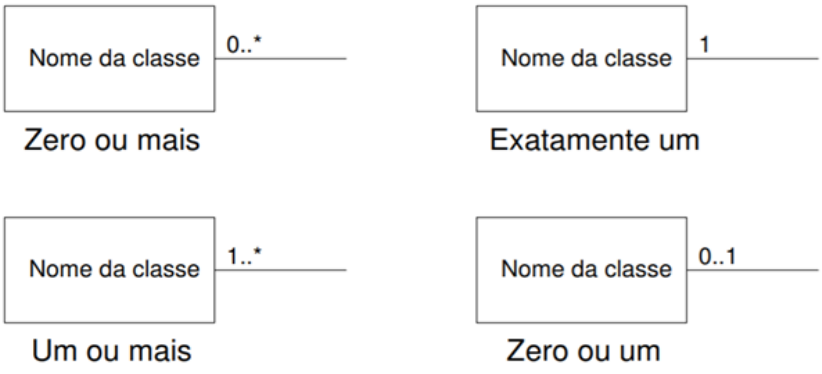
Figura 18 - Exemplos de Tipos de Relacionamentos do Modelo OMT-G.



Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005).

Além disso, os relacionamentos incluem uma informação conhecida como cardinalidade ou multiplicidade, que determina o número mínimo e máximo de objetos envolvidos em cada extremidade da associação. A Figura 19 apresenta a notação de cardinalidade utilizada pelo modelo.

Figura 19 - Tipos de cardinalidade do modelo OMT-G.

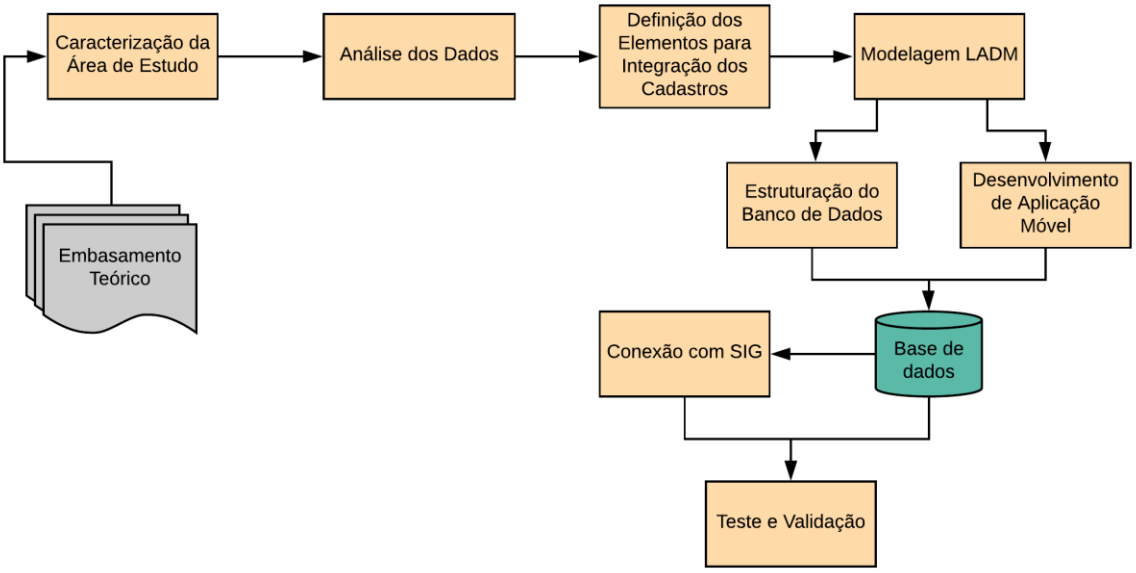


Fonte: Borges, Davis Jr. e Laender (2005).

7 METODOLOGIA

A pesquisa foi estruturada de modo a atender os objetivos pré-estabelecidos, conforme apresentado no esquema da Figura 20.

Figura 20 - Esquema das etapas a serem realizadas na pesquisa.



Fonte: A Autora (2019).

A primeira etapa da pesquisa consiste na construção do embasamento teórico, reforçando o conhecimento científico nos campos da Administração Territorial, conceitos e terminologias da ISO 19.152, Cadastro Territorial, diretrizes da Regularização Fundiária Urbana e modelagem espacial.

A segunda etapa compreende a caracterização da área de estudo adotada no projeto, com descrição de sua localização e justificativas pelas quais se deram a escolha da mesma.

A terceira etapa compõe-se da análise dos dados descritivos e espaciais levantados durante o Projeto de Regularização Fundiária do Loteamento Tapajós e dos dados que compõem os demais cadastros estudados.

Na quarta etapa serão definidas as classes e elementos básicos que irão propiciar a integração dos cadastros estudados.

A quinta etapa consiste na realização das adaptações necessárias nos atributos analisados para propor uma modelagem LADM, de acordo com as classes descritas na normativa.

A sexta etapa compreende a estruturação dos dados, com transformação do modelo conceitual para código SQL para organização da base de dados e desenvolvimento da aplicação móvel para coleta de dados que também estará conectada ao banco de dados.

A sétima etapa refere-se à ligação do banco de dados com informações descritivas às informações geoespaciais através da extensão PostGIS que permite a visualização integrada dos dados no software livre QGIS.

A oitava e última etapa fundamenta-se na realização do teste e validação da proposta desenvolvida, através de consultas espaciais e SQL no banco de dados e ambiente SIG.

7.1 Recursos Tecnológicos

a) Para a criação de fluxogramas ou mapas cognitivos será utilizada a ferramenta online Lucidchart;
b) Para desenvolvimento do modelo conceitual a ferramenta case OMT-G Design por ter o modelo utilizado na INDE e por ser a mais compatível com as classes e relacionamentos apresentados na ISO 19.152, conforme Purificação e Carneiro (2018);
c) Para criação dos *codeLists* o software livre *Astah Community*;
d) Para gerenciamento do banco de dados, o SGBD do PostgreSQL, PGAdmin III;
e) Para consulta aos dados oriundos do Projeto de Regularização Fundiária do Assentamento Núcleo Urbano Novo Tapajós, o software CDRF;
f) Para desenvolvimento da aplicação móvel, a plataforma livre APP Inventor e o banco de dados Firebase;
g) Software livre Qgis para visualização e consultas espaciais à base de dados.

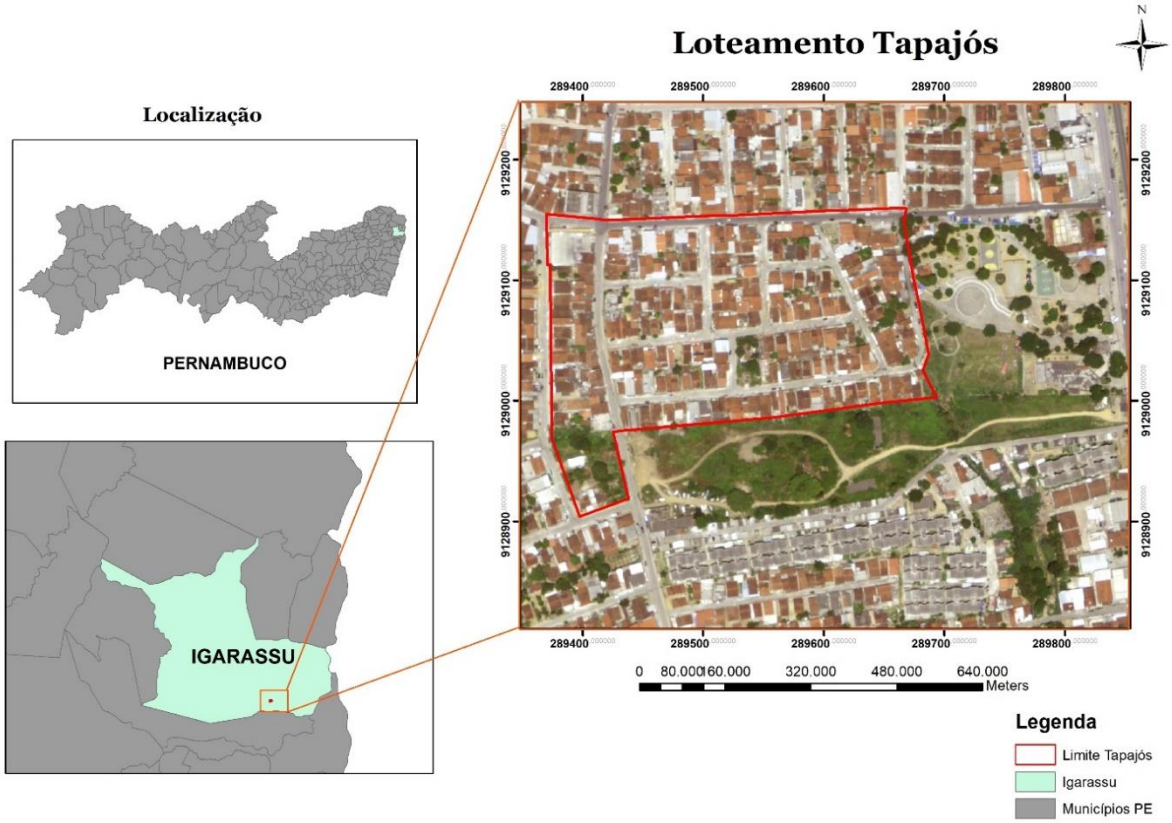
7.2 Áreas de Estudo

Com relação às áreas provenientes de projetos de regularização fundiária e áreas urbanas, o modelo foi testado nos limites do Loteamento Tapajós que possui área aproximada de 4,5ha, situado no município de Igarassu pertencente à Região Metropolitana do Recife. O Loteamento está inserido em áreas públicas de domínio do município, sendo este uma das áreas contempladas para a intervenção no

Projeto de Regularização Fundiária de Assentamentos Habitacionais da Região Metropolitana do Recife firmado entre a Universidade Federal de Pernambuco e o Ministério das Cidades. A Figura 21 apresenta a localização do Loteamento.

Como justificativas para a escolha desta área de estudo, têm-se o fato de ser, dentre as três áreas contempladas no município de Igarassu, a que está em processo de finalização da regularização fundiária; e por fim, por obedecer aos princípios normativos da Nova Lei de Regularização Fundiária (Lei Nº 13.465/2017). O processo de regularização fundiária do projeto é descrito em Garnés et. al. (2018).

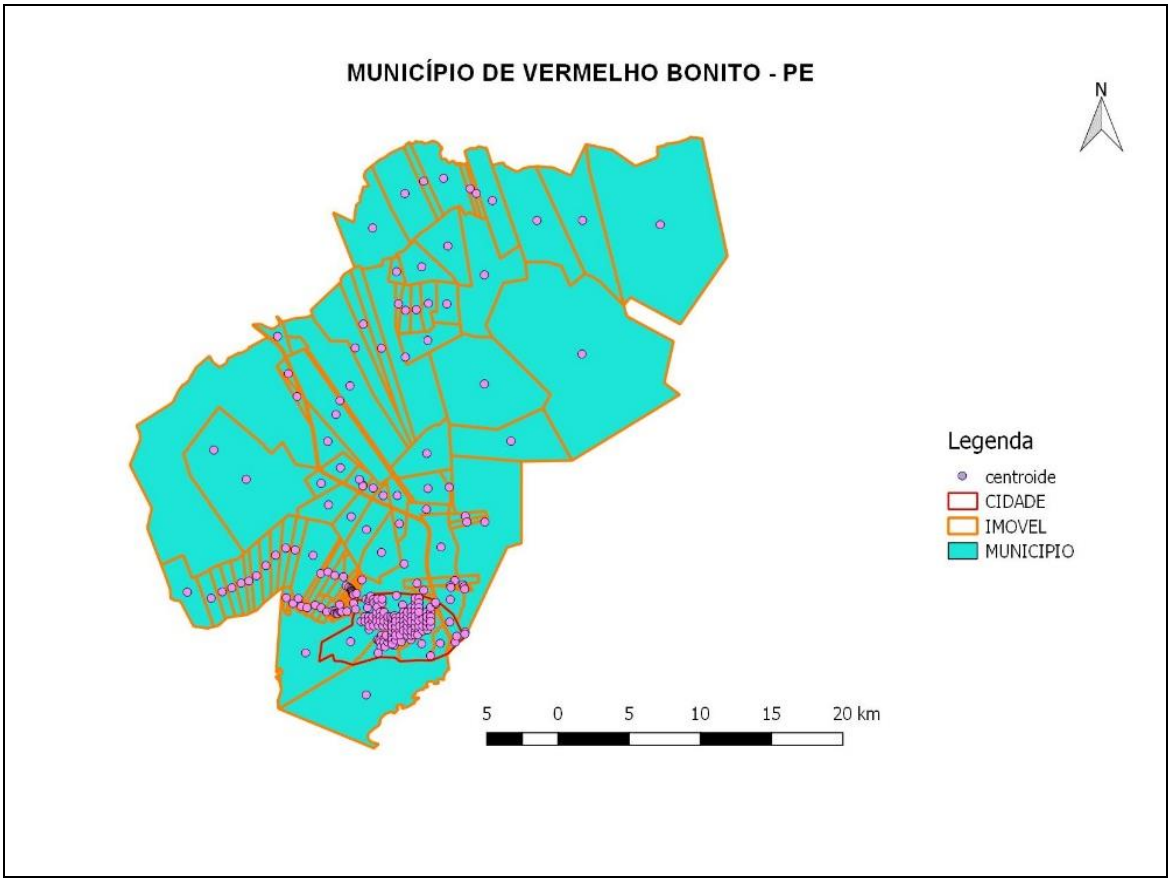
Figura 21 – Localização do Loteamento Tapajós.



Fonte: Purificação et al. (2018).

Para as áreas rurais e as públicas da União, utilizou-se a base cartográfica elaborada por Souza Neto (2010), que corresponde ao município hipotético de Vermelho Bonito. O município é majoritariamente rural, possuindo uma pequena área urbana (Figura 22).

Figura 22 - Município de Vermelho Bonito.



Fonte: Purificação, Carneiro e Julião (2019).

8 RESULTADOS E DISCUSSÕES

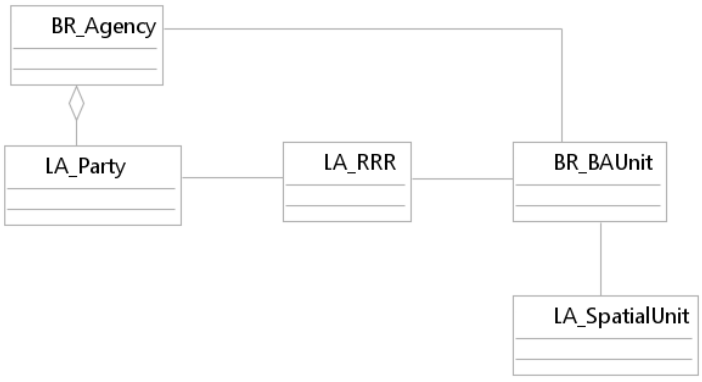
Esta seção apresenta os resultados obtidos com o desenvolvimento da pesquisa, assim como suas análises e discussões.

8.1 Definição dos Elementos para Integração dos Cadastros

Um dos artifícios utilizado para conseguir criar um modelo que possibilitasse a integração dos cadastros foi expandir os conceitos de duas classes criadas por Frederico (2014): A classe BR_Imóvel_União passou a ser chamada BR_Imóvel e a classe BR_SPU_Agência passou a ser chamada BR_Agência. A primeira poderá contemplar os imóveis públicos da União, os rurais, os urbanos e os provenientes de projetos de regularização fundiária, independente do órgão que o administra. Enquanto que a segunda representa este órgão administrador, que poderá ser a SPU, o INCRA, o município etc. Deve-se salientar que todo e qualquer imóvel representado nesta proposta deve ter uma agência administradora que foi inclusa na modelagem LADM como uma parte, através da classe *BR_Agency*.

A estrutura básica do modelo desenvolvido é apresentada na Figura 26, nela são representadas as classes primárias, *LA_Party*, *BR_BAUnit* (adaptação da classe BR_Imóvel), *LA_RRR* e *LA_SpatialUnit* com a inclusão da classe *BR_Agency*. Esta organização constitui o princípio fundamental do Cadastro, empregado no LADM, cuja descrição do relacionamento entre pessoas e terras envolve direitos, restrições e responsabilidades, sendo as demais classes do modelo LADM especializações destas principais.

