



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

RÔMULO ALEXANDRINO SILVA

**PROPOSTA DE MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS EMPREGADA AO  
CADASTRO TERRITORIAL RURAL DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO: estudo  
de caso baseado no enquadramento com a ISO 19.152/2012**

Recife

2020

RÔMULO ALEXANDRINO SILVA

**PROPOSTA DE MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS EMPREGADA AO  
CADASTRO TERRITORIAL RURAL DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO: estudo  
de caso baseado no enquadramento com a ISO 19.152/2012**

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.

Orientadora: Profa. Dra. Lucilene Antunes Correia Marquês de Sá.

Recife

2020

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

S586p	<p>Silva, Rômulo Alexandrino.</p> <p>Proposta de modelagem de dados espaciais empregada ao Cadastro Territorial Rural de Projetos de Assentamento: estudo de caso baseado no enquadramento com a ISO 19.152/2012 / Rômulo Alexandrino Silva. - 2020.</p> <p>131 folhas, il., gráfs., tabs.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Lucilene Antunes Correia Marquês de Sá.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2020.</p> <p>Inclui Referências, Apêndices e Anexos.</p> <p>1. Engenharia Cartográfica. 2. Regularização fundiária. 3. Banco de dados. 4. PostgreSQL. 5. PgAdmin. I. Sá, Lucilene Antunes Correia Marquês de (Orientadora). II. Título</p> <p style="text-align: right;">UFPE</p> <p>526.1 CDD (22. ed.)</p> <p style="text-align: right;">BCTG/2021-84</p>
-------	--

RÔMULO ALEXANDRINO SILVA

**PROPOSTA DE MODELAGEM DE DADOS ESPACIAIS EMPREGADA  
AO CADASTRO TERRITORIAL RURAL DE PROJETOS DE  
ASSENTAMENTO: estudo de caso baseado no enquadramento com a ISO  
19.152/2012**

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: 30/11/2020

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>a</sup>. Andrea Flávia Tenório Carneiro (Orientadora)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. José Luiz Portugal (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Amilton Amorin (Examinador Externo)  
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelas bênçãos, oportunidades e competência concedida nos momentos mais difíceis e aos seus auxílios nos momentos onde já não havia mais forças.

Agradeço à Minha família nas pessoas da minha mãe, Aldenisse e irmãs, Eliza e Juliana.

Ao amparou recebido por Tia Maria, Natália, Silmar, Lívia, pelo abrigo, carinho, cuidado e atenção durante a minha estadia.

Ao apoio, auxílio, carinho, atenção, força, brigas e incentivos da minhas amigas ChairNine, Ana Carolina , Louise Souza , Mariana Novaes e Vanessa Barbosa.

Aos meus amigos José Carlos Freitas e Rodolfo Nunes que me auxiliaram em todo o processo seletivo, na postura, no andamento e foram essenciais do meu processo seletivo até a aprovação. Juntamente com Ana Christina, Gersica, Paloma, Renato e Suelen pelos momentos de conversas, desabafos e acolhimentos.

Ao meu companheiro Túlio Valério pelo imenso apoio, incentivo, encorajamento, engajamento, cooperação, auxílio, cumplicidade e paciência nos momentos mais sensíveis que passei no curso, deixo minha gratidão por te ter comigo.

À minha sócia Danielle Dias pelo suporte, confiança, auxílio, empenho e paciência durante todo o meu percurso durante o curso.

À Tatyana Taura pelo apoio, alerta, orientação e confiança dados a mim.

Ao INCRA, pelo fornecimento do banco de dados e dúvidas elucidadas nas pessoas de Ana Carolina, João Luiz Pio, Reinelto Marquetti e em especial a atenção de Roberto Quirino.

À Nathalia Rose, Kelly Ferry e Wedja, pelo apoio, tutoria paciência e grandes contribuições ao meu trabalho de pesquisa.

Aos prezados Daladier Sampaio, Lucas Eliaquim, Thalles Ramon pelo auxílio no manejo dos softwares utilizados no desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores Ângelo Frozza pelo grande auxílio quanto aos processos de validação e verificação do banco de dados; e Daniele Pontes pelo auxílio e verificação dos contextos jurídicos apresentados neste trabalho.

Às grandes amigadas que fiz durante o curso, Anderson Magalhães, Ayrton Martin, Camila Miranda, Carla Barbosa, Carla Marques, Débora Almeida, Deniezio Gomes, Elnatan Lins, Leydson Barros, Lucas Lima, Priscila Heliênay, Renan Victor Ferreira, Rhassano, Roger Araújo, Victor Samuel, Welisson, Tiago Holanda.

Às meninas do Casas Abertas, Aline Lima, Carla Iamara, Débora Carvalho, Fernanda Lima, Gabriela Dayse, Grenda Juara, Jéssica Farias, Mariana Suica, Mirelly Farias, Rayane Cavalcanti.

Aos meus bons amigos de amparo Alan Lobo, Áurea Lobo, Cezar Lemos, Demétrius Malafaia, Rodrigo Vaz.

Aos professores do Decart do CTG/UFPE pelas aulas, palestras, conteúdos e discussões abordados durante a minha trajetória no curso de mestrado. E em especial a Elizabeth Galdino pelos momentos de aconselhamento, café e soluções de problemas no contextos de configuração e organização acadêmicos.

A vida é feita de escolhas. Quando você dá um passo à frente, inevitavelmente alguma coisa fica para trás. (Caio Fernando Abreu, 1948 - 1996).

## RESUMO

O Modelo de Domínio da Administração Territorial - LADM, vem sendo abordado como um caminho para solucionar problemas na conformidade e disposição de informações no âmbito do Cadastro Territorial. Desde o seu lançamento a ISO 19.152/2012, é utilizada como base de estudos e pesquisas no intuito de proporcionar uma linguagem formal para o Cadastro. Este trabalho tem ênfase na elaboração de um modelo conceitual LADM para o Cadastro Territorial Rural de Projetos de Assentamento aplicados a Reforma Agrária, de acordo com a ISO 19.152/2012, a partir do Banco de Dados fornecido pelo INCRA, Superintendência Recife. Para isso iniciou-se um levantamento histórico e cronológico através da condição atual do Cadastro Territorial Rural no Brasil, conhecendo-se a disposição conceitual de Imóveis Rurais, Sistemas de Cadastro e Administração Territorial Rural nacional. A Reforma Agrária surge neste caminho, como conjunto de medidas a serem tomadas visando promover a distribuição da terra, com base no aumento de produtividade pela criação de oportunidade de produção agrícola. Fato este que ressalta a importância e necessidade de atenção que os Projetos de Assentamento possuem na democratização da Reforma Agrária brasileira. Para tanto fez-se necessária uma abordagem ao conhecimento referente a Modelagem de Dados Espaciais. Desta forma empregou-se processos como Abstração, Modelo Lógico, Físico, Conceitual e Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados, uma vez que a configuração e disposição das informações pertinentes ao enquadramento do LADM necessitam da aplicação de linguagem computacional tais como SQL e UML além da representação dos relacionamentos a partir de modelagem conceitual. Para execução de tais processos foram utilizados os *softwares* livres Eclipse IDE, PostgreSQL, PgAdmin4, PostGIS e Qgis. A elaboração do modelo conceitual LADM para Projetos de Assentamento se deu a partir da aplicação dos atributos do Banco de Dados do INCRA, na configuração de composição das classes e instâncias caracterizadas de acordo com o disposto pelo LADM. Assim permitindo a elaboração do modelo a partir da determinação de relação-entidade que obedece as configurações LADM de relacionamentos e restrições. Foi possível validar a disposição geoespacial das informações inseridas através do Banco de Dados *Settlement*, modelado neste trabalho, em comparação com a informações contidas no Banco de Dados disponibilizado pelo INCRA. O banco de dados *Settlement* desenvolvido neste trabalho foi implementado com êxito, permitindo a visualização a partir dos dados. A modelagem do banco de dados de Projetos de Assentamento no padrão da ISO 19.152/2012 mostrou-se como avanço importante dentro do panorama do cadastro nacional.

Palavra-chave: Regularização fundiária. Banco de dados. PostgreSQL. PgAdmin.

## ABSTRACT

The Domain Model of Territorial Administration - LADM, has been approached as a way to solve problems in the compliance and disposition of information in the scope of the Territorial Register. Since its establishment to ISO 19.152/2012, it has been used as a basis for studies and research in order to provide a formal language for the Register. This work has an emphasis on the elaboration of a conceptual LADM model for the Rural Territorial Register of Settlement Projects applied to Agrarian Reform, according to ISO 19.152/2012, from the Database provided by INCRA, Superintendência Recife. For this, a historical and chronological survey was initiated through the current condition of the Rural Territorial Register in Brazil, knowing the conceptual disposition of Rural Properties, Registration Systems and national Rural Territorial Administration. Agrarian reform comes along this path, as a set of measures to be taken aiming to promote the distribution of land, based on the increase in productivity by creating agricultural production opportunities. This fact highlights the importance and need for attention that the Settlement Projects have in the democratization of the Brazilian Agrarian Reform. For that, an approach to knowledge regarding Spatial Data Modeling was necessary. In this way, processes such as Abstraction, Logical, Physical, Conceptual and Database Management Systems were used, since the configuration and arrangement of information relevant to the LADM framework requires the application of computational language such as SQL and UML in addition the representation of relationships based on conceptual modeling. To execute such processes, the free software Eclipse IDE, PostgreSQL, PgAdmin4, PostGIS and Qgis were used. The elaboration of the conceptual model LADM for Settlement Projects took place from the application of the attributes of the INCRA Database, in the configuration of the composition of the classes and instances characterized according to the provisions of the LADM. Thus allowing the elaboration of the model from the determination of relation-entity that obeys the LADM configurations of relationships and restrictions. It was possible to validate the geospatial arrangement of the information inserted through the Settlement Database, modeled in this work, in comparison with the information contained in the Database made available by INCRA. The Settlement database developed in this work was successfully implemented, allowing the visualization from the data. The modeling of the Settlement Projects database according to the ISO 19.152/2012 standard is shown as an important advance within the panorama of the national registry.

Keyword: Land regularization. Database. PostgreSQL. PgAdmin.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de Análise do SNCR desenvolvido por Purificação (2016).....	24
Figura 2 - Esquema de síntese do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais.....	28
Figura 3 - Exemplo do parcelamento no formato roda de carroça.....	36
Figura 4 - Exemplo do parcelamento no formato roda de carroça.....	37
Figura 5 - Exemplo do parcelamento no formato de Agrovila.....	37
Figura 6 - Exemplo do parcelamento no formato de xadrez/espinha.....	38
Figura 7 - Processo de abstração do mundo real.....	42
Figura 8 - Notação gráfica do diagrama de classe e seus relacionamentos utilizados pelo OMT-G e UML.....	44
Figura 9 - Classes, entidades e estereótipos.....	45
Figura 10 - Modelo Conceitual Simplificado do LADM para cadastro de bens públicos desenvolvido no OMT-G Design em linguagem UML.....	46
Figura 11 - Exemplo de código em SQL, criação de objetos e seus relacionamentos, A - turma; B - professor.	48
Figura 12 - Modelo Conceitual Simplificado.	50
Figura 13 - <i>The Land Administration Domain Model</i> , Modelo Conceitual Simplificado.	51
Figura 14 - Modelo conceitual do pacote <i>PartyPackage</i> , classes derivadas com atributos, restrições e operações.	54
Figura 15 - Modelo conceitual do pacote <i>LA_AdministrativePackage</i> com atributos, restrições e operações.	56
Figura 16 - Modelo conceitual do pacote <i>SpatialUnit Package</i> com atributos, restrições e operações.	58
Figura 17 - Modelo conceitual do pacote <i>LA_SurveyingAndRepresentationSubpackage</i> com atributos, restrições e operações.	59
Figura 18 - Classe <i>VersionedObject</i> , relacionamentos com demais classes LADM.	61
Figura 19 - Representação da classe <i>Fraction</i> com seus atributos, métodos e regras.	61
Figura 20 - Classe <i>Oid</i> com seu relacionamento com demais classes LADM.	62
Figura 21 - Fluxograma dos procedimentos Metodológicos.	67
Figura 22 - Diagrama de Classes do Pacote das Partes	72
Figura 23 - <i>Code List</i> do pacote das Partes.	73
Figura 24 - Diagrama de classes pacote <i>Administrative</i> .	75
Figura 25 - <i>Code List</i> do pacote Administrativo.	79

Figura 26 - Diagrama de classes do pacote <i>Spatial Unit</i> .	80
Figura 27 - <i>Code List</i> do pacote <i>SpatialUnit</i> .	83
Figura 28 - Diagrama de classes do pacote <i>Surveying and Representation</i> .	83
Figura 29 - <i>Code List</i> do subpacote <i>Surveying and Representation</i> .	85
Figura 30 - Diagrama de classes do pacote especial <i>LA_Source</i> .	86
Figura 31 - Modelo conceitual LADM do Cadastro Territorial de Projetos de Assentamentos.....	88
Figura 32 - Código SQL para criação do banco de dados no PgAdmin 4.	89
Figura 33 - Visualização das tabelas do banco de dados criado no PgAdmin4 através do PostGIS.	91
Figura 34 - Adicionando o banco de dados criado no PgAdmi4 ao QGIS através do PostGIS.....	92
Figura 35 - Adição e sobreposição do banco de dados e visualização através do QGIS.	93
Figura 36 - Fluxograma do processo de titulação definitiva de lotes em projetos de assentamento	130

## **LISTA DE QUADROS**

- Quadro 1 - Síntese de cadastros territoriais rurais da Administração de Terras do Brasil.....21
- Quadro 2 - Definições e representações de níveis de abstração para aplicações geográficas...42

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BAUnit	<i>Basic Administrative Unit</i>
Cafir	Cadastro de Imóveis Rurais
CAR	Cadastro Territorial Rural
CCIR	Certificado de Cadastro de Imóvel Rural
CCU	Contrato de Concessão de Uso
CND	Certidão Negativa de Débitos
CNIR	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
CNPJ	Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica
CONCAR	Comissão Nacional de Cartografia
CPF	Cadastro Nacional da Pessoa Física
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
DT	Diretor de Obtenção de Terras e Implantação de Assentamentos
ECGR	Estudo da Capacidade de Geração de Renda do imóvel
FAO	<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>
FIG	<i>International Federation of Surveyors</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE	Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ITR	Imposto Sobre Propriedade Territorial Rural
LA	<i>Land Administration</i>
LADM	<i>Land Administration Domain Model</i>
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
NIRF	Número do Imóvel na Receita Federal
OMT G	<i>Object Modeling Technique for Geographic Applications</i>
OO	Orientado a Objeto
PA	Projeto de Assentamento
PAE	Projeto de Assentamento Agroextrativista
PAF	Projeto de Assentamento Florestal
PDA	Plano de Desenvolvimento do Assentamento
PDAS	Projeto Descentralizado de Assentamento Sustentável
PDS	Projeto de Assentamento Sustentável

PNRA	Programa Nacional de Reforma Agrária
RFB	Receita Federal do Brasil
RRR	<i>Right, Responsibility, Restriction</i>
SEAD	Secretaria Especial de Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário
SGBD	Sistema de gerenciamento de banco de dados
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SIGEF	Sistema de Gestão Fundiária
Sinter	Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais
SNCR	Sistema Nacional de Cadastro Rural
SQL	<i>Structured Query Language</i>
STDM	<i>Social Tenure Domain Model</i>
TD	Título de Domínio
UML	<i>Unified Modeling Language</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1	OBJETIVOS DA PESQUISA .....	18
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>2</b>	<b>CADASTRO TERRITORIAL RURAL NO BRASIL .....</b>	<b>19</b>
2.1	IMÓVEIS RURAIS .....	19
2.2	SISTEMAS DE CADASTRO E ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL RURAL NO BRASIL .....	20
2.3	GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS – LEI 10.267/2001.....	27
<b>3</b>	<b>REFORMA AGRÁRIA NO BRASIL.....</b>	<b>30</b>
3.1	PROJETOS DE ASSENTAMENTOS .....	31
<b>3.1.1</b>	<b>Criação e Modalidades de Assentamentos .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Obtenção de terras.....</b>	<b>33</b>
<b>3.1.3</b>	<b>Vistoria e Avaliação .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.4</b>	<b>Medição e Parcelamento .....</b>	<b>34</b>
<b>3.1.5</b>	<b>Titulação de Domínio e Concessão de Uso .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1.6</b>	<b>Instalação das famílias no assentamento .....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>MODELAGEM DE DADOS ESPACIAS .....</b>	<b>41</b>
4.1	ABSTRAÇÃO .....	41
4.2	MODELO CONCEITUAL DE DADOS.....	43
<b>4.2.1</b>	<b>Modelo OMT-G e linguagem UML.....</b>	<b>43</b>
4.3	SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS (SGBD).....	47
<b>5</b>	<b>LADM – ISO 19.152/2012 .....</b>	<b>49</b>
5.1	PACOTE <i>PARTY</i> .....	52
5.2	PACOTE ADMINISTRATIVE .....	55
5.3	PACOTE SPATIALUNIT E SUBPACOTE SURVEYING AND REPRESENTATION .....	57
5.4	CLASSES ESPECIAIS E CODELIST.....	60
5.5	APLICAÇÕES DO LADM NO MEIO RURAL .....	62
<b>6</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>66</b>
6.1	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	66
6.2	RECURSOS TECNOLÓGICOS .....	68

6.2.1	Base de dados .....	69
6.2.2	Programas computacionais.....	69
7	<b>CADASTRO TERRITORIAL RURAL DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO ADEQUADOS À ISO 19.152/2012 LADM.....</b>	<b>70</b>
7.1	ELEMENTOS NECESSÁRIOS AO CASO DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO .....	70
7.1.1	<b>Pacote <i>Party</i> .....</b>	<b>71</b>
7.1.2	<b>Pacote Administrative .....</b>	<b>74</b>
7.1.3	<b>Pacote SpatialUnit e Subpacote Surveying And Representation .....</b>	<b>79</b>
7.1.4	<b>Modelagem das Classes Especiais ao LADM para Projetos de Assentamento .....</b>	<b>85</b>
7.2	MODELO CONCEITUAL LADM PARA CADASTRO TERRITORIAL DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO .....	87
8	<b>CRIAÇÃO DO MODELO LÓGICO E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO FÍSICO .....</b>	<b>89</b>
8.1	VISUALIZAÇÃO E TESTE DO MODELO FÍSICO EM PLATAFORMA SIG	90
9	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>94</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O cadastro territorial e a administração de terras do meio rural no Brasil, no mérito da disposição de terras e em sua tributação, é dado por meio de marcos legais nacionais (leis, decretos, instruções normativas). Estes marcos funcionam como meios reguladores dos direitos, acessos e obrigações relativos aos imóveis rurais.

Em 1972 com a Lei 5.868 tem-se a criação do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA); em 1996 a Lei 9.393 intitulou Cadastro de Imóveis Rurais (Cafir) sob responsabilidade da Receita Federal do Brasil (RFB); culminando na Lei 10.267/2001 determinando o georreferenciamento de propriedades rurais.

A gestão de terras rurais no País começa a tomar forma e se aproximar da atual estruturação um pouco antes com as definições de imóvel rural, propriedade familiar, módulo rural, minifúndio e latifúndio através da Lei 4.504 do Estatuto da Terra em 1964; Lei de registros públicos 6.015 de 1973; com a regulamentação da Reforma Agrária pela Lei 8.629 em 1993; dos serviços notariais e de registro pela Lei 8.935 em 1994; e com as Normas de Direito Agrário e seu Sistema de Organização e Funcionamento pela Lei 4.947 em 1966.

Devido às várias transições entre sistemas de cadastro territorial rural ao longo do tempo e a variabilidade geopolítica das unidades federativas, dos órgãos de responsabilidade e da administração de terras no Brasil, a estrutura fundiária rural ainda não se encontra plenamente efetivada e uniformizada. Além disso, cada sistema cadastral criado para o meio rural possui uma finalidade diferente, desde o levantamento do uso e ocupação (SNCR); tributação (Cafir); descrição dos limites para emissão de títulos, atualização de registro, correção de vazios e sobreposições (Lei 10.267). No País essa condição se acentua quando se leva em consideração suas proporções continentais. Esse déficit também é intensificado na regularização fundiária rural pelo aumento de especificações técnicas e normas ao longo dos anos.

Nesse mesmo contexto, tem-se a Reforma Agrária inerente aos processos de determinação de uso e ocupação no País sendo compreendida como fruto da luta pela terra, no qual a implantação de assentamentos rurais é um dos seus principais resultados. Mesmo amparados por regulamentações legais, atividades como o desenvolvimento de PA - Projetos de Assentamento são alvos de críticas e especulação imobiliária. Os registros oficiais das experiências de parcelamento rural são confusos, uma vez que, o programa de Reforma

Agrária oficial está pautado pela divisão das parcelas a partir da pressão dos demandantes, os beneficiários.

Para PA as parcelas são concebidas de forma diferenciada a partir do tipo de Projeto de Assentamento existente, tendo como consequência a própria forma de parcelamento, visando a divisão da gleba por unidades de produção familiar. Assim fatores como porte do PA, dimensões do módulo fiscal do município, localização do lote, condições de produção, são relevantes ao Laudo Pericial na determinação, medição e demarcação do parcelamento.

O Sinter - Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais, sob responsabilidade da RFB - Receita Federal do Brasil, surgiu como mais uma iniciativa de integração relacionada a cadastros territoriais. A implantação do Sinter foi determinada a partir da publicação do Decreto nº. 8.764/2016, visando a criação de um instrumento de gestão pública. Por ter como objetivo um cadastro completo, o Sinter juntamente com a certificação de imóveis rurais, possui a necessidade de utilização de tecnologias disponíveis objetivando um sistema mais interoperável e interativo possível. No entanto, este instrumento, ainda não se encontra consolidado e seus manuais operacionais publicados ainda não abrangem a metodologia de integração de dados.

Um caminho para solucionar tais problemas pode ser a utilização da ISO 19.152/2012 LADM – *Land Administration Domain Model*, lançada com o intuito de proporcionar uma linguagem formal. No contexto dessa ISO algumas ressalvas precisam ser levadas em consideração. Mesmo não havendo representantes da América do Sul em seu corpo técnico de elaboração, a ISO proporciona caminhos e flexibilizações, permitindo-a ser plenamente aplicada aos cadastros territoriais nacionais. Outra ressalva é a compatibilidade de configuração da ISO com as diretrizes da INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, que por sua vez são as guias de elaboração do SINTER.

Em questões que vinculam o desenvolvimento sustentável e social do País à atividades de Reforma Agrária, Lemmem et al. (2015) descrevem a importância do uso da modelagem LADM e suas ferramentas como o modelo STDM – *Social Tenure Domain Model*, pois, o modelo descreve relacionamentos entre pessoas e terra de uma maneira não convencional, tendo o poder de lidar com as necessidades de administração da terra nas comunidades, como pessoas em assentamentos reconhecidos não-estatais e áreas costeiras. Tais recursos devem vir acompanhados de capacitação pessoal e tecnológica da administração pública, registro imobiliário e serviços notariais; visando-se uma uniforme aquisição, e relacionamento entre dados.

O UML – Modelo de Linguagem Unificado surge como uma ferramenta em uma linguagem de descrição, do formalismo OO – Orientado a Objetos, configurada em diagramas de uso, resultados da modelagem conceitual. Modelos conceituais utilizando OO obtidos a partir do OMT-G – *Object Modeling Technique-Geographic*, são responsáveis pela descrição e definição do conteúdo dos dados, além de estruturas e regras a serem seguidas.

Diante do exposto, a problemática desta pesquisa é motivada pela ausência da padronização dos cadastros de Projetos de Assentamentos. Assim este trabalho propõe-se a desenvolver uma modelagem do cadastro territorial rural de Projetos de Assentamento que possibilite a sua integração com demais cadastros territoriais nacionais a partir da modelagem de dados espaciais seguindo o modelo LADM proposto pela ISO 19.152/2012.

## 1.1 OBJETIVOS DA PESQUISA

Neste tópico serão apresentados os objetivos gerais e específicos dessa pesquisa.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de cadastro territorial rural dentro dos padrões da ISO 19.152/2012 do LADM para Projetos de Assentamento.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Analisar a realidade brasileira dos projetos de assentamento no contexto do cadastro territorial rural, juntamente com a sua disposição de dados segundo o INCRA;
- b) Identificar os requisitos, as conformidades e lacunas para padronização do armazenamento de dados de projetos de assentamento segundo a ISO 19.152/2012;
- c) Desenvolver uma modelagem conceitual dentro dos padrões do LADM para o banco de dados espacial a partir do uso de softwares livres;
- d) Implementar um banco de dados sistematizado permitindo a visualização dos dados fornecidos pelo INCRA dispostos na configuração prescritiva da ISO 19.152/2012.

## 2 CADASTRO TERRITORIAL RURAL NO BRASIL

Nesse tópico serão apresentados os conceitos de imóvel e propriedade rural; marcos legais e regulamentadores; Sistemas e gestão do cadastro territorial rural no Brasil. Após entender o cenário nacional se faz necessário abordar assuntos como Reforma Agrária e Projetos de Assentamento, objeto de estudo desta pesquisa, desde o seu processo de Criação e obtenção de terras até a sua Instalação e Concessão de Uso. Tal abordagem visa a avaliação e entendimento das atuais condições para aplicação da modelagem proposta nesta pesquisa.

### 2.1 IMÓVEIS RURAIS

Segundo Estatuto da Terra, Lei 4.504/64 os imóveis rurais são definidos como:

"prédio rústico de área contínua, qualquer que seja sua localização, que se destine ou possa se destinar exploração agrícola, pecuária, extrativa vegetal, florestal ou agroindustrial" (BRASIL, 1964).

De acordo com a Lei 8.629/93, artigo 4.º, inciso I como:

"O imóvel rural é definido como uma área de terras contínuas, qualquer que seja sua localização, que possui um mesmo detentor (seja ele proprietário ou posseiro) com destinação agrícola, pecuária, extrativa vegetal, agroindustrial ou florestal" (BRASIL, 1993a).

Tais conceitos são utilizados para o cadastramento em órgãos e instituições como INCRA e RFB. Cada definição é determinada a depender da instituição responsável, seja ela INCRA ou RFB, a partir do seu objetivo seja fundiário ou tributário. Torna-se necessário então determinar a parcela cadastral afim de se evitar possíveis descrições prejudiciais, ou ambíguas. Tendo-se o conceito de parcela consolidado torna-se possível a implementação de um cadastro territorial. As informações pertinentes as definições de parcelas/unidades cadastrais devem orientar a busca de uma referência cadastral única que identifique e qualifique perfeitamente o bem.

A configuração da parcela varia de acordo com o tipo de confrontante, seja no padrão legal de cada imóvel limitante, tais como: propriedades privadas ou da União; seja no

comportamento de cruzamento ou sobreposição, tais como: estradas, rodovias, ferrovias, linhas de transmissão elétrica.

De acordo com Alcázar-Molina (2010) recomenda-se também que se realize análise e estabeleça a unidade a ser cadastrada, do objetivo da individualização, física e jurídica, dos bens, dos conceitos legais de bens imóveis existentes, e do conceito de bem imóvel adotado pelo registro imobiliário. Essa pesquisa e análise prévia se faz necessária principalmente no Brasil, pois para o caso de imóvel rural existe mais de uma definição.

Santos (2012) apresenta em seu trabalho o caso de alguns países que consideram como parcela o solo, outros a edificação, como sendo a menor unidade do cadastro com regime jurídico único, desta forma, resultando em várias interpretações a depender do órgão de regime ou interesse. Segundo Santos, Farias e Carneiro (2013) parcela é determinada como a menor unidade do cadastro, não admitindo, assim, a existência de subparcelas, mas objetos territoriais associados a estas parcelas. Os autores definem ainda que: para o Brasil, uma porção do solo possuída por uma pessoa ou por várias pró indiviso é a interpretação mais adequada, levando em consideração a adoção do conceito de objetos territoriais objetivando sanar as questões de ligação do solo com a edificação, nos casos de posses distintas, e também de distintos usos e limites administrativos.

## 2.2 SISTEMAS DE CADASTRO E ADMINISTRAÇÃO TERRITORIAL RURAL NO BRASIL

Segundo Purificação et al. (2019) os sistemas e a gestão do cadastro territorial rural no Brasil são de Responsabilidade Federal compreendendo Registro e Cadastro. A administração de terras rurais no Brasil foi instituída a partir de marcos legais, também considerada como fragmentada, havendo a necessidade de uma conexão integrada entre seus vários sistemas, como pode ser visto a seguir:

- 1972 com a Lei 5.868, criação do Cadastro Rural Brasileiro com Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) (BRASIL, 1972);
- 1973 com a Lei 6.015, dispõe sobre Registros Públicos e suas providências (BRASIL, 1973);
- 1996 com a Lei 9.393, criação do Cadastro de Imóveis Rurais (Cafir) (BRASIL, 1996);

- 2001 com a Lei 10.267, criou-se a normatização do georreferenciamento de imóveis rurais (BRASIL, 2001) e alterando as Leis 4.947/66, 5.868/72, 6.015/73, 6.739/79 e 9.393/96;
- 2002 com o Decreto 4.449 (BRASIL, 2002), regulamentou e definiu os prazos da Lei 10.267/01;
- 2004 com a Lei 10.931, permitiu a retificação administrativa (BRASIL, 2004);
- 2005 com o Decreto 5.570, alterou o decreto 4.449 e trouxe a exigibilidade da certificação nas ações judiciais (BRASIL, 2005);
- 2011 com o Decreto 7.620 (BRASIL, 2011), alterou os prazos do Decreto 4.449.
- 2012 com a Norma de Execução Nº 105/2012 e Instrução Normativa Nº 77/2013, ambas do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, criação do ambiente de certificação das propriedades georreferenciadas, Sistema de Gestão Fundiária – SIGEF (INCRA, 2012 e INCRA, 2013);
- 2012 com a Lei 12.651, reformulação do Código Florestal (BRASIL, 2012) e consequente criação do Cadastro Ambiental Rural (CAR);
- 2016 a partir do Decreto Nº 8.764, cria o Sinter – Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais, sob responsabilidade da RFB (BRASIL, 2016).
- 2018 com o Decreto 9.311 (BRASIL, 2018), alterou novamente os prazos do Decreto 4.449/02.

As sucessivas transições e disposições de cadastros territoriais e sistemas cadastrais ocasionam dificuldade de conexão e conversação de informações entre si. Devido às sucessivas alterações de órgãos responsáveis mudanças de finalidade acabam a ocorrer, ora jurídica, ora tributária, ora gestão do uso e ocupação. O aludido histórico de marcos legais, mudanças de responsabilidades, finalidades e exigências em relação à administração do cadastro territorial rural no Brasil observados no Quadro 1, proposto por Marra et al. (2017).

Quadro 1 - Síntese de cadastros territoriais rurais da Administração de Terras do Brasil

<b>Cadastro</b>	<b>SNCR</b>	<b>Cafir</b>	<b>Regulamentação do Georreferenciamento</b>	<b>Cadastro Ambiental Rural</b>
Marco Legal	Lei 5.868/1972	Lei 9.392/1996	Lei 10.267/2001 altera Leis 6.015/1973 e 5.868/1972	Lei 12.651/2012
Órgão Responsável	INCRA	RFB	INCRA	SFB

Finalidade	Uso e ocupação da terra	Tributação	Descrever limites imobiliários para emissão de títulos e atualização no registro, sem vazios ou sobreposições	Regularização Ambiental
Unidade Cadastrada	Informações sobre imóvel rural definido pelo uso e posse da terra, em área rural ou urbana	Análogo ao usado pelo SNCR, porém apenas em área rural	Parcela territorial objeto de direito real; parcela de ocupação particular em terra pública	Análogo ao usado pelo SNCR, porém apenas em área rural
Metodologia	Declaração de informações textuais, com apresentação de documentos por parte dos interessados		Levantamento georreferenciado normatizado, realizado por profissional credenciado com responsabilidade técnica	Declaração via aplicativo com definição de polígonos de áreas de interesse em ambiente SIG por parte dos interessados
Relações com a terra	Direitos Reais, Posse e Contratos	Direitos Reais e Posse	Propriedade e Ocupações	Posse ou Propriedade
Representação do imóvel	Não há descrição dos limites, apenas indicação de município de localização e quantitativo de área		Vértices, limites e parcelas	Polígono do imóvel
Atualização	Anual		Instantânea, requisito para atualização no Registro	Inscrição: 2014 a 2017, atualização ainda não regulamentada
Total de unidades cadastradas	5,7 milhões	7,4 milhões	450 mil	4,2 milhões
Cobertura territorial	Não possui		300 mi ha	410 mi ha

Fonte: Traduzido de Marra et al. (2017).