Figura 23 - Estrutura Básica do Modelo.



Fonte: A Autora (2019).

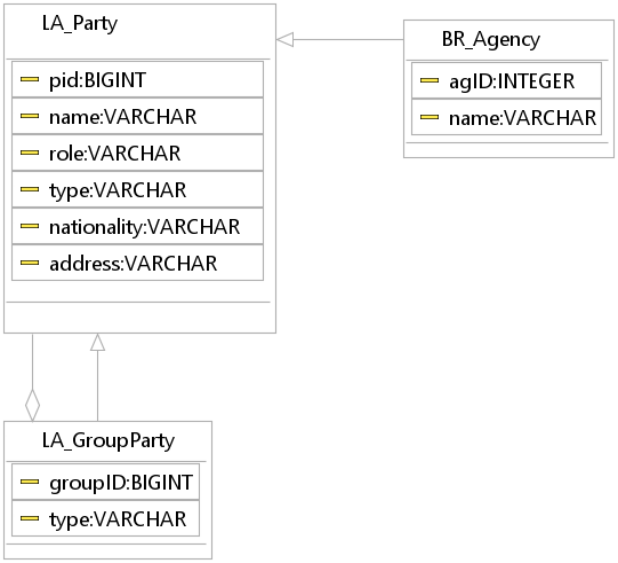
8.2 Modelagem Conceitual de Acordo com o LADM

Para o desenvolvimento do modelo conceitual, foi realizada uma análise dos atributos constantes em cada um dos cadastros estudados, verificando que em todos existia um excesso de informações e diferentes padronizações que impediam a troca sistemática de dados entre as instituições. Cada sistema possui dados dispostos conforme à sua finalidade e a ISO 19.152:2012 propõe um módulo básico para integração de cadastros. Nesse contexto, foram considerados apenas os atributos que fossem modeláveis de acordo com a realidade e requisitos do LADM, tendo em vista que o sistema proposto deve ser o mais simples possível para que se torne viável a sua integração. Desta forma, as informações modeladas envolvem uma parte (*LA_Party*) e uma unidade espacial (*LA_SpatialUnit*) que se relacionam por meio de direitos, restrições e responsabilidades (*LA_RRR*), procurando analisar e representar os possíveis casos de relacionamentos que ocorrem em áreas públicas, urbanas e as enquadradas na REURB. Nesta etapa da modelagem, utilizou-se a ferramenta case OMT-G Design.

8.2.1 Pacote das Partes (*Party Package*)

A Figura 24 apresenta a modelagem deste pacote que é composto pelas *classes* principais *LA_Party* e *LA_GroupParty*. Estas comportam atributos referentes a uma pessoa ou organização e um grupo de pessoas ou organizações, respectivamente. A classe *LA_PartyMember* não foi modelada para simplificação do modelo. Além disso, incluiu-se à classe *LA_Party*, os atributos "*nationality*" para saber se a parte cadastrada é brasileira ou estrangeira e "*address*" já que a parte cadastrada pode não residir no imóvel; A classe *BR_Agency* representa a inclusão do órgão administrador como uma parte, pois as instituições (INCRA, SPU e municípios) também se relacionam com a unidade espacial a partir de direitos, restrições e responsabilidades. Esta classe tem importância fundamental na integração dos cadastros estudados e possui como atributos o nome e o identificador da agência administradora.

Figura 24 - Modelagem do Pacote das Partes.



Fonte: A Autora (2019).

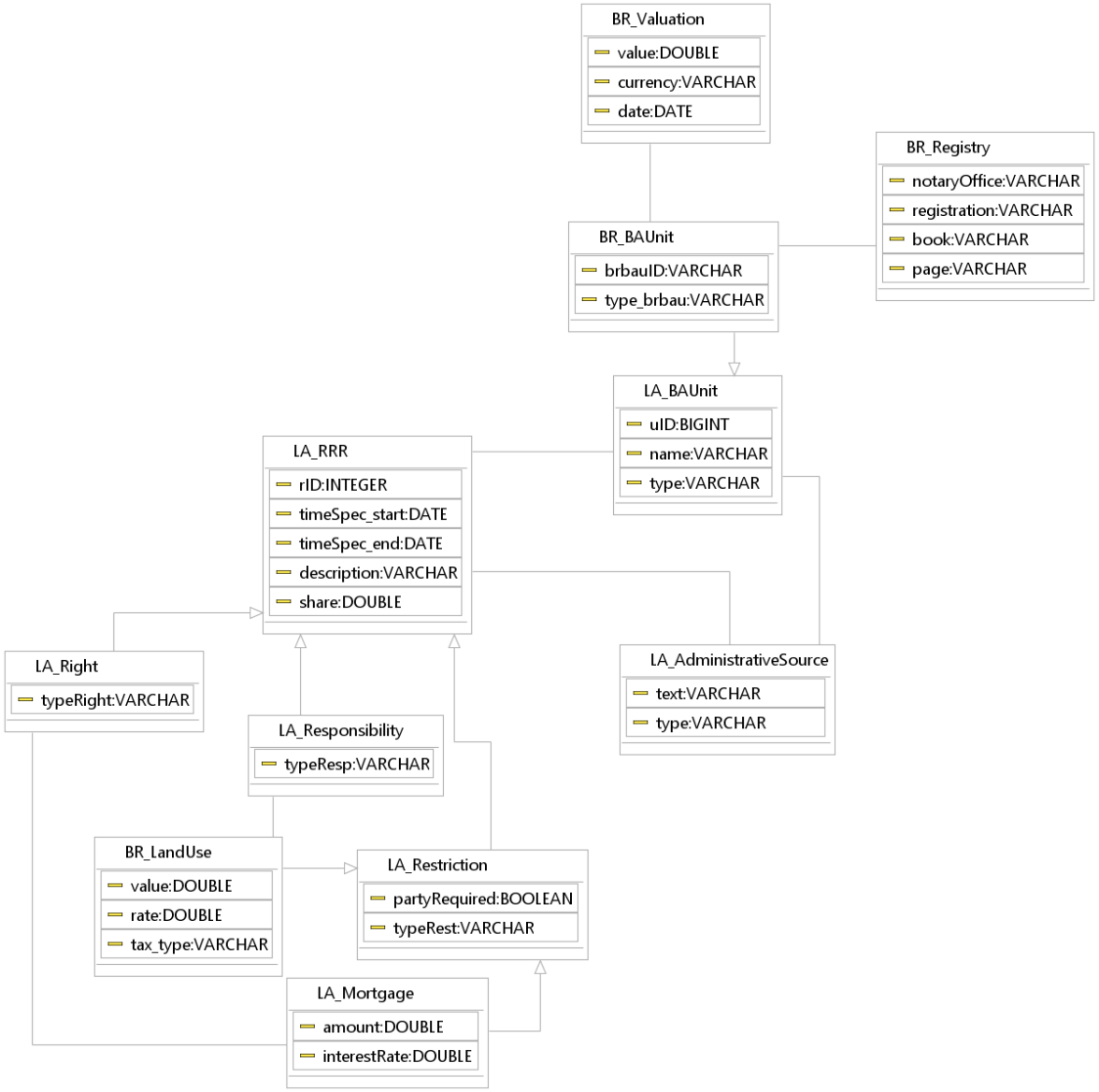
8.2.2 Pacote Administrativo (*Administrative Package*)

Neste pacote é modelado o relacionamento entre pessoas e terra através das classes *LA_Right, LA_Responsability* e *LA_Restriction* que são especializações da classe *LA_RRR*, tendo cada uma delas direitos, responsabilidades e restrições como instâncias, respectivamente. Na classe *LA_Right* serão representados os diferentes tipos de direitos existentes no Brasil, adicionando-se os da base do SNCR (direito de propriedade, posse a justo título e posse por simples ocupação), o direito de laje para imóveis urbanos e os demais direitos pertinentes aos imóveis da União. Na *LA_Restriction* serão também representados os tipos de restrições descritas na base do SNCR, além das já especificadas no LADM. A classe *LA_BAUnit* tem como instância as unidades administrativas básicas que são necessárias para registrar unidades de propriedade básica que consistem em várias unidades espaciais pertencentes a uma parte sob o mesmo direito. A classe *BR_BAUnit* foi incluída na proposta para referir-se à unidade administrativa básica de terras para esta modelagem que integrará os imóveis rurais, urbanos (incluindo os provenientes da REURB) e os da União. A mesma determina que todo imóvel deve ter um identificador unívoco para evitar ambiguidades (podendo ser adotados como identificadores o número do CCIR, o NIRF (Número do Imóvel na Receita Federal) ,

o RIP (Registro Imobiliário Patrimonial) e o número da inscrição cadastral) , além de incluir o atributo *“type*” que identificará qual tipo de imóvel está sendo cadastrado.

Em princípio, todos os direitos, restrições e responsabilidades são baseados em uma fonte administrativa, como instâncias da classe *LA_AdministrativeSource,* onde serão representados os tipos de fontes de dados administrativos no Brasil. A classe *BR_LandUse* representa a taxa relacionada ao uso de uma parcela e está associada a classe *LA_Responsability*, além de ter um relacionamento de herança com a classe *LA_Restriction*, tendo em vista que pode ou não existir um valor associado ao uso, descrito no atributo “*value*” e que sobre o uso da parcela pode ou não existir uma taxa (“*Rate*”) associada ao mesmo, o tipo da taxa é descrito no atributo “*tax_type*”. Assim, a parte pode ter a responsabilidade de realizar o pagamento desta taxa e o não pagamento da mesma pode impedir o uso do imóvel, constituindo uma restrição. A classe *BR_Registry* contém informações do registro do imóvel (cartório, matrícula, livro e folha), enquanto que a classe *BR_Evaluation* guarda dados sobre a avaliação do bem, incluindo os atributos “*value*” (valor), “*currency*” (tipo de moeda) e “date” (data da avaliação). Na Figura 25 é possível visualizar a modelagem proposta para este pacote, observando o relacionamento entre as classes.

Figura 25 - Modelagem do Pacote Administrativo.



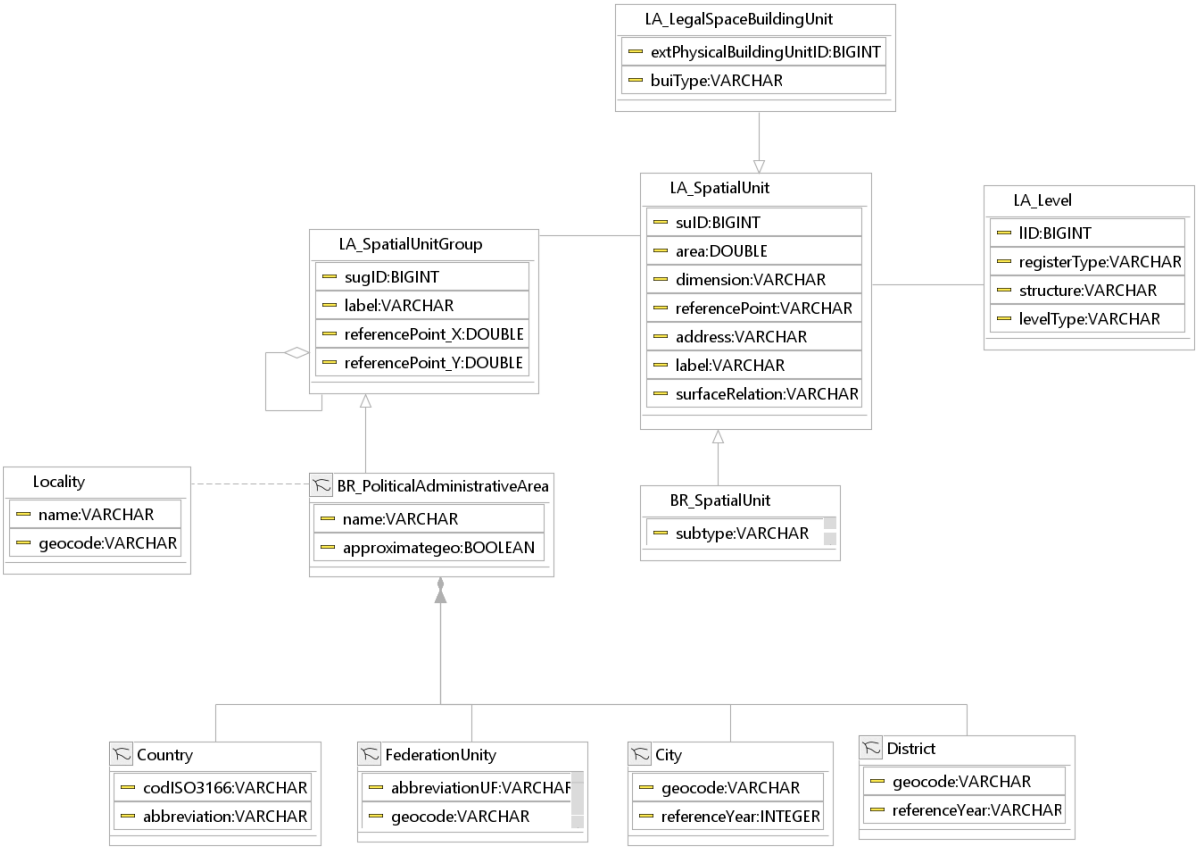
Fonte: A Autora (2019).

8.2.3 Pacote das unidades espaciais (*Spatial Units Package*)

A Figura 26 apresenta o resultado da modelagem deste pacote e o relacionamento entre suas classes. Nele será possível representar as unidades espaciais na classe *LA_SpatialUnit.* Segundo a ISO 19.152:2012, as unidades espaciais são definidas como áreas únicas de terra e/ou água ou um único volume do espaço, estruturadas de forma a apoiar a criação e o gerenciamento das *BAUnits.* Como especialização das unidades espaciais, derivou-se a classe *BR_SpatialUnit* para descrever os subtipos de unidades espaciais: aquelas de

domínio municipal, as vias públicas, as áreas de equipamentos urbanos e as que estão sob regime de direito privado. Além disso, o uso da unidade espacial é descrito no atributo *BR_useType,* referindo-se aos contidos no Código Civil, Art. 99 (uso comum do povo, uso especial e uso dominial), àqueles pertinentes ao imóvel rural (agricultura, pecuária, apicultura etc.) e aos imóveis urbanos (residencial, industrial, comercial etc.). A *LA_SpatialUnitGroup* é tratada como um grupo de unidades espaciais que não precisam ser necessariamente contínuas. Um grupo de unidades espaciais pode formar, através de um relacionamento de agregação da *LA_SpatialUnitGroup* com ela mesmo, uma zona administrativa que foi inclusa na modelagem através da classe *BR_PoliticalAdministrativeArea*. Esta por sua vez, pode ser especializada como um distrito, um município, uma Unidade da Federação ou um país, definidos nas classes *District, City, FederationUnity e Country*, que foram modeladas com base nas classes de limites políticos-administrativos definidas na ET-EDGV Defesa F Ter (Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais da Defesa da Força Terrestre). A classe *BR_PoliticalAdministrativeArea* possui uma associação com a classe *Locality*, conceituada como todo lugar do território nacional onde exista um aglomerado permanente de habitantes (DSG, 2016). Para a representação das unidades de construção, tem-se a classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit,* que pode ser instanciada por exemplo, por um apartamento, um estacionamento, uma garagem ou uma área de laje (definida no direito de laje). A classe *LA_Level* é uma coleção de unidades espaciais com uma coerência geométrica, topológica e temática (Lemmen et al., 2015), pode-se definir um nível para o cadastro urbano e um para o cadastro rural, assim como um para os direitos e um outro para restrições, por exemplo. A classe *LA_LegalSpaceUtilityNetwork* não foi inclusa nessa modelagem para simplificação do modelo, tendo em vista que os cadastros estudados não possuem informações sobre redes de serviços legais.

Figura 26 - Modelagem do Pacote das Unidades Espaciais.



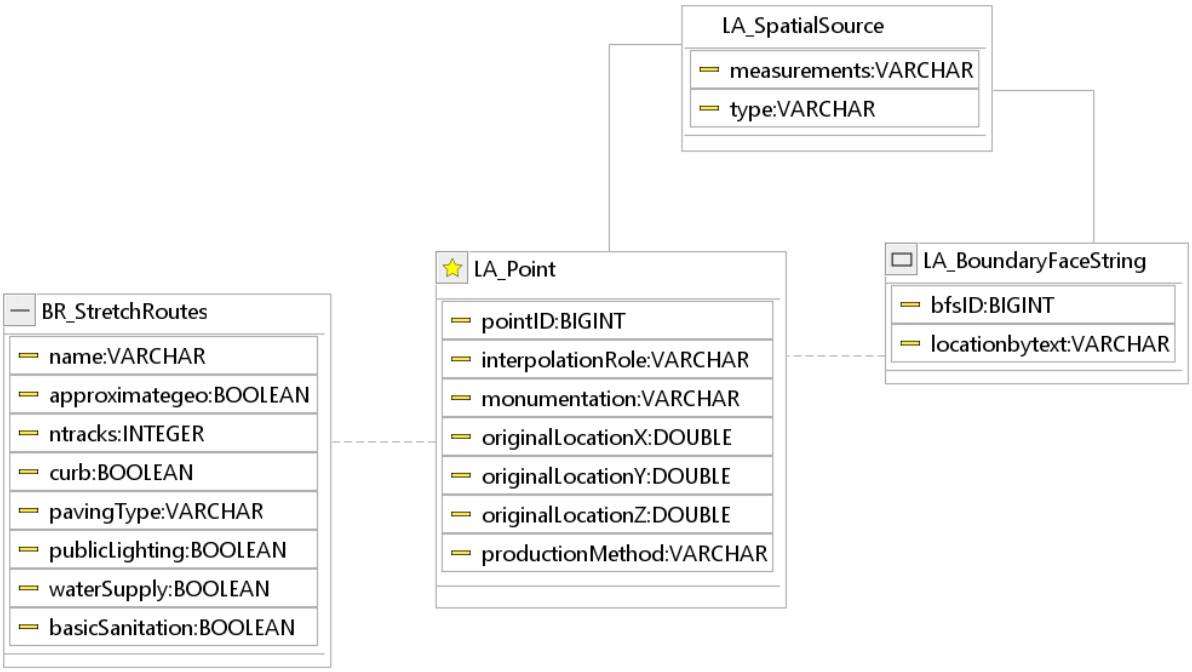
Fonte: A Autora (2019).

8.2.4 Subpacote dos Levantamentos e Representações (*Surveying and Representation Subpackage*)

O subpacote dos levantamentos e representações refere-se à representação geométrica das unidades espaciais. Como pode ser visualizado na Figura 27, foram modeladas três classes do LADM: *LA_BoundaryFaceString*, para definir os limites através de representações 2D; LA_Point, que inclui dados sobre os pontos georreferenciados da unidade espacial e LA_SpatialSource, utilizada como base para o mapeamento e reconstituição histórica dos dados espaciais do modelo. Esta classe registra a documentação do levantamento, podendo ser levantamentos finais (geralmente formais, como os certificados pelo INCRA) ou todo e qualquer documento relacionado ao levantamento. Além dessas três classes, foi incluída a classe *BR_StretchRoutes* responsável pelo registro de trechos de vias públicas e que está associada à classe *LA_Point,* tendo em vista que o cruzamento das vias se

dá através de pontos, sendo necessário para cada trecho, a definição de dois pontos.

Figura 27 - Modelagem do Subpacote dos Levantamentos e Representações.

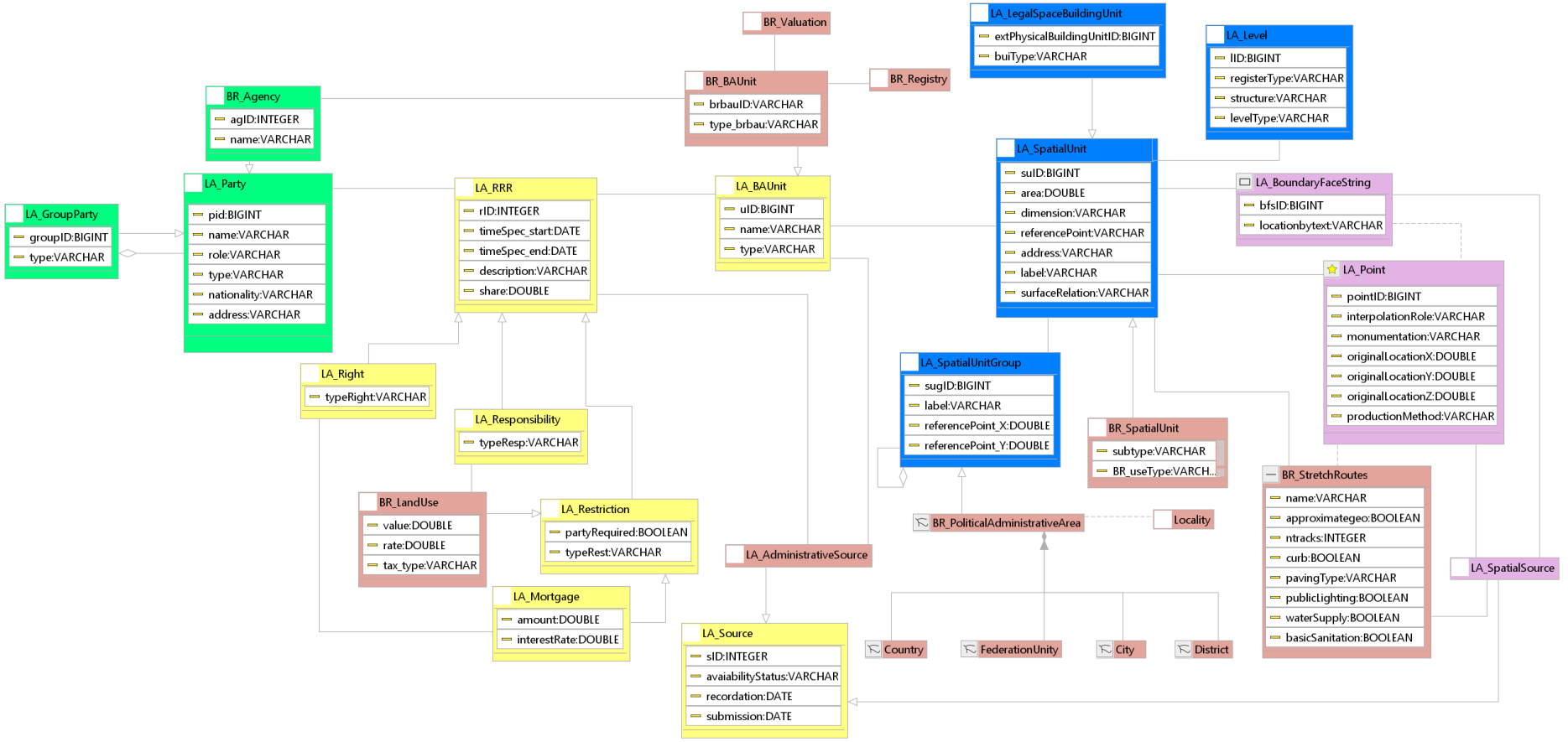


Fonte: A Autora (2019).

8.2.5 Modelagem dos Cadastros Integrados

Após a modelagem individual dos pacotes, foi realizada a construção dos relacionamentos entre os mesmos. O resultado final é apresentado na Figura 28, onde as classes representadas em verde correspondem ao pacote das partes; em amarelo, as do pacote administrativo; em azul, as do pacote das unidades espaciais; em lilás, as do subpacote de levantamentos e representações; e, em salmão, as classes externas, modeladas para atender à realidade dos cadastros estudados.

Figura 28 - Modelagem de cadastro integrado.



Fonte: A Autora (2019).

8.3 CodeLists

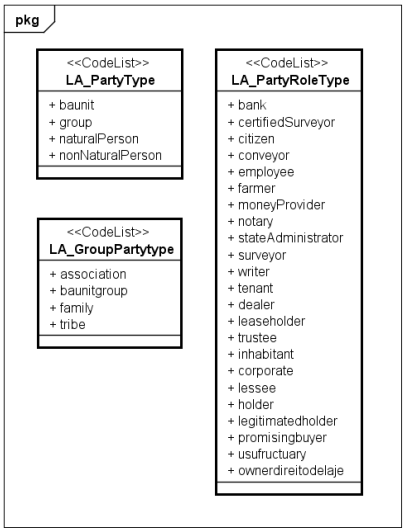
As listas de códigos ou *Codelists* são usadas para expressar uma lista de valores possíveis para determinado atributo. A ISO 19.152:2012 afirma que estas listas são flexíveis e permitem o uso de terminologias locais, regionais e nacionais de forma a adaptar-se as características de cada perfil modelado.

8.3.1 CodeList do Party Package

O pacote das partes possui três listas de códigos (Figura 29): *LA_PartyType*, *LA_PartyRoleType* e *LA_GroupPartyType*.

a) LA_PartyType: Inclui os possíveis tipos de partes, como pessoas naturais ou não naturais (físicas ou jurídicas), reconhecidas na implementação do modelo.
b) LA_GroupPartyType: Inclui os possíveis grupos de partes, como uma associação, uma família ou uma tribo, reconhecidas na implementação do modelo.
c) LA_PartyRoleType: Inclui as várias funções que as partes podem desempenhar na atualização e/ou manutenção do modelo implementado, como agrimensor, notário, proprietário, titular do direito de laje, possuidor, possuidor legitimado etc.

Figura 29 - CodeList Party Package



Fonte: A Autora (2019).

8.3.2 CodeList do Administrative Package

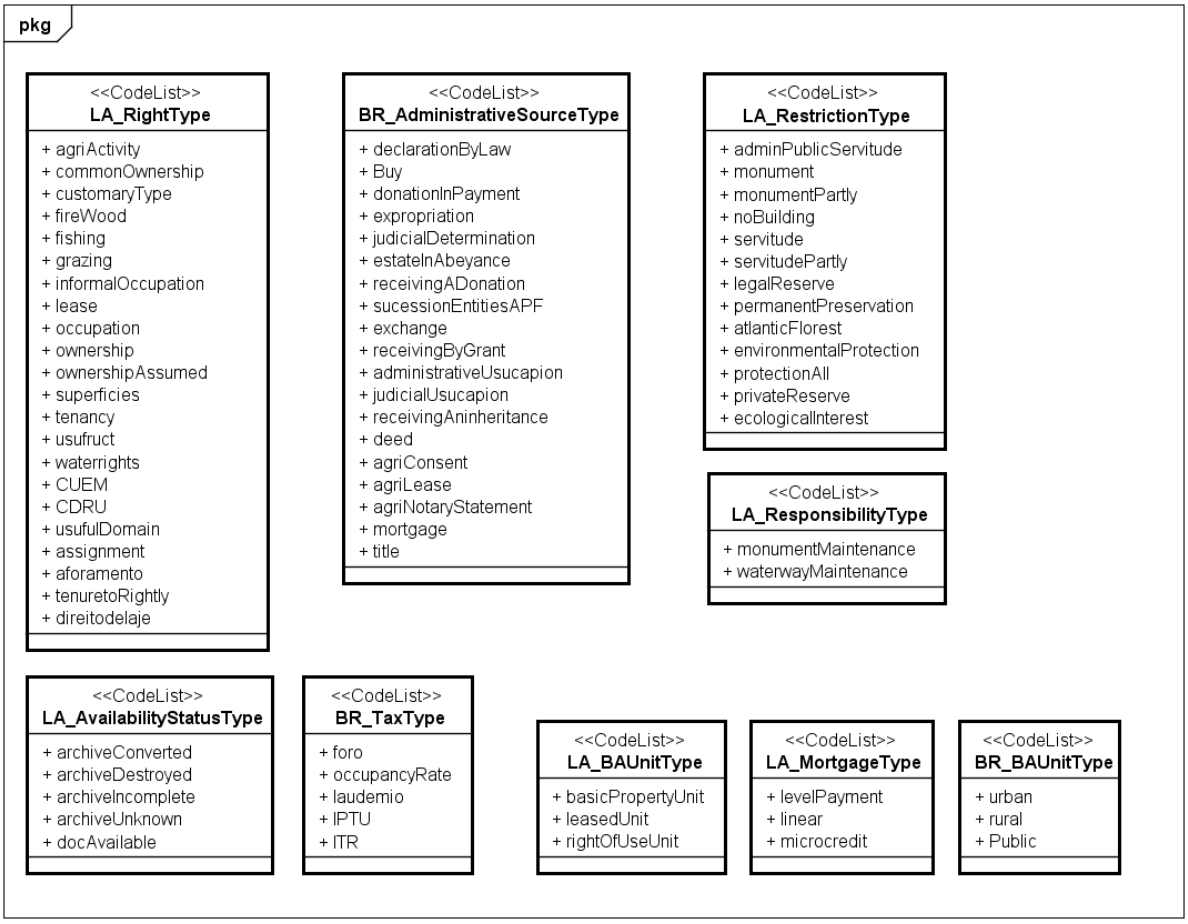
O pacote administrativo possui nove listas de códigos (Figura 30): *LA_RightType, LA_RestrictionType, LA_ResponsibilityType, LA_AdministrativeSourceType, LA_AvailabilityStatusType, LA_MortgageType, LA_BAUnitType e BR_BAUnitType*.

a) LA_RightType: Inclui os vários tipos de direitos já exemplificados no LADM acrescidos dos tipos direitos relativos à legislação brasileira reconhecidos na implementação do modelo, como o direito de superfície, usufruto, Concessão Especial para Fins de Moradia (CUEM), Concessão do Direito Real de Uso (CDRU), posse a justo título, direito de laje etc.
b) LA_RestrictionType: Inclui os vários tipos de restrições relativas à legislação brasileira reconhecidas na implementação do modelo, como área de reserva legal, servidão, monumento, área de preservação permanente etc.
c) LA_ResponsibilityType: Inclui os tipos de responsabilidades exemplificados no LADM e que são reconhecidos na implementação deste modelo, como manutenção de cursos d'água e manutenção de monumento.
d) LA_AdministrativeSourceType: Inclui os tipos de documentos exemplificados no LADM, como escritura ou título, com adição dos tipos de documentos da legislação brasileira que podem descrever os objetos de direitos, responsabilidades ou restrições que são reconhecidos na implementação do modelo.
e) LA_MortgageType: Inclui os tipos de hipoteca exemplificados no LADM, como microcrédito e pagamento nivelado, reconhecidas na implementação do modelo.
f) LA_BAUnitType: Inclui os tipos de unidades administrativas básicas, como uma unidade básica de propriedade, unidade de direito de uso, reconhecidos na implementação do modelo.
g) BR_BAUnitType: Inclui os tipos de *BAUnit* reconhecidos na implementação deste modelo (urbana, rural e pública).
h) LA_AvailabilityStatusType: Inclui todos os vários tipos de status de disponibilidade, como originais, destruídos ou incompletos, para os

documentos quer servem como fontes administrativas na implementação do modelo.

i) BR_TaxType: Inclui os diferentes tipos de taxas aplicadas sob imóveis públicos e privados e que são reconhecidos na implementação do modelo, como foro, laudêmio, IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano) e ITR (Imposto Territorial Rural).

Figura 30 - CodeList Administrative Package



Fonte: A Autora (2019).

8.3.3 CodeList do SpatialUnit Package

O pacote das unidades espaciais possui oito listas de código (Figura 31): *BR_UseType*, *LA_LevelContentType*, *LA_BuildingUnitType*, *LA_AreaType*, *LA_DimensionType*, *LA_SurfaceRelationType*, *LA_RegisterType* e *LA_StructureType*.

a) BR_UseType: Inclui os vários tipos de uso que os imóveis podem possuir, como residencial, agrícola, comercial ou uso especial, reconhecidos na implementação do modelo.

b) LA_LevelContentType: Inclui os tipos de conteúdo de nível, como direito primário, direito habitual, rede, informal e laje, usados na implementação do modelo.

c) LA_BuildingUnitType: Inclui os dois tipos de unidades de construção reconhecidos na implementação do modelo (compartilhada e individual).

d) LA_AreaType: Inclui os vários tipos de áreas, como área oficial, área levantada, área calculada, usadas na implementação específica deste modelo.