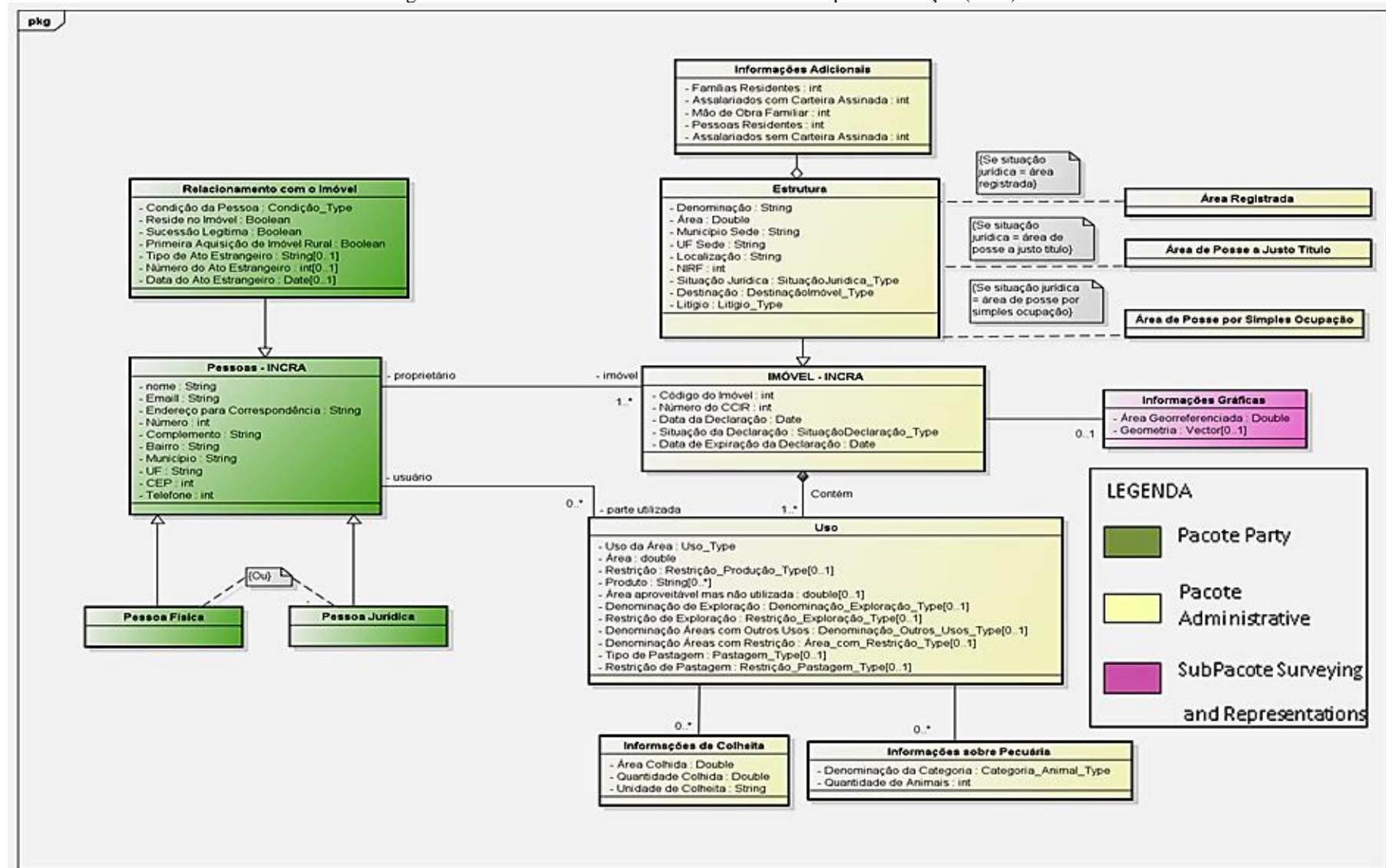
O cadastro rural brasileiro, SNCR - Sistema Nacional de Cadastro Rural, criado pela Lei 5.868/1972, sob a responsabilidade do INCRA, visa promover a integração e sistematização do levantamento de informações, permitindo a pesquisa e tratamento de dados e identificação das informações de uso e ocupação do território nacional (MARRA et al. 2017). Assim, se trata de um sistema utilizado pelo INCRA para conhecer a estrutura fundiária e a ocupação do meio rural brasileiro.

Esse sistema permite aos proprietários ou possuidores dos imóveis rurais cadastrados emitir o Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR). Neste certificado, a identificação da

unidade cadastrada se dá pelo uso e não pela localização, assim as informações do imóvel são levantadas mesmo quando estas se encontram em áreas urbanas. A declaração de informações é dada de forma descritiva indicando o município onde se encontra com a apresentação dos documentos dos interessados, sem a declaração de limites, confrontantes, localização e geometria da propriedade (CRISPIM et al. 2018).

No ano de 2015 foi lançada pelo INCRA a versão eletrônica do SNCR com objetivo de modernizar o cadastro rural brasileiro e promover uma futura integração com os imóveis declarados na Receita Federal (CNA, 2020). FAO/SEAD (2017) considera que a proposta do SNCR nessa versão eletrônica permite o maior conhecimento sobre a malha fundiária brasileira e uma maior segurança jurídica aos negócios imobiliários realizados no País. Purificação (2016) realizou a modelagem da versão eletrônica do SNCR, Figura 1, englobando suas características, estrutura e relações descritas anteriormente. Essa versão eletrônica também traz como vantagem a redução o uso dos formulários de papel.

Figura 1 - Modelo de Análise do SNCR desenvolvido por Purificação (2016)



Fonte: Purificação, 2016.

O Cafir – Cadastro de Imóveis Rurais, criado pela Lei 9.393/1996, é um cadastro administrado pela RFB - com finalidade tributária, com informações referentes aos imóveis rurais do País, seus titulares e, se for o caso, os condôminos e possuidores. A sua inscrição e efeitos decorrentes não geram direitos ao proprietário, titular do domínio útil ou ao possuidor a qualquer título (INCRA e RFB, 2015). A inscrição é obrigatória a todos os imóveis rurais, mesmo que gozem de imunidade ou isenção de ITR – Imposto Territorial Rural. A efetivação é a atribuição de um número para o imóvel, NIRF – Número do Imóvel na Receita Federal, em casos como primeira inscrição, aquisição de área parcial, desapropriação, entre outros. Segundo Paixão et al. (2013), o ITR esteve sob a responsabilidade do INCRA até a criação do Cafir, administrado pela RFB, sendo utilizado como meio de localização, classificação e caracterização dos imóveis rurais para a tributação.

Para Barros e Carneiro (2012) este cadastro se apresentava de maneira bastante similar ao SNCR, possuindo a diferença de ser aplicado apenas a propriedades situadas em área rural. Os autores ressaltam ainda que ambos cadastros são constituídos apenas por dados descritivos gerando incongruências nas localizações, dimensões e determinações de limitantes dos imóveis em questão. A partir de 2015 a atualização e coleta dos dados do SNCR e do Cafir começaram a ocorrer anualmente de maneira integrada, via declaração (INCRA e RFB, 2015).

O Código Florestal sob a Lei 12.651/12 e o SiCAR – Sistema de Cadastro Ambiental Rural, criado em 2012, prevê a concepção do CAR – Cadastro Ambiental Rural, especificando a separação de áreas para utilização agrícola (consolidadas), de servidão (da união), reserva legal (separadas para preservação do bioma e regeneração de espécies) e áreas de preservação permanente (adjacente a nascentes e trechos de água). De acordo com o Código Florestal, Lei 12.651/2012 (BRASIL, 2012), todas as propriedades rurais brasileiras devem ser cadastradas no SiCAR, sendo este cadastramento o meio obrigatório para obtenção de crédito rural a partir da consonância com condicionantes ambientais. Embora não esteja relacionado com a regularização fundiária (não gerando direitos sobre a forma de uso do solo), o não cadastramento pode acarretar situação de insegurança jurídica. De acordo com o boletim de agosto de 2017 do SiCAR (2018), o Nordeste possui cadastrado pouco mais de 77% de sua área passível de cadastramento.

Oliveira et al. (2017) avaliaram em seu trabalho uma possível conexão do CAR com o cadastro do INCRA, SNCR, a fim entender e promover uma visão de suas correlações e consequências com a atual estruturação cadastral rural brasileira. Promoveram também o caráter especulativo de melhores práticas na utilização de ferramentas e instrumentos que contribuam com a gestão territorial nacional. Os autores identificaram que a discrepâncias

encontradas entre os cadastros estudados para nível nacional geram preocupantes diferenças de áreas, bem como sobreposições, demonstrando a desintegração cadastral que interfere na credibilidade do sistema, e na qualidade de validação dos dados.

O SIGEF – Sistema de Gestão Fundiária, foi estabelecido como instrumento para certificação de imóveis rurais no INCRA a partir da Instrução Normativa N° 77, entrando em vigor a partir de novembro de 2013. Reydon et al (2019) descrevem-no como ferramenta eletrônica que automatiza vários procedimentos, desenvolvida pelo INCRA e pelo extinto MDA – Ministério do Desenvolvimento Agrário, resultado do programa Terra Legal. O SIGEF foi concebido para recepcionar e validar as informações georreferenciadas de limites de imóveis rurais, públicos ou privados, encaminhadas pelos profissionais credenciados para certificação (INCRA, 2013) e (MARRA et al. 2015b). No sistema, o público pode pesquisar as parcelas certificadas, os requerimentos de certificação pendentes e os profissionais habilitados credenciados.

De acordo com o Manual do SIGEF (INCRA, 2015) e também descrito por Marra et al. (2015a) a sua proposta é automatizar todo o procedimento de envio das peças técnicas pelos responsáveis técnicos, substituindo os documentos analógicos pelos digitais através do envio da planilha de dados cartográficos pela Internet, mediante a utilização de certificação digital. Segundo Paixão et al. (2015), o SIGEF foi criado para registrar e certificar eficientemente as propriedades rurais dando apoio à regularização fundiária rural no Brasil. Reydon et al (2019) e Julião et al. (2015) descrevem positivamente a implementação do SIGEF sobre o domínio e a gestão cadastral, juntamente com a dinamização do projeto de georreferenciamento, dos imóveis rurais no país.

Através do SIGEF o imóvel rural não necessita possuir o mesmo detentor, uma vez que esse pode ser desmembrado ou lembrado, a partir obtenção do CCIR, documento que comprova o cadastro e é essencial para concessão de crédito agrícola, arrendamentos, desmembramentos, venda ou promessa de venda do imóvel rural (FAO/SEAD, 2017).

O Sinter foi instituído a partir do Decreto nº. 8.764, de 10 de maio de 2016 (BRASIL, 2016) e regulamenta o disposto no art. 41 da Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009 (BRASIL, 2009). A lei 11.977/2009 configura a implementação do sistema de registro eletrônico, os serviços de registros públicos disponibilizarão ao Poder Judiciário e ao Poder Executivo Federal, por meio eletrônico e sem ônus, o acesso às informações constantes de seus bancos de dados, conforme regulamentado pela Lei 13.097 (BRASIL, 2015).

Paiva et al. (2018) destacam que, embora o objetivo do Sinter seja o de otimizar o acesso às informações para diferentes administrações públicas, este ainda está em fase de

estudo. Os autores ainda sugerem, como contribuições para a implantação desse sistema, a modelagem de dados como mecanismos na definição de modelos para homogeneização dos diferentes tipos de dados.

Com relação à padronização, o Sinter faz se referência às normas técnicas do CONCAR homologando a INDE como norma de cartografia nacional, devendo seguir a norma de padronização DSG (LOCH et al., 2017).

Os dados aos quais a proposta do Sinter se dispõe a integrar podem ter sua origem desde a esfera federal até a municipal. Dada a diversidade de domínios, gestão e operação torna-se notório, conseqüentemente, a necessidade de desenvolvimento de sistemas cadastrais a partir de um padrão (SANTOS et al., 2018). Segundo Marra (2017), o “Sinter contribuiria com a vinculação sistemática de dados urbanos com registros públicos, o que não possuía previsão legal, apenas em forma de recomendação”, da Portaria nº. 511 do Ministério das Cidades. Vale lembrar que o Sinter não é responsável pela gestão cadastral, uma vez que este não é um cadastro, e sim, um sistema integrador que visa agregação e padronização.

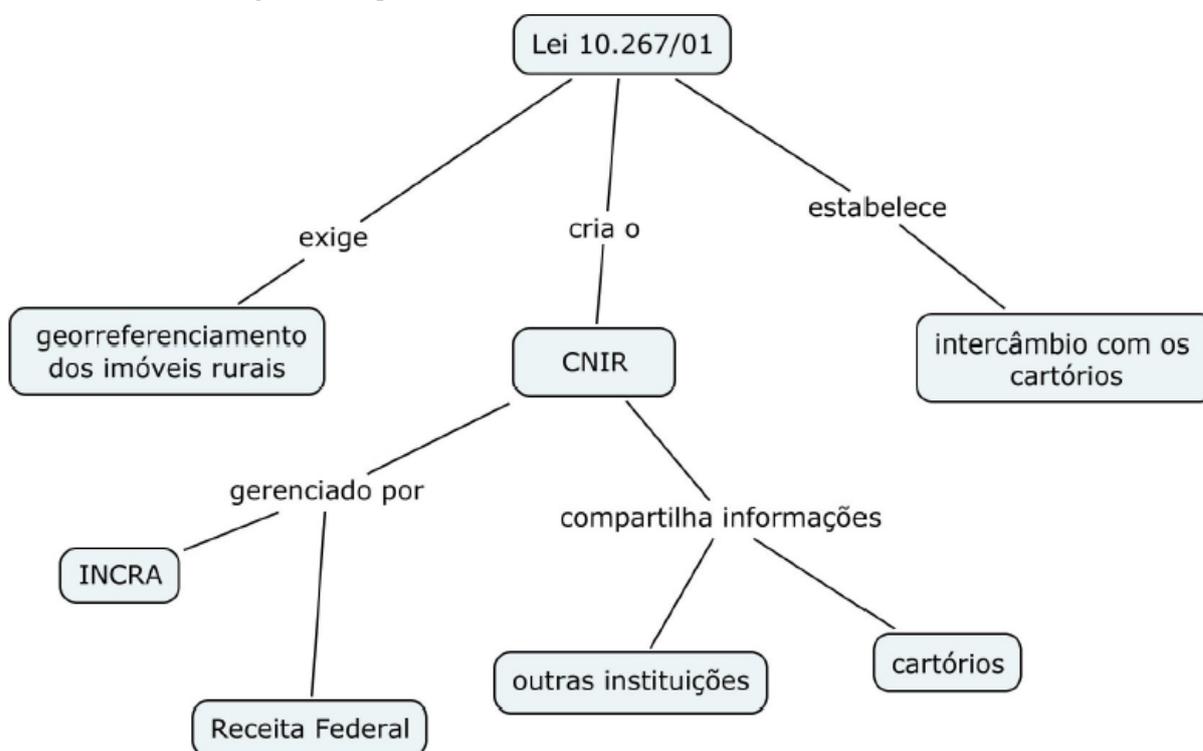
### 2.3 GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS – LEI 10.267/2001

A partir da Lei 10.267/2001 (Figura 2) o georreferenciamento de imóveis rurais foi estabelecido, substituindo o Artigo 176 da Lei de Registros Públicos (BRASIL, 2001) após anos de pressão social. A Lei nº 10.267/01 prometia o fim da apropriação ilegal de terras públicas. Além de estabelecer o georreferenciamento de parcelas rurais, esta lei tratou de outros pontos imperativos: troca de informações com o cartório, ações essenciais de regularização ambiental e fundiária e criação do CNIR – Cadastro Nacional de Propriedades Rurais, um sistema cadastral centralizado nacional para propriedades rurais.

O CNIR, como pode ser visto na Figura 02, propõe integrar informações fundiárias do SNCR, sob a gestão do INCRA com informações tributárias do Cafir, sob a gestão da RFB e informações legais sob o domínio dos serviços notariais (PAIXÃO et al. 2013). O CNIR inclui o compartilhamento de informações com outros cadastros existentes para diferentes tipos de questões fundiárias: ambientais, terras indígenas e terras públicas federais - cada uma com sua própria base de informações descritivas e geográficas (PAIXÃO et al, 2015). Até o presente momento, o CNIR não foi efetivamente implementado.

A Figura 02 apresenta o esquema simplificado da Lei 10.267/01 demonstrando o que ela estabelece, as suas conseqüências e exigências, além das estruturas, instituições e órgãos a ela ligados.

Figura 2 - Esquema de síntese do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais.



Fonte: Carneiro (2008).

Teoricamente todos os imóveis cadastrados no SNCR devem compor o CNIR. Vale lembrar que, embora as áreas devidamente registradas e que pagam ITR anualmente, já se encontram no CNIR; o mesmo ainda não se encontra implantado oficialmente, nem em pleno funcionamento. A sua proposta de integração, entre o sistema e o cadastro citados, ainda se encontra em processo de construção, uma vez que a base gráfica deste sistema integrado ainda se encontra inexistente.

A não realização de inscrição ou a atualização cadastral no CNIR tornará a situação de pendência cadastral da propriedade no Cafir, e à seleção no SNCR para fins de emissão do CCIR – Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (INCRA e RFB, 2014). Desta forma o imóvel ficará impedido de realizar a emissão do CCIR, gerando a inibição das CND – Certidões Negativa de Débitos dos imóveis. Neste contexto, há dificuldade na obtenção de financiamentos, exportações, operações comerciais em geral, licitações e demais contratos com o Poder Público.

O Decreto 4.449/2002 e suas alterações (Decretos 5.570/05, 7620/11 e 9.311/18) complementam a Lei 10.267/01 da seguinte forma:

- Conteúdo das informações a serem trocadas entre INCRA e Registro de Imóveis; Estrutura do CNIR, ou seja, seus dados mínimos (localização, dimensão, identificação, titularidade e situação jurídica dos imóveis);
- Certificação, por parte do INCRA, de que a área descrita pelo memorial descritivo do levantamento do imóvel não se sobrepõe a nenhuma outra constante de seu cadastro georreferenciado, e que atende a ato normativo expedido pela instituição;
- A certificação não implica em reconhecimento de domínio nem exatidão dos limites indicados pelo proprietário;

### 3 REFORMA AGRÁRIA NO BRASIL

A Reforma Agrária tratada pelo Estatuto da Terra, Lei 4.504/64 (BRASIL, 1964), determina o conjunto de medidas a serem tomadas visando promover a distribuição da terra com base no aumento de produtividade pela criação de oportunidade de produção agrícola. A sua implementação ocorreu a partir das modificações inseridas na CF - Constituição Federal, pela Emenda nº 10, de 10/11/1964. Alterando o regime de sua posse e uso, a partir da desapropriação para fins de Reforma Agrária, tendo como principal princípio a justiça social.

A partir de então o procedimento de desapropriação vem evoluindo e se fortalecendo juntamente com o surgimento de novos marcos legais. Atualmente, a Lei Complementar nº 76/93 determina um rito, cuja duração pode ser restringida a 150 dias (BRASIL, 1993b). Não estão inclusas para desapropriação que promova Reforma Agrária:

- Pequena e a média, propriedades rurais, desde que seu proprietário não possua outra propriedade rural (Lei 8.629/93);
- Propriedade produtiva (art. 185, da CF);
- Imóvel que comprove estar sendo objeto de implantação de projeto técnico (Lei 8.629/93, art. 7º);
- Propriedade pública dos terrenos de marinha e seus acrescidos na orla oceânica e na faixa marginal dos rios federais; e
- Reserva à margem dos rios navegáveis (art. 26, da Lei 4.504/64).

De acordo com o artigo 184 da CF a desapropriação é dada como consequência do não cumprimento, no caso do proprietário da terra, do seu dever social em tornar e manter a terra produtiva (BRASIL, 1988). A desapropriação por interesse social específica para a Reforma Agrária está regulamentada por um conjunto dos marcos legais, sendo eles: Lei Complementar no 76/93; Lei 8.629/93 e Lei 4.504/64. Este conjunto de leis demonstra destaque as peculiaridades necessárias que a desapropriação com finalidade de Reforma Agrária exige. O artigo 186 estabelece a função social da terra como:

- Aproveitamento racional e adequado da terra;
- Utilização adequada dos recursos naturais disponíveis;
- Preservação do meio ambiente;
- Respeito das disposições e regulamentações das relações de trabalho; e
- Preocupação com o bem-estar dos proprietários e dos trabalhadores.

Vale lembrar que o processo de desapropriação é composto por etapas como o rito sumário, a competência privativa da União, a possibilidade de indenização da terra nua em títulos da dívida agrária e a emissão liminar na posse do terreno (BRASIL,1993b).

A Reforma Agrária é proposta no País afim de proporcionar a desconcentração de terras e democratização da estrutura fundiária nacional, reduzindo a migração do campo para a cidade. Conseqüentemente incentiva a produção de alimentos básicos e a diversificação o comércio e serviços no meio rural, sendo forma de combate à fome e a miséria; gerando ocupação e renda para os assentados. Proporciona ainda a interiorização dos serviços públicos básicos, promovendo a cidadania, justiça social e democratização das estruturas de poder (BRASIL, 1964).

A Reforma Agrária proposta para o desenvolvimento de Projetos de Assentamento, é administrada pela Diretoria de Assentamento do INCRA a nível Federal, contudo requer envolvimento dos governos estaduais e prefeituras. Pode se efetivar em até três anos do registro de propriedade realizado pelo expropriante (BRASIL, 1993a). Os assentamentos realizados pelo INCRA são propostos em terras economicamente viáveis, destinados preferencialmente para trabalhadores rurais nativos da região em questão (BRASIL, 1993a). O processo de criação de Projeto de Assentamento traz consigo políticas de convênios, buscando fornecer ao assentado assistência técnica, monitoramento, avaliação de qualidade de produção e infraestrutura básica. Assim criando ferramentas e condições para a comercialização dos produtos do assentamento (INCRA, 2019d).

A seguir serão descritos como se configuraram Projetos de Assentamento, seus processos de criação e suas modalidades; obtenção de terras, vistoria e avaliação; medição e parcelamento; e titulação; também é apresentado o funcionamento do mesmo, suas características juntamente com a instalação das famílias.

### 3.1 PROJETOS DE ASSENTAMENTOS

Segundo INCRA (2018a), assentamento rural é um conjunto de propriedades agrícolas, independentes entre si, instaladas pelo órgão, onde originalmente existia um imóvel rural que pertencia a um único proprietário. Cada uma dessas unidades, chamadas de parcelas, lotes ou glebas, é entregue pelo INCRA a uma família sem condições econômicas para adquirir e manter um imóvel rural por outras vias. A quantidade de glebas em um assentamento depende da capacidade da terra de comportar e sustentar as famílias assentadas. O tamanho e a localização de cada lote são determinados por características como geografia

do terreno e condições produtivas que o local oferece, conforme ECGR – Estudo da Capacidade de Geração de Renda do imóvel.

Os trabalhadores rurais que recebem o lote comprometem-se a morar nele e a explorá-lo para seu sustento, utilizando exclusivamente a mão de obra familiar. Eles contam com créditos, assistência técnica, infraestrutura, e outros benefícios de apoio ao desenvolvimento das famílias assentadas. Até que possuam a escritura do lote, os assentados e a terra recebida estarão vinculados ao INCRA. Portanto, sem portar a escritura do lote em seu nome, os beneficiários não poderão vender, alugar, doar, arrendar ou emprestar sua terra a terceiros (INCRA, 2018a).

Silva et al. (2010) realizaram a avaliação e classificação da aptidão agrícola, componente do ECGR, em projeto de assentamento. Em seu trabalho os autores avaliaram como lotes as parcelas resultantes do parcelamento aplicado a área. Amorim & Ferreira (2017) apresentam o conceito jurídico de lotes, a partir de uma densificação conceitual, ligado com a finalidade precípua da construção imediata ou a posteriori da operação que lhe dá origem, no caso o loteamento. Parcelamentos e desmembramentos são determinados segundo legislação, seja ela municipal, estadual ou federal. Parcelas, quando resultado do parcelamento do solo, locação e implantação do projeto, podem ser consideradas como lotes, quadras, sistemas viários ou áreas reservadas (PAULA NETO, 2014). Assim entende-se que para o caso de projetos de assentamento os lotes, resultados do parcelamento de um latifúndio, são também considerados como parcelas e unidades básicas cadastrais.

### **3.1.1 Criação e Modalidades de Assentamentos**

Os procedimentos técnicos administrativos de criação e reconhecimento dos projetos de assentamentos rurais estão amparados pela Norma de Execução DT nº. 69/2008. O INCRA até 2019 foi responsável pelo reconhecimento de mais de 9 mil projetos de assentamento. O processo de criação se dá por meio de portaria, publicada no DOU – Diário Oficial da União, constando: a área do imóvel, a capacidade estimada de famílias, o nome do Projeto de Assentamento e os próximos passos que serão adotados para assegurar sua implantação (INCRA, 2019c). Conforme INCRA (2019c), os assentamentos podem ser divididos em dois grupos:

- Projetos de Assentamento criados por meio de obtenção de terras pelo INCRA, na forma tradicional, chamados de PA – Projetos de Assentamento; os ambientalmente diferenciados, denominados PAE – Projeto de Assentamento Agroextrativista, PDS –

Projeto de Desenvolvimento Sustentável, PAF – Projeto de Assentamento Florestal e PDAS – Projeto Descentralizado de Assentamento Sustentável;

- Projetos de Assentamento reconhecidos pelo INCRA, ou criados por outras instituições governamentais para acesso às políticas públicas do PNRA – Plano Nacional de Reforma Agrária.

No momento em que os projetos são reconhecidos, a autarquia deve proceder a seleção de família que atendem aos critérios de elegibilidade do PNRA. Dessa forma as famílias selecionadas tem o direito de acessar as políticas de crédito, assistência técnica e educação. Nos projetos criados pelo INCRA, a autarquia inicia a fase de instalação das famílias no local, com a concessão dos primeiros créditos e investimentos na infraestrutura das parcelas, viabilizando melhores condições de vida, como: estradas, habitação, eletrificação e abastecimento (INCRA, 2019c).

### **3.1.2 Obtenção de terras**

Cada superintendência regional do INCRA estabelece as regiões prioritárias para obtenção de terras, conforme realidade fundiária local e demanda de assentamentos de trabalhadores rurais sem-terra. Critérios como: maior proporção de famílias do campo em situação de extrema pobreza, áreas com maior concentração fundiária e existência de outras ações do Poder Público para melhoria das condições sociais e econômicas locais, sendo identificados os de maior importância e primordialmente levantados (INCRA, 2019a).

Segundo INCRA (2019a) a obtenção de terras para a Reforma Agrária pode ser feita de diversas maneiras. A mais utilizada e conhecida é a desapropriação, seguida do processo de compra e venda. Nestes dois casos, imóveis rurais de particulares são incorporados à Reforma Agrária. Toda aquisição começa com pesquisas cartoriais e locais feitas pelo INCRA.

O INCRA visa inicialmente, encontrar os imóveis rurais classificados como grandes propriedades, aqueles cuja área é superior a 15 módulos fiscais (classificação dada de acordo com a tabela disponibilizada no SNCR). Vale ressaltar que pequenas e médias propriedades não podem ser desapropriadas, desde que o proprietário não possua nenhuma outra propriedade rural (INCRA, 2019a).

Após a indicação ou detecção, o proprietário do imóvel em questão é notificado pelo INCRA e uma equipe da autarquia, chefiada por um perito federal agrário, procede a um

levantamento local das características da área, a vistoria de fiscalização do cumprimento da função social. O processo de desapropriação segue o disposto na Lei 8.629 de 1993 (BRASIL, 1993a). O processo de aquisição (compra e venda) é disciplinado pelo Decreto 433 de 1992 (BRASIL, 1992).

### **3.1.3 Vistoria e Avaliação**

No processo de vistoria são levados em consideração as benfeitorias, reservas legais, áreas de preservação permanente, utilização dos pastos e a exploração da terra. Além disso o INCRA também faz um levantamento dos valores de mercado do imóvel através de pesquisa sobre os negócios realizados na região e apuração no mercado local de terras. A partir de então emite um laudo pericial, também conhecido como Laudo Agrônomo de Fiscalização, definindo se a propriedade vistoriada é improdutiva ou não. Se o imóvel rural for improdutivo, o INCRA deve apontar sua viabilidade tendo em vista a implantação de um assentamento (INCRA, 2019f).

O ECGR informa a vocação agropecuária da terra em questão, a quantidade de famílias que poderá abrigar, a viabilidade econômica, a disponibilidade de água, as condições produtivas, é elaborado um anteprojeto da organização espacial proposta para o assentamento em questão (INCRA, 2019f).

### **3.1.4 Medição e Parcelamento**

O Estatuto da Terra, Lei 4.504/64 também traz a definição de Propriedade Familiar, chamada Módulo Rural. A unidade de medida do Módulo Rural é expressa em hectares e ferramenta utilizada para determinar a fração mínima de parcelamento de um imóvel rural. É determinado como:

Imóvel rural que, direta e pessoalmente explorado pelo agricultor e sua família, lhes absorva toda a força de trabalho, garantindo-lhes a subsistência e o progresso social e econômico, com área máxima fixada para cada região e tipo de exploração, e eventualmente trabalho com a ajuda de terceiros (BRASIL, 1964).

A Lei 5.868/72 estabelece a fração mínima de parcelamento como:

O módulo correspondente à exploração hortigranjeira das respectivas zonas típicas, para os Municípios das capitais dos Estados; o módulo correspondente às culturas permanentes para os demais Municípios situados nas zonas típicas A, B e C; o módulo correspondente à pecuária para os demais Municípios situados na zona típica D (BRASIL, 1972).

A Lei 4.504/64 determina o módulo fiscal como unidade de medida agrária usada no Brasil, expressa em hectares em prol de estabelecer a classificação fundiária do imóvel rural quanto à sua dimensão (BRASIL, 1979). O módulo fiscal é variável para cada município, levando em consideração: o tipo de exploração predominante na área; a renda obtida com tal exploração; outras explorações existentes no município que, sejam significativas para renda na área ou região utilizada; além do conceito de Propriedade Familiar.

As leis 4.504/64 em conjunto com a 8.629/93 categorizam imóveis rurais em: minifúndio, com área de até 1 (um) módulo rural; Pequena Propriedade, com área entre fração mínima e 4 módulos fiscais de parcelamento; Média Propriedade, com área entre 4 e 15 módulos fiscais; latifúndio ou grande propriedade, com área superior a 15 módulos fiscais (BRASIL, 1979 e BRASIL, 1993a).

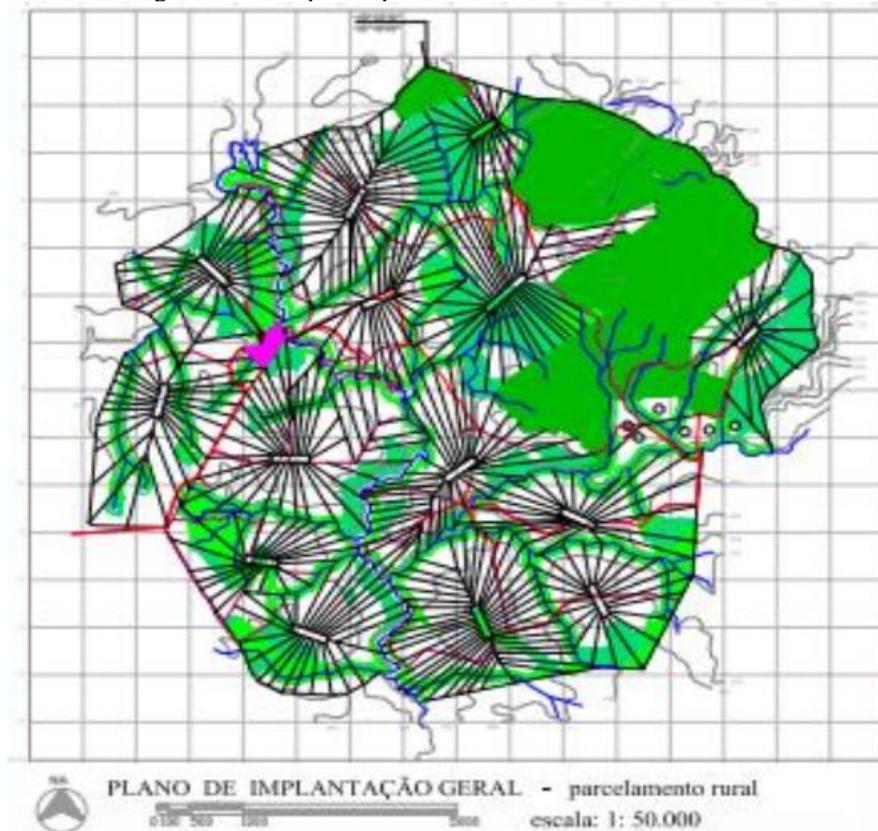
A Instrução Normativa nº 02 de 2014 do Ministério do Meio Ambiente considera a fração ideal média do assentamento como o resultado da divisão da área total do assentamento pelo número total unidades familiares previstas no ato de criação do assentamento (MMA, 2014).