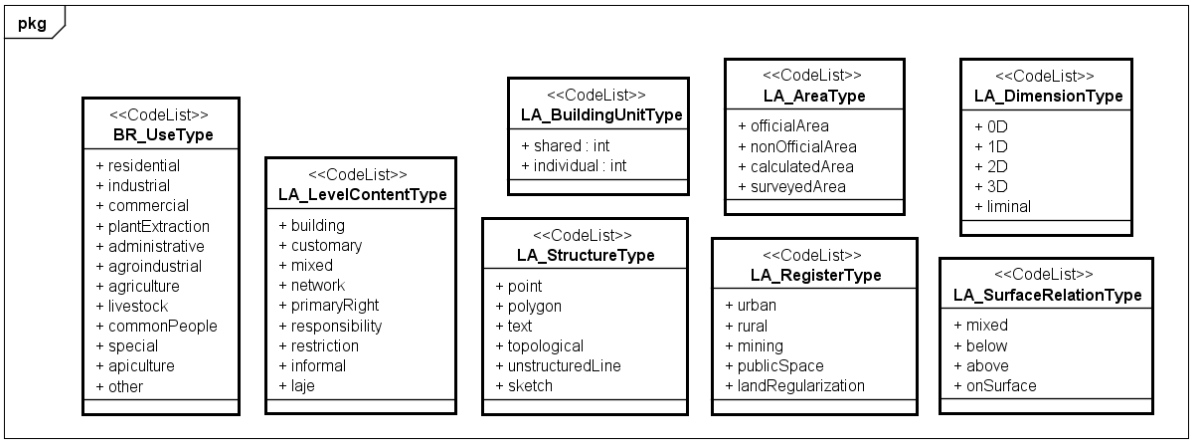
e) LA_DimensionType: Inclui os vários tipos de dimensão, como 2D e 3D, aceitos na implementação deste modelo.

f) LA_SurfaceRelationType: Inclui os vários tipos de relação de superfícies, como acima ou abaixo da superfície, utilizados na implementação do modelo.

g) LA_RegisterType: Inclui os vários tipos de registros, como rural ou urbano, reconhecidos na implementação do modelo.

h) LA_StructureType: Inclui todos os vários tipos de estrutura espacial, como ponto ou polígono, utilizados na implementação do modelo.

Figura 31 - CodeList Spatial Unit



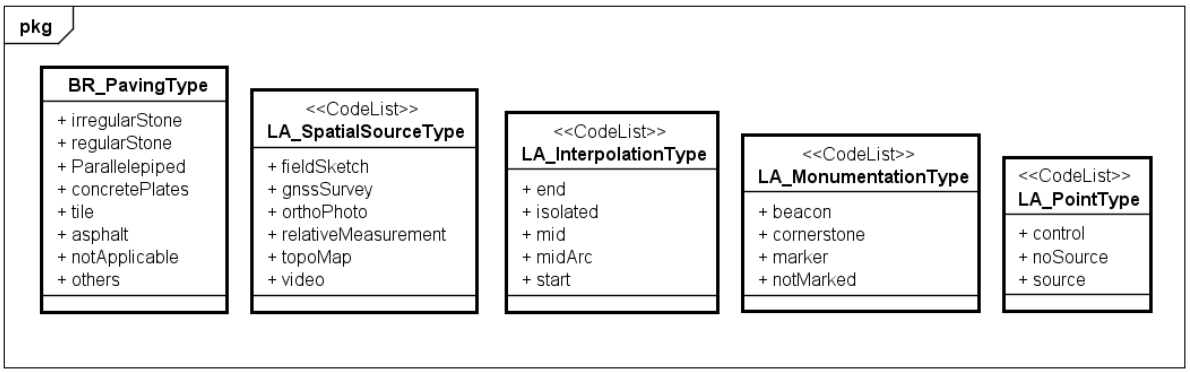
Fonte: A Autora (2019).

8.3.4 CodeList do Surveying and Representation Subpackage.

O subpacote dos levantamentos e representações possui cinco listas de código (Figura 32): *BR_PavingType, LA_SpatialSourceType, LA_InterpolationType, LA_MonumentationType e LA_PointType*.

a) BR_PavingType: Inclui os tipos de pavimentação aceitos na implementação do modelo, como pedra irregular, asfalto ou paralelepípedo.
b) LA_SpatialSourceType: Inclui todos os vários tipos de fontes espaciais, como levantamento GNSS ou fotografia aérea, usados na implementação específica de perfil modelado.
c) LA_InterpolationType: Inclui todos os vários tipos de interpolação de pontos, como início, fim ou meio do arco, aplicáveis na implementação deste modelo.
d) LA_MonumentationType: Inclui os vários tipos de monumentos de pontos utilizados na implementação do modelo. Como exemplo citam-se os marcos e pilares geodésicos.
e) LA_PointType: Inclui os vários tipos de pontos, como de controle ou cadastrais, aplicáveis na implementação do modelo.

Figura 32 - CodeList Surveying and Representation.



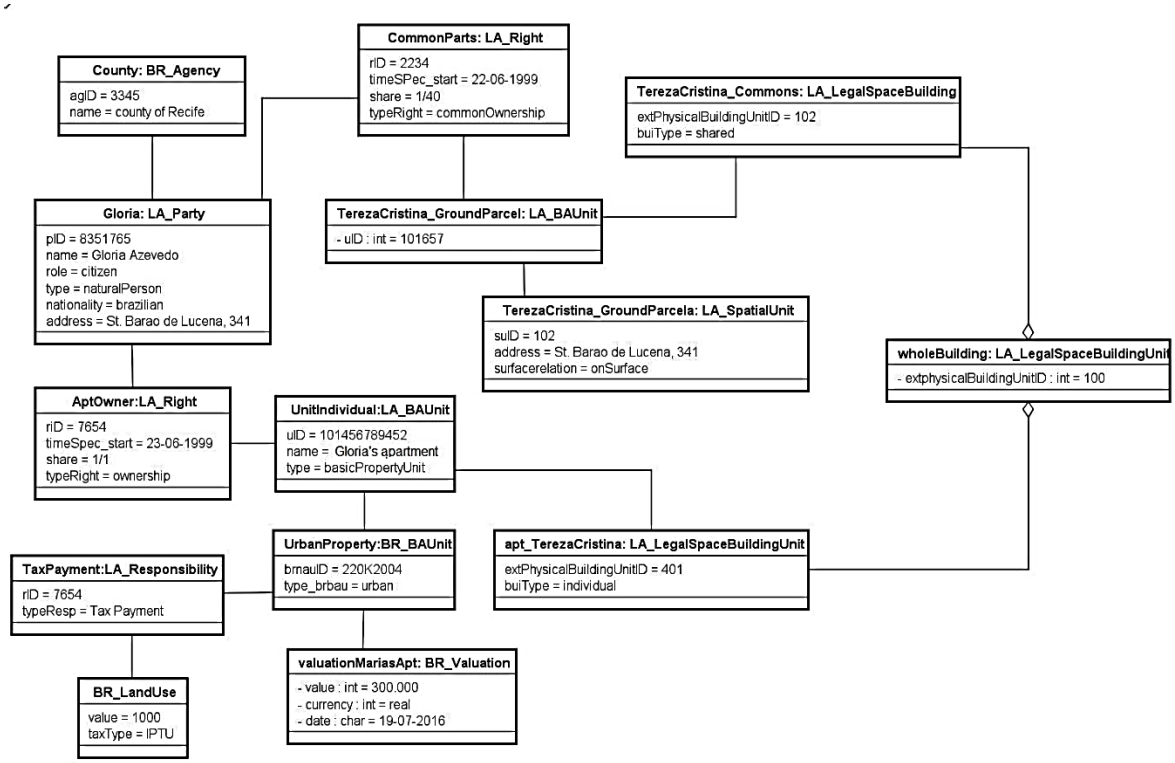
Fonte: A Autora (2019).

8.4 Validação do Modelo Conceitual

Para validação do modelo conceitual desenvolvido como proposta de integração dos cadastros estudados foram realizados alguns estudos de casos com dados descritivos fictícios para exemplificar como eles se relacionam dentro da modelagem desenvolvida. Para isso, foram utilizados diagramas de objetos criados no software livre *Astah Community.*

a) Edifício de Apartamentos: Cada proprietário detém uma unidade individual e uma fração ideal do terreno corresponde às áreas de uso comum (Figura 33).

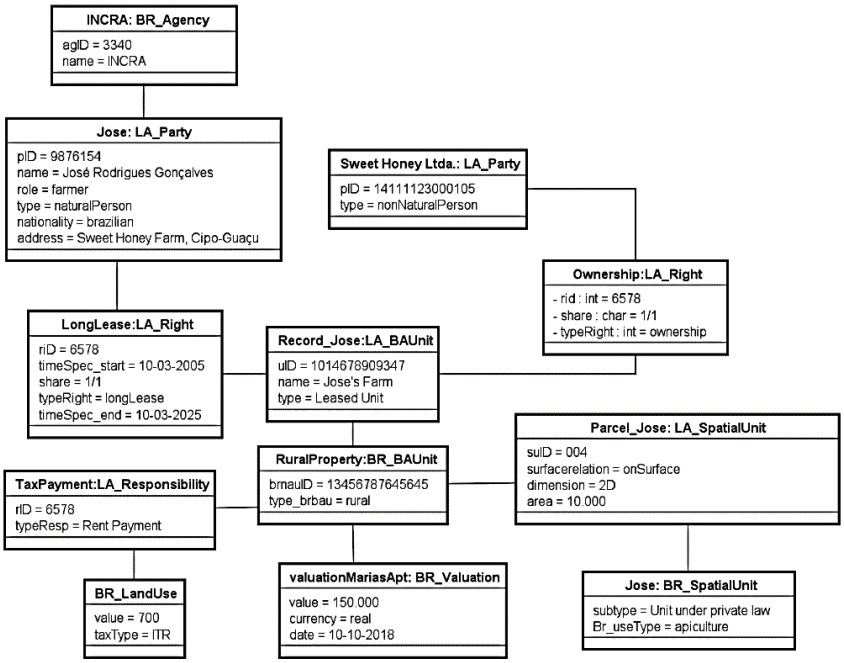
Figura 33 - Caso de um apartamento em área urbana.



Fonte: A Autora (2019).

b) Propriedade rural arrendada: Um arrendatário e um proprietário. O arrendador (dono da terra) aluga a propriedade para que outro produtor (o inquilino – arrendatário) explore o terreno, pagando o valor estipulado por contrato (Figura 34).

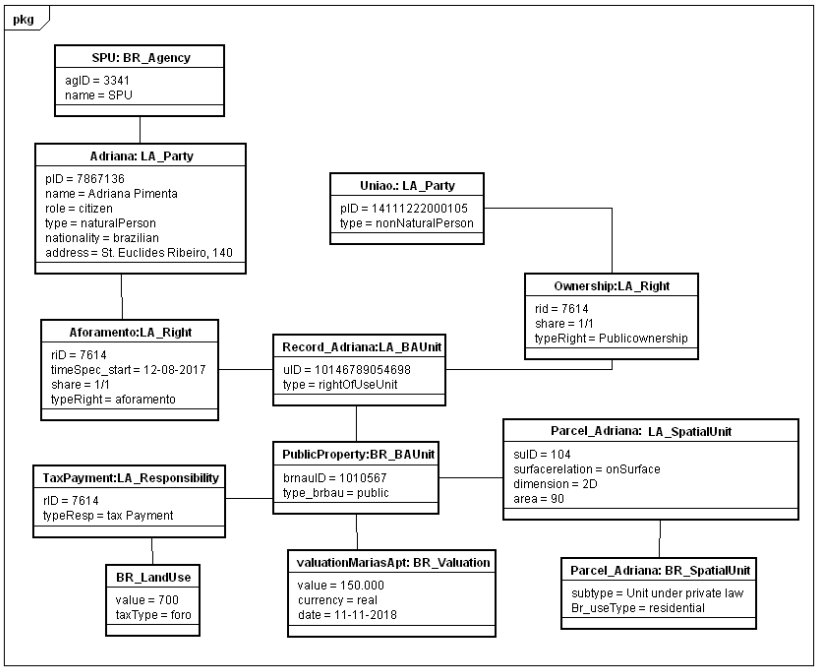
Figura 34 - Caso de uma propriedade rural arrendada.



Fonte: A Autora (2019).

c) Imóvel público ocupado por particular: Bem público da União ocupado por um particular através de aforamento. Ao foreiro incide uma taxa de pagamento para uso da propriedade (Figura 35).

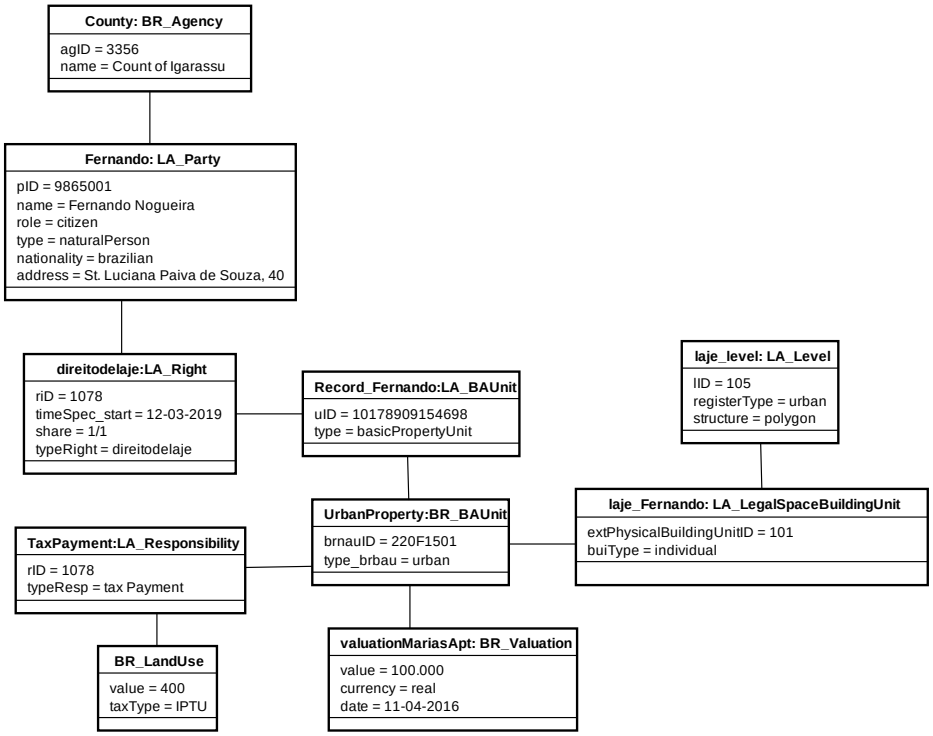
Figura 35 - Caso de imóvel público ocupado por particular.



Fonte: A Autora (2019).

d) Imóvel sob direito de laje: Imóvel urbano objeto de REURB (Figura 36).

Figura 36 - Imóvel sob direito real de laje.



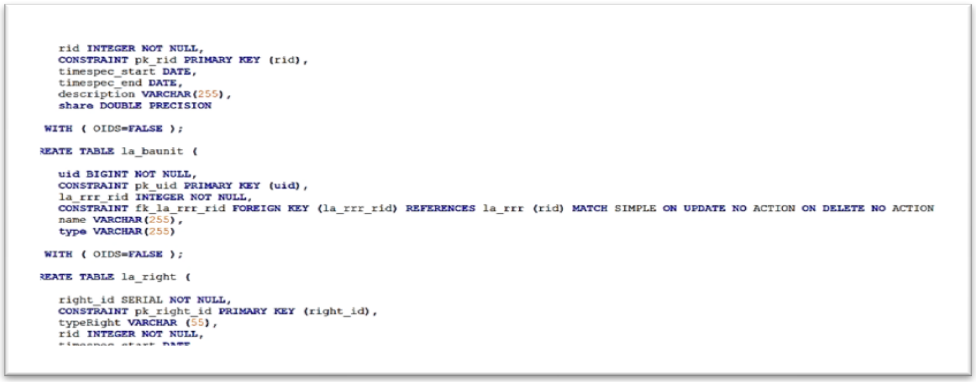
Fonte: A Autora (2019).

8.5 Implementação do Modelo Conceitual

A implementação da proposta utilizou o recurso disponível no *plug-in* da ferramenta OMT-G no *software Eclipse Modeling* que permite a transformação do modelo conceitual em *scripts* SQL, exportando-o através da extensão PostGis, para criação do banco de dados por meio de tabelas relacionais.

Esta transformação já inclui automaticamente as restrições das chaves primárias e das chaves estrangeiras definidas entre as classes no modelo conceitual. Uma vez exportado o código SQL, criou-se manualmente um novo banco de dados no PGAdmim III, que consiste numa etapa preliminar à criação das tabelas. É importante salientar que ao executar o código, as tabelas que possuem apenas chave-primária devem ser ordenadas no início do *script*, seguidas daquelas que possuem também chaves estrangeiras, caso contrário, as referências constantes nas restrições impossibilitarão a criação destas últimas. A Figura 37 apresenta um trecho do código gerado.

Figura 37 - Trecho do código SQL gerado para criação das tabelas.



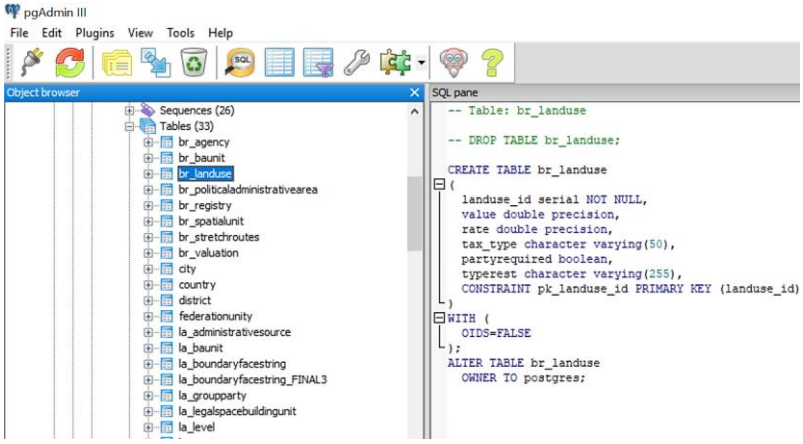
```
    rid INTEGER NOT NULL,
    CONSTRAINT pk_rid PRIMARY KEY (rid),
    timespec_start DATE,
    timespec_end DATE,
    description VARCHAR(255),
    share DOUBLE PRECISION

 WITH ( OIDS=FALSE );

REATE TABLE la_baunit (

    uid BIGINT NOT NULL,
    CONSTRAINT pk_uid PRIMARY KEY (uid),
    la_rrr_rid INTEGER NOT NULL,
    CONSTRAINT fk_la_rrr_rid FOREIGN KEY (la_rrr_rid) REFERENCES la_rrr (rid) MATCH SIMPLE ON UPDATE NO ACTION ON DELETE NO ACTION
    name VARCHAR(255),
    type VARCHAR(255)

 WITH ( OIDS=FALSE );

REATE TABLE la_right (

    right_id SERIAL NOT NULL,
    CONSTRAINT pk_right_id PRIMARY KEY (right_id),
    typeRight VARCHAR (55),
    rid INTEGER NOT NULL,
```

Fonte: A Autora (2020).

Apesar do *script* gerado ser compatível com o PostgreSQL, os atributos do tipo “*double*” precisaram ser redefinidos para “*double precision*”. Além disso, nas classes que possuíam relacionamento de herança, os atributos da “classe-filha” foram omitidos no código, de modo a ser necessário a inclusão dos mesmos de forma manual.

O estágio de implementação é finalizado com a criação física das tabelas relacionais (Figura 38), definindo a estrutura da base de dados proposta para os cadastros brasileiros estudados.

Figura 38 - Criação das tabelas usando o PostgreSQL.



Fonte: A Autora (2020).

8.6 Alimentação do banco de dados

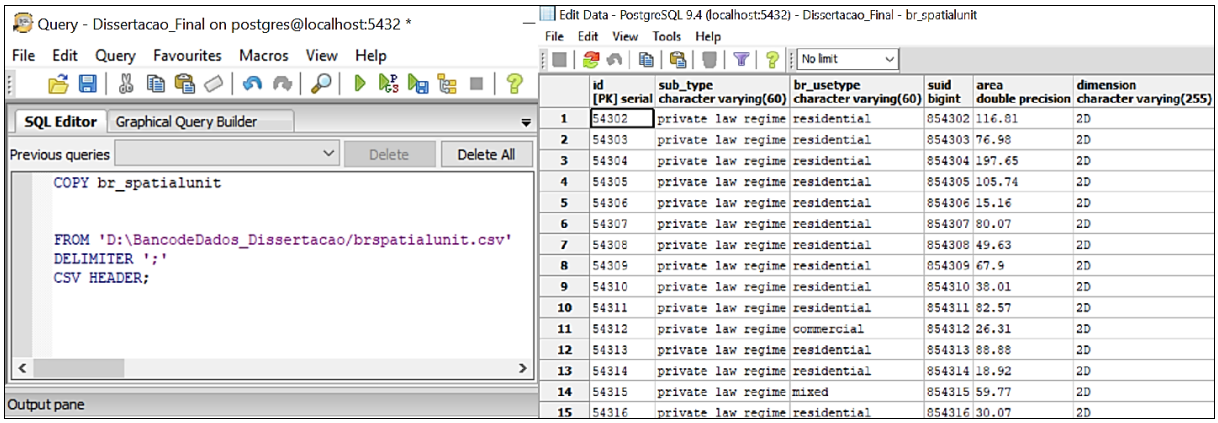
As tabelas criadas foram instanciadas a partir da inserção de dados descritivos e gráficos. Os primeiros foram previamente organizados em planilhas

excel, adaptando-os às classes e atributos modelados e implementados de acordo com a ISO 19.152: LADM.

No caso urbano foram utilizados os dados do Loteamento Tapajós para representar tanto eventos de imóveis cujos direitos são oriundos da REURB quanto aqueles cujos direitos partem da definição dos Direitos Reais (Art. 1225 a 1510 do Código Civil). Para os imóveis rurais e os públicos da União foram utilizados dados descritivos simulados para a base do município hipotético de Vermelho Bonito. A simulação dos dados descritivos foi elaborada de forma a representar o mais fielmente possível alguns tipos de relações entre pessoas e terras envolvendo os órgãos gestores SPU, INCRA e municípios.

A alimentação das tabelas se deu através do uso do comando *SQL* "*copy from*" para copiar dados de uma planilha de extensão ".csv" para as tabelas no banco de dados. O uso deste comando se faz necessário na aplicação em casos reais para otimizar e automatizar o preenchimento de um grande número de informações. Na Figura 39 pode-se visualizar o uso do código para alimentação da tabela *BR_SpatialUnit*, utilizando o delimitador ponto e vírgula.

Figura 39 - Uso do comando *copy from* para alimentação das tabelas no PostgreSQL.



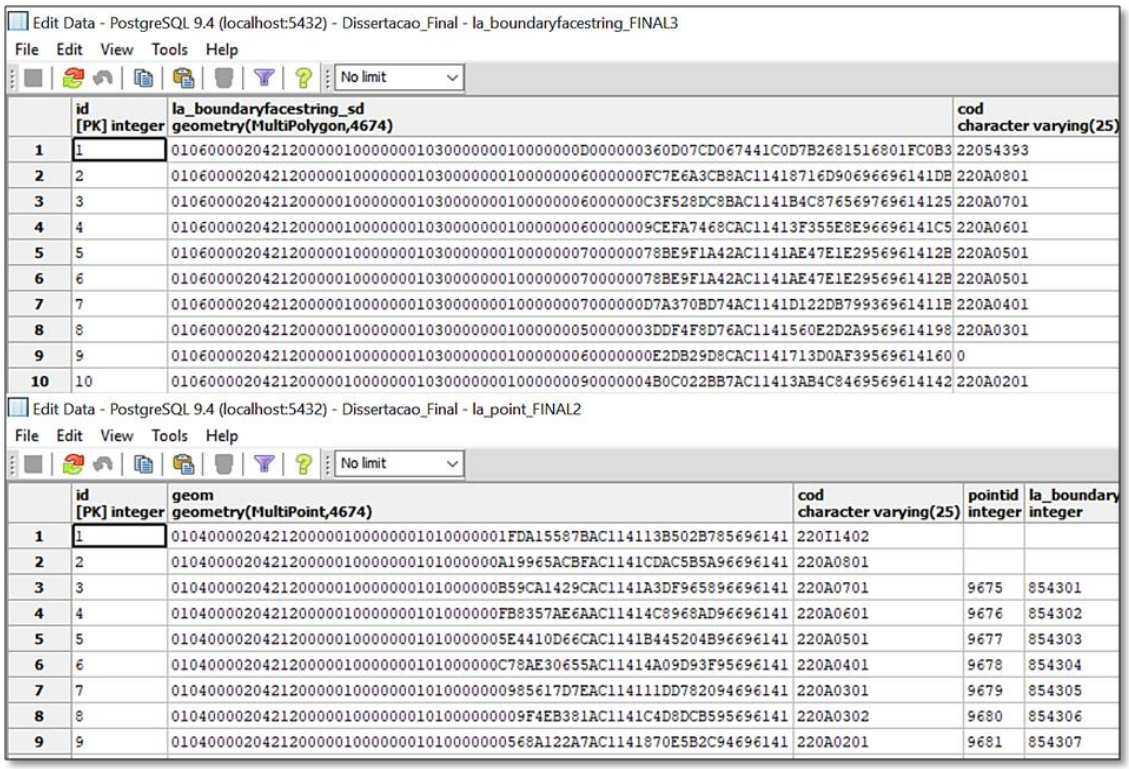
Fonte: A Autora (2020).

Os dados geométricos passaram por uma validação topológica realizada no software Qgis afim de detectar eventuais inconsistências. As duas bases utilizadas estavam referenciadas ao Sistema Geodésico SIRGAS 2000 e utilizavam o Sistema de Projeção UTM. Como possuíam fusos diferentes, as mesmas foram transformadas em coordenadas geográficas.

Segundo Cumbe (2016), a administração da base cadastral no PostgreSQL é funcional a partir da extensão espacial PostGIS, capaz de armazenar e processar

grandes volumes de dados geoespaciais. Com base nesta extensão, que também está presente no software Qgis através do Gerenciador de Banco de dados, os *shapefiles* foram inseridos nas colunas de classes que possuem uma representação geométrica (*LA_Point* e *LA_BoundaryFaceString*), conforme apresentado na Figura 40.

Figura 40 - Dados geométricos inseridos nas tabelas LA_BoundaryFaceString e LA_Point.



Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - Dissertacao_Final - la_boundaryfacestring_FINAL3

File Edit View Tools Help

No limit

	id [PK] integer	la_boundaryfacestring_sd geometry(MultiPolygon,4674)	cod character varying(25)
1	1	0106000020421200000100000001030000000100000000D000000360D07CD067441C0D7B2681516801FC0B3	22054393
2	2	0106000020421200000100000001030000000100000006000000FC7E6A3CB8AC11418716D90696696141DB	220A0801
3	3	0106000020421200000100000001030000000100000006000000C3F528DC8BAC1141B4C876569769614125	220A0701
4	4	0106000020421200000100000001030000000100000006000000 9CEFA7468CAC11413F355E8E96696141C5	220A0601
5	5	0106000020421200000100000001030000000100000007000000 78BE9F1A42AC1141AE47E1E2956961412B	220A0501
6	6	0106000020421200000100000001030000000100000007000000 78BE9F1A42AC1141AE47E1E2956961412B	220A0501
7	7	0106000020421200000100000001030000000100000007000000D7A370BD74AC1141D122DB79936961411B	220A0401
8	8	0106000020421200000100000001030000000100000005000000 3DDF4F8D76AC1141560E2D2A9569614198	220A0301
9	9	0106000020421200000100000001030000000100000006000000 E2DB29D8CAC1141713D0AF39569614160	0
10	10	0106000020421200000100000001030000000100000009000000 4B0C022BB7AC11413AB4C8469569614142	220A0201

Edit Data - PostgreSQL 9.4 (localhost:5432) - Dissertacao_Final - la_point_FINAL2

File Edit View Tools Help

No limit

	id [PK] integer	geom geometry(MultiPoint,4674)	cod character varying(25)	pointid integer	la_boundary integer
1	1	0104000020421200000100000001010000001FDA15587BAC114113B502B785696141	220I1402		
2	2	0104000020421200000100000001010000000A19965ACBFAC1141CDAC5B5A96696141	220A0801		
3	3	0104000020421200000100000001010000000B59CA1429CAC1141A3DF965896696141	220A0701	9675	854301
4	4	0104000020421200000100000001010000000FB8357AE6AAC11414C8968AD96696141	220A0601	9676	854302
5	5	0104000020421200000100000001010000005E4410D66CAC1141B445204B96696141	220A0501	9677	854303
6	6	0104000020421200000100000001010000000C78AE30655AC11414A09D93F95696141	220A0401	9678	854304
7	7	0104000020421200000100000001010000000985617D7EAC114111DD782094696141	220A0301	9679	854305
8	8	0104000020421200000100000001010000000 9F4EB381AC1141C4D8DCB595696141	220A0302	9680	854306
9	9	0104000020421200000100000001010000000568A122A7AC1141870E5B2C94696141	220A0201	9681	854307

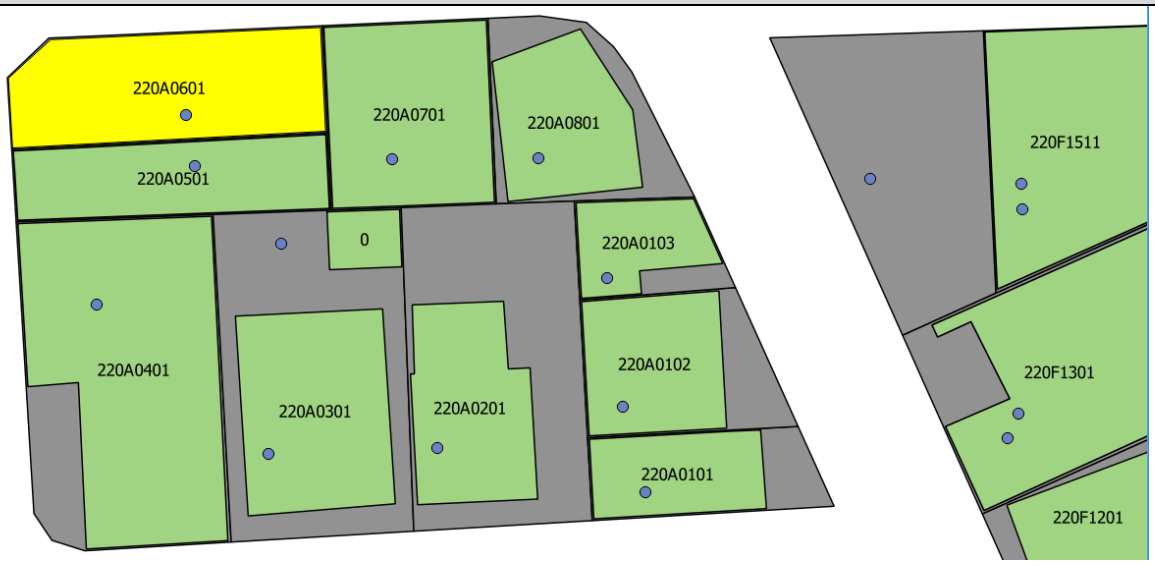
Fonte: A Autora (2020).

8.7 Consultas SQL para validação do banco de dados

As consultas SQL foram utilizadas para validação do modelo físico do banco de dados. Através da seleção de atributos, chaves primárias e estrangeiras é possível relacionar tabelas diferentes. Entretanto, é necessário executar várias consultas para visualizar todas as informações de uma propriedade específica, o que dificulta um pouco a busca. Para visualizar os dados gráficos associados aos dados descritivos dos imóveis foi utilizada extensão espacial PostGIS no *software* QGIS.

a) Caso de um imóvel urbano de uso residencial (Tabela 1):

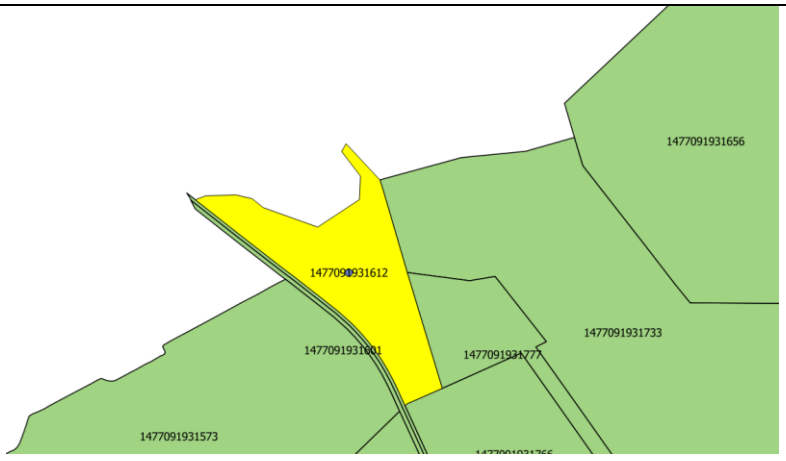
Tabela 1 - Imóvel urbano de uso residencial.