Os limites de áreas que configuram o parcelamento de projetos de assentamento são determinados a partir da Lei 8.629/93, da seguinte forma: “Os lotes a serem distribuídos pelo PNRA não poderão ter área superior a 2 módulos fiscais ou inferior a fração mínima de parcelamento”, descrita no ECGR. Para assentamentos criados anterior a 22 de dezembro de 2016 os limites de área, do parcelamento, a ser recebida por beneficiário será o estipulado para imóveis rurais da categoria de pequena propriedade (BRASIL, 1993a).

Os processos de parcelamentos e determinação da geometria de projetos de assentamento não obedecem a um padrão. Melo (2001), realizou estudo e descreveu tais processos. Segundo o autor, uma vez que a área do assentamento é determinada, são levantadas informações de interesse ambiental, áreas não aproveitáveis, exploração mineral, solo, aptidão agrícola, recursos hídricos, faixas de domínio, capacidades e infraestruturas de desenvolvimento social e econômico. Hora et al. (2019) destacam que, além de levar em consideração a sua localização, disponibilidade de recursos e infraestrutura social básica, a determinação do parcelamento da área de assentamento é um processo executado em ação conjunta entre os beneficiários e o órgão responsável.

A padronização visando a determinação de parcelamento de projetos de assentamentos ainda é um objeto de estudo bastante questionado. Hora et al. (2019) elaboraram uma proposta de parcelamento chamada “raio de sol” (Figura 3) concentrando no centro dos núcleos os equipamentos coletivos visando a construir a socialização dos serviços.

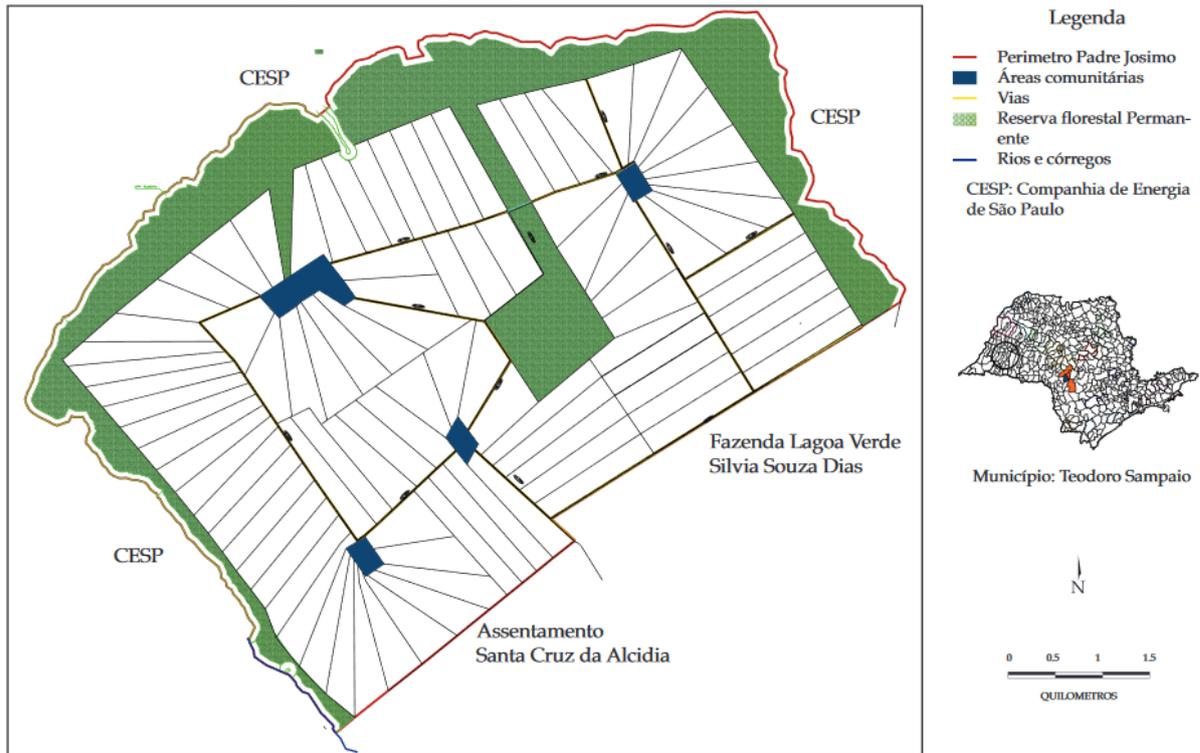
Figura 3 - Exemplo do parcelamento no formato roda de raio de sol.



Fonte: Hora *et al.* (2019).

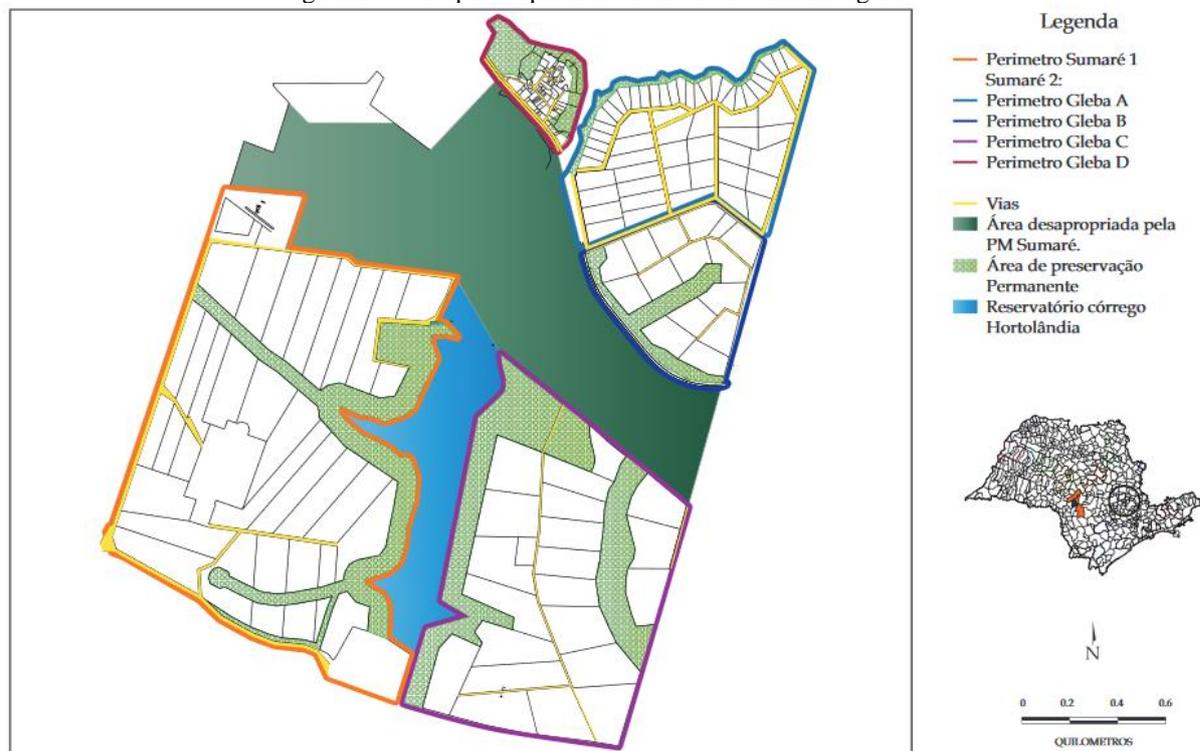
Com base em projetos de assentamento existentes no estado de São Paulo, descrita por Carraffa (2014) caracterizou padrões de disposição dos lotes parcelados a partir do traçado e organização dos parcelamentos. Os formatos e opções de parcelamento são caracterizados são basicamente 3 (três): (i) roda de carroça, com exemplo disposto na Figura 4; (ii) agrovila, com exemplo disposto na Figura 5; e (iii) xadrez ou espinha de peixe, disposto na Figura 6.

Figura 4 - Exemplo do parcelamento no formato roda de carroça.



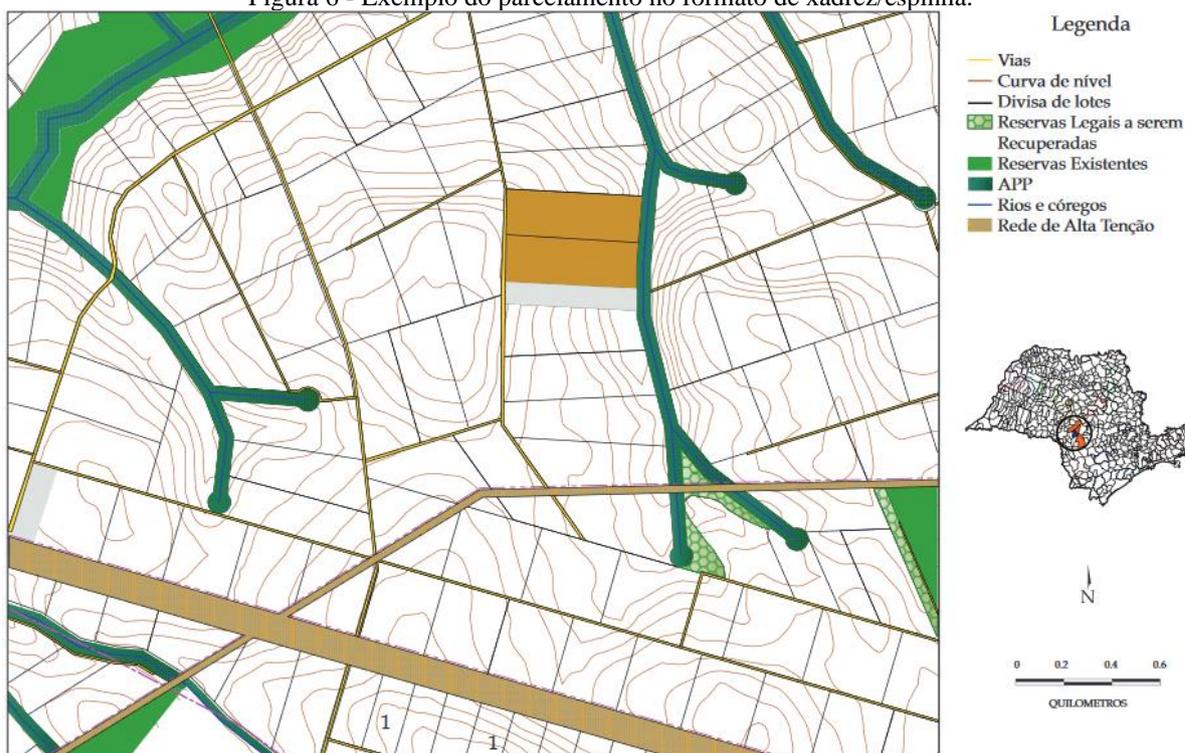
Fonte: Carraffa (2014)

Figura 5 - Exemplo do parcelamento no formato de Agrovila.



Fonte: Carraffa (2014)

Figura 6 - Exemplo do parcelamento no formato de xadrez/espinha.



Fonte: Carraffa (2014)

### 3.1.5 Titulação de Domínio e Concessão de Uso

O TD – Título de Domínio é o instrumento que transfere o imóvel rural ao beneficiário da Reforma Agrária em caráter definitivo. É garantido pela Lei 8.629/93 (BRASIL, 1993a), quando verificado que foram cumpridas as cláusulas do contrato de concessão de uso e que o assentado tenha condições de cultivar a terra e de pagar o título de domínio (INCRA, 2019e). Além dessa legislação também fornece outros instrumentos que asseguram o acesso à terra.

O CCU – Contrato de Concessão de Uso, direito estabelecido aos beneficiários do PNRA, transfere o imóvel rural ao beneficiário da Reforma Agrária em caráter provisório assegurando aos assentados o acesso à terra, créditos e acesso a outros programas do Governo Federal de apoio à agricultura familiar (INCRA, 2019e). Os beneficiados assinam com a autarquia o CCU o documento que dá direito ao assentado de morar e explorar a parcela pelo tempo que desejar e de receber sua posse, se cumpridas todas as exigências constantes na legislação (INCRA, 2019b).

O CDRU - Concessão de Direito Real de Uso, é o instrumento contratual com força de escritura pública, sob cláusulas resolutivas que transfere, de forma gratuita e em caráter definitivo, de forma individual ou coletiva. A CDRU confere o direito real de uso da parcela ou lote da reforma agrária ao beneficiário sendo condicionado à exploração rural (INCRA,

2019g). A distribuição de imóveis rurais em projetos de assentamento federais é formalizada de forma individual ou coletiva em projetos ambientalmente diferenciados, como também de forma gratuita através do CDRU.

Para os casos de Projetos de Assentamento de Reforma Agrária, criados em terras de domínio ou posse do Incra ou da União, os procedimentos administrativos para titulação de imóveis rurais e verificação das condições de permanência e de regularização de beneficiário no PNRA estão prescritos na IN 99/2019 (INCRA, 2019g), sendo vedada a titulação em nome de pessoa jurídica.

Além da garantia da propriedade da terra para as famílias assentadas, a titulação dos assentamentos é configurada em cláusulas com direitos e deveres dos participantes do processo de Reforma Agrária, poder público (INCRA) e dos beneficiários (INCRA, 2019e). De acordo com INCRA (2019e), desde 2001 relação dos beneficiários contemplados com os documentos de titulação vem sendo publicada em cada uma das superintendências regionais, conferindo publicidade e notoriedade ao processo de emissão de títulos de domínio e de contratos de concessão de uso de lotes aos assentamentos criados.

### **3.1.6 Instalação das famílias no assentamento**

Após a criação do assentamento, é iniciada a fase de instalação das famílias no local. Os beneficiários recebem os primeiros créditos para a aquisição de ferramentas e insumos para o plantio de alimentos, até que cada família seja encaminhada para sua respectiva gleba. Para garantia da permanência das famílias na terra, as ações em prol do assentamento seguem um planejamento elaborado em conjunto com a comunidade chamado PDA – Plano de Desenvolvimento do Assentamento (INCRA, 2019d).

O PDA é um estudo para orientar o desenvolvimento do assentamento. Um dos primeiros resultados do PDA é a organização espacial do projeto de assentamento. O estudo faz um diagnóstico da realidade local e apresenta propostas viáveis para desenvolver todos os aspectos da vida do assentado e da comunidade. Nesta etapa é feito o parcelamento do imóvel em lotes e são definidas e delimitadas as áreas comunitárias, as áreas de preservação ambiental, a instalação de escolas, as igrejas demais instrumentos de uso comunitário (INCRAS, 2019d).

A Lei 8.629/93 garante, quando verificado que foram cumpridas as cláusulas do CCU, e o assentado têm condições de cultivar a terra e de pagar o título de domínio em 20 (vinte) parcelas anuais (BRASIL, 1993a). A partir de sorteios, os lotes correspondentes são

designados a cada família. Isso garante as mesmas condições de participação de todos os beneficiários. O CCU também é o documento que assegura o cumprimento das exigências legais para a permanência da família no assentamento. Todos os deveres, direitos e proibições legais constam no verso do contrato, que é entregue ao assentado. Enquanto o CCU tem caráter provisório, o TD é o instrumento que transfere o imóvel rural ao beneficiário da Reforma Agrária em caráter definitivo (INCRA, 2019d).

## 4 MODELAGEM DE DADOS ESPACIAS

A MDE - Modelagem de Dados Espaciais, vem sendo desenvolvida ao longo da história como ferramenta aplicada ao desenvolvimento e estruturação de cadastros territoriais. Diversos autores apresentam a aplicação de MDE em alguns países como Griffith-Charles et al. (2015) no Caribe, Jenni et al. (2017) na Colômbia, Zhuo et al. (2015) na China. No Brasil pesquisas com esse seguimento também demonstraram resultados eficazes na resolução de problemas de questões fundiárias. Conceição & Souza (2018) apresentam solução para regularização fundiária de uma comunidade do estado da Bahia – BR, a partir da utilização da MDE, auxiliando nos processos de aquisição e tratamento de dados e interligando etapas do processamento de dados.

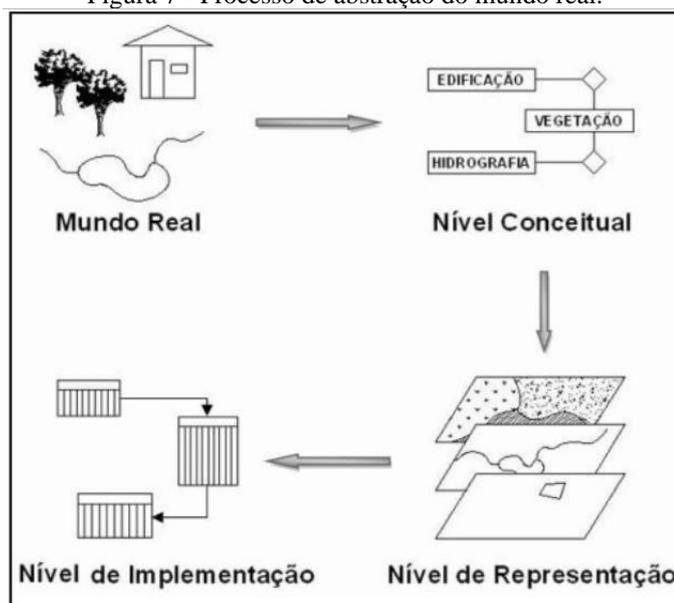
Neste tópico serão apresentados os princípios da Modelagem de Dados, Banco de Dados e Sistemas de gerenciamento de Bancos de Dados. Abordando a organização estrutural da modelagem OMT-G, linguagem UML e do SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados, PostgreSQL. Conceitos de abordagens para a execução da Modelagem de Dados Espaciais na tomada de decisões desde o planejamento até a sua elaboração.

### 4.1 ABSTRAÇÃO

De acordo com Sá (2001), a Modelagem de Dados Espaciais é o conjunto de técnicas e ferramentas utilizadas para representar a realidade em diversos níveis. Uma das etapas descritas pela autora é a Abstração, processo que busca descrever o máximo possível da realidade. Para Santos (2012) essa etapa dispõe a organização do que se pretende modelar. Representa os fenômenos do mundo real, visando a obtenção de uma forma de representação apropriada, e ao mesmo tempo simplificada, adequada à aplicação proposta. Assim, há a discretização do espaço, como parte do processo de obtenção da representação, adequada ao fenômeno descrito.

Abstração é a transposição das entidades do mundo real que se pretende representar para um banco de dados (BORGES, 1997). A Figura 7 apresenta a ilustração de Câmara (1995) a respeito do processo e dos 4 níveis de abstração.

Figura 7 - Processo de abstração do mundo real.



Fonte: Câmara (1995).

Os níveis apresentados na Figura 7 são descritos por Santos (2012), como as entidades e os relacionamentos, sendo seus modelos de dados classificados segundo o nível de abstração empregado. Tais níveis são apresentados com as suas definições e formas de representação pela autora como descrito no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Definições e representações de níveis de abstração para aplicações geográficas.

<b>Níveis de Abstração para aplicações geográficas</b>		
<b>Nível</b>	<b>Definição</b>	<b>Representação</b>
Real	Onde estão inseridos os fenômenos geográficos reais.	Realidades da cobertura terrestre como rios, ruas e cobertura vegetal.
Conceitual	Percepção espacial das entidades, conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário.	Classes básicas, contínuas ou discretas, que serão criadas no banco de dados.
Representação	Visualização das entidades e relacionamentos são os alvos.	Ferramentas com as quais se podem especificar os diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas tendem a assumir ao longo de seu uso em aplicações.
Implementação	Padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação. Estruturas de armazenamento de nível lógico.	Relacionamentos entre as representações e as necessárias funções e métodos.

Fonte: Adaptado de Santos (2012).

## 4.2 MODELO CONCEITUAL DE DADOS

Para Lisboa Filho (2000), o modelo conceitual fornece meios para que projetistas representem os relacionamentos a serem mantidos no banco de dados geográfico. O modelo conceitual deve ser o resultado da abstração da realidade, onde são fornecidas ferramentas e técnicas que fornecem suporte à Modelagem de Dados Espaciais. Aborda os relacionamentos entre as classes identificados na fase de abstração da realidade. Tais relacionamentos podem englobar características descritivas como também espaciais, permitindo assim a documentação de padrões para análise de dados espaciais.

A Abstração do Mundo Real fornece as informações para o fenômeno que se deseja modelar. O resultado de um modelo conceitual é uma linguagem, responsável por expressar estruturas de dados específicas para uma determinada aplicação. Aborda uma transição entre o mundo real e o modelo físico. Para a criação de um Modelo Conceitual utilizam-se instrumentos como relações, comandos e associações. (SANTOS, 2012).

### 4.2.1 Modelo OMT-G e linguagem UML

Modelo de dados é descrito por Elmasri e Navathe (2004) como um conjunto de conceitos que apresenta uma estrutura e suas operações diretas em um banco de dados. Para Paiva (2016) o modelo de dados é a base para a construção e desenvolvimento de qualquer aplicação computacional, levando sempre em consideração diversos fatores e especificações.

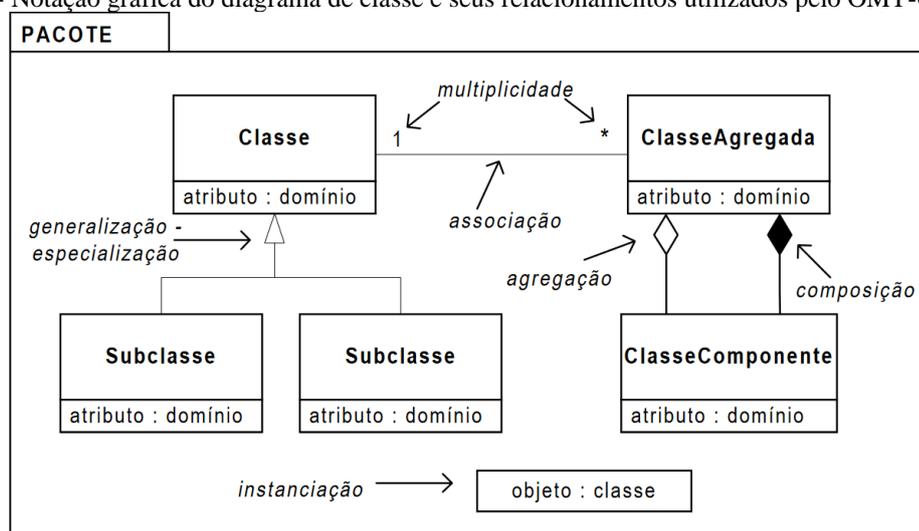
Paiva (2016), aborda a utilização de modelos de dados, em especial, orientado a objeto, como forma de representação do mundo real diretamente em um modelo conceitual. Destaca que a utilização do modelo OMT-G faz uso da linguagem UML através de diagramas de classes. A utilização da UML resulta na descrição do modelo lógico possibilitando a especificação e a documentação dos modelos de dados, na notação em diagramas.

Os diagramas de classe são utilizados para apresentar classes, atributos, operações, restrições e associações, como descrito por Paasch et al. (2015). A linguagem de modelagem UML é a indicada pela OGC desde 2012 e integrada a modelagem da ISO 19.152/2012 LADM (COSTA, 2016). O LADM foi especificado sob a forma de diagramas de classe em UML visando consolidar e proporcionar a interoperabilidade dos dados cadastrados, como consequência, acelerando a implementação dos sistemas modelados sob ela.

Por se tratar de uma linguagem orientada a objeto a UML auxilia a ISO LADM no projeto e visualização do sistema (HENSGEN, 2001).

Lisboa Filho (2000), aborda projetos, esquemas e estruturas conceituais, apresenta a notação gráfica do diagrama de classe e seus relacionamentos utilizados pelo OMT-G e UML, Figura 8.

Figura 8 - Notação gráfica do diagrama de classe e seus relacionamentos utilizados pelo OMT-G e UML.



Fonte: Lisboa Filho (2000).

Além dos dados espaciais o OMT-G também permite a integração de dados geográficos com dados descritivos por meio da linguagem de consulta SQL - *Structured Query Language* (Linguagem de Consulta Estruturada), linguagem de consulta padrão da maior parte dos bancos de dados que seguem o modelo relacional representado em UML.

Segundo PostgreSQL (2018) existem regras quanto a sua sintaxe diretamente relacionadas com o tamanho, a precisão e a escala de seus dados descritivos. Para a construção dos modelos, descritos através dos diagramas, são utilizados uma série de tipos de dados, dentre eles:

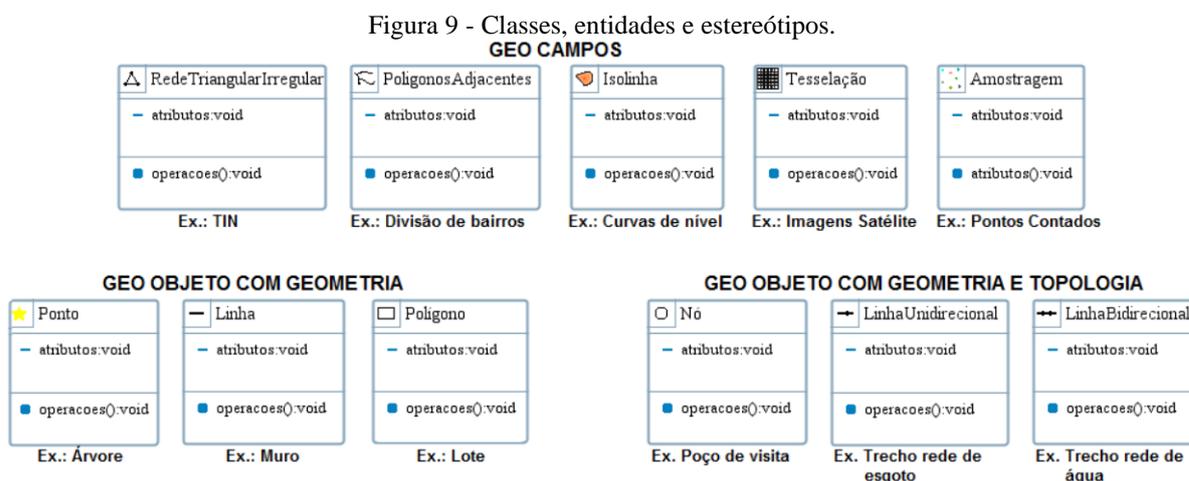
- Varchar: especifica o tipo de dados cadeia de caracteres de tamanho variável, podendo conter até 8,000 bytes;
- Integer: especifica os números inteiros entre -2147483648 e 2147483647;
- Double: especifica os números inteiros do tipo Integer com precisão de até 15 casas decimais;
- Boolean: especifica valores binários “0” ou “1”;
- Date: especifica data no formato YYYY-MM-DD (ANO-MÊS-DIA).

O modelo criado por Borges et al. (2001) em OMT-G, é uma proposta de modelo de dados específica para abordagens de dados geográficos. Resultado de pesquisas que buscaram

a simplificação entre entidades e seus relacionamentos. É baseado em três conceitos principais: classes, relacionamentos e restrições de integridade espaciais (BORGES et al. 2001).

As classes podem ser interpretadas em dois tipos, a partir dos conjuntos de objetos que as compõem. Os objetos que compõem classes convencionais, possuem propriedades, comportamentos, relacionamentos e semântica similares; podem possuir relações com objetos espaciais, no entanto, não possuem propriedades geométricas.

Os objetos que compõem as classes espaciais (georreferenciadas) possuem representação espacial associada a regiões da superfície terrestre (CÂMARA et al., 1995). A Figura 9 ilustra classes, entidades e estereótipos utilizados no OMT-G para uso geográficos; com geometria; e com geometria e topologia.



Fonte: Borges et al. (1999).

No OMT-G os relacionamentos entre classes demonstram o comportamento dos dados e suas relações em um banco de dados, são apresentados em esquemas conhecidos como esquemas conceituais. As restrições de integridade espaciais são as condições básicas necessárias para que um banco de dados se mantenha operante (BORGES et al. 2001).

Para o Brasil, Purificação (2017) realizou a construção do modelo conceitual simplificado do LADM, desenvolvido no Eclipse IDE utilizando a modelagem OMT-G, para imóveis e bens públicos, como pode ser observado na Figura 10. Modelos como esse permitem futuras implementações, sejam espaciais geográficos ou descritivos.



### 4.3 SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE BANCO DE DADOS (SGBD)

O SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados, também conhecido como DBMS – *DataBase Management System*, é uma ferramenta de gestão e tratamento dos dados, capaz de interpretar dados descritivos e atribuir a esses, referências espaciais. Possibilita relacionar diferentes espaços temporais de coleta de informações, assim, evitando redundâncias, inconsistências e dificuldades de interpretação (CONCEIÇÃO & SOUZA, 2018).

No SGBD se descreve, por meio de alguma linguagem, como será feita a armazenagem no banco de dados. A escolha do SGBD está diretamente ligada ao nível de representação e modelo de entidade relacionamento utilizado, visando a criação do banco de dados a ser implementado.

No SGBD os bancos de dados descritivos e espaciais são empregados no processamento, tratamento e análise de dados, pois proporcionam associação de informações descritivas e gráficas (CONCEIÇÃO & SOUZA, 2018). O acervo de um banco de dados pode ser composto por informações sobre pessoas, produtos, atributos e características (CASANOVA et al., 2005). Atualmente, com o desenvolvimento das Tecnologias da Geoinformação, surgiram vários *softwares*, livres e comerciais, com o objetivo de atender ao gerenciamento de banco de dados, tanto descritivos quanto espaciais.

O PostgreSQL é um sistema gerenciador de banco de dados objeto-relacional, gratuito e de código aberto, desenvolvido a partir do projeto PostgreSQL, sob liderança do professor Michael Stonebraker (POSTGRESQL, 2018).

Uma característica desse SGBD é seu potencial de extensibilidade, o que possibilitou o desenvolvimento de uma extensão SIG – Sistemas de Informações Geográficas mais completa chamada PostGIS. Ele adiciona suporte a objetos geográficos, permitindo que as consultas de localização sejam executadas no SQL. Além de permitir a conexão com SIG de código aberto, como o QGIS, *software* livre utilizado neste contexto para visualização e alimentação dos dados espaciais presentes no banco de dados. A Figura 11 descreve um exemplo de código SQL para a criação de objetos em um SGBD.

Figura 11 - exemplo de código em SQL, criação de objetos e seus relacionamentos, A - turma; B - professor.

```
1. CREATE TABLE `turma` (  
2. `idturma` INTEGER(4) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
3. `capacidade` INTEGER(2) NOT NULL,  
4. `idProfessor` INTEGER(4) NOT NULL,  
5. PRIMARY KEY (`idturma`),  
6. FOREIGN KEY(`idProfessor`) REFERENCES professor(idProfessor),  
7. UNIQUE KEY `idturma` (`idturma`)  
8. )
```

A

```
1. CREATE TABLE `professor` (  
2. `idProfessor` INTEGER(4) NOT NULL AUTO_INCREMENT,  
3. `telefone` INTEGER(10) NOT NULL,  
4. `nome` CHAR(80) COLLATE NOT NULL DEFAULT '',  
5. PRIMARY KEY (`idProfessor`),  
6. FOREIGN KEY(`idTurma`) REFERENCES turma(idturma),  
7. UNIQUE KEY `idProfessor` (`idProfessor`)  
8. )
```

B

Fonte: SpaceProgrammer (2016).

A partir do código descrito, em linguagem SQL, no SGBD (PostgreSQL) a partir de seu gerenciador (PgAdmin4) é possível realizar: a criação das tabelas Turma (Figura 11A) e Professor (Figura 11B); criar colunas de atributos em cada uma dessas tabelas; e estabelecer relação entre as tabelas tendo-se como base de referência a identificação das suas chaves primárias e estrangeiras.

## 5 LADM – ISO 19.152/2012

O LADM - Modelo de Domínio da Administração Territorial estruturado na ISO 19.152 de 2012 visa, a partir da Modelagem de Dados Espaciais, harmonizar e sincronizar os registros de terras a nível mundial, podendo contribuir na redução de condições de irregularidade e colaborando para a melhor forma de desenvolvimento social, fundiário e administrativo possível (ISO, 2012).