<table>
<tr><th>CLASSES</th><th>RESULTADO DA CONSULTA</th><th>DESCRIÇÃO</th></tr>
<tr><td>LA_Party e LA_Right</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>name_party
character varying(255)</th><th>typeright
character varying(55)</th><th>agid
integer</th><th>name_ag
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>JOSE GOMES DA SILVA</td><td>ownership</td><td>3467</td><td>MUNICIPALITY OF IGARASSU</td></tr>
</table>
</td><td rowspan="5">José Gomes da Silva (nome da parte) é proprietário (tipo de direito) de um imóvel urbano que tem com agência administradora o Município de Igarassu (nome da agência). O proprietário tem como responsabilidade o pagamento de uma taxa no valor de R$800,00 correspondente ao IPTU. O imóvel está registrado o Cartório de Igarassu, ossui área de 116,81 m² e uso residencial. Sua geometria é identificada através da associação do atributo “código” presente nas classes LA_SpatialUnit e BR_SpatialUnit.</td></tr>
<tr><td>LA_BAUnit e BR_BAUnit</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>uid
bigint</th><th>type
character varying(255)</th><th>type_brbau
character varying(55)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>10134567854392</td><td>Basic Property Unit</td><td>Urban</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_Responsibility e BR_LandUse</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>resp_id
integer</th><th>typeresp
character varying(100)</th><th>value
double precision</th><th>tax_type
character varying(50)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>7741</td><td>TaxPayment</td><td>800</td><td>IPTU</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>BR_Registry</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>notaryoffice
character varying(255)</th><th>registration
character varying(255)</th><th>book
character varying(255)</th><th>page
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Igarassu Registry Office</td><td>135.627</td><td>2A</td><td>2</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_SpatialUnit e BR_SpacialUnit</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>area
double precision</th><th>dimension
character varying(255)</th><th>address
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>116.81</td><td>2D</td><td>Rua Luciana Paiva de Souza, 263, Cruz do Reboucas</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>surfacerelation
character varying(255)</th><th>sub_type
character varying(60)</th><th>br_usetype
character varying(60)</th><th>codigo
character varying(50)</th></tr>
<tr><td>onSurface</td><td>private law regime</td><td>residential</td><td>220A0601</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td colspan="3">DADO GEOMÉTRICO ASSOCIADO AO IMÓVEL</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td></tr>
</table>

Fonte: A Autora (2020).

b) Caso de um imóvel rural com copropriedade (Tabela 2):

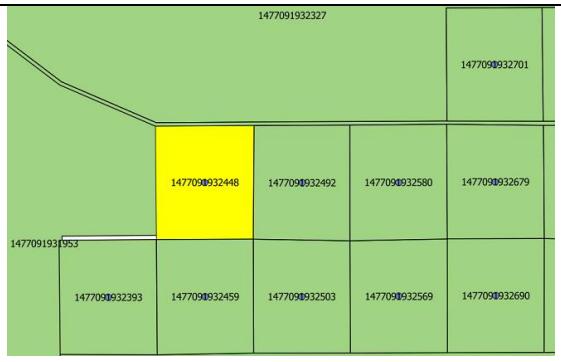
Tabela 2 - Imóvel rural com copropriedade

<table>
<tr><th>CLASSES</th><th>RESULTADO DA CONSULTA</th></tr>
<tr><td>LA_Party e LA_Right</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>name_party
character varying(255)</th><th>role
character varying(255)</th><th>name_ag
character varying(255)</th><th>typeright
character varying(55)</th><th>share
double precision</th></tr>
<tr><td>1</td><td>BRAULIO BERTUOL</td><td>farmer</td><td>INCRA</td><td>ownership</td><td>0.5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>ATHYLA FAGUNDES ZEFERINO</td><td>farmer</td><td>INCRA</td><td>ownership</td><td>0.5</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_BAUnit e BR_BAUnit</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>uid
bigint</th><th>type
character varying(255)</th><th>type_brbau
character varying(55)</th><th>name
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>10134567854403</td><td>Basic Property Unit</td><td>rural</td><td>Record FARM TRANSVAL</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_Responsibility e BR_LandUse</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>resp_id
integer</th><th>typeresp
character varying(100)</th><th>value
double precision</th><th>tax_type
character varying(50)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>7751</td><td>TaxPayment</td><td>450</td><td>ITR</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>BR_Registry</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>notaryoffice
character varying(255)</th><th>registration
character varying(255)</th><th>book
character varying(255)</th><th>page
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Vermelho Bonito Registry Office</td><td>147.211</td><td>1A</td><td>102</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_SpatialUnit e BR_SpacialUnit</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>area
double precision</th><th>dimension
character varying(255)</th><th>address
character varying(255)</th><th>surfacerelation
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>40000</td><td>2D</td><td>FARM TRANSVAL, S/N, Vermelho Bonito</td><td>onSurface</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>sub_type
character varying(60)</th><th>br_usetype
character varying(60)</th><th>codigo
character varying(50)</th></tr>
<tr><td>private law regime</td><td>apiculture</td><td>1477091931612</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>DESCRIÇÃO</td><td>Braulio Bertuol e Athyla Fagundes Zeferino (partes) são coproprietários de um imóvel rural (Farm Transval), onde cada um detém 50% do direito, especificado no atributo “share”. Aos proprietários cabe o pagamento de uma taxa no valor R$450,00 que corresponde ao ITR. O imóvel está registrado no Cartório de Vermelho Bonito, possui área de 4ha e é utilizado para criação de abelhas (apicultura).</td></tr>
<tr><td>DADO GEOMÉTRICO ASSOCIADO AO IMÓVEL</td><td> 
</td></tr>
</table>

Fonte: A Autora (2020).

c) Caso de um órgão público federal que possui direito de cessão de um imóvel da União:

Tabela 3 – Imóvel da União cedido a um órgão público.

<table>
<tr><th>CLASSES</th><th>RESULTADO DA CONSULTA</th></tr>
<tr><td>LA_Party e LA_Right</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>name_party
character varying(255)</th><th>typeright
character varying(55)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>PUBLIC AGENCY1</td><td>assignment</td></tr>
<tr><td>2</td><td>SECRETARIA DE PATRIMONIO DA UNIAO</td><td>public ownership</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_BAUnit e BR_BAUnit</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>uid
bigint</th><th>type
character varying(255)</th><th>type_brbau
character varying(55)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>10134567854415</td><td>Basic Property Unit</td><td>public</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_Responsibility e BR_LandUse</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>resp_id
integer</th><th>typeresp
character varying(100)</th><th>value
double precision</th><th>tax_type
character varying(50)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>7764</td><td>Without Responsibility</td><td>0</td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>BR_Registry</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>notaryoffice
character varying(255)</th><th>registration
character varying(255)</th><th>book
character varying(255)</th><th>page
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Recife Registry Office</td><td>135.267</td><td>2A</td><td>54</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>LA_SpatialUnit e BR_SpacialUnit</td><td>
<table>
<tr><th></th><th>area
double precision</th><th>dimension
character varying(255)</th><th>address
character varying(255)</th><th>surfacerelation
character varying(255)</th></tr>
<tr><td>1</td><td>80</td><td>2D</td><td>Avenue Recife, 345, apt 101, Recife-PE</td><td>onSurface</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>sub_type
character varying(60)</th><th>br_usetype
character varying(60)</th><th>codigo
character varying(50)</th></tr>
<tr><td>public law regime</td><td>special</td><td>1477091932448</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>DESCRIÇÃO</td><td>Uma parte (Public Agency1) possui direito de cessão de um imóvel público da União. Neste caso não existe responsabilidade de realizar pagamento de uma taxa pelo uso do imóvel. O mesmo está registrado no Cartório do Recife, possui área de 80m², uso especial e sua geometria é identificada através da associação do atributo “código” presente nas classes LA_SpatialUnit e BR_SpatialUnit.</td></tr>
<tr><td>DADO GEOMÉTRICO ASSOCIADO AO IMÓVEL</td><td> 
</td></tr>
</table>

Fonte: A Autora (2020).

8.8 Abstract test suite

O conjunto de testes abstratos, descrito no Anexo A da ISO 19.152, verifica se o perfil desenvolvido e implementado para o país está em conformidade com as especificações LADM em termos de pacote e nível. Para cada pacote ou subpacote, três níveis de conformidade são especificados: nível 1 (nível baixo), nível 2 (nível médio) e nível 3 (nível alto). Um pacote é compatível com o nível 1 se apenas as classes de indicador de nível 1 estiverem passando no teste de conformidade. Um pacote é compatível com o nível 2 se as classes de indicador de níveis 1 e 2 estiverem passando no teste de conformidade. Um pacote é compatível com o nível 3 se todas as classes de indicadores de níveis estiverem passando no teste de conformidade.

Em cada nível são definidos um conjunto de testes e métodos que verifica se o pacote contém pelo menos uma das classes básicas do LADM. De acordo com os métodos e requisitos de cada teste, os pacotes e subpacotes implementados para os cadastros brasileiros estudados nesta pesquisa estão em conformidade com o Nível 2, pois possuem os atributos e relacionamentos de dependência necessários das classes de indicadores nos níveis 1 e 2 simultaneamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Requisitos e Conformidade do LADM.

LADM package	LADM class	CI[a]	Dependencies
-	*VersionedObject*	1	
	LA_Source	1	Oid, LA_AdministrativeSource (as a minimum, this specialization must be implemented)
Party Package			Exist only if Administrative Package is implemented
	LA_Party	1	VersionedObject, Oid, LA_PartyType
	LA_GroupParty	2	VersionedObject, Oid, LA_Party, LA_GroupPartyType
	LA_PartyMember	2	VersionedObject, LA_Party, LA_GroupParty
Administrative Package			Exist only if Party Package is implemented
	LA_RRR	1	VersionedObject, Oid, LA_Party, LA_BAUnit, LA_Right (as a minimum, this specialization shall be implemented), LA_AdministrativeSource
	LA_Right	1	LA_RRR, LA_RightType
	LA_Restriction	2	LA_RRR, LA_RestrictionType
	LA_Responsibility	3	LA_RRR, LA_ResponsibilityType
	LA_BAUnit	1	VersionedObject, Oid, LA_RRR, LA_BAUnitType
	LA_Mortgage	2	LA_Restriction
	LA_AdministrativeSource	1	LA_Source, LA_Party, LA_AdministrativeSourceType, LA_AvailabilityStatusType
	LA_RequiredRelationshipBAUnit	3	VersionedObject, LA_BAUnit
Spatial Unit Package			
	LA_SpatialUnit	1	VersionedObject, Oid, LA_SpatialSource
	LA_SpatialUnitGroup	2	VersionedObject, Oid, LA_SpatialUnit
	LA_LegalSpaceBuildingUnit	3	LA_SpatialUnit
	LA_LegalSpaceUtilityNetwork	3	LA_SpatialUnit
	LA_Level	2	VersionedObject, Oid, LA_RegisterType
	LA_RequiredRelationshipSpatialUnit	3	VersionedObject, LA_SpatialUnit
Surveying and Representation Subpackage			
	LA_Point	2	VersionedObject, Oid, LA_SpatialSource, LA_PointType, LA_InterpolationType
	LA_SpatialSource	2	LA_Source, LA_Point, LA_Party, LA_SpatialUnit (unless it is changed), LA_SpatialSourceType
	LA_BoundaryFaceString	2	VersionedObject, Oid, LA_Point (if using geometry)
	LA_BoundaryFace	3	VersionedObject, Oid, LA_Point (if using geometry)

[a] CI = Conformance level.

Fonte: ISO 19.152 (Adaptada)

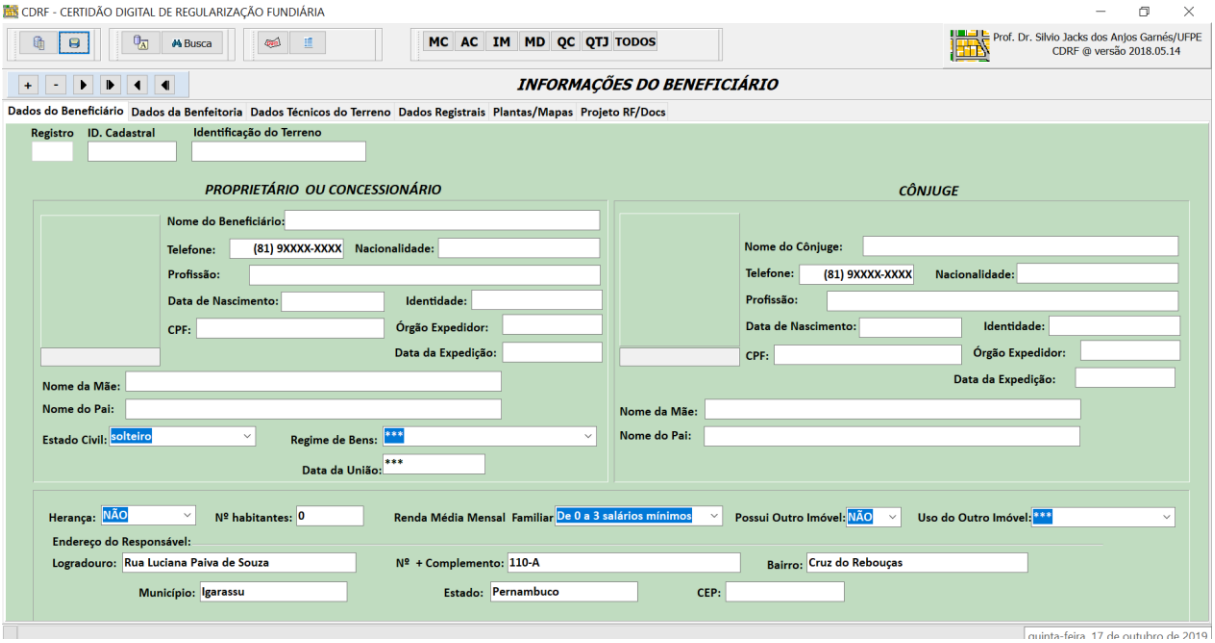
8.9 Desenvolvimento da Aplicação Móvel

O aplicativo para dispositivos móveis foi estruturado com base nas informações contidas no *software* CDRF – Certidão Digital de Regularização Fundiária e tem o objetivo de otimizar a coleta de dados em projetos de regularização fundiária urbana, de forma que as informações coletadas já estejam conectadas a um banco de dados e que se possa evitar possíveis erros de

transcrições, tendo em vista que atualmente esses dados são obtidos através de boletins de informações cadastrais de forma analógica.

A Figura 41 apresenta a página inicial do software CDRF, onde as informações estão separadas por categorias: Dados do Beneficiário, Dados da Benfeitoria, Dados Técnicos do Terreno, Dados Registrais, Plantas/Mapas e informações gerais sobre o projeto de regularização fundiária.

Figura 41 - Interface do Software CDRF

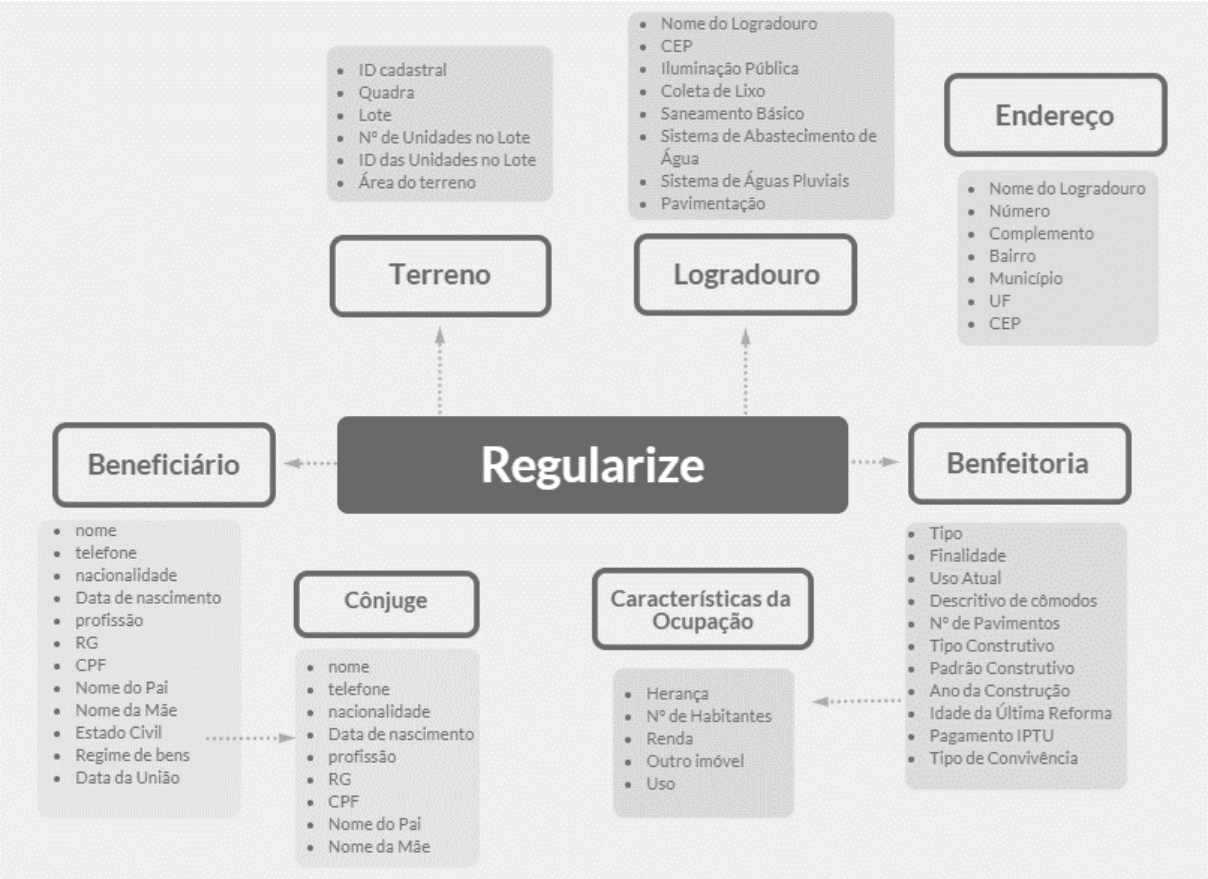


Fonte: A Autora (2020).

A primeira etapa para a construção do aplicativo consistiu na seleção dos atributos coletáveis diretamente em campo, ou seja, aqueles que não precisam de um processamento prévio para alimentação do banco de dados.

A aplicação, nomeada “Regularize”, possui quatro áreas principais: Cadastro do beneficiário e seu respectivo cônjuge, caso exista; Cadastro da benfeitoria e das características descritivas da ocupação; Cadastro de logradouro e cadastro do terreno. Os atributos que compõem os itens de cadastro podem ser visualizados na Figura 42.

Figura 42 - Estrutura do aplicativo Regularize.



Fonte: A Autora (2020).

A etapa seguinte compreendeu a definição do design e layout da aplicação móvel com o desenvolvimento das telas de navegação na plataforma *APP Inventor2*. O APP Inventor é uma plataforma de código aberto desenvolvida pela Google e atualmente mantida pelo MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) para criação de aplicações para dispositivos *Android* através da programação visual de blocos, que tem como proposta facilitar o processo de criação sem que o desenvolvedor tenha um grande conhecimento de linguagens complexas de programação.

A ferramenta visa tornar a criação de aplicativos acessíveis para uma grande variedade de público como educadores formais e informais, governos, funcionários civis e voluntários, pesquisadores, entusiastas e empreendedores. No Brasil, encontram-se casos como os apresentados por Leôncio et al. (2017) que utilizou e testou a plataforma como uma experiência no ensino da lógica de programação com alunos do Ensino Médio; Duda e Silva (2015) e Barbosa (2016) com uso do APP Inventor no processo de ensino-aprendizagem da Matemática e análise das

potencialidades da ferramenta para o desenvolvimento de aplicativos para Matemática, respectivamente.

As ferramentas de linguagem de blocos disponíveis na plataforma permitem o desenvolvimento de aplicativos complexos, com todos os principais fundamentos de programação como loops e condicionais.

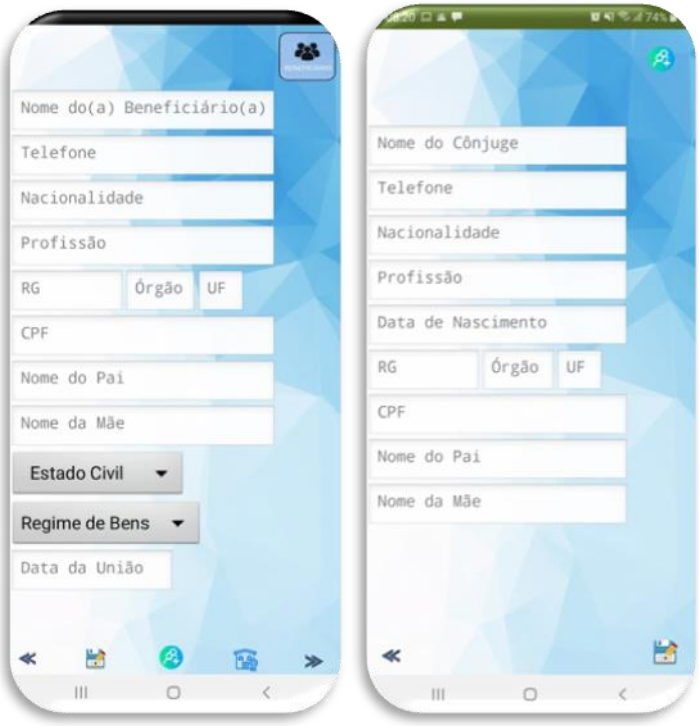
Para o aplicativo Regularize, desenvolvido nesta pesquisa, inicialmente o usuário deve entrar no sistema informando seu nome de identificação e senha, caso já esteja registrado no banco de dados integrado à aplicação, o mesmo será direcionado para a área de cadastro, onde poderá selecionar que tipo de informação será cadastrada (Figura 43).

Ao clicar em um dos ícones disponíveis na área de cadastro, o usuário é encaminhado às telas de coleta de dados, onde devem preencher os atributos pertinentes à cada categoria. Nas Figuras 44, 45 e 46 podem-se visualizar as interfaces criadas.

Figura 43 - Telas iniciais do aplicativo.

Fonte: A Autora (2020).

Figura 44 - Interfaces para coleta de dados do beneficiário e cônjuge



Fonte: A Autora (2020).

Figura 45 - Interfaces para coleta de dados sobre endereço e caracterização da ocupação

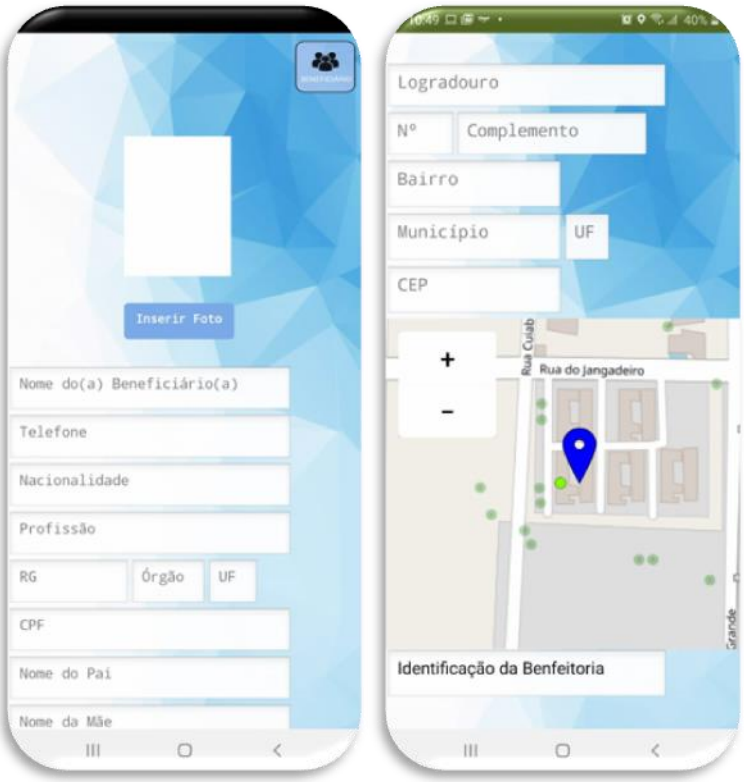
Fonte: A Autora (2020).

Figura 46 - Interfaces de coleta de dados sobre a benfeitoria, terreno e logradouro

Fonte: A Autora (2020).

Além disso, nos módulos de cadastro do beneficiário e da benfeitoria foi permitida a inserção de uma fotografia para identificação dos mesmos através do uso da câmera do dispositivo; assim como, a localização da benfeitoria que está sendo registrada, por meio de um ponto marcado na tela do celular (Figura 47). Esta funcionalidade foi possibilitada pelo uso da paleta *Maps* disponível na plataforma *APP Inventor2.* Todo o planejamento da aplicabilidade dos botões que aparecem nas interfaces do aplicativo Regularize foi realizado através da programação em blocos.

Figura 47 - Inserção de fotografias e localização no aplicativo Regularize.



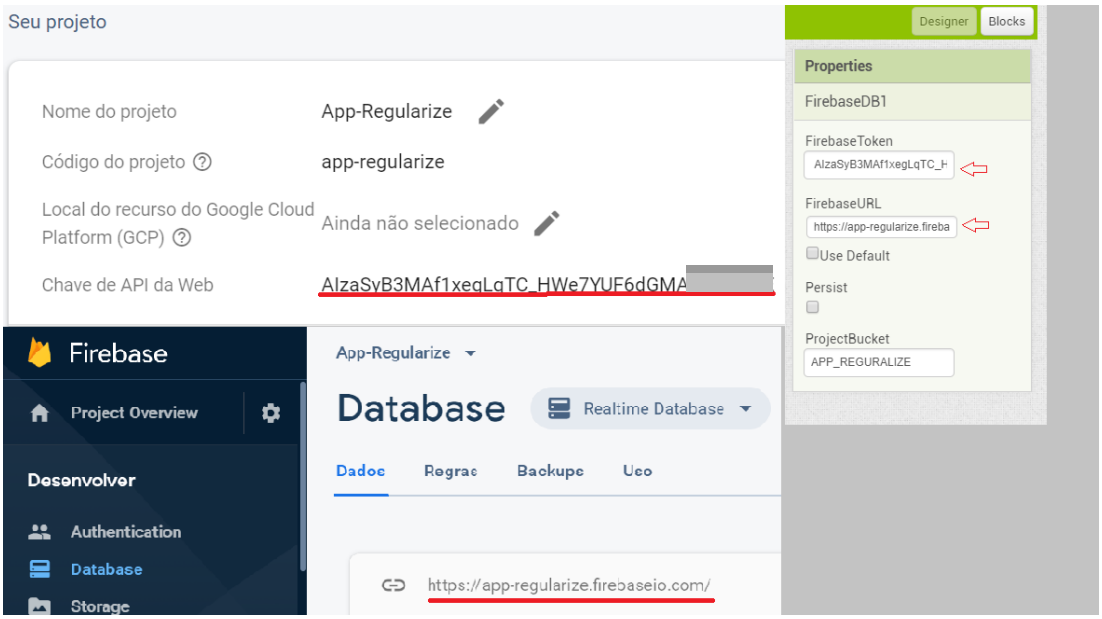
Fonte: A Autora (2020)

8.9.1 Integração do aplicativo com o banco de dados do Firebase

O Firebase é um *Baas* (*Backend as a Service*) que consiste em um pacote de soluções *hosteadas* na nuvem para aplicações *Web* e *Mobile* do Google. A plataforma oferece uma série de serviços, dentre eles o *Realtime Database*, um banco de dados em tempo real para armazenamento e sincronização dos dados entre usuários e dispositivos e que pode ser integrado a aplicativos desenvolvidos na *APP Inventor2*.

Esta integração se deu através da configuração das informações do banco de dados Firebase no aplicativo Regularize, onde as referências do Token e URL são copiadas (Figura 48). Deste modo, as informações inseridas no aplicativo passam a ser armazenadas em um banco de dados individual, onde o desenvolvedor tem total controle sobre o acesso e segurança dos elementos registrados, ao invés de utilizar um banco de dados compartilhado por diversos usuários do Firebase.

Figura 48 - Configurando o banco de dados Firebase na APP Inventor2.



Fonte: A Autora (2020).

Uma vez configurado, foi realizada a programação em blocos de todas as telas do aplicativo, definindo como as variáveis e atributos coletados são armazenados no banco de dados. A Figura 49 e 50 apresentam um trecho da programação da tela de cadastro de novos usuários e do armazenamento desses dados no Firebase, respectivamente.

Figura 49 – Programação em Blocos do Cadastro de Usuários

Fonte: A Autora (2020).

Figura 50 – Usuário cadastrado no banco de dados do aplicativo

Fonte: A Autora (2020).

A etapa de integração do aplicativo com a base de dados foi finalizada com a verificação do código implementado através da inserção de informações coletadas no Projeto de Regularização Fundiária do Loteamento Tapajós. A Figura 51 apresenta um trecho destes dados armazenados no *Database*.

Figura 51 – Informações coletadas armazenadas no banco de dados

Fonte: A Autora (2020).

9 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Esta seção apresenta as conclusões tomadas com o resultado da pesquisa e propõe recomendações para estudos futuros.

Os resultados da pesquisa demonstraram a viabilidade da criação de um módulo básico que integre os diferentes cadastros territoriais encontrados no Brasil através do uso do modelo LADM. Para isso, foi necessário identificar, entre os muitos atributos encontrados nesses cadastros, os atributos essenciais para um sistema simples que atenda às necessidades de vários usuários finais.

Considerando a flexibilidade do modelo, que permite a inclusão de novas classes de acordo com as necessidades dos usuários finais, o LADM pode ser o principal módulo a ser usado na estruturação do SINTER (Sistema Nacional de Gerenciamento de Informações Fundiárias), que prevê a integração de cadastros e registros brasileiros de terras.

O modelo proposto incorporou algumas classes definidas na ET-EDGV (2016), como as classes de trechos de logradouro e as de definição de limites político-administrativos. Destaca-se aqui a importância da elaboração da Infraestrutura de Dados Espaciais para escalas cadastrais no Brasil, pois estas especificações facilitariam o compartilhamento e a integração de conjuntos de dados de diferentes fontes com dados especificamente relacionados à administração de terras, em especial, ao cadastro.

O trabalho avaliou a adequação da ferramenta OMT-G Design na implementação do modelo conceitual. No entanto, o *plug-in* da ferramenta disponível no *software* Eclipse possui algumas limitações no que diz respeito à multiplicidade dos relacionamentos e à ausência do tipo de classe associativa que faz parte do modelo básico do LADM especificado na ISO 19152:2012.

De maneira geral, o uso da ferramenta não apresentou grandes dificuldades. O *script SQL* gerado para transformação das classes definidas no modelo conceitual em tabelas no banco de dados é compatível com o PostgreSQL, sendo necessário realizar poucas alterações, como modificar a ordem de criação das tabelas que tinham chaves estrangeiras e alterar os atributos do tipo *Double* para *Double Precision*. Além disso, o PostGreSQL não aceita nomes de atributos de classes distintas, referenciadas como chaves primárias, com o mesmo nome.

Além disso, a ferramenta OMT-G Design permite a definição de métodos ainda durante a elaboração do modelo conceitual, onde o projetista pode implementar fórmulas para cálculo de valores através da relação entre diferentes atributos. Na classe *BR_LandUse*, onde é especificado o valor da taxa associada ao uso do imóvel não houve a implementação de uma fórmula para o cálculo direto do imposto devido às variações existentes na aplicação dos impostos entre os diferentes municípios brasileiros.