O modelo normatizado descrito na ISO 19.152/2012 é baseado na estrutura conceitual descrita em ‘*Cadastre 2014*’ por Kaufmann e Steudler (2002) e apresentado pela FIG – Federação Internacional de Geômetras juntamente com o programa para os assentamentos humanos da ONU UN-Habitat. Criado para suprir a ausência de padrões e estabelecer uma linguagem semântica que seja facilmente entendida em qualquer parte do mundo. Cumbe (2016) descreve-o como baseado no relacionamento entre as pessoas e terras por meio de Direitos, Restrições e Responsabilidades, aos quais deve ser determinada a sua extensão espacial com a sua geometria definida. Isto permite que todas as partes envolvidas no cadastro se comuniquem a partir de um vocabulário comum implícito no modelo.

O modelo descrito na ISO (2012) não trata de uma padronização afim de substituir os cadastros já existentes, mas sim, identificar as diferenças e propor a formalização da descrição de sistemas de administração territorial, em nível internacional. A consequência dessa formalização é a capacidade de visualizar as semelhanças e auxílio na comparação entre sistemas de bancos de dados diferentes administrados por diferentes entidades administrativas no país.

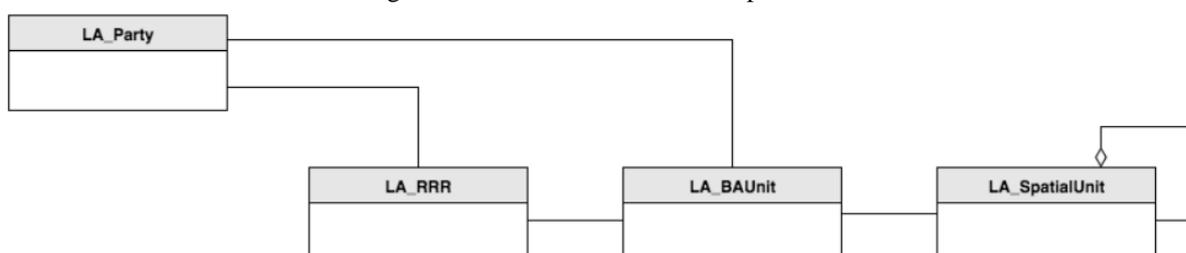
Segundo a ISO (2012), a sua finalidade é construção de uma base de dados extensiva para o desenvolvimento e refinação de um eficiente e efetivo sistema integrado de administração de terras, além de habilitar várias áreas a nível nacional e internacional para que a comunicação aconteça a partir de um vocabulário unificado e compartilhado, implícito no modelo. Esta configuração proporciona ao sistema proposto a capacidade de interoperabilidade na administração fundiária entre diferentes jurisdições, órgãos governamentais, unidades federativas. Permite e viabiliza a integração entre visualizações 2D e 3D. Tendo-se, como exemplo, o conceito de parcela juntamente com suas características e atributos.

Para Lemmen e al. (2015), a ISO 19.152/2012 apresenta um modelo que visa abranger os dados básicos relacionados aos componentes da administração de terras, sendo eles, legal, administrativo, mapeamento e levantamento. De acordo com Costa (2016), o LADM é um

modelo conceitual e abstrato apresentando como suas componentes classes que formam os pacotes a que pertencem. O modelo apresenta configuração flexível dada a região de sua aplicabilidade, assim, entidades e atributos podem ser adicionados ou retirados.

De forma geral padroniza os pacotes e suas classes com a adoção do prefixo LA (*Land Administration*) nos modelos conceituais. Marra (2017) apresenta em seu trabalho um modelo simplificado do LADM (Figura 12) com suas classes e relações.

Figura 12 - Modelo Conceitual Simplificado.

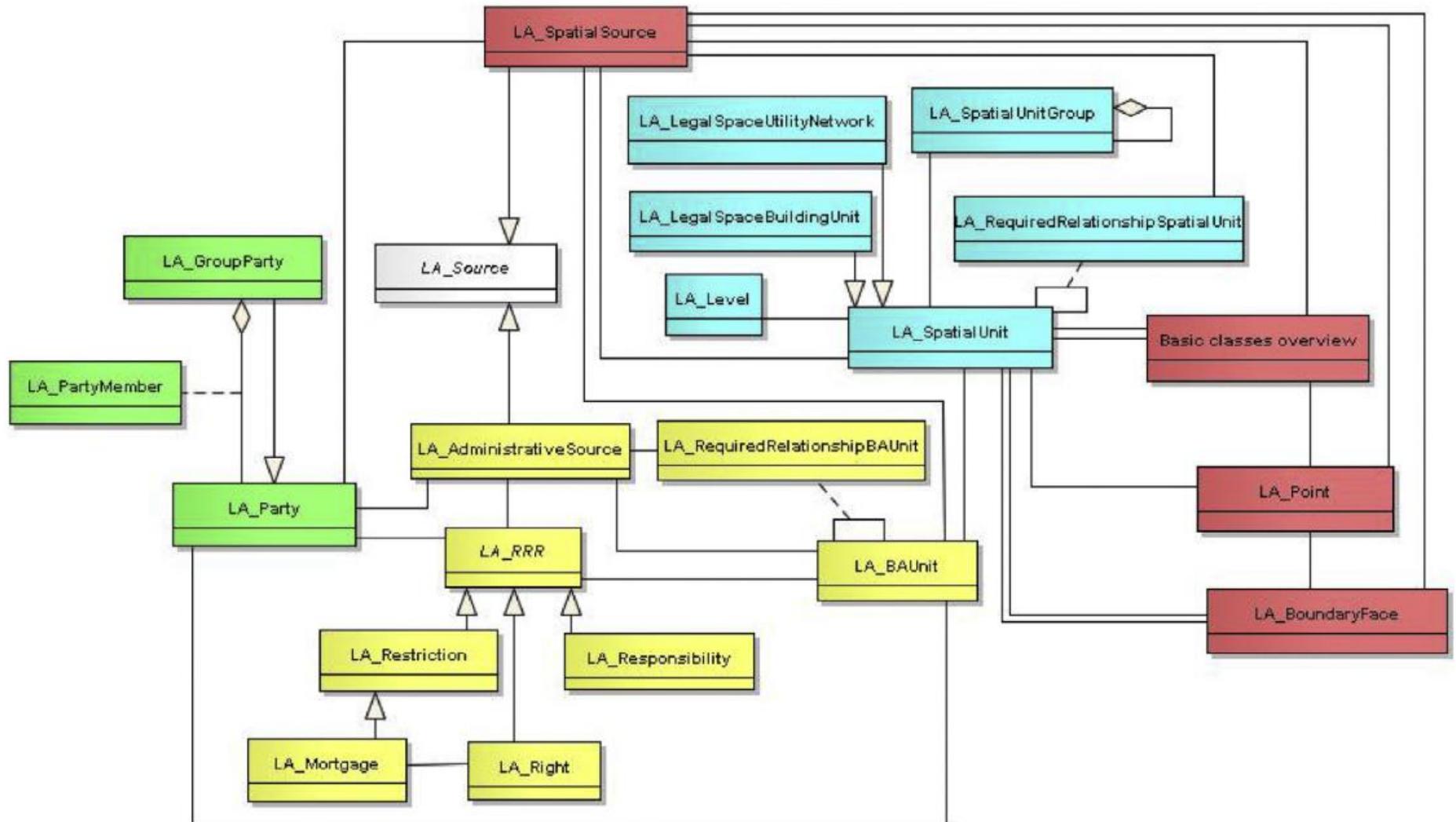


Fonte: Marra (2017).

A classe *LA\_Party* é composta pelas partes interessadas podendo ser composta por dados do Cadastro de Pessoas Físicas (CPF) ou Jurídicas (CNPJ), organizações ou grupo de pessoas. A classe *LA\_RRR* (RRR - *Right, Restriction, Responsibility*) relacionando a pessoa com a terra partindo das relações de Direito, Restrição e Responsabilidade. A classe *LA\_BAUnit* referente à unidade básica de propriedade contém informações administrativas relativas às unidades espaciais com igualdade de direitos, restrições e responsabilidades. A classe (*LA\_SpatialUnit*) se refere aos dados das unidades espaciais como lotes, parcelas e edifícios ou redes (ISO, 2012).

O modelo conceitual desenvolvido (Figura 13) é empregado para identificar relações entre pessoas e terra através de suas RRR, a partir de conceitos de classes como direitos, restrições e responsabilidades (LEMMEN et al., 2015). Possuindo maior capacidade de difusão por se tornar uma padronização internacional em 2012 (LEMMEN; OOSTEROM, 2012). Segundo Lemmen e Oosterom (2013) e ISO (2012), o LADM possui objetivos políticos contemporâneos, incluindo a erradicação da pobreza, igualdade de gênero, reconhecimento indígena, moradia adequada, agricultura sustentável, segurança alimentar, resposta às alterações climáticas, governança, relacionam-se substancialmente com o acesso à terra, e oportunidades relacionadas.

Figura 13 - *The Land Administration Domain Model, Modelo Conceitual Simplificado.*



Fonte: Lemmen et al. (2015).

A Figura 13 apresenta o modelo conceitual simplificado seguindo o padrão de cores para os pacotes *LA\_PartyPackage*, em verde; administrativo *LA\_AdministrativePackage* em amarelo; Unidades espaciais, *LA\_SpatialUnitPackage*, em azul e o seu subpacote Levantamentos e Representações, o *LA\_SurveyingAndRepresentationPackage*, em vermelho.

A modelagem LADM possui padrões de relações, ligações e cores para determinados pacotes como pode ser identificado em Zhuo et al. (2015) e Griffith-Charles et al. (2015). Lemmen et al. (2015) propuseram um modelo conceitual simplificado, inicialmente genérico (Figura 13), como guia para futuras modelagens e implementações específicas a cada região, país ou área de domínio. Além desse modelo conceitual apresentar os pacotes e classes de forma genérica, também determina os pacotes e classes juntamente com os seus relacionamentos.

A ISO 19.152/2012 é pautada nos princípios de disseminação, determinação e registro de direito reconhecido sobre a terra com informações de forma segura, conseguindo agregar um grande volume de dados sem perder uma contínua dinâmica. O LADM é uma modelagem orientada a objeto, possuindo 3 grandes pacotes e 1 subpacote que serão descritos mais à frente.

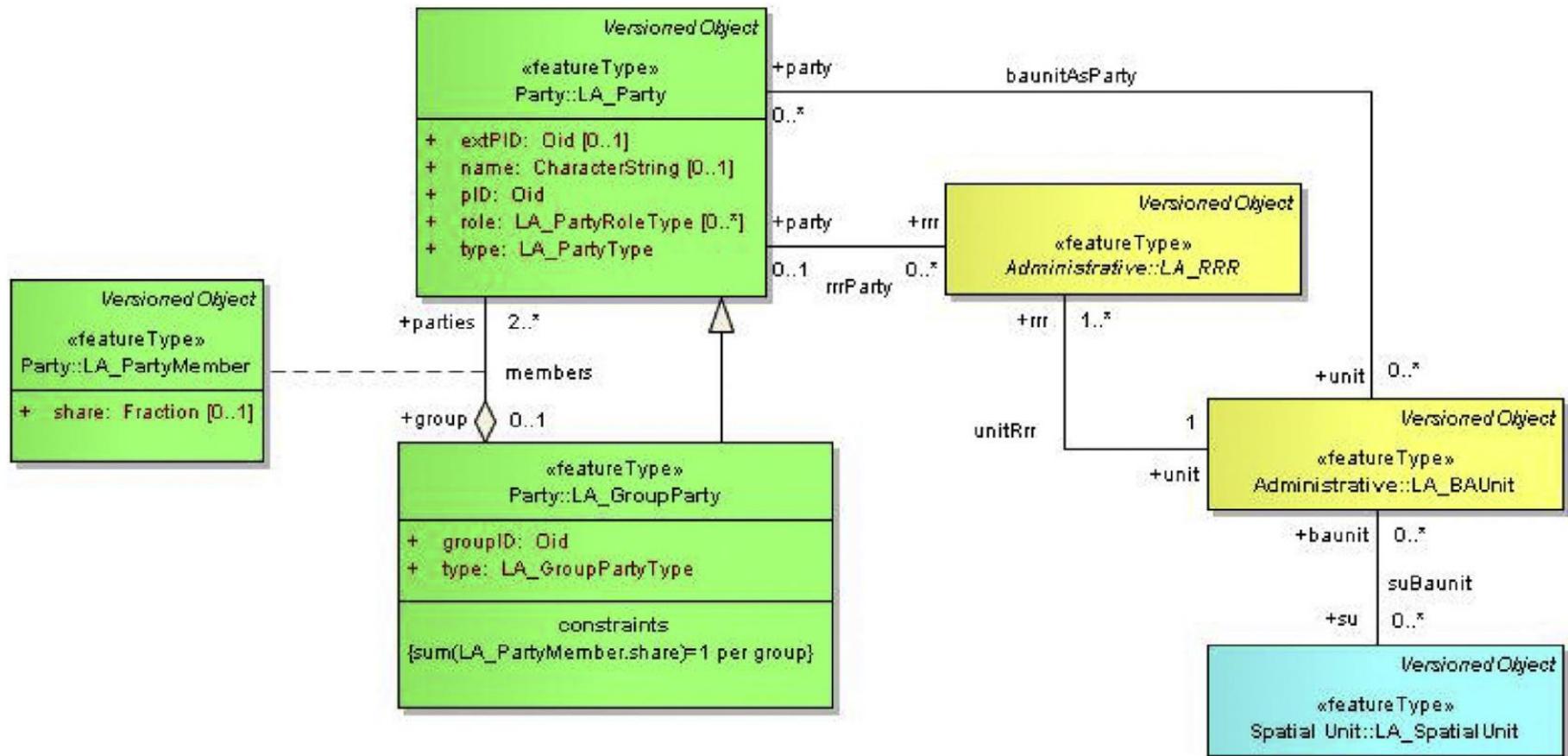
## 5.1 PACOTE PARTY

O *Party Package* se refere as partes interessadas, permitindo a representação de pessoas físicas e jurídicas, de forma individual ou em grupo. No pacote das partes, *Party Package*, estão os dados de as pessoas que se relacionam com a terra. As classes principais são *LA\_Party* (pessoa ou organização) com a especialização *LA\_GroupParty*, sendo o grupo de pessoas ou de organizações. A classe opcional *LA\_PartyMember* (um membro do grupo) faz parte do pacote sendo responsável por relacionar as duas anteriores, quando necessário (ISO, 2012).

Segundo Lemmen et al. (2015), considerada como uma *party*, uma parcela de terra, dominante sobre outra subserviente. Podem ser tomados, como exemplo, um apartamento e sua garagem, onde um determina o direito de utilização da terra do outro para um fim específico. Marra (2017) reforça ainda que, as partes são responsáveis a papéis específicos dos processos de administração de terras podem ser relacionadas a fontes administrativas e espaciais ilustra de forma mais clara o pacote *PartyPackage*, composto por um conjunto de classes *Party* ao mesmo tempo.

Na Figura 14 destaca em verde, juntamente com as suas classes derivadas com atributos, restrições e operações; em azul está o pacote *SpatialPackage* e em amarelo o *AdministrativePackage*.

Figura 14 - Modelo conceitual do pacote *PartyPackage*, classes derivadas com atributos, restrições e operações.



Fonte: Lemmen *et al.* (2015).

## 5.2 PACOTE ADMINISTRATIVE

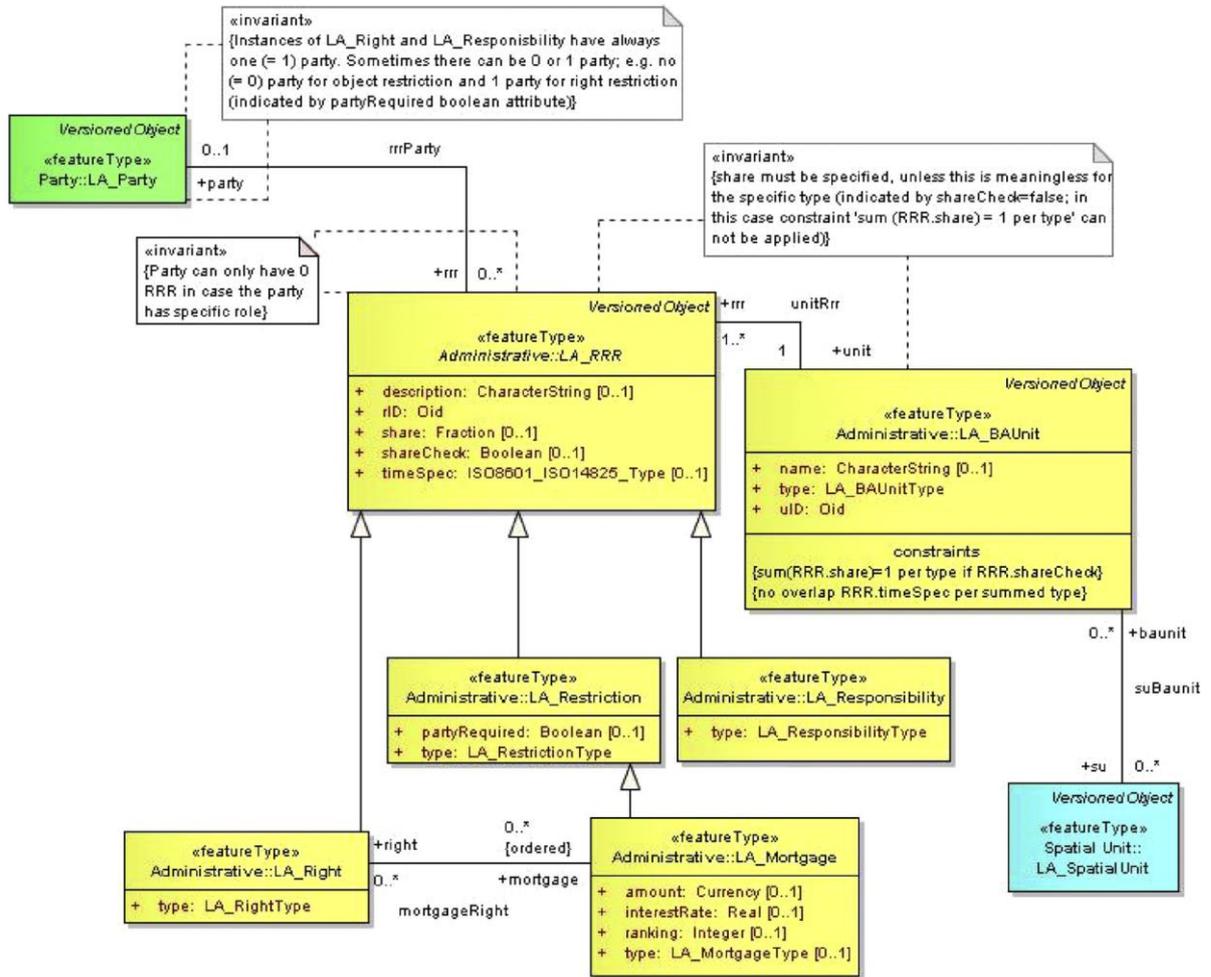
O pacote administrativo, *Administrative Package*, engloba a representação dos direitos, restrições e responsabilidades. As classes fundamentais são *LA\_AdministrativeSource* que engloba a *LA\_RRR*, que por sua vez possui as classes *LA\_Right* (Direitos como instâncias), *LA\_Restriction* (Restrições como instâncias), *LA\_Responsibility* (Responsabilidades como instâncias), e a classe *LA\_BAUnit* (abreviação de unidades administrativas básicas) (ISO, 2012).

Para o pacote administrativo o direito (*Right*) é definido como uma ação, atividade ou uma classe de ações que um participante do sistema pode executar ou utilizar uma associação de recursos. São exemplos: direito de propriedade, arrendamento, posse, direito comum, direito informal. Um direito pode ser de uso. Direitos podem se sobrepor ou discordarem entre si. Uma restrição (*Restriction*) é um direito baseado no estado ou situação imposta para fazer algo ou alguma coisa. São exemplos: a proibição legal de construções acima de 200 metros; áreas de servidão; área de preservação permanente. Uma responsabilidade (*Responsability*) é uma obrigação formal ou informal em executar alguma coisa (PAASCH et al., 2015) e (LEMMEN et al. 2015).

*LA\_BAUnit* para o pacote administrativo é uma entidade administrativa composta de 0 (zero) ou mais unidades espaciais, podendo em alguns casos, ser chamada como parcela. Para toda a *LA\_BAUnit* um ou mais direitos, restrições ou responsabilidades são únicos e homogêneos e estão associados a toda a entidade conforme o determinado no sistema de administração de terras (LEMMEN et al., 2015).

A Figura 15 traz a proposta de Lemmen et al. (2015) do modelo conceitual do pacote *LA\_AdministrativePackage*, apresentado em amarelo, onde estão contidas as suas principais classes *LA\_RRR* referente a Direito, Restrição e Responsabilidade; e *LA\_BAUnit* com seus atributos, restrições e operações. Esse pacote representa as relações entre as partes e a terra.

Figura 15 - Modelo conceitual do pacote *LA\_AdministrativePackage* com atributos, restrições e operações.



Fonte: Lemmen et al. (2015).

O LADM é uma modelagem que entende a necessidade de configurações flexíveis visando plena conformação e ajustamento. A configuração legal e administrativa da administração de terras em cada país possui peculiaridades distintas.

Durante a aplicação do LADM na Colombia, Jenni et al. (2017) descreveram a importância, para a adequação legal no país, da criação de 4 (quatro) classes com relação de herança em LA\_BAUnit. Marra (2017), no enquadramento do processo de cadastro de comunidades quilombolas a modelagem LADM, entende LA\_RRR como uma classe abstrata e suas relações podem ser direcionadas a uma ou mais unidades espaciais, sendo necessária a LA\_BAUnit para realizar a tal ligação relacional. Paiva (2016), em sua proposta de integração de dados entre Cadastro Imobiliário Urbano e Registro de Imóveis, traz o histórico de uma propriedade, como exemplo, de uso e aplicação da ligação entre LA\_RRR com a LA\_BAUnit. Nesse exemplo a matrícula do imóvel possui um identificador pertencente a LA\_Responsability com chave primária pertencente à LA\_BAUnit.

### 5.3 PACOTE SPATIALUNIT E SUBPACOTE SURVEYING AND REPRESENTATION

O pacote *SpatialUnit* (Unidades Espaciais) composto pelas classes *LA\_SpatialUnit*, *LA\_SpatialUnitGroup* (Unidade Espacial de Grupo), *LA\_Level* (Nível), *LA\_LegalSpaceUtilityNetwork* (Rede de Infraestrutura Legal), *LA\_LegalSpaceBuildingUnit* (Unidade de Construção Legal) e *LA\_RequiredRelationshipSpatialUnit* (ISO, 2012).

O pacote *SpatialUnit Package* (Figura 16) é responsável pela organização dos dados espaciais, visando apoiar o gerenciamento de uma *LA\_BAUnit* (unidade administrativa básica) em um sistema de gestão territorial. Costa (2016) relata esse pacote como apto a descrever a extensão de uma *BAUnit* sendo: um ponto (ou multiponto), uma linha (ou multilinhas) que representa uma área individual (ou múltiplas áreas) da terra ou água.

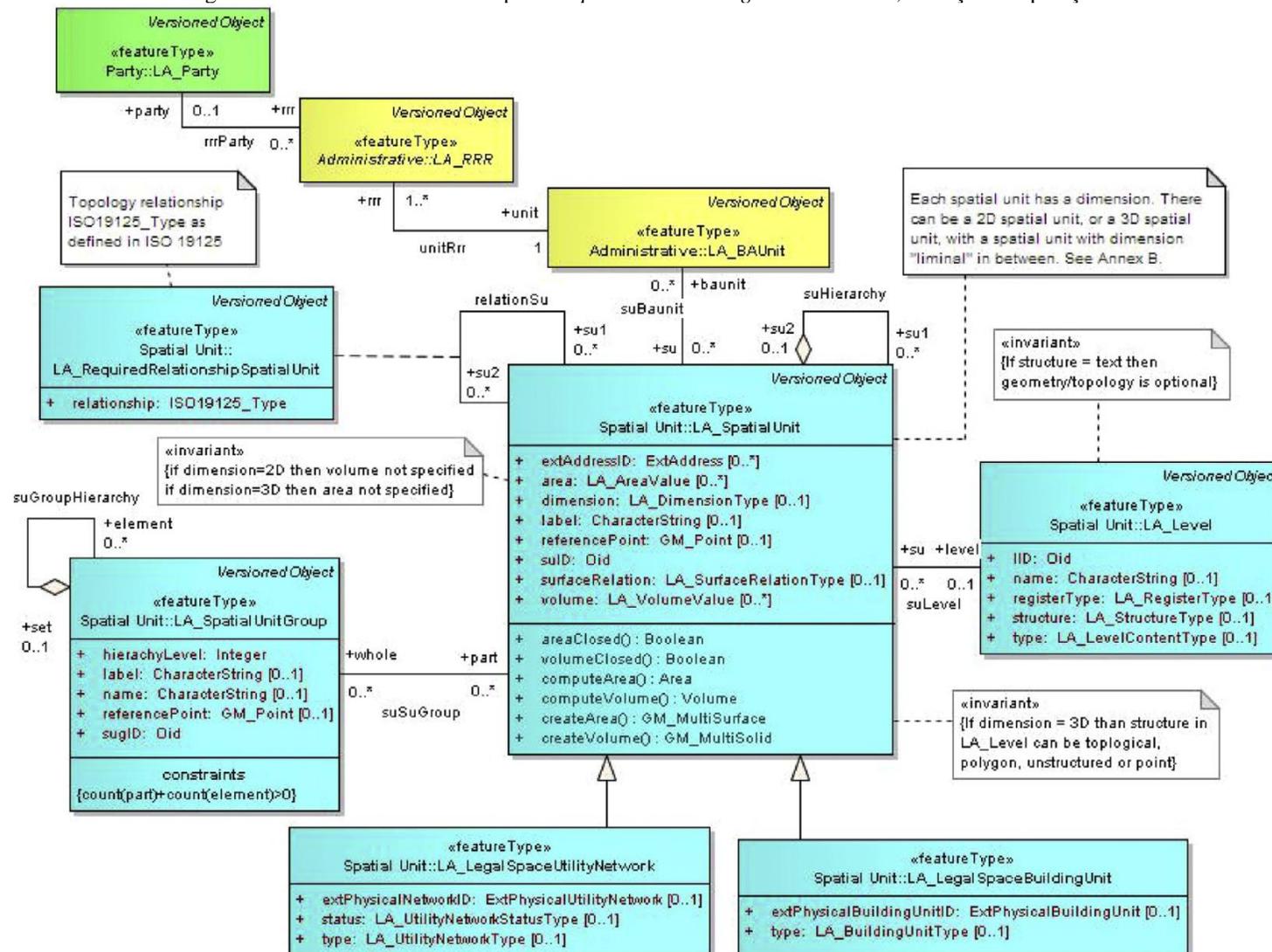
Paiva (2016) descreve que a classe *LA\_SpatialUnit* possui as informações referentes a área, dimensões, rótulos de entidades geométricas. A partir das ligações com demais classes do pacote é capaz de prover as relações das unidade espacial com a unidade administrativa e/ou indivíduo.

Jenni et al. (2017) apresenta a importância da utilização do tipo e geometria poligonal na classe especializada *LA\_BAUnit*, possuindo relacionamento com *LA\_SpatialUnit*. Desta forma a modelagem oferece suporte aos tipos de geometria de polígonos (como no caso habitual da Colômbia), evitando a execução de métodos e geração de polígonos na classe *LA\_SpatialUnit*.

A classe *LA\_SpatialUnitGroup* é descrito por Lemmen et al. (2015) como um grupamento de unidades espaciais; um grupo de unidades espaciais dentro de uma mesma zona administrativa (condomínio, bairro, município, departamento, província, país), ou dentro de uma mesma área de planejamento.

A *LA\_LegalSpaceBuildingUnit* segundo Purificação et al. (2019) é utilizada para classificar os tipos e condições das unidades construtivas. *LA\_LegalSpaceUtilityNetwork* é a classe utilizada para representação espacial e descrição das estruturas (cabos e tubulações) de rede como Redes de Serviço Público (água, esgoto, energia). *LA\_Level* representa uma coleção abstrata de unidades espaciais que apresentem uma coerência geométrica ou topológica ou temática (LEMMEN et al. 2015). *LA\_RequiredRelationship* é a classe utilizada para descrever os níveis de relacionamentos entre unidades administrativas (*BAUnit*) e unidades espaciais (*SpatialUnit*) (PURIFICAÇÃO et al., 2019).

Figura 16 - Modelo conceitual do pacote *SpatialUnit Package* com atributos, restrições e operações.



Fonte: Lemmen et al. (2015).



Descreve a representação espacial em si e os métodos, técnicas e precisões dos levantamentos utilizados na geração dos dados cartográficos (LEMMEN et al., 2013). O subpacote *SurveyingAndRepresentation Subpackage* com suas classes, tem a responsabilidade de armazenar dados referentes a geometria e topologia (OOSTEROM, LEMMEN, 2015). Descreve as representações geométricas das unidades espaciais, fator que proporciona a integração entre bancos de dados espaciais e informações geográficas (PAIVA, 2016).

A classe *LA\_SpatialSource* é responsável pelo armazenamento de conjuntos de dimensões e medidas de pontos como distâncias. As descrições de pontos individualmente são instâncias da classe *LA\_Point* ligada a classe *LA\_SpatialSource* com os dados referentes ao levantamento e as fontes espaciais (FREDERICO, CARNEIRO, 2014) e (LEMMEN et al., 2015).

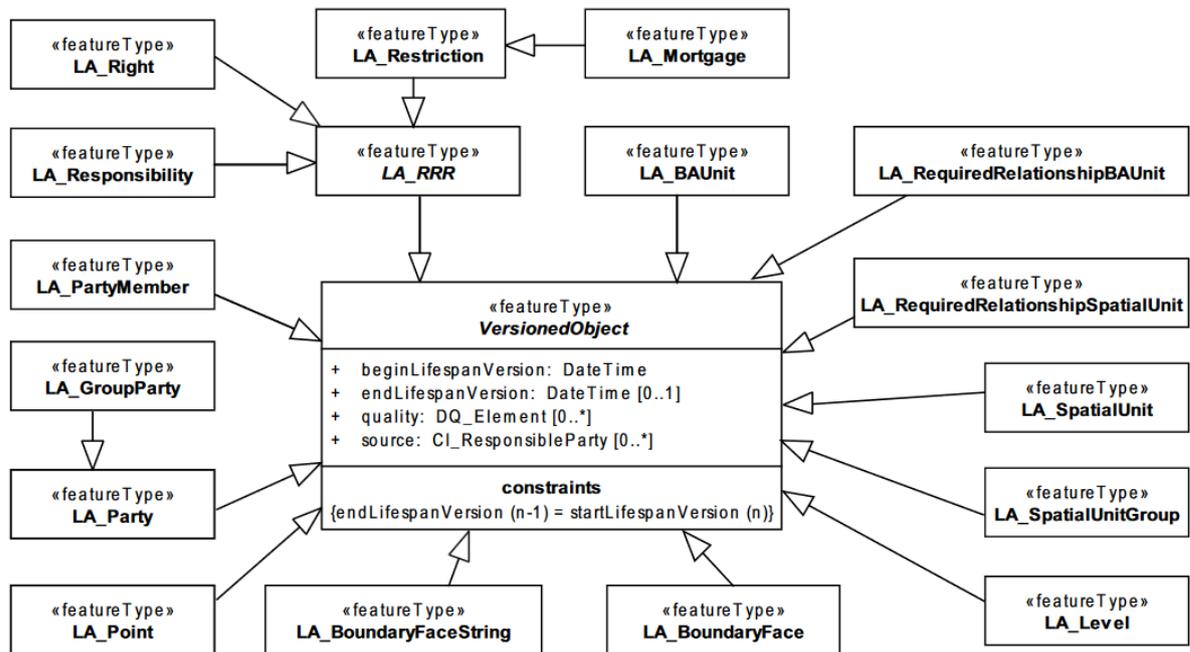
As classes *LA\_BoundaryFaceString* e *LA\_BoundaryFace* permitem a apresentação dos limites de fronteira das unidades espaciais, em 2D e 3D respectivamente, a partir de seus dados geométricos e descritivos (PAIVA, 2016). Assim para a modelagem, por exemplo, se fazem importante na construção de um banco de dados espaciais a serem integrados.

#### 5.4 CLASSES ESPECIAIS E CODELIST

O LADM também apresenta classes especiais que podem ser utilizadas a depender da composição do cadastro modelado em questão. Cada classe especial é dotada de uma característica ou configuração auxiliar complementando as principais classes acima citadas. São elas a *VersionObject*, *Oid*, *Fraction* e *LA\_Source*.

A classe *VersionObject* (Figura 18) é utilizada para os casos em que há a necessidade de reconstrução ou acesso ao acervo do histórico em um banco de dados. A partir de sua utilização é possível relacionar as informações do banco de dados com o seu momento de ocorrência (data e hora). Permite ser traçada uma linha de tempo ou levantamento do histórico de determinada situação.

Figura 18 - Classe *VersionedObject*, relacionamentos com demais classes LADM.

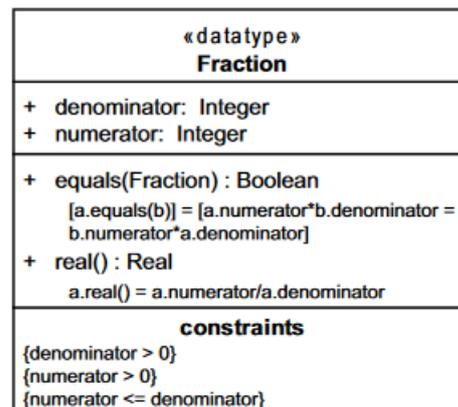


Fonte: ISO 19.152 (2012).

A relação necessária entre a classe *VersionObject* e demais classes do LADM faz com que todas essas sejam sua sub classe, como pode ser visto na figura'. Seu caráter cronológico permite que uma base de dados possa ser criada ou reconstruída a partir de um determinado momento histórico (ISO, 2012).

A classe *Fraction* (Figura 19) é utilizada para indicar o valor de frações no banco de dados. Sua implementação se dá a partir da entrada de um par de dados ordenados em posições específicas para identificação do numerador de denominador.

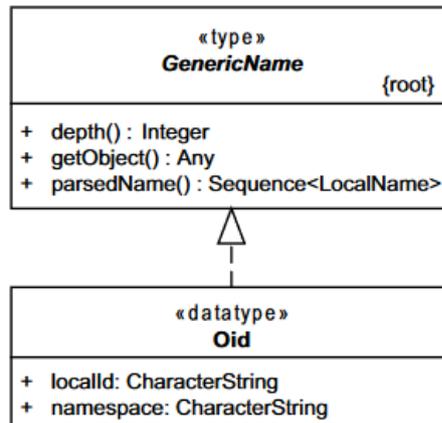
Figura 19 - Representação da classe *Fraction* com seus atributos, métodos e regras.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

A classe *Oid* (Figura 20) permite o suporte aos identificadores de objetos no banco de dados. Assim visando a garantia do caráter unívoco a cada identificador do objeto, tanto em relação ao objeto quanto em relação a sua origem (fonte de aquisição do dado).

Figura 20 - Classe *Oid* com seu relacionamento com demais classes LADM.



Fonte: ISO 19.152 (2012).

*CodeList* são listas de códigos usadas para descrever uma enumeração mais aberta e flexível. As listas de códigos são úteis para expressar uma longa lista de possíveis valores ou descrições. As listas de códigos incluídas no LADM visam permitir o uso de terminologias locais, regionais ou nacionais. Os usuários precisam definir e gerenciar seus próprios valores ao implementar este padrão proposto pelo LADM (ISO, 2012).

## 5.5 APLICAÇÕES DO LADM NO MEIO RURAL

Desde o processo de construção da ISO 19.152/2012 até o seu lançamento diversos países desenvolveram, modelaram e moldaram a estrutura de seus cadastros territoriais para atender aos requisitos e configurações propostos pelo LADM. No entanto a sua proposta de flexível interoperabilidade permitiu que este se adequasse a configuração dos diversos sistemas propostos em análise. Dentre as aplicabilidades para o LADM levantadas desde o seu surgimento, a administração de terras do meio rural vem ganhando notoriedade. A estruturação do cadastro no meio rural para aplicação do LADM é descrita pela literatura desde então, muitas vezes sendo o alvo de partida para a implantação e implementação da norma ao país.

Paradzayi et al. (2014) apresentam o processo de investigação da conformidade do sistema de administração de terras do Zimbábue com o LADM. Este trabalho descreve a estrutura do Ministério das Terras e do Reassentamento Rural e o seu processo de desenvolvimento de um Sistema de Gestão da Informação da Terra pautado no LADM. O Sistema foi projetado para manter um registro completo de todas as terras sob sua jurisdição em um banco de dados acessível em todo o país. Sua proposta visa o intercâmbio de dados entre diferentes organizações. A partir dessa avaliação foi possível levantar as similaridades e discrepâncias da atual configuração em relação ao LADM, podendo pautar o melhor caminho para o seu enquadramento a partir de um sistema integrado. O Zimbabwe possui apenas o Ministério de Terras e Reassentamento Rural (MLRR) como órgão responsável pelo registro e cadastro territorial. Este fato beneficia o gerenciamento e administração de todas as terras do estado possibilitando uma melhor eficiência para esquemas de reassentamento propostos pela adequação a ISO 19.152/2012.

Velilla-Torres et al. (2017) demonstram a implantação e execução de representação gráfica alternativa no georreferenciamento, registro e cadastro na Espanha. Neste estudo é utilizado o LADM para moldar a estrutura do CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário, a ser implantado no país, com foco no domínio e gestão fundiária rural. De acordo com os autores o LADM representa a ferramenta que permite a administração, gestão e governança das terras rurais e o conhecimento das propriedades e de seus proprietários. Juntamente com o proposto CTM incorpora a análise de variáveis como: economia; identificação e descrição física e legal; e relação jurídica entre registro e cadastro.

Marra et al. (2017) apresentam o aperfeiçoamento e benefícios da aplicação do LADM ao Cadastro Territorial brasileiro. Os autores demonstram a capacidade do LADM para representar situações em que uma unidade espacial é objeto de um direito de posse e compartilha as mesmas primitivas topológicas com duas parcelas objeto de diferentes direitos de propriedade. Característica que vale ser ressaltada considerando a possibilidade de composição de unidades espaciais com limites de diferentes classes ou grupos de domínio, aquisições de dados, fatos que proporcionam a continuidade do cadastro no espaço e no tempo. Marra (2017) relata em seu trabalho o cadastro territorial e administração de terras brasileiras, abordando os cadastros urbano e rural a nível nacional. O autor utiliza o LADM para demonstrar a modelagem de posse e propriedade para o caso do Cadastro Territorial de comunidade quilombolas.

Molendijk et al. (2018) utilizaram na Colômbia o LADM como fonte norteadora para criação de uma metodologia de levantamento cadastral, tomada de decisões e gestão

territorial. A Colômbia é um país que possui conflitos civis ao que se refere domínio de terras. Os autores propõem a Administração rápida e eficaz de terras como essencial ferramenta na implementação de uma Reforma Agrária integral. Tal implementação possibilita os Acordos de Paz no país e fortalece a manutenção da confiança da população nos processos de paz. O foco no domínio de terras rurais traz consigo sua importância histórica. Na Colômbia a relação da titulação de terras rurais é um desafio quando se estima que cerca de 60% das parcelas de terras rurais não possuam um mapa cadastral legal dos titulares de terras (MOLENDIJK et al., 2018). O LADM para este caso apresentou-se positivo por buscar fornecer, em princípio, as precisões submedida nos pontos observados e descrição adequada das partes. Além disso permite configuração e adequação para a configuração nacional, auxiliando inclusive na determinação de valor das terras rurais, juntamente com a descrição com precisão intrínseca dos limites e até as normas existentes para o cálculo da área.

Balas et al. (2019) apresenta o desenvolvimento de um sistema de administração de terras em Moçambique com aquisição massiva de dados. Este sistema é baseado no LADM com o intuito de cadastrar nos seus primeiros 5 anos aproximadamente 4 mil comunidades rurais abarcando 5 milhões de parcelas. Este sistema é capaz de gerenciar o fornecimento e avaliação da confiabilidade de dados espaciais adquiridos; envolver as comunidades na manutenção das informações cadastrais; interoperabilidade com demais sistemas cadastrais; tornando as informações do cadastro territorial uma ferramenta de uso público. Tais autores ressaltam a importância do sincronismo e conexão entre o sistema cadastrador proposto em seu trabalho com sistema nacional utilizado, garantindo com que todo o esforço para implementar um cadastro de terras não esteja em risco.

Bulbul et al. (2019) em seu trabalho identificaram os direcionamentos a nível nacional para o desenvolvimento da infraestrutura de dados espaciais do Paquistão a partir da modelagem LADM nos domínios de administração de terras. Como também no Brasil a administração da terra no Paquistão está altamente desintegrada e há disparidades na administração urbana e rural. Bulbul et al. (2019) apontam os principais desafios nacionais, em todos os seus níveis administrativos, destacando administração de terras do meio rurais. Outro ponto levantado é aplicabilidade do LADM para o caso Paquistão, identificada através de sua flexibilidade em adaptar o padrão da ISO introduzindo novos valores nas classes existentes e até mesmo introduzindo novas classes para capturar os fenômenos locais adequadamente. Para o autores o LADM é uma caminho para implementações nacionais e subnacionais para IDE.

O LADM também vem sendo utilizado como modelo de composição de Infraestrutura de Dados Espaciais já existente, como é o caso da Turquia, descrito por Iban & Aksu (2019). Em seu trabalho apresentam um modelo para grandes infra-estruturas de dados espaciais do cadastro territorial rural na Turquia. Os autores não utilizaram diretamente o LADM como modelo de administração de dados, com os seus princípios básicos em seu sistema de administração de terras, permitindo a troca significativa de dados entre as partes. Para esse caso é descrito o LPIS – Land Parcel Identification System (Sistema de identificação de parcelas terrestres) resultado da combinação da INDE da Turquia, sistema de Sensoriamento Remoto e LADM (IBAN & AKSU, 2019).

Para a Turquia os projetos de modelos conceituais para áreas rurais foram desenvolvidos principalmente de acordo com o esquema do LADM. A partir dessa combinação os tomadores implementados no sistema de decisão são capazes de mapear e monitorar seus registros de pagamentos agrícolas e que são válidos para pagamentos, portanto, isso requer um fluxo de dados espacial maior. Além disso, o modelo de colaboração com o LADM permite monitorar direitos, responsabilidades de uso da terra, topologia, e geometria de terras agrícolas simultaneamente (IBAN & AKSU, 2019).

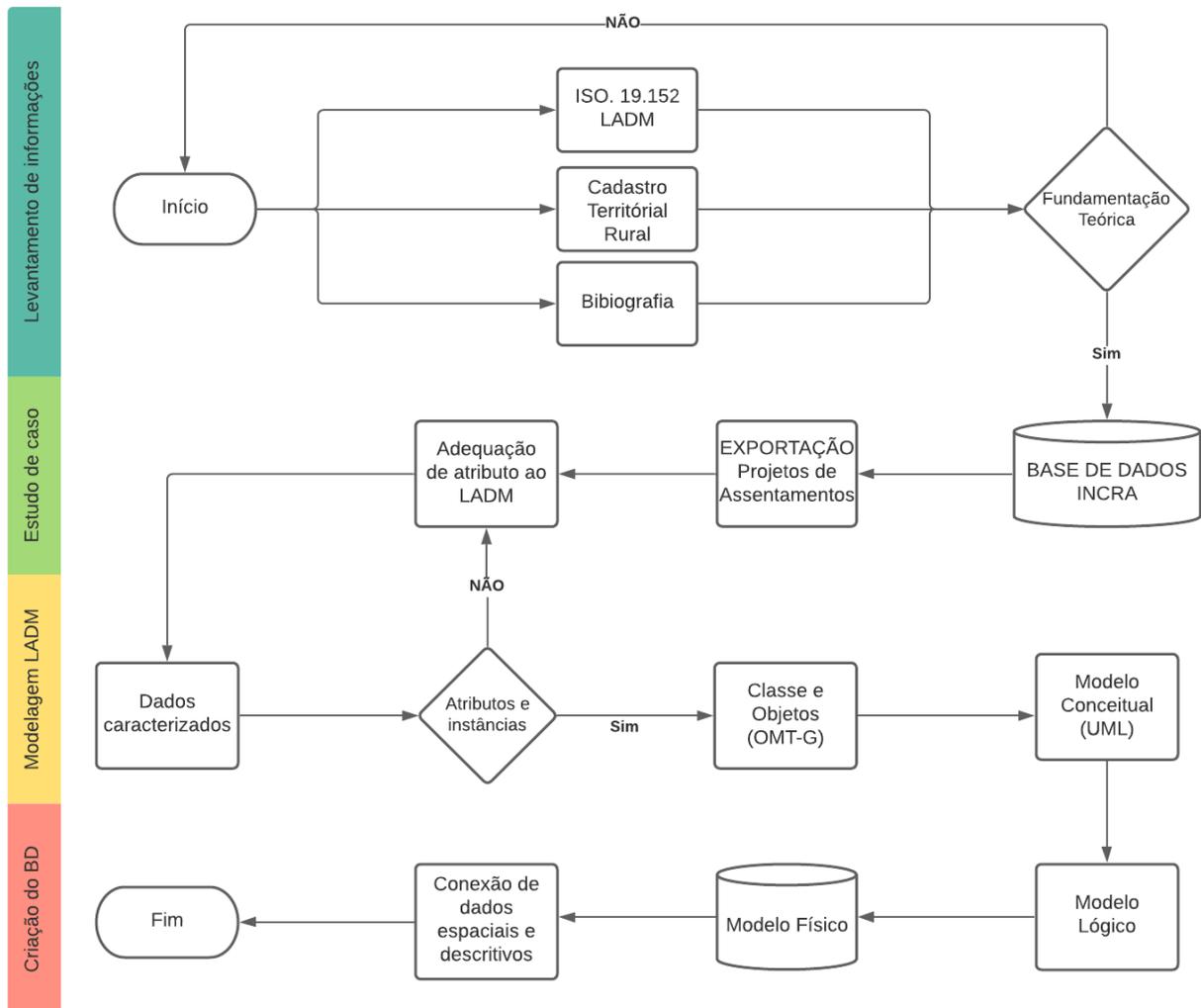
## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

A partir da fundamentação teórica realizada, busca-se modelar os bancos de dados cadastrais de Projetos de Assentamento, cedido pelo INCRA Superintendência Recife-PE, e padronizá-lo a partir das normas do LADM, considerando a atual legislação. Este projeto e o levantamento de informações para a sua construção, se desenvolvem através do método qualitativo, conforme descrito por Severino (2017). Pesquisas desenvolvidas no âmbito de cadastros territoriais como a de Pereira, Santos e Carneiro (2017) geralmente utilizam o método qualitativo uma vez que buscam compreender fenômenos e presenças de padrões nos objetos observados (SEVERINO, 2017).

### 6.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos seguidos neste trabalho estão ilustrados conforme a Figura 21, partindo do levantamento das informações referentes aos problemas descritos na fundamentação teórica projeto de pesquisa até a geração do banco de dados.

Figura 21 - Fluxograma dos procedimentos Metodológicos.



Fonte: O Autor (2021).

A primeira etapa da pesquisa consiste no levantamento de informações, pesquisa e revisão bibliográfica, apresentados nos capítulos 2, 3, 4 e 5 desse trabalho, referentes aos conceitos, padrões, especificações e legislações pertinentes aos sistemas de Cadastro Territorial Rural, Contexto Fundiário e Reforma Agrária brasileiros. Este levantamento buscou entender as configurações, problemas, conflitos e deficiências deste em um âmbito geral. Foram também levantadas as informações a respeito do INCRA tendo-se uma maior especificidade aos cadastrados de Projetos de Assentamento, com sua origem, finalidade, banco de dados cadastrais (descritivos e espaciais); identificação dos atributos existentes no acervo para o cadastro a ser modelado. O conhecimento da ISO 19.152/2012 faz-se necessário na identificação de suas condicionantes, classes, instâncias, propriedades, relações e terminologias. Também se realizou o estudo das ferramentas e *softwares* empregados na

modelagem e implementação do modelo de Gestão de Banco de Dados, visando-se sempre programas de código aberto e livres.

A segunda etapa, estudo de caso, consistiu na ambientação com o estudo proposto após pesquisa para aplicação do LADM ao contexto de Projetos de Assentamento. Entendendo a configuração nacional dos Cadastros e Sistemas Cadastrais aplicáveis na administração de terras rurais; Projetos de Assentamento aplicados à Reforma Agrária; linguagem e configuração edisposição dos dados computacionais; e da Modelagem de Dados Espaciais. Assim foi possível interpretar, direcionar e adequar os atributos utilizados pelo INCRA (caracterizados na etapa anterior) em prol da modelagem proposta neste trabalho. Essa etapa também possibilitou a sugestão e inserção de novos atributos visando a aplicação de peculiaridades presentes aos Projetos de Assentamento, buscando-se a elaboração do modelo conceitual. Utilizou-se as especificações técnicas do LADM a partir da sua padronização descritiva. Esta etapa buscou ainda ajustar os dados obtidos nas especificações técnicas da modelagem LADM, moldando-os aos objetos, classes e pacotes pertinentes.

A terceira etapa, modelagem LADM, apresenta a elaboração do modelo conceitual a partir da aplicação das Classes e Atributos, anteriormente caracterizados, pertinentes ao modelo proposto pela ISO 19,152/2012. Esses fizeram parte da composição das classes e objetos instrumentos da determinação de relação-entidade permitindo a elaboração do modelo em UML. A modelagem LADM foi realizada no software Eclipse IDE, em linguagem UML a partir da modelagem OMT-G, contendo informações descritivas, ligadas a geográficas.

A quarta etapa, criação do banco de dados, se dá na criação do modelo físico a partir do modelo lógico modelado através do software PostgreSQL, por meio de seu gerenciador PgAdmin4. Desta forma é possível realizar a composição das tabelas de atributos com extensão espacial, para comportar e integrar no banco de dados as relações das geometrias (unidades espaciais) com as suas descrições. O QGIS a partir da extensão PostGIS será utilizado para visualização das tabelas do banco de dados como também da conexão dos atributos descritivos e gráficos.

## 6.2 RECURSOS TECNOLÓGICOS

Nesta sessão serão apresentados os recursos tecnológicos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho. Dentre eles estão a Base de Dados utilizada juntamente com a sua fonte; os programas computacionais necessários ao desenvolvimento do Modelo

Conceitual e Banco de Dados propostos; e a infraestrutura utilizada para a execução das atividades.

### **6.2.1 Base de dados**

A base de dados de Projetos de Assentamentos utilizada neste projeto, sob a jurisdição do INCRA, Superintendência 03, Recife-PE, é apresentada no Anexo A.

### **6.2.2 Programas computacionais**

Serão utilizados softwares disponíveis pela Universidade Federal de Pernambuco, livres, tais como: QGIS, Eclipse IDE, PostgreSQL, PostGIS, além dos disponíveis em plataformas digitais, tais como: OMT-G *Design* e *Lucidchart*, este último para criação de fluxogramas e ilustração dos diagramas para melhor visualização da modelagem. O PostgreSQL, juntamente com o PostGIS foram escolhidos para modelagem e implementação o banco de dados ao LADM, por ser um sistema livre e de fácil manipulação. A ferramenta OMT-G será utilizada por permitir a modelagem orientada a objetos (em linguagem UML), o relacionamento entre classes e possibilitar o uso da extensão espacial para espacialização dos dados compatíveis com os propostos pelo LADM a partir do software Eclipse IDE.

## 7 CADASTRO TERRITORIAL RURAL DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO ADEQUADOS À ISO 19.152/2012 LADM

O Modelo de Domínio da Administração Territorial (LADM) de Projetos de Assentamento para Reforma Agrária tem por objetivo adequar os dados já existentes e descrever quais informações cadastrais podem ser levantadas visando uma uniforme e padronizada disposição de seus elementos dentro de um sistema nacional de administração de terras. A descrição do LADM como já aludida apresenta o prefixo LA para as classes dos seus 3 pacotes e seu subpacote. Para o caso da modelagem apresentada neste trabalho além das classes descritas na norma também foram acrescentadas classes para descrever peculiaridades do cadastro em questão. A utilização de prefixos específicos vem sendo adicionado as modelagens descritas pela literatura como pode ser visto nos trabalhos de Frederico (2014), Paradzayi et al. (2014), Velilla-Torres et al. (2017), Molendijk et al. (2018), Balas et al. (2019) e Purificação (2020), também utilizado neste trabalho.

Estão dispostos nesse capítulo como resultados: os elementos necessários ao caso brasileiro do cadastro territorial rural de Projetos de Assentamento de acordo com o LADM, diagramas de classe de seus pacotes, relações, relacionamentos e seus *CodeLists*.

### 7.1 ELEMENTOS NECESSÁRIOS AO CASO DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO

Silva (2017) afirma que no processo de estruturação de banco de dados como o descrito neste estudo de caso deve ser inserido dentro da estrutura apresentada para qualquer trabalho utilizando a normativa LADM. Para desenvolver um modelo conceitual aplicável a Projetos de Assentamento utilizou-se o conteúdo das tabelas presente no banco de dados do INCRA, juntamente com as necessidades dos conceitos básicos propostos pelo LADM. De forma geral os elementos modelados envolvem as Partes (*Party*) ligada a Unidades Espaciais (*SpatialUnit*) relacionando-se entre si a partir de direitos, restrições e responsabilidade (*Administrative*).

Além dos pacotes clássicos e especiais, descritos na norma, também foram criadas classes afim de se alcançar adequação entre a ISO 19.152/2012 e o Cadastro Territorial brasileiro de Projetos Assentamento de Reforma Agrária. São elas *BR\_Agency*, adicionada ao pacote *Party*, *BR\_Baunit*, *BR\_Registry*, *BR\_Settlement*, adicionadas ao pacote *Administrative* e *BR\_SpatialUnitSettlement*, adicionada ao pacote *SpatialUnit*.

As classes *BR\_Agency*, *BR\_Baunit*, *BR\_Registry*, são uma adequação das classes descritas por Frederico (2014) e também utilizadas por Purificação et al. (2019) afim de incluir a agência administradora, unidade básica administrativa a nível de estado e descrever informações do registro de imóveis a nível nacional, respectivamente. A classe *BR\_Agency* foi implementada afim de abranger não somente o INCRA, uma vez que a reforma agrária, executada a partir de Projetos de Assentamentos, como já discutido anteriormente, pode ser instituída por órgãos de diferentes esferas de poder, além de instituições que se enquadrem nas políticas do PNRA.

A classe *BR\_Baunit* é utilizada uma vez que o processo de desapropriação com função de promover a Reforma Agrária não confere a propriedade imediatamente ao assentado. Tanto para o caso de desapropriações quanto para o caso de concessão de terras do estado, a propriedade do imóvel é de responsabilidade do governo até que a transferência ocorra ao assentado. A classe *BR\_Registry* recebe as informações descritivas concernentes ao domínio notarial.

As classes *BR\_Settlement*, e *BR\_SpatialUnitSettlement* foram criadas afim de absorver os atributos descritivos e geográficos referentes ao projeto de assentamento como um todo. Representam as informações da área resultante do processo de desapropriação, da qual os lotes concedidos, unidade básica administrativa modelada, são divididos. São componentes da modelagem por se comportarem como *BAUnit*, a depender da fase do PA, período que varia entre a pós desapropriação até a conferência do TD ou CDRU aos assentados.

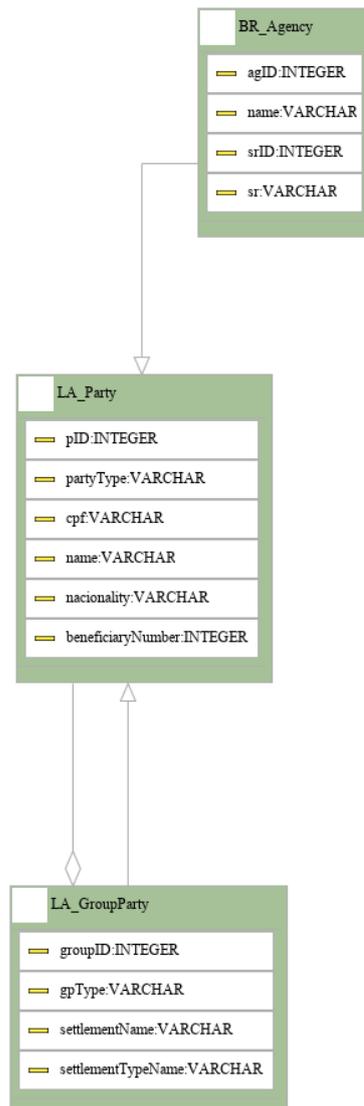
Os atributos presentes no banco de dados INCRA foram traduzidos e enquadrados de acordo com os descritos pela ISO 19.152/2012. Durante este processo, alguns atributos também foram descartados por não se apresentarem necessários, evitar redundâncias, ou simplificar a modelagem proposta. O Apêndice A apresenta o dicionário de dados com os atributos enquadrados, convertidos e descartados.

### **7.1.1 Pacote *Party***

No caso do Pacote *Party* para Cadastro Territorial de Projetos de Assentamento, Figura 22, as pessoas ou organizações juridicamente instituídas exercem direitos sobre a propriedade ou posse em questão. É composto pelas classes *LA\_Party* e *LA\_GroupParty* comportando atributos referentes a uma pessoa ou organização e o agrupamento de pessoas que compõem o Projeto de Assentamento, respectivamente. A classe *BR\_Agency* tem o papel de representação do órgão ou instituição administradora, no caso do INCRA e demais

instrumentos do PNRA, como uma parte. Eles se comportam dessa forma por se relacionarem com a unidade espacial a partir de direitos, restrições e responsabilidades, como já aludido. A relação estabelecida entre os pacotes *LA\_Party* e *LA\_GroupParty* acontece de forma difusa, a partir de herança e agregação, uma vez que o grupo das partes também pode exercer o papel de parte de interesse, a depender da configuração do PA estabelecida.

Figura 22 - Diagrama de Classes do Pacote das Partes



Fonte: O Autor (2021).

Por se tratar da modelagem do cadastro territorial de projetos de assentamento, tendo como princípio base a Reforma Agrária, a classe *LA\_Party* não possui o atributo *adress* uma vez que não é possível ser beneficiário e não residir no imóvel do assentamento. Contudo, esta informação não é omitida, por sua vez é descrita nas classes do pacote *SpatialUnit*.

A Tabela 1 apresenta os atributos modelados ao pacote das Partes, apontados no diagrama das classes *BR\_Agency*, *LA\_Party* e *LA\_GroupParty*, juntamente com suas respectivas descrições e tipologias.

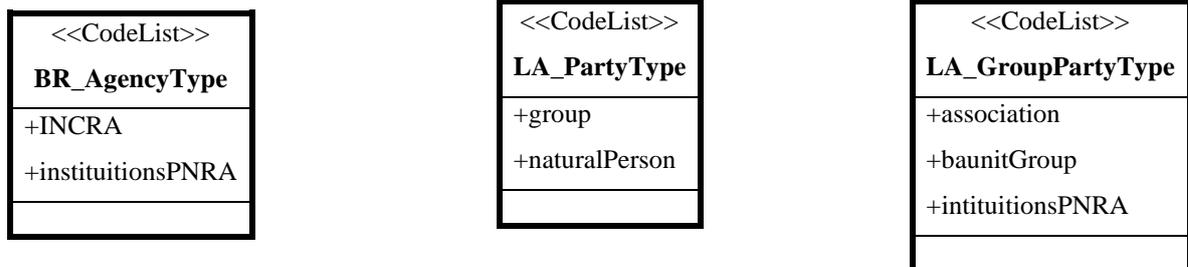
Tabela 1 - Atributos e descrições do pacote das Partes de acordo com a ISO 19.152/2012.

<b>Classes do Pacote das Partes</b>		
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
<b>BR_Agency</b>	Órgão administrador responsável	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
agID	Integer	Identificação do órgão administrador responsável
name	Varchar	Nome do órgão administrador responsável
sr	Varchar	Superintendência Regional do Incra responsável
srID	Integer	Identificação da Superintendência Regional do Incra responsável
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
<b>LA_Party</b>	Parte interessada e responsável	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
pID	Integer	Identificador da parte interessada
partyType	Varchar	Tipo da parte interessada
cpf	Integer	Cadastro nacional de Pessoa Física
name	Varchar	Nome do beneficiário
beneficiaryNumber	Integer	Código descrito no documento de relação de beneficiários
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
<b>LA_GroupParty</b>	Grupamento responsável / de partes interessadas	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
groupID	Integer	Identificador do grupamento das partes
gpType	Varchar	Tipo de modalidade de assentamento
settlementName	Varchar	Nome do projeto de assentamento
settlementTypeName	Varchar	Modalidade de Assentamento + Nome do projeto de assentamento

Fonte: O Autor (2021).

Para descrever de formas mais clara os comportamentos das entidades do pacote são sugeridos os seguintes *CodeLists* associados a cada classe descritos na Figura 23.

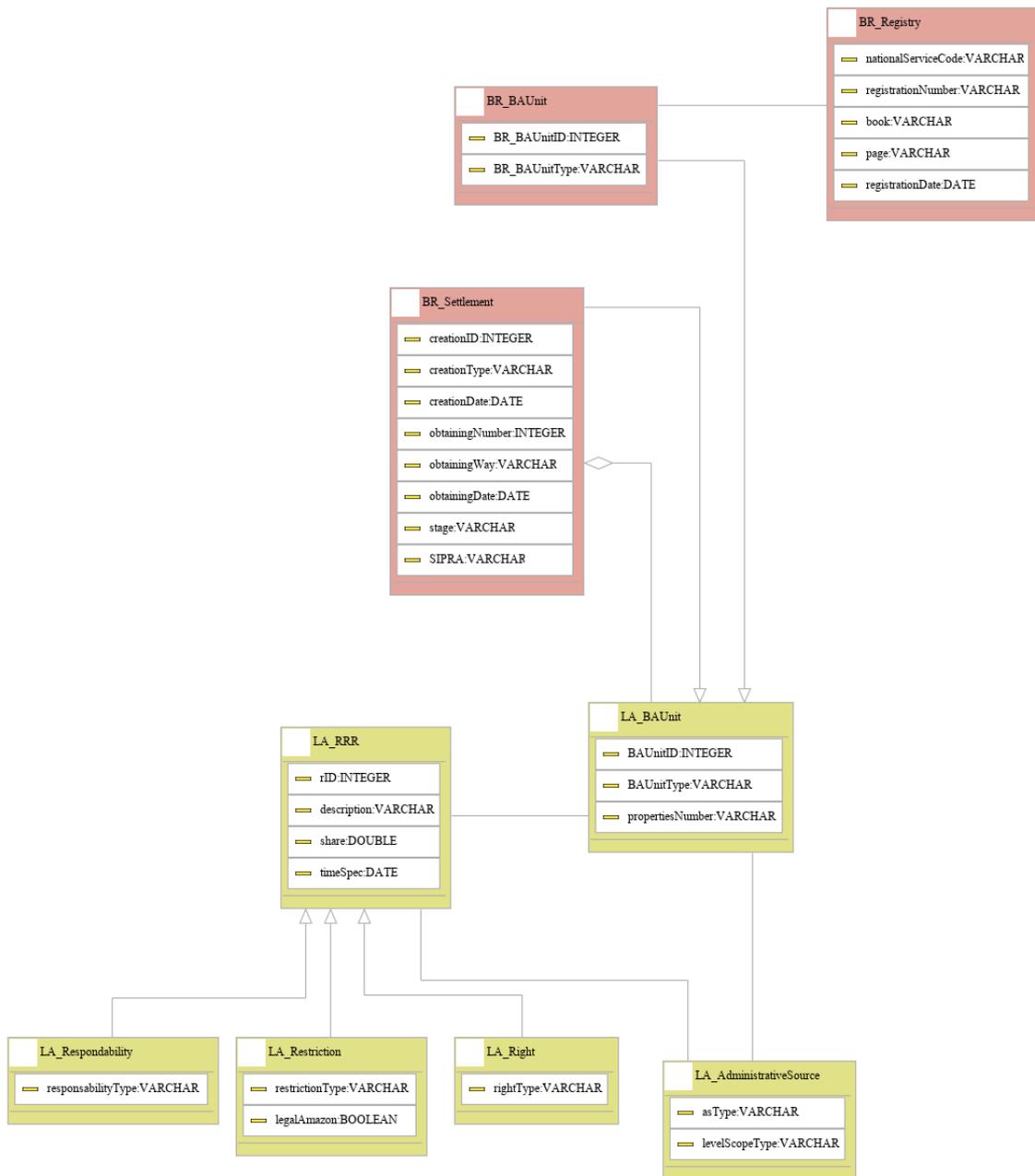
Figura 23 - *Code List* do pacote das Partes.



- *BR\_AgencyType*: apresenta os possíveis órgãos e instituições responsáveis pela gestão, desapropriação e implantação de Projetos de Assentamento de Reforma Agrária.
- *LA\_PartyType*: apresenta os possíveis tipos de partes, como grupamento ou comunidade; pessoas naturais (CPF).
- *LA\_GroupPartyType*: apresenta os possíveis tipo ou configurações dos grupamentos de partes, como uma associação, comunidade tradicional, reconhecidas pelo PNRA.