Na elaboração dos diagramas de validação do modelo conceitual e nas consultas SQL realizadas no banco de dados implementado foi possível verificar a representação de casos reais para os cadastros brasileiros estudados, comprovando mais uma vez a flexibilidade do modelo. Destaca-se nesse aspecto, a definição e especificação dos *code lists* que permitem o uso de terminologias locais para adaptar-se às características do perfil modelado para o país.

Com relação ao desenvolvimento da aplicação móvel na plataforma *APP Inventor2,* a mesma permite a criação de aplicativos simples ou complexos a partir da programação em blocos sem que o desenvolvedor precise ter domínio de linguagens específicas de programação. No entanto, a ferramenta apresenta algumas limitações com relação à diagramação dos *layouts* do aplicativo, fontes e posição de objetos. Desta forma, para melhorar o aspecto visual da aplicação é necessário um conhecimento mais aprofundado sobre Design e criação de vetores em outras ferramentas de ilustração que podem ser utilizados na plataforma do MIT.

Além disso, o aplicativo Regularize foi projetado para uso em projetos de regularização fundiária urbana por cadastradores capacitados e ligados a estes projetos. O mesmo não foi planejado para coleta de informações colaborativas por não especialistas, que necessitaria da adoção de métodos mais específicos para o controle de qualidade e segurança dos dados adquiridos em campo.

Para trabalhos futuros, recomenda-se incluir no modelo a questão temporal, com a definição de classes relacionadas à manutenção do histórico das mudanças ocorridas e o estudo de um identificador unívoco para compatibilizar as partes, as unidades administrativas básicas e as unidades espaciais no caso brasileiro. Assim como o uso do aplicativo em projetos futuros de regularização fundiária para testar sua funcionalidade e identificar possíveis lacunas na sua implementação.

É importante também que outros trabalhos já desenvolvidos ou que venham a ser desenvolvidos na temática do LADM aplicado aos cadastros brasileiros possam

ser integrados aos resultados desta pesquisa, afim de tornar o modelo cada vez mais eficiente para que ele seja a base da tomada de decisões e planejamento territorial no Brasil. Recomenda-se ainda o estudo sobre os direitos, restrições e responsabilidades sobre as terras e sobre as suas possibilidades de utilização, assim como incorporar o uso dos parâmetros definidos pelos planos-diretor das cidades aos modelos propostos.

REFERÊNCIAS

ALKAN, M., AND COMERT, C. A design of temporal geographic information systems (TGIS) for Turkish land register and cadastre data. **Scientific research and essays,** 5 (7), 700–708, 2010.

AYDINOGLU, A.C., AND INAN, H.I. **Developing land registry and cadastre base data model for land management applications.** FIG Congress 2014, Kuala Lumpur, Malaysia, 2014.

ALMEIDA, G. M. J. A.; SANTOS, R. B.; MORETTI, J. A.; GUIMARÃES, I. M. S. A política nacional de regularização fundiária: capacidades institucionais dos municípios na implementação do Programa Federal Papel Passado e suas implicações na gestão do território. *In*: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 17., 2017, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: ENANPUR, 2017. (ST-5: Habitação e a Produção do Espaço Urbano e Regional).

AMORIM, A., PELEGRINA, M. A., JULIÃO, R. P. **Cadastro e gestão territorial:** uma visão luso-brasileira de sistemas de informação cadastral nos municípios. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018.

BABALOLA, S.O., ABDUL RAHMAN, A., CHOON, L. T. AND van OOSTEROM, P. Possibilities of land administration domain model (LADM) implementation in Nigeria**. ISPRS annals of the photogrammetry, remote sensing and spatial information sciences,** v. II-2/W2, 2015.

BARBOSA, E. S. **APP INVENTOR 2:** análise de potencialidades para o desenvolvimento de aplicativos para matemática**.** Monografia (Graduação em Sistemas de Informações) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ, 2016. 54p.

BÉDARD, Y.; CARON, C.; MAAMAR, Z.; MOULIN, B.; VALLIÈRE, D. Adapting data models for the design of spatio-temporal databases. **Computers, Environment and Urban Systems,** v. 20, n.1, p. 19-41, 1996.

BORGES, K. A. V.; DAVIS JR., C. A.; LAENDER, A. H. F. OMT-G: an object-oriented data model for geographic applications. **GeoInformatica**, v. 5, n.3, p. 221-260, 2001.

BORGES, K. A. V., JUNIOR, C. A. D., LAENDER, A. H. F. 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, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria 511 de 07 de Dezembro de 2009**. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário – CTM nos municípios brasileiros. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. Presidência da República. **Lei Nº 13.465, de 11 de Julho de 2017**. Dispõe sobre"A regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos

concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; [...] e dá outras providências." Brasília, DF, 2017.

CARMONA, P. A. C.; OLIVEIRA, F. L. Aspectos Urbanísticos, Civis e Registrais do Direito Real de Laje. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 7, n. 2, p. 122-147, 2017. Disponível em: https://www.publicacoesacademicas.uniceub.br/RBPP/article/viewFile/4750/pdf. Acesso em: Nov. de 2018.

CARNEIRO, A. F. T**.**; JACOMINO, S. Cadastro - Registro Imobiliário - Uma integração necessária. **Boletim do Irib Instituto de Registro Imobiliário do Brasil**, São Paulo, v. 253, 1998.

COMERT, C., AND ALKAN, M. **The design and development of a temporal GIS for cadastral and land title data of Turkey. International society of photogrammetry and remote sensing,** XXth Congress, 12–23 July İ stanbul, Turkey, 2004.

COSTA, T. S. P. S. **Modelagem de Cadastro 3D de Edifícios com Base na ISO 19.152 (LADM).** Dissertação (Mestrado). Recife, 2016. 98p.

DONER, F., AND BIYIK, C. **Conformity of LADM for modeling 3D/4D cadastre situations in Turkey**. 5th land administration domain model workshop, 24–25 September 2013, Kuala Lumpur, Malaysia, 2013.

DSG - Diretoria do Serviço Geográfico. 2016. **Especificação Técnica para a Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre (ET-EDGV)**, Brasília-DF.

DUDA, R.; SILVA, S. C. R. da. Desenvolvimento De Aplicativos Para Android Com Uso Do App Inventor: Uso De Novas Tecnologias No Processo De Ensinoaprendizagem Em Matemática. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 11, n. 3, 2015.

ELIA, E.A., ZEVENBERGEN, J. A., LEMMEN, C. AND van OOSTEROM, P. The land administration domain model (LADM) as the reference model for the Cyprus land information system (CLIS). **Survey review**, 45 (329), 100–110, 2013.

FARIAS, E. S.; CARNEIRO, A. F. T. **Análise das Necessidades de Usuários para o Compartilhamento das Informações de um Cadastro Territorial Multifinalitário.** RBC. Revista Brasileira de Cartografia (Online), v. 2, p. 307-318, 2015.

FIG – FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DOS GEÔMETRAS. **Statement on the Cadastre**, International Federation of Surveyors, FIG Bureau. Canberra, Australia, 1995.

FIG – FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DOS GEÔMETRAS. **The FIG Christchurch Declaration.** FIG Working Week, Christchurch, New Zealand, 2016.

FIG – FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DOS GEÔMETRAS. **Informal Settlements: The Road Towards More Sustainable Places.** FIG Report, 2008.

FREDERICO, L.N.S. **Modelagem de Cadastro Territorial Multifinalitário de Bens Imóveis da União de acordo com a LADM ISO/FDIS 19152/2012.** Dissertação (mestrado). Recife, 2014. 112p.

GARNÉS, S.J.A., GONÇALVES, M. L. A. M., PESSOA, R. A. C., DINIZ, F. R. E COUTINHOO, I. J. 2018. **Regularização Fundiária Do Assentamento Núcleo Urbano Novo Tapajós – Igarassu – PE**. In: VII Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2018. Anais..Recife, 2018, p. 1213-1222.

GHAWANA, T., CUMBE, R., HESPANHA, J. P., PAIXAO, S. AND CARNEIRO, A. F. T. Applicability of knowledge innovation value chain model for the land administration system of municipality of Maputo in Mozambique, **Survey Review**, 2018. DOI: 10.1080/00396265.2018.1554852.

GOZDZ, K.J., AND van OOSTEROM, P.J.M. Developing the information infrastructure based on LADM – the case of Poland. **Survey Review**, 48 (348), 168–180, 2015. DOI:10.1179/1752270615Y.0000000018.

HESPANHA, J. P. **Development Methodology for an Integrated Legal Cadastre: Deriving Portugal Country Model from the Land Administration Domain Model**. Phd Thesis, Delft University of Techonology, 2012.

GUEDES, G. **UML 2: Uma Abordagem Prática**. 2nd ed. São Paulo: Novatec, p.19-29; 101-117, 2011.

ISO/TC211. *ISO 19152* - **Land Administration Domain Model (LADM).** ISO/TC211, 2012.

KÖSTERS, G.; PAGEL, B.; SIX, H. GIS application development with GeoOOA. **International Journal of Geographic Information Science**, v. 11, n.4, p. 307-335, 1997.

LEMMEN, C., van OOSTEROM, P. AND KALANTARI, M. **Towards a New Working Item Proposal for Edition II of LADM**. In 7th International FIG Workshop on the Land Administration Domain Model 11-13 April 2018, Zagreb, Croatia, 2018.

LEMMEN, C., van OOSTERON, P. and BENNETT, R.M. The Land Administration Domain Model. **Land Use Policy**, 2015. http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.014.

LEMMEN, C.H.J., **A domain model for land administration**. PhD thesis. Technische Universiteit Delft the Netherland, 2012.

LEMMEN, C.H.J., van OOSTERON, P., EISENHUT, C. AND UITERMARK, H. **The modelling of rights, restrictions and responsibilities (RRR) in the land administration domain model (LADM).** FIG Congress 2010 facing the challenges – building the capacity, 11–16 April Sydney, Australia, 2010.

LEÔNCIO, N. N.; SOUSA, C. C.; SOUSA, R. P.; MELO, R. F**. Programação em Blocos com o MIT APP Inventor: Um relato de experiência com alunos do ensino médio.** In: VI Congresso Brasileiro de Informática na Educação, 2017. DOI: 10.5753/cbie.wie.2017.1159.

LISBOA FILHO, J. **Modelos de dados conceituais para sistemas de informação geográfica**. Porto Alegre, UFRGS, 1997.

MARRA, T.B. **Cadastro Territorial no Brasil: modelagem de posse e propriedade a partir do Modelo para o Domínio da Administração de Terras (LADM, ISO 19152).** Dissertação (mestrado). Brasília, 2017. 55p.

MOGANSHAN DECLARATION. In: United Nations World Geospatial Information Congress, Moganshan, 2018.

ONU (Brasil). ONU NO BRASIL. **Agenda 2030**: 2015. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 11. Jan. 2019.

PAIVA, C.A. Proposta de integração entre os dados do cadastro imobiliário urbano e do registro de imóveis. Dissertação (mestrado). Curitiba, 2016. 109p.

PAIXÃO, S. K. S.; Nichols, S.; CARNEIRO, A. F. T. **Cadastro Territorial Multifinalitário: Dados e Problemas de Implementação do Convencional ao 3D e 4D.** Boletim de Ciências Geodésicas (Impresso), v. 18, p. 3-21, 2012.

PAASCH, J.M., VAN OOSTEROM, P., LEMMEN, C. AND PAULSSON, J. Further modelling of LADM's rights, restrictions and responsibilities (RRRs**). Land Use Policy**, 49, 680–689, 2015.

PAULSSON, J. AND PAASCH, J. M. The Land Administration Domain Model – A literature Survey. **Land Use Policy**, v.49, pp. 546-551, 2015. DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.08.008.

POLAT, Z. A., ALKAN, M., VAN OOSTEROM, P. J. M. AND LEMMEN, C. H. J. A LADM-based temporal cadastral information system for modelling of easement rights. **Survey Review**, 2018. DOI: 10.1080/00396265.2018.1503481.

PURIFICAÇÃO, N. R. S.; CARNEIRO, A. F. T. **Teste e Validação de Metodologias para Implementação de Modelos de Cadastro Territorial de Acordo com a ISO 19.152.** In: XXV Conic – Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Pernambuco, 2017.

PURIFICAÇÃO, N. R. S.; CARNEIRO, A. F. T.; JULIÃO, R. P. A Proposal for Modeling and Implementing an Integrated System for Brazilian Cadastres According to ISO 19152:2012 Land Administration Domain Model. **Bulletin of Geodetic Sciences**. 25(4): e2019026, 2019

PURIFICAÇÃO, N. R. S.; SILVA, R. M.; SÁ, L. A. C. M.; GARNÉS, S. J. A. dos. **Análise da Qualidade Espacial de Uma Base Cartográfica Gerada a Partir dos Dados do Programa Pernambuco Tridimensional (PE 3D).** In: VII Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife, 2018. Anais... Recife, 2018, p. 66-74.

PURIFICAÇÃO, N. R. S.; CARNEIRO, A. F. T. **Teste De Metodologias Para Implementação De Modelos De Cadastro Territorial De Acordo Com A ISO 19.152 – LADM.** In: 13º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, Florianopólis, 2018.

ROLNIK, R. **A Construção de uma política fundiária e de planejamento urbano para o país - Avanços e desafios**. IPEA políticas sociais − acompanhamento e análise, v. 12, p. 199-210, fev. 2006.

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.

SAMPAIO, G. B. **Geoprofile – Um Perfil Uml Para Modelagem Conceitual De Bancos De Dados Geográficos.** Dissertação (Mestrado). Viçosa, 2009. 75p.

SANTOS, J. C. **Análise da Aplicação do Modelo de Domínio de Administração Territorial ao Cadastro Territorial Urbano Brasileiro.** Dissertação (Mestrado). Recife, 2012, 114p.

SILVA, W. O. **Proposta de Um Modelo de Cadastro de Redes de Abastecimento D'água, de Acordo com ISO/FDIS 19.152.** Dissertação (Mestrado). Recife, 2017.

SILVA, C. B.; CARNEIRO, A. F. T.; GARNÉS, S. J. A.; ALBUQUERQUE, I. J. C. **Direito real de laje no cadastro territorial multifinalitário**. In: VII Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2018. Anais..Recife, 2018, p. 1153-1162.

SOUSA NETO, J. A. **Análise da Estruturação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais – CNIR com Vistas a sua Integração à Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE.** Dissertação (Mestrado). Recife, 2010. 136p.

UNECE. 1996. **Land administration guidelines with special reference to countries in transition**. United Nations Economic Commission for Europe. New York and Geneva, Switzerland.
http://www.unece.org/hlm/wpla/publications/laguidelines. Acesso em: Dez. 2018.

UN – FIG. 1996. **The Bogor Declaration.** United Nations Interregional Meeting of Experts on the Cadastre. FIG publication No. 13A (March 18 – 22). Bogor, Indonesia.
http://www.fig.net/pub/figpub/pub13a/figpub13a.htm. Acesso em: Mar. 2018.

UN – FIG. 1999. **The Bathurst Declaration on Land Administration for Sustainable Development**. Report from UN-FIG Workshop on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development (October 18 – 22). Bathurst, NSW, Australia. A joint initiative of FIG and the United Nations.
http://www.fig.net/pub/figpub/pub21/figpub21.htm. Acesso em: Mar. 2018.

van OOSTEROM, P.J.M., PLOEGER, H., STOTER, J., THOMPSON, R. AND LEMMEN, C. 2006. **Aspects of a 4D cadastre: a first exploration.** XXIII FIG Congress, TS 14 – 3D and 4D Cadastres, October 8–13 Munich, Germany.

van OOSTEROM, P.J.M., AND LEMMEN, C., 2002. **Impact analysis of recent geo-ICT developments on cadastral systems**. XXII FIG Congress, Washington, DC, USA.

WILLIAMSON ET AL.; **Land Administration for Sustainable Development** - Esri Press, 380 New York Street, Redlands, California 92373-8100, 2010.

ZEVENBERGEN, J., 2002. **Systems of Land Registration: Aspects and Effects**. Geodesy. Technical University of Delft.