### 7.1.2 Pacote Administrative

O pacote *Administrative* é configurado a partir de 2 classes centrais, *LA\_BAUnit* e *LA\_RRR*, sendo a partir delas apresentada a configuração legal administrativa dos PA. Juntamente a estas está a classe *LA\_AdministrativeSource* como responsável pela descrição dos tipos de fontes de dados administrativos no Brasil. Como pode ser visto na Figura 24.

Figura 24 - Diagrama de classes pacote *Administrative*.

Fonte: O Autor (2021).

A classe *LA\_RRR* e demais relacionadas são responsáveis por modelar o relacionamento entre pessoas e o uso da terra é dado a partir das *LA\_Responsability* e *LA\_Right*, tendo seu preenchimento como o previsto na ISO 19.152 (2012). Tratando-se de propriedade de vocação rural, uso agrícola, a classe *LA\_Restriction* possui o levantamento de uma informação pertinente ao uso e ocupação do solo, que é a localização na “Amazônia Legal”. O Código Florestal, Brasil (2012), apresenta uma série de restrições na disposição e

uso de propriedades localizadas no domínio da Amazônia Legal, como a maior porcentagem de área destinada a Reserva Legal e manutenção das Áreas de Preservação Permanente.

A classe *LA\_BAUnit* contém as instâncias das unidades administrativas básicas que são necessárias para registro das unidades de propriedade básica. A partir desta classe obtém-se o vínculo com a *BR\_BAUnit* e conseqüentemente com a *BR\_Registry*. Este vínculo garante a distinção dos tipos de unidades utilizadas necessárias ao longo do processo de reforma agrária, partindo da desapropriação e culminando no lote adquirido. Na classe *BR\_BAUnit* estão descritos os tipos das unidades básicas administrativas de terras, juntamente com a sua origem ou histórico. Nela são registradas as informações de caráter unívoco da propriedade desapropriada (tais como NIRF, e CCIR), garantindo o armazenamento de identificações específicas.

Projeto de Assentamento se configura legalmente como a unidade básica administrava até a concessão dos lotes. Juntamente a classe *LA\_BAUnit* tem-se a *BR\_Settlement* na representação de entidades com relação legal difusas, a partir de herança e agregação, uma vez que o. Para a classe *BR\_Settlement*, estão descritas as informações que determinam a forma de divisão de terras e os tipos de atividades agrícolas que são permitidas, podendo ser definidas ou limitadas por alguns dos atributos dessa mesma classe. Por isso são apresentadas com uma relação simultânea de agregação e herança.

Relações difusas ou transitórias são descritas em modelagens de cadastros territoriais como forma de garantir a plenitude das informações cadastrais, garantindo a descrição histórica das unidades modeladas em questão. Gkeli et al. (2019) apresenta em seu trabalho a variação da configuração dos atributos espaciais, no armazenamento de informações, para criação de uma estrutura de levantamento 3D na Grécia segundo o LADM.

XU et al. (2019) utilizando o padrão descrito do LADM apresentam relações de transição entre 3 classes representantes da parcela (unidade básica administrativa adotada em seu trabalho) e 2 classes indicando as instâncias de grupamentos. Assim garantindo a coleta das informações necessárias durante as fases do processo de desenvolvimento do modelo de informação de avaliação e tributação para comunidades rurais da China. Desta forma, a partir da estrutura utilizada é possível determinar a estrutura tributária entendendo a participação e comportamento dos objetos tendo-se como base a relação entre pessoa, seus direitos e a terra.

A Tabela 2 apresenta os atributos modelados ao pacote Administrativo, apontados no diagrama das classes *LA\_RRR*, *LA\_Responsability*, *LA\_Restriction*, *LA\_Right*, *LA\_BAUnit*, *LA\_AdministrativeSource*, *BR\_BAUnit*, *BR\_Registry*, *BR\_Settlement* juntamente com suas respectivas descrições e tipologias.

Tabela 2 - Atributos e descrições do pacote Administrativo de acordo com a ISO 19.152/2012.

<b>Classes do Pacote Administrativo</b>		
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
BR_Registry	Informações Cartorárias Notariais	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
nationalServiceCode	Varchar	Código Nacional de Serviço - Cartório
registrationNumber	Varchar	Matrícula
book	Varchar	Livro
page	Varchar	Página
registrationDate	Date	Data de Matrícula
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
BR_BAUnit	Identificação nacional do imóvel	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
BR_BAUnitID	Integer	Identificador unívoco da unidade básica administrativa
BR_BAUnitType	Varchar	Tipo de documento apresentado
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
BR_Settlement	Identificação do Projeto de Assentamento	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
creationID	Integer	Identificador de criação do PA atribuído pelo INCRA
creationType	Varchar	Modalidade do assentamento
creationDate	Date	Data de criação do PA
obtainingNumber	Varchar	Número de lotes disponibilizados
obtainingWay	Varchar	Forma de obtenção do PA
obtainingDate	Date	Data de obtenção do PA
stage	Varchar	Fase do processo de andamento do PA
sipra	Varchar	Identificador do PA no Sistema de Informações de Projetos de Reforma Agrária
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
BR_BAUnit	Identificação da Unidade Básica Assentada	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
BR_BAUnitID	Integer	Identificador da Unidade Básica Nacional de Terra
BR_BAUnitType	Varchar	Tipo de imóvel cadastrado
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_BAUnit	Descreve o lote assentado	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
BAUnitID	Integer	Identificador do lote assentado
BAUnitType	Varchar	Tipo de lote assentado
propertiesNumber	Integer	Número de matrículas que compõem o lote
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_RRR	Descreve os Direitos, Restrições e Responsabilidades	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
rID	Integer	Identificador da superclasse RRR
description	Varchar	Descrição das RRR
Share	Double	Quando há compartilhamento de RRR
timeSpec	Date	Descrição temporal ou indicação de ciclo
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_Responsability	Descreve as responsabilidades sobre a propriedade	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
responsabilityType	Varchar	Responsabilidade a partir do tipo de uso concedido
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_Restriction	Descreve as restrições sobre a propriedade	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
restrictionType	Varchar	Tipo de restrição

legalAmazon	Boolean	Se está presente no território da Amazônia Legal
Classe	Descrição	
LA_Right	Descreve os direitos sobre a propriedade	
Atributo	Tipo	Descrição
rightType	Varchar	Tipo de direito
Classe	Descrição	
LA_AdministrativeSource	Descreve as fonte de dados e informações administrativas	
asType	Varchar	Tipo de fonte de dados e informações administrativas
levelScopeType	Varchar	Esfera de poder responsável

Fonte: O Autor (2021).

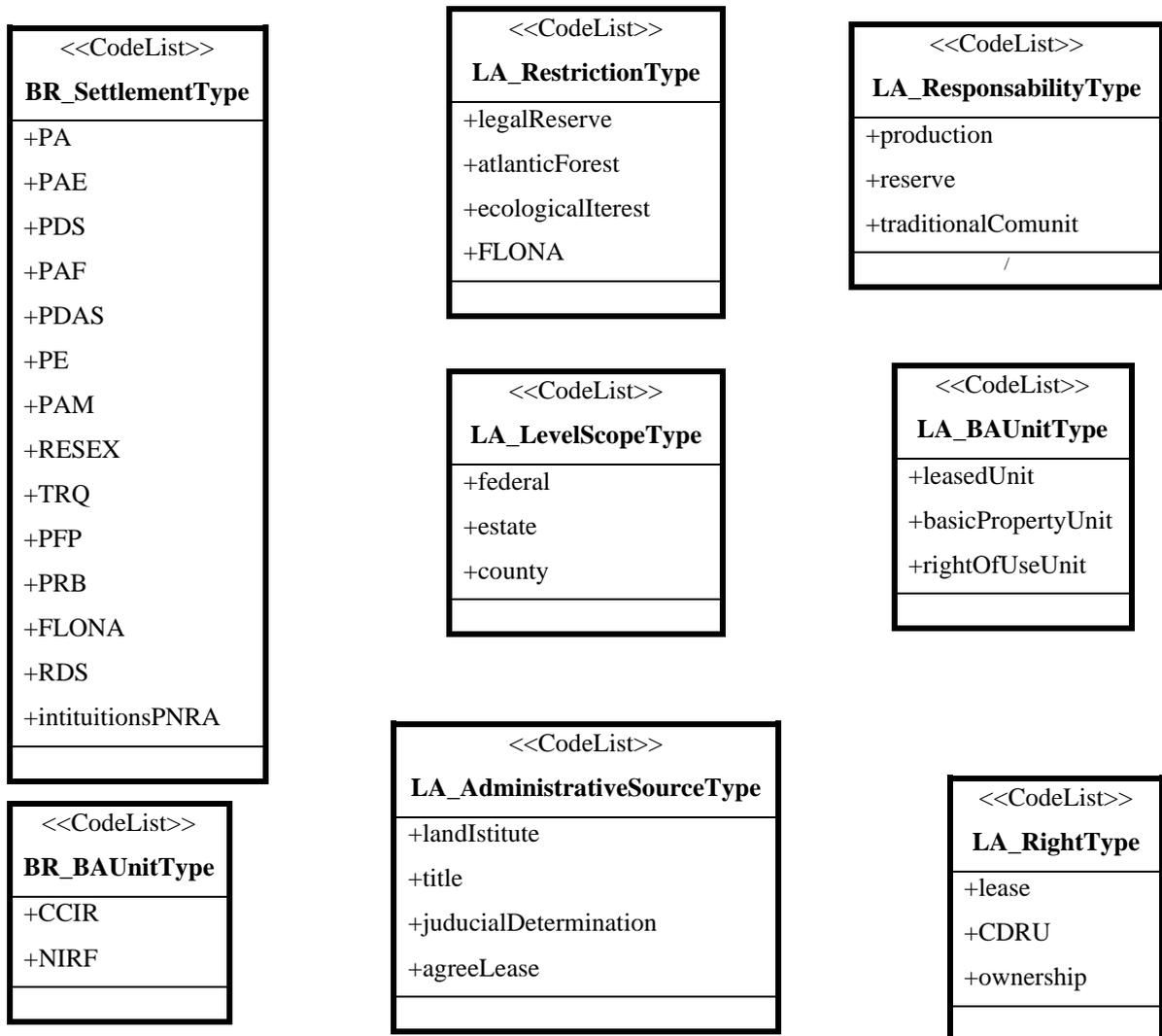
As classes do pacote Administrativo adicionadas ao caso brasileiro de Projetos de Assentamento como BR\_BAUnit, BR\_Registry e BR\_Settlement tem sua aplicação necessária em prol da sua configuração nacional específica e ênfase nas relações atribuídas a este pacote. Tais classes visam a melhor descrição do corrente processo de regularização de PA, tendo-se como base o PNRA. Configurações e necessidades como esta também são encontradas em modelagens LADM aplicadas em casos específicos como pode ser visto em Purificação et al. (2019), Gkeli et al. (2019), Xu et al. (2019), e Griffith-Charles et al. (2015). Esse arranjo de classes, aparentemente redundante, garante ao modelo proposto uma maior semelhança entre a realidade prática e o conceitual.

Para descrever de formas mais clara as configurações de comportamento das entidades do pacote Administrativo são sugeridos os seguintes *CodeLists* associados a cada classe, como pode ser visto na Figura 25.

- LA\_Right: apresenta os tipos de direitos descritos pela legislação brasileira reconhecidos pelos instrumentos do PNRA já descritos no capítulo 3, sendo esse: Concessão do Direito Real de Uso (CDRU), Posse e Propriedade a partir do título de domínio;
- LA\_Responsability: apresenta os tipos de responsabilidades apresentados no LADM e que são aplicáveis a implementação proposta;
- LA\_Restriction: apresenta os tipos de restrições descritas na legislação brasileira aplicáveis a áreas rurais e Projetos de Assentamento;
- LA\_levelScope\_type: apresenta os tipos de esfera de poder relativas à legislação brasileira que exercem autoridade sobre as atividades do PNRA;
- LA\_AdministrativeSourceType: apresenta os tipos de documentos abrangidos no LADM e também descritos pela legislação brasileira. Documentos que auxiliam a descrever os objetos de direitos, responsabilidades ou restrições aplicáveis ao PNRA;

- LA\_BAUnit: apresenta os tipos de unidades básicas administrativas, como concessão e direito de uso;
- BR\_SettlementType: apresenta os vários tipos Projetos de Assentamentos permitidos e executados pelo INCRA, incluindo as tipologias classificadas de acordo com o PNRA.
- BR\_BAUnitType: apresenta os tipos de identificador unívocos, descritos na legislação brasileira, aplicáveis a imóveis rurais e Projetos de Assentamento.

Figura 25 - Code List do pacote Administrativo.



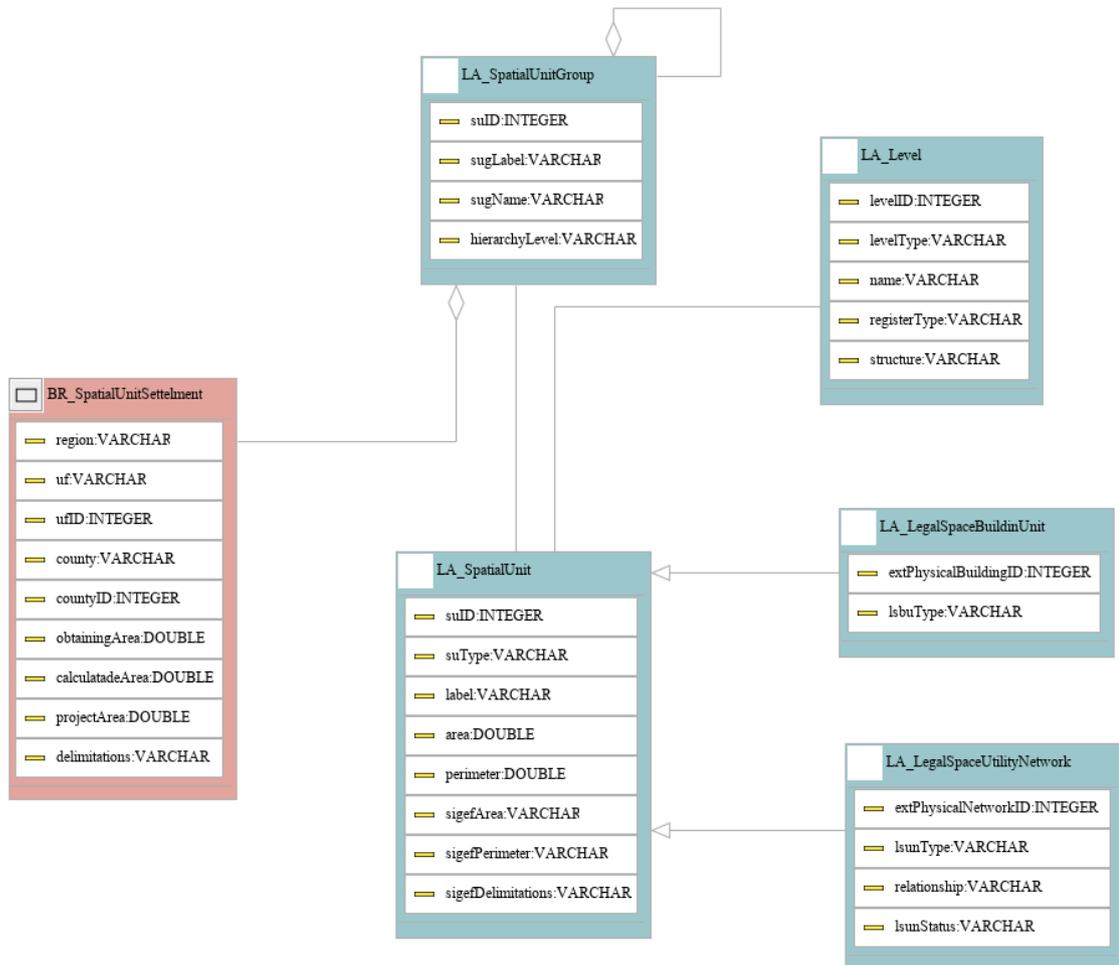
Fonte: O Autor (2021).

### 7.1.3 Pacote SpatialUnit e Subpacote Surveying And Representation

O pacote *SpatialUnit* apresenta a classe *LA\_SpatialUnit* como sua classe central básica. As instâncias dessa classe são constituídas pelos lotes após o processo de

parcelamento e resultado da regularização dos Projetos de Assentamento. As unidades espaciais são agrupáveis de duas maneiras: como lotes cujo agrupamento das partes se constitui na classe *LA\_SpatialUnitGroup*, resultado da reforma agrária; e como um agrupamento de Assentamento cujo comportamento é unitário, caracterizado pelo Projeto de Assentamento no *LA\_SpatialUnitSettlement* durante o seu processo de regularização. O pacote das Unidades Espaciais (*SpatialUnit*) é apresentado na Figura 26.

Figura 26 - Diagrama de classes do pacote *Spatial Unit*.



Fonte: O Autor (2021).

A Tabela 3 apresenta as classes *BR\_SpatialUnitSettlement*, *LA\_SpatialUnitGroup*, *LA\_Level*, *LA\_SpatialUnit*, *LA\_LegaSpaceBuildUnit*, *LA\_LegaSpaceUtilityNetwork*, juntamente com seus respectivos atributos, descrições e tipologias.

Tabela 3: Atributos e descrições do pacote das Unidades Espaciais de acordo com a ISO 19.152/2012.

<b>Classes do Pacote das Unidades Espaciais</b>		
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
BR_SpatialUnitSettlement	Informações das Unidades Espaciais a nível assentamento	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
region	Varchar	Região Federal
uf	Varchar	Estado da Federação
ufID	Integer	Código do estado de acordo com o IBGE
county	Varchar	Município
countyID	Integer	Código do município de acordo com o IBGE
obtainingArea	Double	Área em hectares informada no processo de obtenção do PA
calculatedArea	Double	Área em hectares calculada na projeção UTM correspondente
projetArea	Double	Área em hectares informada após a demarcação do assentamento
delimitations	Varchar	Confrontantes
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_SpatialUnit	Informações das Unidades Espaciais a nível lote	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
suID	Integer	Identificador da Unidade espacial
suType	Varchar	Descrição do tipo de lote
label	Varchar	Anotações, observações e locais de acesso
area	Double	Área em hectares do lote cadastrada no INCRA
perimeter	Double	Perímetro do lote cadastrado no INCRA
sigefArea	Varchar	Área em hectares do lote cadastrada no SIGEF
sigefPerimeter	Varchar	Perímetro em quilômetros do lote cadastrado no SIGEF
sigefDelimitation	Varchar	Delimitações cadastradas no SIGEF
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_SpatialUnitGroup	Informações do grupamento das Unidades Espaciais	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
sugID	Integer	Identificador do grupamento de unidades espaciais
sugLabel	Varchar	Anotações e observações do grupamento
sugName	Varchar	Nome do grupamento de unidades espaciais
hierarchyLevel	Varchar	Nível de hierarquia a nível de zona administrativa
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_Level	Identificação dos níveis de informação da unidade espacial	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
levelID	Integer	Identificador do nível da unidade espacial
levelType	Varchar	Tipo de nível da unidade espacial
name	Varchar	Identificação da topologia ou da geometria
registerType	Varchar	Tipo de registro descritivo da unidade espacial
structure	Varchar	Estrutura do nível da unidade espacial
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_LegalSpaceBuildinUnit	Descreve as unidades descritivas	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
extPhysicalBuildingID	Integer	Identificador das edificações existente
lsbuType	Varchar	Tipos de edificações existentes
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_LegalSpaceUtilityNetwork	Descreve a presença de redes legais e comunitárias de serviço	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
extPhysicalNetworkID	Integer	Identificação da rede existente
lsunType	Varchar	Tipo de rede existente
relationship	Varchar	Relação de uso do lote com a rede
lsunStatus	Varchar	Condição ou presença da rede

Fonte: O Autor (2021).

Quando o PA está na condição de comportamento unitário (*LA\_SpatialUnitSettlement*) não possui unidades distintas, uma vez que seus lotes ainda que instalados e sob uso familiar, não passaram pelo processo de Titulação de Domínio ou Concessão de Direito Real de Uso.

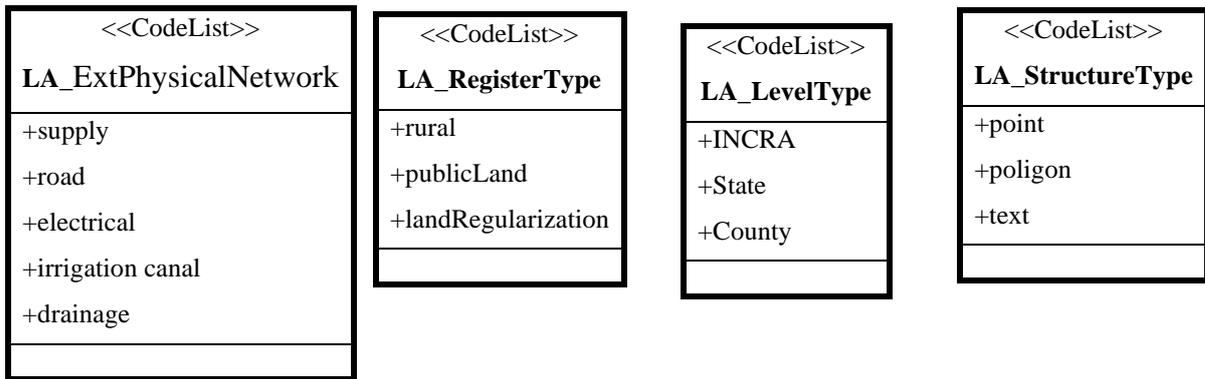
De acordo com Cumbe (2016) as unidades espaciais apresentadas no pacote *Spatial Unit* podem se agrupar por agregação, tornando-se unidades hierarquicamente superiores, como é o caso dos Projetos de Assentamento anteriormente a liberação do TD ou do CDRU neste trabalho. Os atributos da tabela das Unidades Espaciais incluem o identificador, nível hierárquico nas esferas de poder, descrições das origens de informações, documentações comprobatórias das informações geográficas e características de disposição espacial. Xu et al. (2019) apresenta esta estrutura de informações como necessária para implementação e benéfica à pesquisas futuras, uma vez que reserva espaços necessário a serem preenchidos.

A classe *LA\_Level* é configurada de acordo com o preconizado por Lemmen et al. (2015) na qual apresenta uma coleção de unidades espaciais com uma coerência geométrica, topológica e temática. As classes *LA\_LegalSpaceBuildinUnit* e *LA\_LegalSpaceUtilityNetwork* obedecem aos padrões de modelagens descritos na ISO 19.152/2012, sendo responsáveis pelo registro das edificações e de redes legais e comunitárias de serviço, respectivamente.

Para o caso de Projetos de Assentamento em questão estão apresentados apenas atributos que descrevem propriedades bidimensionais. Afim de se evitar ambiguidades ou duplicidades de informações os atributos descritivos referentes ao uso da terra não estão dispostos do pacote das Unidades espaciais. Por se tratarem de projetos de assentamentos voltados a políticas de reforma agrária e da demarcação de comunidades tradicionais. Isso acontece pois, para estes casos, a determinação do uso da terra está diretamente relacionada como a modalidade do assentamento/comunidade demarcada. Tais características já se encontram descritas no pacote de informações Administrativas.

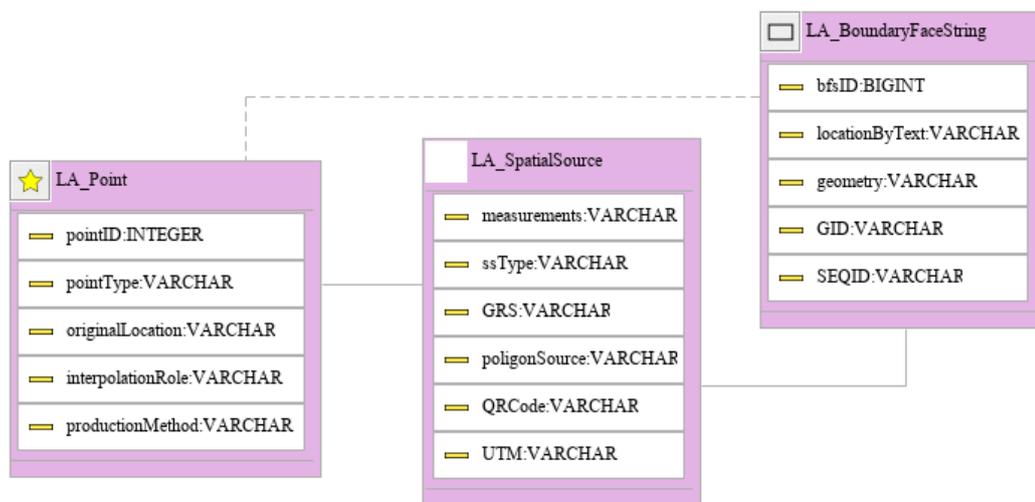
Para descrever de forma clara o comportamento das entidades do pacote das Unidades Espaciais são sugeridos os seguintes *CodeLists* associados a cada classe, como pode ser visto na Figura 27.

- *LA\_LevelType*: apresenta os níveis de direito, formal e informal.
- *LA\_RegisterType*: apresenta os tipos de registros de imóveis rurais reconhecidos pela legislação.
- *LA\_ExtPhysicalNetwork*: apresenta os possíveis tipos de redes legais e comunitárias de serviço, como de abastecimento, energia elétrica e viária.
- *LA\_StructureType*: apresenta os possíveis tipos de estrutura espacial, como ponto ou polígono, a serem utilizados para implementação do modelo.

Figura 27 - Code List do pacote *SpatialUnit*.

Fonte: O Autor (2021).

O subpacote das Unidades Espaciais é apresentado na Figura 28, responsável por descrever os métodos de Levantamentos e as Representações (*Surveying And Representation*).

Figura 28 - Diagrama de classes do pacote *Surveying and Representation*.

Fonte: O Autor (2021).

A classe *LA\_Point* engloba de forma padronizada, todas as informações pontuais concernentes à demarcação do terreno. Os pontos apresentados podem ser de origem de rede de apoio ao levantamento topográfico, dos vértices do polígono, dos centroides como também de identificadores ou pontos de referência das unidades espaciais

A classe *LA\_SpatialSource* armazena informações documentais, literais e cartográficas relacionadas às propriedades. De forma geral é responsável por englobar todos os documentos que possuem a representação geométrica dos limites e vértices do lote.

A classe *LA\_BoundaryFaceString* é responsável por armazenar a representação cartográfica do limite externo do imóvel na modelagem proposta pela ISO 19.152/2012. Desta forma apresenta como atributos o identificador, a localização descritiva, o método de levantamento e a geometria da propriedade.

Tabela 4 - Atributos e descrições do subpacote dos Levantamentos e Representações de acordo com a ISO 19.152/2012.

<b>Classes do Subpacote dos Levantamentos e Representações</b>		
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_SpatialSource	Fontes de informações espaciais e levantamento	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
ssType	Varchar	Tipos de fontes de informação
Measurements	Varchar	Medidas e dimensões
GRS	Varchar	Sistema Geodésico de Referência
poligonSource	Varchar	Fonte de informações do levantamento
QRCode	Varchar	Caminho do arquivo de QRCode do documento
UTM	Varchar	Identificação do Fuso UTM da localização
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_BoundaryFaceString	Informações dos limites 2D – poligonal	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
bfsID	Bigint	Identificador dos limites 2D
locationByText	Varchar	Caminho do arquivo do levantamento
geometry	Varchar	Geometria do levantamento
GID	Varchar	Identificação do arquivo shp da Poligonal
SEQID	Varchar	Sequência do arquivo shp da Poligonal
<b>Classe</b>	<b>Descrição</b>	
LA_Point	Informações dos pontos georreferenciados da unidade espacial	
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descrição</b>
pointID	Integer	Identificador do ponto
pointType	Varchar	Tipos de pontos levantados
originalLocation	Varchar	Ponto inicial
interpolationRole	Varchar	Papel do ponto na interpolação
productionMethod	Varchar	Método de produção

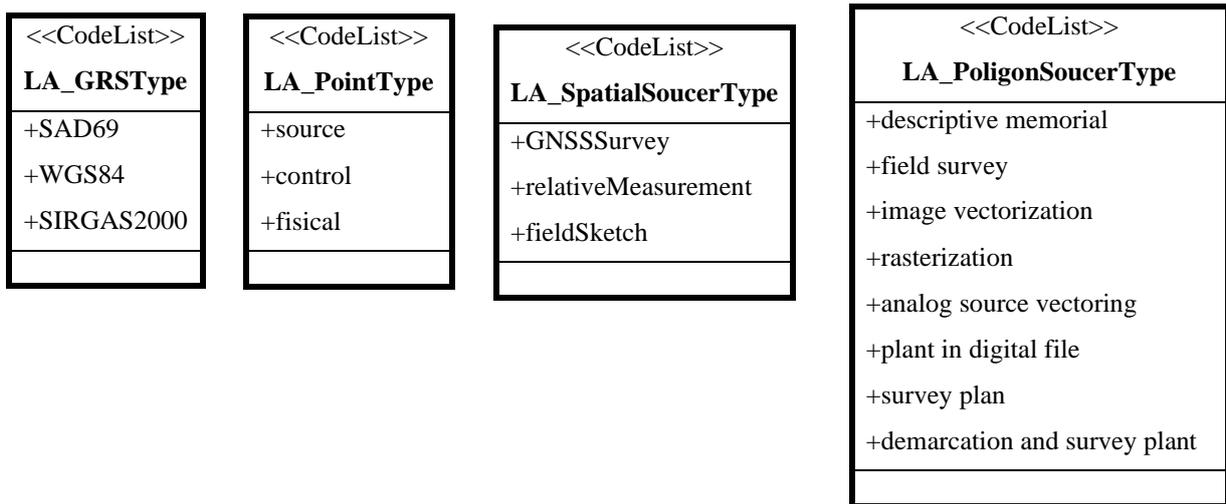
Fonte: O Autor (2021).

Para descrever de forma clara o comportamento das entidades do subpacote dos Levantamentos e Representações são sugeridos os seguintes *CodeLists* associados a cada classe, como pode ser visto na Figura 29.

- *LA\_SpatialSourceType*: apresenta os tipos de fontes espaciais, tais como levantamento GNSS ou de campo, considerados como válidos de acordo com as normas vigentes.
- *LA\_PolygonSourceType*: apresenta os tipos e formas de aquisição de poligonais descritos nas fontes de informações.

- LA\_GRSType: apresenta os tipos de sistema geodésicos de referência descritos nas fontes de informações.
- LA\_PointType: apresenta os tipos de pontos, tais como de controle, referência ou cadastrais, descritos nas fontes de informações.

Figura 29 - Code List do subpacote *Surveying and Representation*.



Fonte: O Autor (2021).

A ISO 19.152/2012 apresenta em seu anexo J demais exemplos de atribuições de *CodeLists* que também podem ser incorporados na aquisição e uso dos dados na modelagem proposta. O conjunto completo de informações atribuídas a cada *CodeList* não foi descrito visando a simplificação das informações apresentadas, como também de ênfase às mais concernentes a questão dos Projetos de Assentamento, abordadas neste trabalho.

#### 7.1.4 Modelagem das Classes Especiais ao LADM para Projetos de Assentamento

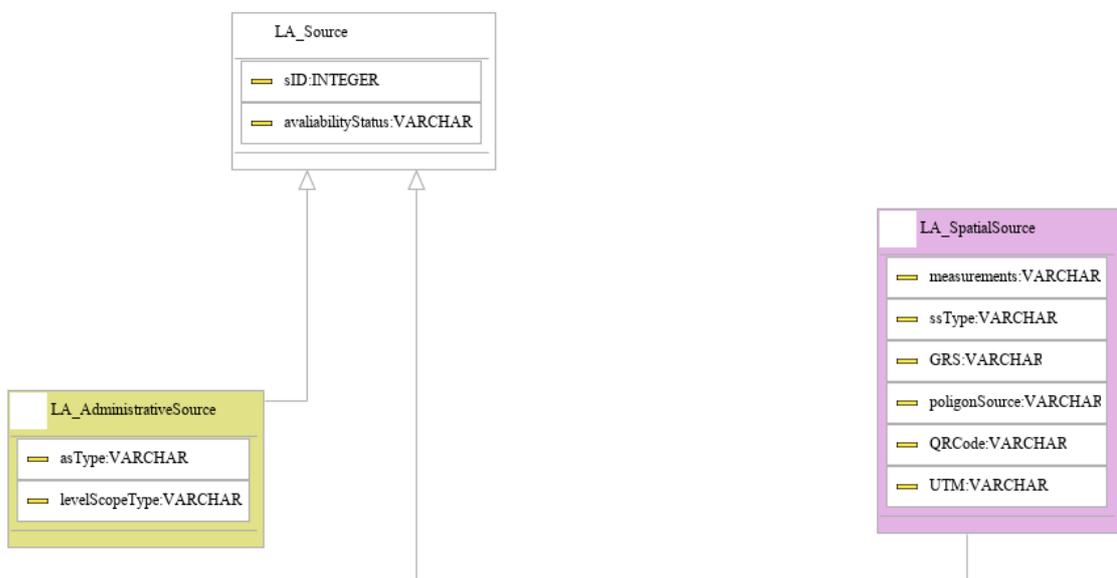
Para a modelagem do cadastro territorial proposta neste trabalho não foi necessário o uso de todas as classes especiais propostas pela ISO 19.152/2012. A classe *VersionedObject* não foi utilizada a fim de simplificar a modelagem de dados em questão, tendo-se em vista a uniformidade da origem dos dados modelado. No entanto, esta pesquisa obedece a disposição de dados proposta pela ISO 19.152/2012, com isso permite que esta classe venha a ser implementada futuramente.

A classe *Oid* visa a garantia do caráter unívoco do identificador do objeto, garantindo a fonte de aquisição do dado. Para a modelagem proposta neste trabalho foi dispensado o seu uso por ser possível adicionar dentro das classes de objetos, em seus atributos, o caminho do

arquivo fonte, garantindo assim o seu princípio de uso. A classe *Fraction* não foi utilizada pois tanto o gerador de Banco de Dados quanto o Sistema Gerenciador de Banco de Dados utilizados permitem a entrada de dados decimais, dispensando assim o seu uso.

A classe *LA\_Source* para a modelagem apresentada neste trabalho se configura como responsável por herdar as informações referentes às origens das informações tanto a nível espacial quanto a nível administrativo. Desta forma é apresentada em seu diagrama de classes e relacionamento na Figura 30.

Figura 30 - Diagrama de classes do pacote especial *LA\_Source*.



Fonte: O Autor (2021).

Tabela 5 - Atributos e descrições da classe especial *LA\_Source* de acordo com a ISO 19.152/2012.

Atributos Pacote Unidades Espaciais		
Classe	Descrição	
LA_Source	Informações da origem e responsabilidades dos dados	
Atributo	Tipo	Descrição
sID	Integer	Identificador da fonte em identificador externo
avaliabilityStatus	Varchar	Estado ou condições de disponibilidade da fonte

Fonte: O Autor (2021).

Para a modelagem do cadastro territorial proposta neste trabalho não foi necessário o uso de todas as classes especiais propostas pela ISO 19.152/2012. A classe *VersionedObject* não foi utilizada a fim de simplificar a modelagem de dados em questão, tendo-se em vista a uniformidade da origem dos dados modelado. No entanto, esta pesquisa obedece a disposição de dados proposta pela ISO 19.152/2012, com isso permite que esta classe venha a ser implementada futuramente.

A classe *Oid* visa a garantia do caráter unívoco do identificador do objeto, garantindo a fonte de aquisição do dado. Para a modelagem proposta neste trabalho foi dispensado o seu uso por ser possível adicionar dentro das classes de objetos, em seus atributos, o caminho do arquivo fonte, garantindo assim o seu princípio de uso. A classe *Fraction* não foi utilizada pois tanto o gerador de Banco de Dados quanto o Sistema Gerenciador de Banco de Dados utilizados permitem a entrada de dados decimais, dispensando assim o seu uso.

## 7.2 MODELO CONCEITUAL LADM PARA CADASTRO TERRITORIAL DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO

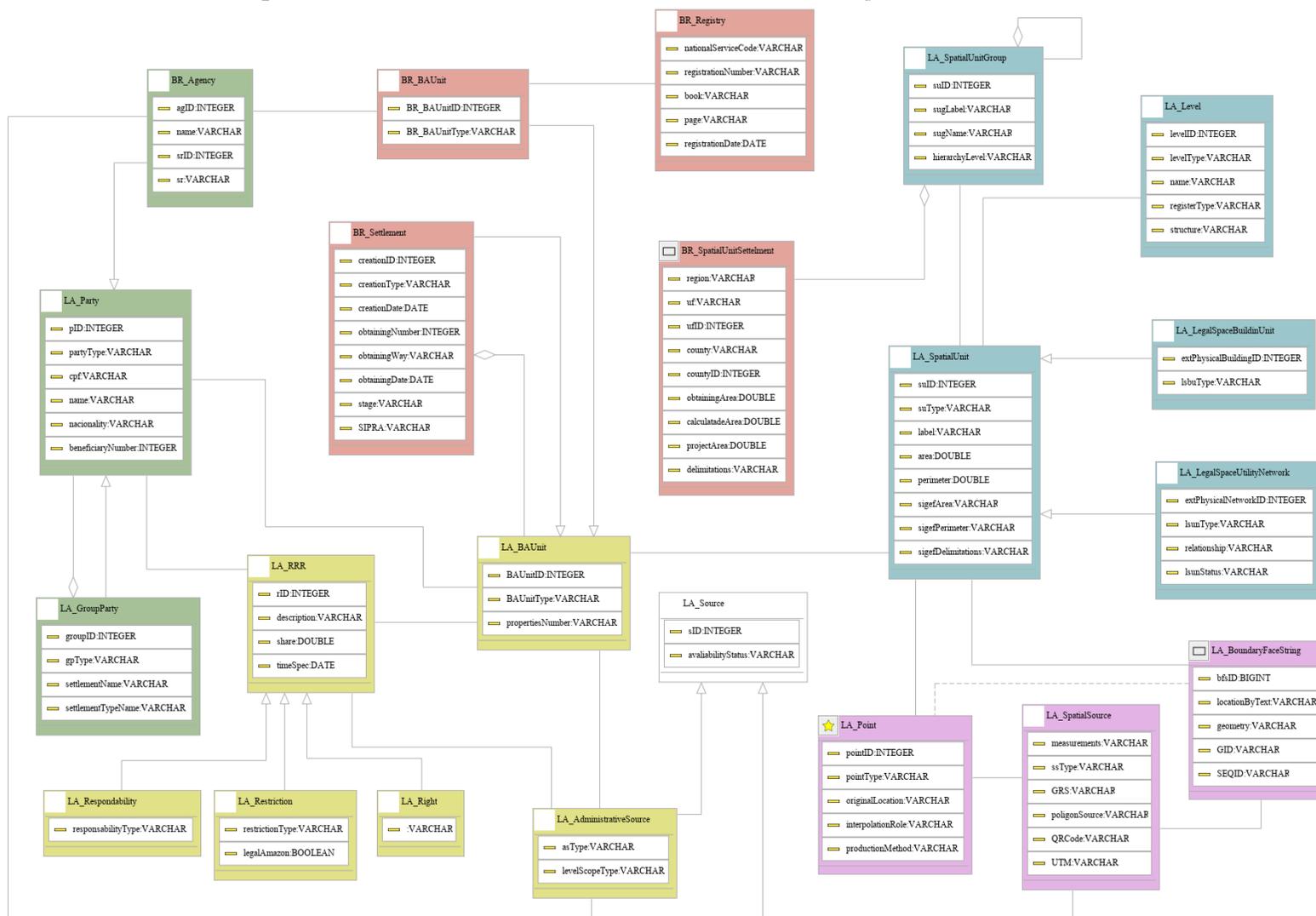
A modelagem proposta pela ISO 19.152/2012 visa simplificar a apresentação do cadastro territorial que é moldado por ela. No entanto algumas configurações e peculiaridades dos cadastros que a utilizam, como pôde ser visto neste em questão, não conseguem atingir certos graus de simplicidade. A modelagem utilizada foi desenvolvida de maneira aberta, assim permite que outras modelagens de domínio territorial, tanto passadas quanto futuras, possam vir a ser integradas na perspectiva de um cadastro unificado. O modelo desenvolvido e construído segue a forma de ilustração padronizada pelos autores responsáveis pela construção da ISO, como já abordado no capítulo 5.

O modelo conceitual LADM, desenvolvido no Eclipse IDE utilizando a modelagem OMT-G, fonte de criação do modelo físico a ser implementado, para Projetos de Assentamento, pode ser observado na Figura 31. O modelo em questão apresenta suas classes, restrições e relacionamentos de acordo com o previsto pela norma.

A modelagem das classes *LA\_Settlement* e *LA\_SpatialUnitSettlement* foi essencial ao banco de dados, pois elas carregam os atributos dos PA e através delas foi possível identificar e posicionar os demais elementos dentro do sistema. A implementação da modelagem demonstra como a ISO 19.152/2012 é aplicável para o cadastro de Projetos de Assentamento. O modelo buscou representar as classes mais representativas do cadastro de PA deixando-o mais próximo à realidade cadastral.

Estão apresentadas em verde as classes pertencentes ao pacote das partes; em amarelo as classes do pacote administrativo; em azul as classes do pacote das unidades espaciais; em cor-de-rosa as classes do pacote das unidades espaciais, e em branco a classe das fontes de informações. Além das classes básicas da norma, também estão apresentadas em vermelho as classes externas, modeladas para atender à realidade do cadastro dos Projetos de Assentamento.

Figura 31 - Modelo conceitual LADM do Cadastro Territorial de Projetos de Assentamentos.



Fonte: O Autor (2021).

## 8 CRIAÇÃO DO MODELO LÓGICO E IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO FÍSICO

Estão dispostos nesse capítulo: o modelo lógico e conceitual do cadastro territorial rural de Projetos de Assentamento de acordo com o LADM, Banco de Dados implementado e sua visualização em plataforma SIG.

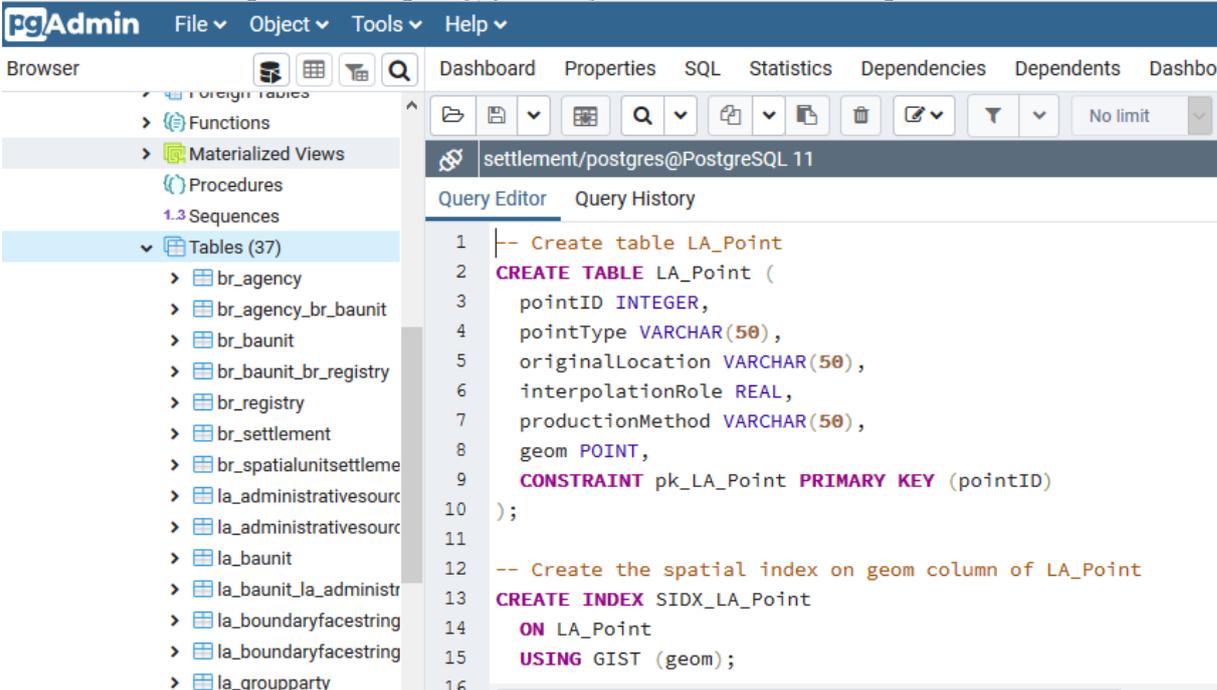
Por fim ao processo de construção do modelo conceitual efetua-se a construção dos relacionamentos entre as classes apresentadas em cada pacote.

Essa construção é realizada no Eclipse IDE tendo como resultado o diagrama de classes, posteriormente sendo convertido em *script* SQL. No PostgreSQL este *script* é interpretado, resultando assim na construção do Banco de Dados.

A modelagem de Projeto de Assentamento estruturada do Padrão Internacional ISO 19.152/2012 buscou retratar a realidade do atual sistema na Reforma Agrária. Objetivando adaptar a norma à realidade nacional, levando em consideração os requisitos de sua futura implementação e utilização. Após a modelagem de dados no ambiente Eclipse IDE o modelo foi exportado no formato de script em extensão SQL e inserido no SGBD PostgreSQL para criação das tabelas. Resultando na implementação do banco de dados do modelo lógico para modelo físico denominando *Settlement*.

A Figura 32 apresenta a inserção do script SQL no PostgreSQL para criação do Banco de Dados.

Figura 32 - Código SQL para criação do banco de dados no PgAdmin 4.



The screenshot shows the PgAdmin 4 interface. The left sidebar displays a tree view of the database structure, with 'Tables (37)' expanded to show various tables like 'br\_agency', 'br\_agency\_br\_baunit', etc. The main window is the 'Query Editor' for the 'settlement/postgres@PostgreSQL 11' database. It contains the following SQL code:

```

1  |-- Create table LA_Point
2  CREATE TABLE LA_Point (
3      pointID INTEGER,
4      pointType VARCHAR(50),
5      originalLocation VARCHAR(50),
6      interpolationRole REAL,
7      productionMethod VARCHAR(50),
8      geom POINT,
9      CONSTRAINT pk_LA_Point PRIMARY KEY (pointID)
10 );
11
12 -- Create the spatial index on geom column of LA_Point
13 CREATE INDEX SIDX_LA_Point
14 ON LA_Point
15 USING GIST (geom);
16

```

Fonte:

Uma ressalva deve ser dada à presença desnecessária de vírgulas ao final do *script* de algumas tabelas. Problema encontrado nesta etapa que ocasionou morosidade ao processo de criação do banco de dados pelo SGBD. Sendo necessária a exclusão destas. Este estorvo foi causado devido a estruturação do software IDE em seu processo de construção das tabelas a partir de ferramentas gráficas. A cada vez que uma nova coluna é criada em uma tabela são inseridos ao script uma vírgula, o nome da coluna, o seu tipo de dados que ela contém, e quando aplicável, o tamanho máximo de informações que ela pode guardar (Figura 32, linha 3 e 4).

No entanto se durante o processo de construção da modelagem conceitual for identificado que um atributo não é necessário a modelagem, ou deva ser deslocado para uma outra classe, as informações em questão são removidas do *script* com exceção da vírgula. Desta forma quando o script é exportado ele traz consigo essas vírgulas, causando erros no processo de interpretação do Script pelo SGBD.

Após realizar os ajustes necessários no *script* o banco de dados criado foi vinculado ao PostGIS, ferramenta que permite a visualização e preenchimento das tabelas em ambiente SIG.

## 8.1 VISUALIZAÇÃO E TESTE DO MODELO FÍSICO EM PLATAFORMA SIG

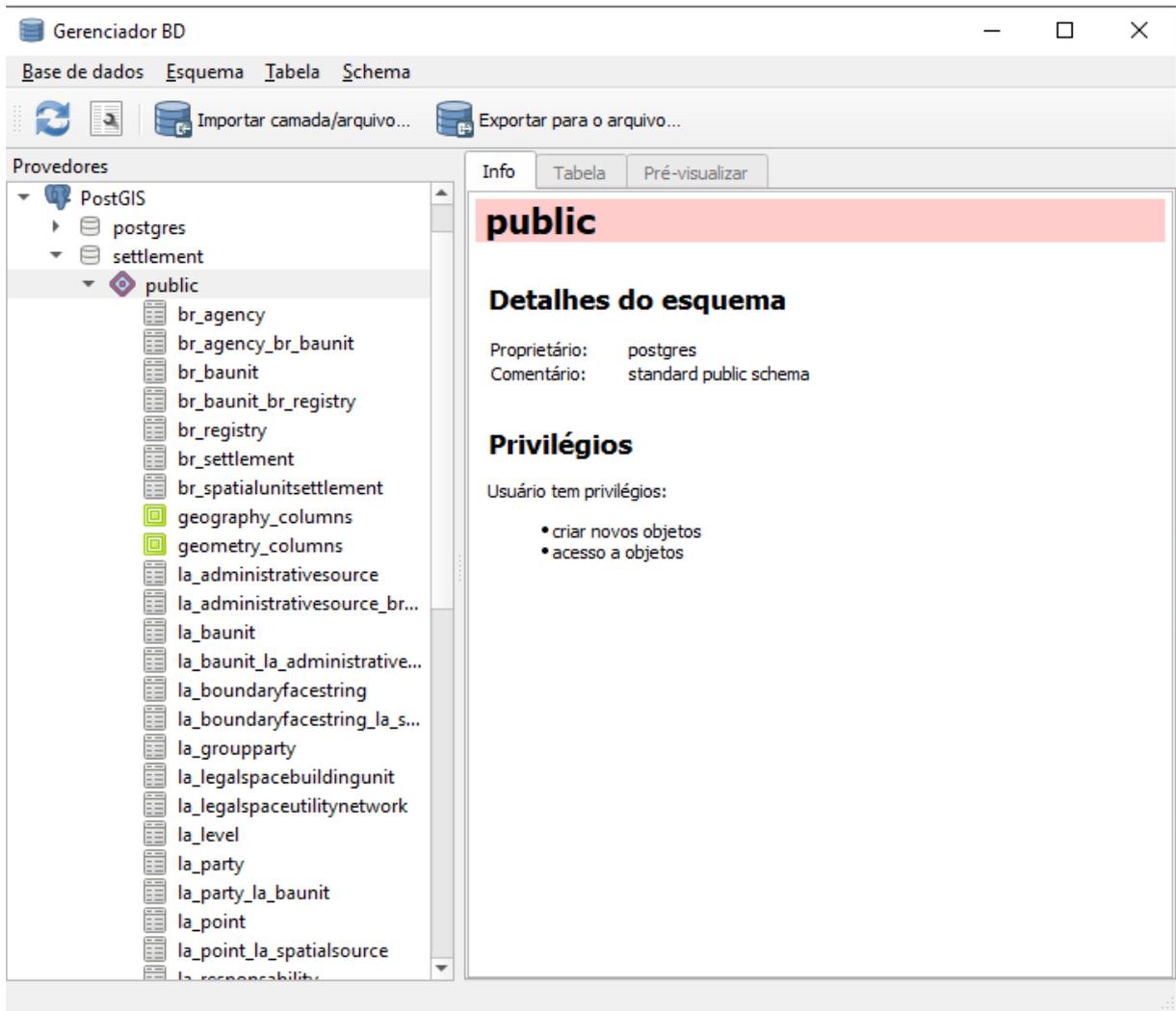
Esta etapa teve como finalidade verificar como o conjunto de dados, fornecidos pela modelagem descrita neste trabalho, se comportou em ambiente SIG. Os procedimentos para conexão do banco de dados criado no PostgreSQL através do PgAdmin4 para manejo e visualização em ambiente SIG através do complemento PostGIS seguiram o executado por Silva (2017) e Purificação (2020). Utilizando o software livre QGIS através de sua ferramenta PostGIS foi possível acessar o banco de dados *Settlement*, desenvolvido nesta pesquisa, e avaliar como este pode ser preenchido e visualizado em ambiente SIG.

O acesso do Banco de Dados através do PostGIS permitiu que este pudesse ser visualizado e manejado em ambiente SIG. Esta conexão também permite visualizar tanto os dados descritivos presentes nas tabelas quanto as geometrias que os representam.

Após a visualização do Banco de dados criado foi possível conecta-lo com um novo projeto criado em ambiente SIG, interface que permite tanto a visualização quanto o preenchimento de dados (manejo de conteúdo) deste.

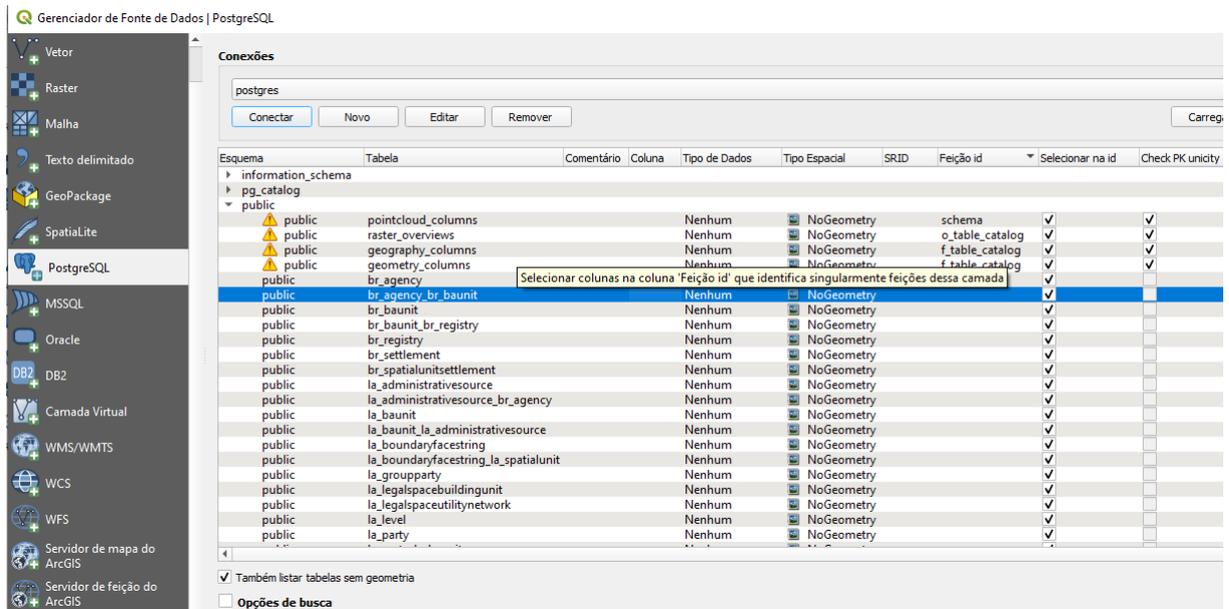
A Figura 33 apresenta a visualização das tabelas do banco de dados criado no PostgreSQL através do PostGIS. A Figura 34 apresenta o processo de adição das tabelas do Banco de Dados em ambiente SIG do QGIS. Nestas é possível visualizar as tabelas criadas e dispostas na configuração prescritiva da ISO 19.152/2012.

Figura 33 - Visualização das tabelas do banco de dados criado no PgAdmin4 através do PostGIS.



Fonte:

Figura 34 - Adicionando o banco de dados criado no PgAdmi4 ao QGIS através do PostGIS.

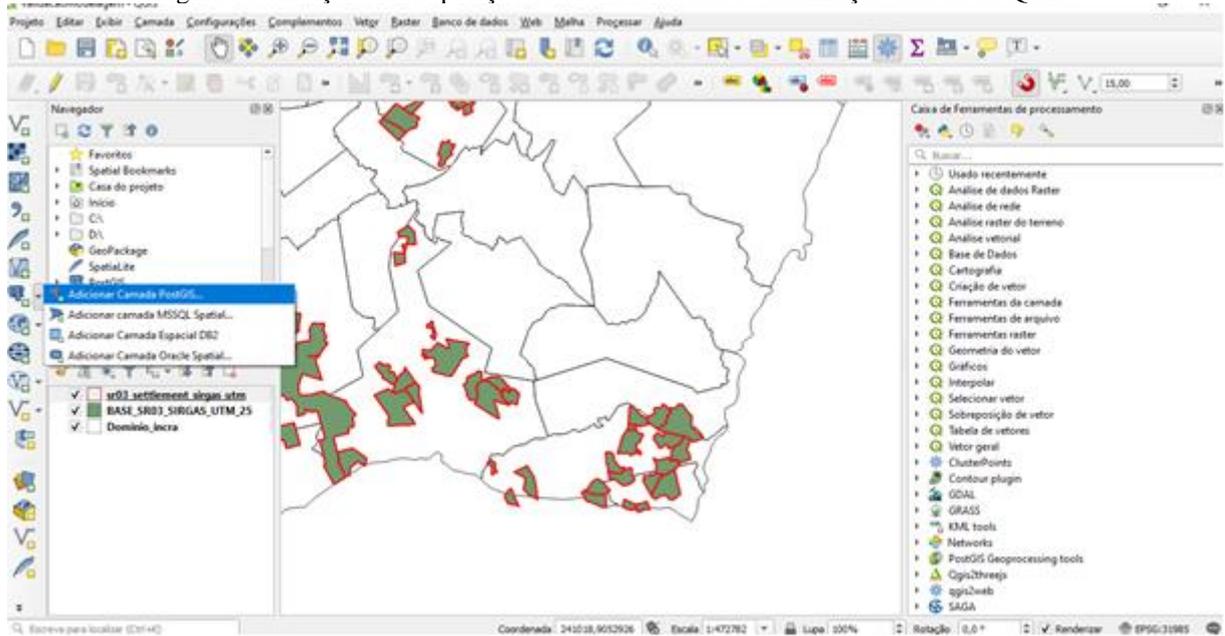


Fonte: O Autor (2021).

Após a acessar as tabelas no ambiente SIG foi necessário apresentar ao banco de dados as chaves primárias responsáveis pela conexão das informações entre o banco de dados disponibilizado pelo INCRA e o banco de dados desenvolvido neste trabalho. Desta forma buscou-se avaliar como tais dados se comportariam na configuração proposta pelo LADM como também validar a sua disposição geoespacial.

A figura 35 apresenta o resultado da adição e sobreposição do banco de dados criado no PostgreSQL através do PgAdmin4 utilizando o QGIS como ferramenta de visualização através do PostGIS.

Figura 35 - Adição e sobreposição do banco de dados e visualização através do QGIS.



Fonte: O Autor (2021).

Na figura 35 é possível visualizar um trecho vetorial da camada *Settlement* (banco de dados desenvolvido neste trabalho) e Base\_SR03 (Banco de dados disponibilizado pelo INCRA) em sobreposição. Essa sobreposição demonstra que os caminhos utilizados pelo banco de dados *Settlement* acessam corretamente a fonte de dados base a partir da apresentação da chave primária. Balas et al. (2019) ressalta a importância de se ter resultados como esse, que demonstrem uma coerência entre as informações geoespaciais.

Com isso foi possível validar a disposição geoespacial e correto acesso das informações inseridas através do Banco de Dados *Settlement*, modelado neste trabalho, a partir das informações contidas no Banco de Dados disponibilizado pelo INCRA.

## 9 CONCLUSÕES

A revisão bibliográfica, apresentada nos capítulos iniciais, demonstra a configuração jurídica burocrática e os caminhos morosos do levantamento e uso dos dados do cadastro territorial rural no Brasil pela administração pública. Essa presente burocracia e morosidade surgem como consequência das sucessivas transições e disposições, nos formatos de Leis e Decretos de alteração, de Cadastros Territoriais Rurais e sistemas cadastrais no Brasil.

Os distintos interesses do levantamento de informações no âmbito do cadastro rural nacional, seja a nível de conhecimento do uso e ocupação - SNCR; seja fiscal tributário - CAFIR; ou de regularização ambiental - CAR; trazem consigo diferentes plataformas e métodos de identificação, levantamento, e armazenamento de informações do Cadastro Territorial Rural no Brasil. Fato que torna dificultoso a integração e interoperabilidade de uso das informações.

No entanto, a revisão bibliográfica identificou na última década, a partir do CNIR, intenções de esquadramento e conhecimento da composição territorial nacional de forma integrada. A composição das leis e sistemas territoriais propostos após a lei 10.267/2001 prosseguem na busca evolutiva do entendimento dos correntes padrões de comportamento do uso e ocupação de territórios rurais.

Essa evolutiva configuração também é encontrada nas composições e propostas nacionais de Reforma Agrária, que visam promover a distribuição da terra com base no conhecimento da condição fundiária nacional. O Plano Nacional de Reforma Agrária tem como foco o aumento de produtividade agrícola, e princípio básico a justiça social.

A determinação do modelo conceitual utilizado para a criação de Banco de Dados e consequente implementação, possibilitou a observação de seus atributos e relações no contexto do cadastro territorial rural. A construção do banco de dados a partir de modelo conceitual permitiu um melhor entendimento do *script* e fluxograma de ações, facilitando o processo de identificação e correção de possíveis equívocos e redundâncias durante o seu desenvolvimento, evitando o retrabalho.

As classes adicionadas ao modelo predisposto pela ISO 19.152/2012 atendem as necessidades específicas do Cadastro Territorial de Projetos de Assentamento, estudo de caso proposto neste trabalho. Este fato corrobora com as necessidades brasileiras específicas dos cadastros destacados na literatura por Frederico (2014), Marra et al. (2017), Purificação et al. (2019), Purificação (2020); demonstrando a efetividade na interpretação das informações e da organização e arranjo a partir da ISO 19.152/2012. O processo de adição de classes foi

realizado sem descaracterizar a disposição dos dados levantados e o proposto pela norma, Apêndice A. O manejo, alimentação e carregamento de informações de cadastros territoriais rurais de Projetos de Assentamento por futuros operadores se demonstrou possível a partir do *script* SQL de criação do Banco de Dados, disponibilizado no Apêndice B.

O processo de construção do Modelo Conceitual a partir da plataforma Eclipse IDE não ocorreu de forma tão fluida quanto esperado. O *script* SQL criado, a partir do modelo conceitual gerado na plataforma, apresentou trechos com uma sintaxe discrepante do aceitado pelo PostgreSQL. O processo de correção do *script* para criação do modelo lógico e implementação do modelo físico exigiu mais tempo do que o esperado.

Analisando os atributos levantados e modelados, com base na ISO 19.152/2012, é possível identificar para algumas classes uma quantidade de informações obtidas superior ao proposto pela norma. Esse fato já era esperado e não impediu o desenvolvimento do modelo dentro do escopo LADM. A norma já possui essa flexibilidade tendo em vista o melhor processo de representação da realidade de cada cadastro. Conseqüentemente o ocorrido não prejudicou o desenvolvimento de uma modelagem conceitual como também o seu teste de funcionalidade a partir do uso de softwares livres.

O uso dos softwares Eclipse IDE, com complemento OMT-G, PostgreSQL, PostGIS e QGIS demonstraram positivos resultados garantindo assim a viabilidade de utilização do modelo proposto neste trabalho por órgãos e instituições executores de PNRA.

Além disso a utilização de software livre permite a implantação e operação sem demandar investimentos financeiros. A utilização de softwares livres no processo de criação dos modelos conceitual, lógico, físico foi viável e positivo ao caso de Projetos de Assentamento.

A disposição atual dos dados do INCRA ainda não se encontra no proposto pela ISO 19.152/2012. Contudo é possível inferir que o banco de dados fornecido se apresenta em plena capacidade de adequação a esta, uma vez que as informações necessárias ao seu preenchimento já se encontram no atual processo de levantamento e regularização.

A modelagem do banco de dados de Projetos de Assentamento no padrão da ISO 19.152/2012 é um avanço importante dentro do panorama do cadastro nacional. A incorporação do padrão estabelecido no LADM ao contexto nacional mostra-se cada vez mais viável diante de estudos que abordam essa temática, como os citados no capítulo 5. Discussões como essas auxiliam no entendimento e estruturação do cadastro territorial nacional. Tais discussões possibilitam expandir a modelagem dos cadastros isolados, permitindo futuras implementações rumo a um CTM. Uma vez que as demais informações

que não se encontram sob responsabilidade dos órgãos e instituições fundiárias podem ser adquiridas em Bancos de Dados de domínio público.

O banco de dados *Settlement* desenvolvido neste trabalho foi implementado com êxito, permitindo a visualização a partir dos dados fornecidos pelo INCRA e dispostos na configuração prescritiva da ISO 19.152/2012.

O modelo conceitual LADM para Projetos de Assentamento é uma etapa na implementação de um modelo nacional. Por este motivo sugere-se o aprimoramento do modelo desenvolvido neste trabalho buscando-se a melhor representação da realidade brasileira.

Sugere-se também Validação da modelagem desenvolvida neste trabalho aos níveis de conformidade do conjunto de testes abstratos disposto no anexo A da ISO. Juntamente com a integração do enquadramento cadastral desenvolvido neste trabalho aos trabalhos anteriores que também abordam a modelagem LADM visando o desenvolvimento de um sistema integrado do cadastro nacional.

Propõe-se o desenvolvimento de modelos e sistemas de cadastros territoriais nacionais que busquem representação, não estáticas, da realidade de um país plural e de proporções continentais.

## REFERÊNCIAS

ALCÁZAR-MOLINA, M. Catastro, Propiedad y Prosperidad. **Rev. Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, Andaluzia - ES, n. 8, p. 1-4, 2010.

AMORIM, J. P.; FERREIRA, F. Considerações variáveis, em perspectiva histórica, sobre os conceitos de lote loteamento, construção e edificação urbana. A propósito de um acórdão do Tribunal Central Administrativo – Norte. **Revista Lusíadas Direito**, Lisboa - PT, n. 18, p. 169-189, 2017.

BALAS, M.; CARRILHO, J.; VAZ, K. **The role of communities in land cadastre maintenance**. FIG Working Week. Hanoi, Vietnã, 2019.

BARROS, E. R. O.; CARNEIRO, A. T. Qualidade do sistema de certificação de imóveis rurais para estruturação da base geométrica do CNIR – Cadastro Nacional de Imóveis Rurais. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO*, 06., 2012, Recife. **Anais [...]**. Recife: SBCGTG, 2012.

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.; LAENDER, A. H. F.; DAVIS JR., C. A. Spatial data integrity constraints in object oriented geographic data modeling. *In: 7th International Symposium on Advances in Geographic Information Systems (ACM GIS'99)*. Kansas City, 1999. p. 1-6.

BORGES, K. A. V. **Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) - Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte. 1997.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto 9.311 de 15 de março de 2018**. Brasília, 2018.

\_\_\_\_\_, 2016. Decreto 8.764 de 10 de maio de 2016. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2015. Lei 13.097, de 19 de janeiro de 2015. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2012. Lei 12.651, de 25 de maio de 2012. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2011. Decreto 7.620, de 21 de novembro de 2011. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2009. Lei 11.977, de 7 de julho de 2009. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2005. Decreto 5.570, de 31 de outubro de 2005. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2004. Lei 10.931, de 02 de agosto de 2004. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2002. Decreto 4.449, de 30 de outubro de 2002. Presidência da República, Brasil.

\_\_\_\_\_, 2001. Lei 10.267, de 28 de agosto de 2001. Presidência da República, Brasil.

- \_\_\_\_\_, 1996. Lei 9.393, de 19 de dezembro de 1996. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1994. Lei 8.935, de 18 de novembro de 1994. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1993a. Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1993. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1993b. Lei Complementar 76, de 06 de julho de 1993. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1992. Decreto 433, de 24 de janeiro de 1992. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1988. Constituição da República Federativa do Brasil, 05 de outubro de 1988.
- \_\_\_\_\_, 1973. Lei 6.015, de 31 de dezembro de 1973. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1972. Lei 5.868, de 12 de dezembro de 1972. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1966. Lei 4.947, de 06 de abril de 1966. Presidência da República, Brasil.
- \_\_\_\_\_, 1964. Lei 4.504, de 30 de novembro de 1964. Presidência da República, Brasil.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Instrução Normativa 02, de 06 de maio de 2014**. Brasília: MMA, 2014.

BULBUL, R., AHSAN, M. S., MIRZA, J. F. **Towards national SDI in Pakistan: the challenges**. FIG Working Week. Hanoi, Vietnã, 2019.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquitetura para bancos de dados geográficos**. 1995. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, SP, 1995.

CARNEIRO, A. F. T. Tendências Internacionais do Cadastro e perspectivas para o cadastro brasileiro. **Série em Geomática**. UFRGS, v. 2, p.085 – 092. 2008.

CARRAFA, M. **Projeto de assentamento rural: um estudo sobre o ambiente construído no Zumbi dos Palmares – Iaras/SP**. 2014. Dissertação (Mestrado - Área de Concentração: Habitat). São Paulo, SP, 2014.

CASANOVA, M. A., CLODOVEU, G. C., LÚBIA, A. D. Jr. V., QUEIROZ, G. R. **Bancos de Dados Geográficos**. EspaçoGEO, Curitiba – PR, 2005.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA. **Debate modernização do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR)**. Brasília: CNA, 2020. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/noticias/cna-debate-modernizacao-do-sistema-nacional-de-cadastro-rural-sncr>. Acesso em 10 nov. 2020.

CONCEIÇÃO, E. S. F., SOUZA, A. Geoprocessamento aplicado à área de regularização fundiária: um estudo de caso baseado em modelagem e banco de dados geográficos. **Revista de Discentes de Ciência Política**. UFSCAR, v. 6, n.1, p. 33-57, 2018.

COSTA, T. S. P.S. **Modelagem de cadastro 3D de edifícios com base na ISO 19.152 (LADM)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, UFPE, Recife, 2016.

CRISPIM, L. C., MICHELS, D. D. G., FARIAS, J. L. P. **Abordagem sobre o uso de RPA (Aeronave Remotamente Pilotada) como apoio ao georreferenciamento de imóveis rurais**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2018.

CUMBE, F. A. **Modelo de implementação de cadastros territoriais multifinalitários urbanos em Moçambique**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

ELMASRI, R., NAVATHE, S. B. **Sistemas de banco de dados**. 6. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2011.

FAO/SEAD. **Governança de terras: da teoria à realidade brasileira**. Brasília, 2017.

FREDERICO, L. N. S., CARNEIRO, A. F. T. **Considerações sobre a aplicação do Land Administration Domain Model (LADM) na modelagem do cadastro territorial brasileiro**. V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, Recife -PE, 2014.

GKELI, M.; POTSIU, C.; IOANNIDIS, C. *A technical solution for 3D crowdsourced cadastral surveys*. **Land Use Policy**, 104419, 2019.

GRIFFITH-CHARLES, C., MOHAMMED, A., LALLOO, S., BROWNE, J. Key challenges and outcomes of piloting the STDM in the Caribbean. **Land Use Policy**, n. 49, p.577–586, 2015.

HENSGEN, P. **Manual do Umbrello UML Modeller**. 2001.

HORA, K. E. R., MAURO, R. A., CALAÇA, M. Desafios para o parcelamento dos assentamentos de Reforma Agrária sob a perspectiva ambiental a partir da experiência do MST em Goiás. **Revista NERA**. Presidente Prudente, SP. v. 22, n. 49, p. 140-167, 2019.

IBAN, M. C., & AKSU, O. A model for big spatial rural data infrastructure in Turkey: Sensor-driven and integrative approach. **Land Use Policy**. 2019. Disponível em: doi:10.1016/j.landusepol.2019.104376

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Assentamentos**. Recife: INCRA, 2018. Disponível em: <http://www.Incra.gov.br/assentamento>. Acesso em: 11 nov. 2018a.

\_\_\_\_\_, **Aquisição de terras**. Disponível em: <[http://www.Incra.gov.br/Aquisicao\\_de\\_terras](http://www.Incra.gov.br/Aquisicao_de_terras)>. Acesso em: 20 de jul. de 2019a.

\_\_\_\_\_, **Como é um Assentamentos**. Disponível em:  
[http://www.Incra.gov.br/assentamentos\\_caracteristicas](http://www.Incra.gov.br/assentamentos_caracteristicas). Acesso em: 20 jul. 2019b.

\_\_\_\_\_, **Criação e Modalidades de Assentamentos**. Disponível em:  
<http://www.Incra.gov.br/assentamentoscriacao>. Acesso em: 20 jul. 2019c.

\_\_\_\_\_, **Instalação das famílias no assentamento**. Disponível em:  
<http://www.Incra.gov.br/assentamentosinstala>. Acesso em: 20 jul. 2019d.

\_\_\_\_\_, **Manual do SIGEF**. 1. ed. Ministério do Desenvolvimento Agrário, Brasília, DF. 2015. Disponível em: <https://sigef.incra.gov.br/documentos/manual/>. Acesso em: 12 fev. 2019.

\_\_\_\_\_. **Manual de Orientação para Preenchimento da Declaração para Cadastro de Imóveis Rurais Eletrônica**. Disponível em: [http://www.Incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/manual\\_declaracao\\_eletronica\\_final\\_13032015\\_1.pdf](http://www.Incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/manual_declaracao_eletronica_final_13032015_1.pdf). Acesso em: 27 out. 2018b.

\_\_\_\_\_, **Titulação**. Disponível em: <<http://www.Incra.gov.br/titulacao>>. Acesso em: 20 jul. 2019e.

\_\_\_\_\_, **Vistoria e avalia**. Disponível em: <[http://www.Incra.gov.br/vistoria\\_avalia](http://www.Incra.gov.br/vistoria_avalia)>. Acesso em: 20 jul. 2019f.

\_\_\_\_\_, 2019g. **Instrução Normativa nº 99 de 30 de dezembro de 2019**. Presidência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra. Brasil.

\_\_\_\_\_, 2018c. **Instrução Normativa nº 95 de 17 de dezembro de 2018**. Presidência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra. Brasil.

\_\_\_\_\_, 2018d. **Instrução Normativa nº 97 de 17 de dezembro de 2018**. Presidência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra. Brasil.

\_\_\_\_\_, 2013. **Instrução Normativa nº 77, de 23 de agosto de 2013**. Presidência do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – Incra. Brasil.

\_\_\_\_\_, 2012. **Norma de Execução nº 105 de 26 de novembro de 2012**. Direção de ordenamento da estrutura fundiária. Distrito Federal, Brasil.

INCRA, RFB, 2015. **Instrução Normativa Conjunta RFB/INCRA Nº 1581, de 17 de agosto de 2015**. Receita Federal do Brasil, Brasil.

INCRA, RFB, 2014. **Instrução Normativa Conjunta RFB/INCRA Nº 1467, de 22 de maio de 2014**. Receita Federal do Brasil, Brasil.

ISO/TC211. **ISO 19.152** - Land Administration Domain Model (LADM). ISO/TC211, 2012.

- JENNI, L. LÓPEZ, A. G., ZIEGLER, S., PÉREZ, V. M. B. **Development and employment of an LADM implementing toolkit in Colombia**. World Bank Conference on Land and Poverty. The World Bank -Washington DC, 2017.
- JULIÃO, R. P., PELEGRINA, M., GRAVE, L. Cadastro predial e gestão municipal do território - uma leitura comparada Portugal-Brasil. *In: CONFERÊNCIA NACIONAL DE CARTOGRAFIA E GEODESIA*, 8., 2015, Lisboa, Portugal. **Atas [...]**. Lisboa: CNCG, 2015.
- KAUFMANN, J., STEUDLER, D. **Cadastre 2014: A vision for a future cadastral system**. FIG Commission, Brighton, U.K, 2002. Disponível em: <http://www.fig.net/cadastre2014/translation/c2014-english.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.
- LEMMEN, C., OOSTEROM, P. V., BENNETT, R. ISO 19.152/2012. The Land Administration Domain Model. **Journal Land Use Policy**, v.49, p535 -545, 2015.
- LEMMEN, C., OOSTEROM, P. V. ISO/FDIS/TC211. **ISO/TC 211 Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM)**. ISO/FDIS 19.152 (Final Draft International Standard). 2012.
- LEMMEN, C.; OOSTEROM, P. V. **The land administration domain model Standard**. 5. ed. Land Administration Domain Model Workshop. Kuala Lumpur, Malaysia, 2013.
- LISBOA FILHO, J. **Projeto conceitual de banco de dados geográficos através da reutilização de esquemas, utilizando padrões de análise e framework conceitual**. 2000. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2000.
- LOCH, C. SILVA, M. S. R., SILIVI Jr, O. L., EGER, R. P. Questões sobre a qualidade da base cadastral no Brasil visando a elaboração do Cadastro Técnico Multifinalitário. **Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva**, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 1092-1096, 2017.
- MARRA, B.T. **Cadastro territorial no Brasil: modelagem de posse e propriedade a partir do modelo para o domínio da administração de terras**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geografia, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.
- MARRA, B. T., BARBOSA, K., OLIVEIRA, O., OLIVEIRA, E. **Brazil Towards an Effective Cadastre**. FIG Working Week. Sofia, Bulgaria, 2015a.
- MARRA, B. T., BARBOSA, K., OLIVEIRA, O., OLIVEIRA, E. **Brazil Towards an Effective Cadastre**. World Bank Conference on Land and Poverty. The World Bank - Washington DC, USA, 2015b.
- MARRA, B. T., BARBOSA, K., OLIVEIRA, O., OLIVEIRA, E. **Improving Land Administration in Brazil: Re-Engineering Cadastre using LADM**. World Bank Conference On Land And Poverty. The World Bank - Washington DC, 2017.

- MELO, A. M. **Elaboração de anteprojeto de parcelamento em áreas de reforma agrária, utilizando recursos do geoprocessamento**. 2001. Monografia (Graduação) - Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2001.
- MOLENDIJK, M.; DUKON, T. S.; LEMMEN, C.; MORALES, J.; ENDO, V.; RODRIGUEZ, S. R.; DUEÑAS, J. F. G.; SANCHEZ, I. E. M.; SPIJKERS, P.; UNGER, E. M.; HORTA, I. A. M. **Land and Peace in Colombia: FFP Methodology for Field Data Collection and Data Handling**. World Bank Conference on Land and Poverty. The World Bank -Washington DC, 2018.
- PAASCH, J., OOSTEROM, P. V., LEMMEN, C., PAULSSON, J. Further modelling of LADM's rights, restrictions and responsibilities (RRRs). **Land use policy**, n. 49, p. 680-689. 2015.
- PAIVA, C. A. **Proposta de integração entre os dados do Cadastro Imobiliário urbano e do Registro de Imóveis**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- PAIVA, C. A., ANTUNES, A. F. B., CAMBOIM, S. A Proposal for Integrating Data of Land Registry and Urban Cadastre. **Bulletin of Geodetic Sciences**, v. 24 n. 4, p. 525-544, 2018.
- PAIXAO, S.; HESPANHA, J. P.; GHAWANA, T.; CARNEIRO, A. F.T.; ZEVENBERGEN, J.; FREDERICO, L. N. Modeling indigenous tribes land rights with ISO 19152 LADM: A case from Brazil. **Land Use Policy**, n. 49, p. 587–597, 2015.
- PAIXÃO, S.K.S. NICHOLS, S. CARNEIRO, A. F. T. Estudo das necessidades dos usuários do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR). **Revista Brasileira de Cartografia**. n. 65, v.2, p.253-264, 2013.
- PARADZAYI, C; MAPAMULA, R.; MTARISWA, T. **Investigating the Conformity of the Zimbabwe Land Administration System to the Land Administration Domain Model Standard (ISO 19152)**. FIG Congress, Engaging the Challenges -Enhancing the Relevance. Kuala Lumpur, Malaysia, 2014
- PAULA NETO, L. E. **Contribuição para o parcelamento do solo urbano baseado no Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)**. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.
- PEREIRA, C. M., SANTO, S. M., CARNEIRO, A. F. T. **Estruturação de dados cadastrais em ambiente SIG para gestão territorial de Feira de Santana-BA**. Anais do Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto – GEONORDESTE 2017. Salvador, BA. 2017.
- PostgreSQL. Disponível em: <https://www.PostgreSQL.org/docs/current/history.html>. Acesso em: 20 out. 2018.
- PRADO, A.F. **Análise orientada a objetos**. Apostila Curso de Pós-Graduação “Lato sensu” Desenvolvimento de Aplicações Distribuídas. 2006.

PURIFICAÇÃO, N. R. S. Modelagem e proposta de sistema para um Cadastro de bens públicos da União de acordo com a ISO 19.152 – LADM. **Anais do CONIC**. UFPE, Recife-PE, 2016.

PURIFICAÇÃO, N. R. S. Teste e validação de metodologias para implementação de modelos de cadastro territorial de acordo com a ISO 19.152-LADM. **Anais do CONIC**. UFPE, Recife-PE, 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**. v. 25, e. 4, 2019.

REYDON, B. P., FERNANDES, V. B., TELLES, T. S. Land governance as a precondition for decreasing deforestation in the Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, 2019.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. **Instrução Normativa RFB Nº 1467, de 22 de maio de 2014**. Brasília: RFB, 2014.

SÁ, L. A. C. M. de. **Modelagem de dados espaciais para sistemas de informações geográficas**: pesquisa na emergência médica. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SANTOS, J. C. **Análise da aplicação do modelo de domínio de administração territorial ao cadastro territorial urbano brasileiro**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SANTOS, J. C., FARIAS, E. S., CARNEIRO, A. F. T. Análise da Parcela como unidade territorial do cadastro urbano brasileiro. **Boletim de Ciências Geodésicas**. Curitiba -PR, v. 19, no 4, p.574-587, out-dez, 2013.

SANTOS, S. D. R., PAIVA, C. A., ANTUNES, A. F. B., CAMBOIM, S. P. **Utilização do LADM com vista à estruturação dos CTM brasileiros**. X Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Curitiba - PR, 2018.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Números do Cadastro Ambiental Rural**. Relatório 2017. Brasília: SFB, 2017. Disponível em: [http://www.florestal.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=77&catid=61&Itemid=264](http://www.florestal.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=77&catid=61&Itemid=264). Acesso em: 15 out. 2018.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Editora Cortez, 2017.

SILVA, E. B., NOGUEIRA, R. E., UBERTI, A. A. A. Avaliação da aptidão agrícola das terras como subsídio ao assentamento de famílias rurais, utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, n. 34, p. 1977-1990, 2010.

SILVA, W. O. **Proposta de um modelo de cadastro de redes de abastecimento d'água, de acordo com a ISO/FDIS 19.152**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias de Geoinformação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL. **Consulta Pública**. Módulo de Relatórios em 30 de setembro de 2017. Brasília: SICAR, 2017. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/modulo-de-relatorios>. Acesso em: 18 out. 2018.

SPACERPROGRAMER. Introdução ao Modelo de Dados e seus níveis de abstração. 2016. Disponível em: <http://spaceprogrammer.com/bd/introducao-ao-modelo-de-dados-e-seus-niveis-de-abstracao/>. Acesso em: 15 out. 2020.

VELILLA-TORRES, J. M.; MORA-NAVARRO, G.; FEMENIA-RIBERA, C.; MARTÍNEZ-LLARIO, J. C. **La representación gráfica georreferenciada alternativa en la coordinación Catastro-Registro en España**. Estudio de la implantación de la norma ISO-19152 (LADM) a nivel internacional. Primer Congreso en Ingeniería Geomática. Editorial Universitat Politècnica de València. València - CV, 2017

WILLIAMSON, I; ENEMARK, S.; WALLACE, J.; RAJABIFARD, A. **Land administration for sustainable development**. 1. ed. Redlands, CA: Editora Esri, 2010.  
XU, Z.; ZHUO, Y.; LI, G.; LIAO, R.; WU, C. Towards a Valuation and Taxation Information Model for Chinese Rural Collective Construction Land. **Sustainability Journal**. v. 11, ed. 23, p. 6610, 2019.

ZHUO, Y., MA, Z., LEMMEN, C., & BENNETT, R. M. Application of LADM for the integration of land and housing information in China: The legal dimension. **Land Use Policy**, v. 49, p. 634–648, 2015.

## APÊNDICE A - ATRIBUTOS E DESCRIÇÕES DO BANCO DE DADOS DE PROJETOS DE ASSENTAMENTO INCRA

Atributos e descrições do Banco de Dados de Projetos de Assentamento INCRA e sua conversão de acordo com a ISO 19.152/2012.

PAs_SR03		LADM			
Atributo - BD	Tipo - BD	Pacote/Sub	Classe	Atributo	Descricao
GID	Número	SurvAndRepre	LA_BoudaryFaceString	GID	Identificação da Poligonal
SEQ	Número	SurvAndRepre	LA_BoudaryFaceString	SEQID	Sequência da poligonal
CD_SIPRA	Caracter	Administrative	BR_Settlement	sipra	Código atribuído ao Projeto de Assentamento
MODALID	Caracter	Administrative	BR_Settlement	creationType	Classificação do Projeto: PA, PE, RESEX, PDAS, etc.
NM_PROJ	Caracter	Party	LA_GroupParty	settlementName	Nome do Projeto, sem a classificação antecedendo
NOMEPROJ	Caracter	Party	LA_GroupParty	settlementTypeName	Nome do Projeto de Assentamento com classificação
FASE	Número	Administrative	BR_Settlement	stage	Fase de implantação do PA
CAPACIDADE					
BENEFIC	Número	Administrative	BR_Settlement	obtainingNumber	Número de lotes disponibilizados
SR	Caracter	Party	BR_Agency	sr	Estado da Superintendência Regional do Incra
SR_N	Número	Party	BR_Agency	srID	Número da Superintendência Regional do Incra
UF	Caracter	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	uf	Identificação do Estado
ID_UF	Caracter	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	ufID	Identificação do Estado segundo IBGE
REGIAO					
MESOREGIAO					
MICROREGIA					
MUNICIPI	Caracter	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	county	Município do estado em que se encontra
MUNIC					
GEOCODIGO	Caracter	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	creationID	Código para o Projeto de Assentamento, atribuído pelo INCRA.
AM_LEGAL	boolean	Administrative	LA_Restriction	legalAmazon	Encontra-se ou não na Amazônia Legal
TIPO_CR	Caracter	Administrative	BR_Settlement	creationType	Tipo de criação do PA
NUM_CR	Número	Party	LA_GroupParty	groupPartyID	Número de criação

<b>DATA_CR</b>	Data	Administrative	BR_SpatialUnitSettlement	<b>creationDate</b>	Data de criação
<b>ANO_CRIA</b>					
<b>MES_CRIA</b>					
<b>FORMA_OBT</b>	Caracter	Administrative	BR_SpatialUnitSettlement	<b>obtainingWay</b>	Forma de obtenção
<b>DATA_OBT</b>	Data	Administrative	BR_SpatialUnitSettlement	<b>obtainingDate</b>	Data de obtenção
<b>IMOVEIS</b>	Número	Administrative	LA_BAUnit	<b>propertiesNumber</b>	Número de Matrículas que compõem o imóvel (lote)
<b>AREA_PROJ</b>	Número	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	<b>projectArea</b>	Área informada pós demarcação.
<b>AREA_OBT</b>	Número	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	<b>obtainingArea</b>	Área informada no processo de Obtenção
<b>ESFERA</b>	boolean	Administrative	LA_AdministrativeSource	<b>levelScopeType</b>	Esfera de poder responsável (Federal/Estadual)
<b>INCRA</b>	Caracter	Party	BR_Agency	<b>name</b>	Instituição responsável pelo PA
<b>DELIMIT</b>	Caracter	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	<b>delimitations</b>	Delimitação
<b>FONTE_POL</b>	Caracter	SurvAndRepre	LA_SpatialSource	<b>poligonsSource</b>	Fonte de dados (método de obtenção)
<b>OBSERV</b>	Caracter	SpatialUnit	LA_SpatialUnit	<b>label</b>	Observações
<b>PERIMETRO_N</b>	Número	SpatialUnit	LA_SpatialUnit	<b>perimeter</b>	Perímetro do Projeto de Assentamento
<b>QRCODE_CER</b>	Caracter	SurvAndRepre	LA_SpatialSource	<b>QRCode</b>	Chama o QRCode de cadastramento da certificação
<b>AREA_CALC_</b>	Número	SpatialUnit	LA_SpatialUnit	<b>calculatedArea</b>	Área calculada na projeção UTM de Fuso nº 25
<b>CCIR</b>	Caracter	Administrative	BR_BAUnit	<b>BR_BAUnitID</b>	Certificado de Cadastro de Imóvel Rural cadastrado
<b>DOMINIO</b>	Número	Administrative	LA_Right	<b>rightType</b>	Tipo de domínio (TD, CCU, DRCU)
<b>N_PARCELA</b>	Caracter	Administrative	LA_BAUnit	<b>BAUnitID</b>	Número da parcela registrada
<b>NOME_BENEF</b>	Caracter	Party	LA_Party	<b>name</b>	Nome do beneficiário ao Projeto de Assentamento
<b>CPF</b>	Caracter	Party	LA_Party	<b>cpf</b>	CPF do beneficiário ao Projeto de Assentamento
<b>COD_MUN</b>	Caracter	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	<b>countyID</b>	Código IBGE do município onde se encontra o PA
<b>AREA_SIGEF</b>	Número	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	<b>sigefArea</b>	Área cadastrada segundo SIGEF
<b>PER_SIGEF</b>	Número	SpatialUnit	BR_SpatialUnitSettlement	<b>sigefPerimeter</b>	Perímetro da parcela cadastrada segundo SIGEF
<b>N_MATRICUL</b>	Número	Administrative	BR_Registry	<b>registrationNumber</b>	Nº da matrícula da parcela cadastrada no cartório
<b>LIVRO</b>	Caracter	Administrative	BR_Registry	<b>Book</b>	Livro de registro de matrícula do cartório
<b>FOLHA</b>	Caracter	Administrative	BR_Registry	<b>Page</b>	Folha do livro de registro de matrícula do cartório
<b>DATA_REG</b>	Caracter	Administrative	BR_Registry	<b>registrationDate</b>	Data do Registro da matrícula da parcela cadastrada
<b>CNS</b>	Caracter	Administrative	BR_Registry	<b>nationalServiceCode</b>	Código Nacional de Serventia do cartório
<b>UTM</b>	Número	SurvAndRepre	LA_SpatialSource	<b>UTM</b>	Indicação de fuso UTM

Legenda	PACOTES	Classe	SubPacote	Classe
	Party	LA_Party LA_GroupParty		BR_Agency
Descartados	Administrative	LA_RRR LA_Restriction LA_Responsability LA_Right LA_Party LA_BAUnit LA_AdministrativeSource		BR_BAUnit BR_Registry BR_Settlement
	SpatialUnit	LA_SpatialUnit LA_SpatialUnitGroup LA_Level LA_LegalSpatialBuilding Unit LA_LegalSpatialUtility Network	SurvAndRepre	LA_SpatialSource LA_Point LA_BoudaryFaceString  BR_SpatialUnitSettlement

## APÊNDICE B - COMANDOS SQL PARA A CRIAÇÃO DE TABELAS RELACIONAIS DO CADASTRO TERRITORIAL RURAL

Comandos SQL para a criação de tabelas relacionais do Cadastro Territorial Rural de Projetos de Assentos de acordo com o LADM ISO 19.152/2012.

```
-- Create table LA_Point
CREATE TABLE LA_Point (
  pointID INTEGER,
  pointType VARCHAR(50),
  originalLocation VARCHAR(50),
  interpolationRole REAL,
  productionMethod VARCHAR(50),
  geom POINT,
  CONSTRAINT pk_LA_Point PRIMARY KEY (pointID)
);

-- Create the spatial index on geom column of LA_Point
CREATE INDEX SIDX_LA_Point
  ON LA_Point
  USING GIST (geom);

-- Create table BR_BAUnit
CREATE TABLE BR_BAUnit (
  BR_BAUnitID INTEGER,
  BR_BAUnitType VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_BR_BAUnit PRIMARY KEY (BR_BAUnitID)
);

-- Create table LA_Responsability
CREATE TABLE LA_Responsability (
  responsibilityType VARCHAR(50)
);
```

-- Create table BR\_SpatialUnitSettlement

```
CREATE TABLE BR_SpatialUnitSettlement (
  region VARCHAR(50),
  uf VARCHAR(50),
  ufID INTEGER,
  county VARCHAR(50),
  countyID INTEGER,
  obtainingArea REAL,
  calculatadeArea REAL,
  projectArea REAL,
  delimitations VARCHAR(50),
  geom POLYGON
);
```

-- Create the spatial index on geom column of BR\_SpatialUnitSettlement

```
CREATE INDEX SIDX_BR_SpatialUnitSettlement
  ON BR_SpatialUnitSettlement
  USING GIST (geom);
```

-- Create table LA\_Restriction

```
CREATE TABLE LA_Restriction (
  restrictionType VARCHAR(50),
  legalAmazon BOOLEAN
);
```

-- Create table LA\_AdministrativeSource

```
CREATE TABLE LA_AdministrativeSource (
  asID INTEGER,
  asType VARCHAR(50),
  levelScopeType VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_LA_AdministrativeSource PRIMARY KEY (asID)
);
```

```

-- Create table LA_LegalSpaceUtilityNetwork
CREATE TABLE LA_LegalSpaceUtilityNetwork (
  extPhysicalNetworkID INTEGER,
  lsunType VARCHAR(50),
  relationship VARCHAR(50),
  lsnuStatus VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_LA_LegalSpaceUtilityNetwork PRIMARY KEY
(extPhysicalNetworkID)
);

-- Create table LA_BoundaryFaceString
CREATE TABLE LA_BoundaryFaceString (
  bfsID INTEGER,
  locationByText VARCHAR(50),
  geometry VARCHAR(50),
  GID INTEGER,
  SEQID INTEGER,
  geom POLYGON,
  CONSTRAINT pk_LA_BoundaryFaceString PRIMARY KEY (bfsID)
);

-- Create the spatial index on geom column of LA_BoundaryFaceString
CREATE INDEX SIDX_LA_BoundaryFaceString
ON LA_BoundaryFaceString
USING GIST (geom);

-- Create table LA_SpatialUnitGroup
CREATE TABLE LA_SpatialUnitGroup (
  sugID INTEGER,
  sugLabel VARCHAR(50),
  sugName VARCHAR(50),
  hierarchyLevel VARCHAR(50),

```

```
CONSTRAINT pk_LA_SpatialUnitGroup PRIMARY KEY (sugID)
);

-- Create table LA_Level
CREATE TABLE LA_Level (
  levelID INTEGER,
  levelType VARCHAR(50),
  name VARCHAR(50),
  registerType VARCHAR(50),
  structure VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_LA_Level PRIMARY KEY (levelID)
);

-- Create table BR_Registry
CREATE TABLE BR_Registry (
  nationalServiceCode VARCHAR(50),
  registrationNumber VARCHAR(50),
  book VARCHAR(50),
  page VARCHAR(50),
  registrationDate DATE,
  CONSTRAINT pk_BR_Registry PRIMARY KEY (nationalServiceCode)
);

-- Create table LA_GroupParty
CREATE TABLE LA_GroupParty (
  groupID INTEGER,
  gpType VARCHAR(50),
  settlementName VARCHAR(50),
  settlementTypeName VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_LA_GroupParty PRIMARY KEY (groupID)
);

-- Create table LA_RRR
```

```

CREATE TABLE LA_RRR (
  rID INTEGER,
  description VARCHAR(50),
  share REAL,
  timeSpec DATE,
  CONSTRAINT pk_LA_RRR PRIMARY KEY (rID)
);

-- Create table LA_Right
CREATE TABLE LA_Right (
  rightType VARCHAR(50)
);

-- Add new column (foreign key) on table LA_Right due generalization-LA_RRR
ALTER TABLE LA_Right
  ADD COLUMN LA_RRR_rID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table LA_Right due generalization-LA_RRR
ALTER TABLE LA_Right ADD
  CONSTRAINT fk_LA_Right_ref_LA_RRR
  FOREIGN KEY (LA_RRR_rID)
  REFERENCES LA_RRR(rID);

-- Create table LA_Source
CREATE TABLE LA_Source (
  sID INTEGER,
  availabilityStatus VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_LA_Source PRIMARY KEY (sID)
);

-- Create table LA_SpatialSource
CREATE TABLE LA_SpatialSource (
  ssID INTEGER,

```

```

measurements VARCHAR(50),
ssType VARCHAR(50),
GRS VARCHAR(50),
poligonSource VARCHAR(50),
QRCode VARCHAR(50),
UTM VARCHAR(50),
CONSTRAINT pk_LA_SpatialSource PRIMARY KEY (ssID)
);

```

```

-- Add new column (foreign key) on table LA_SpatialSource due generalization-
LA_Source

```

```

ALTER TABLE LA_SpatialSource
ADD COLUMN LA_Source_sID INTEGER;

```

```

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialSource due generalization-
LA_Source

```

```

ALTER TABLE LA_SpatialSource ADD
CONSTRAINT fk_LA_SpatialSource_ref_LA_Source
FOREIGN KEY (LA_Source_sID)
REFERENCES LA_Source(sID);

```

```

-- Create table LA_SpatialUnit

```

```

CREATE TABLE LA_SpatialUnit (
suID INTEGER,
suType VARCHAR(50),
label VARCHAR(50),
area REAL,
perimeter REAL,
sigefArea REAL,
sigefPerimeter REAL,
sigefDelimitation INTEGER,
CONSTRAINT pk_LA_SpatialUnit PRIMARY KEY (suID)
);

```

```

-- Create table LA_LegalSpaceBuildingUnit
CREATE TABLE LA_LegalSpaceBuildingUnit (
  extPhysicalBuildingID INTEGER,
  lsbuType VARCHAR(50),
  CONSTRAINT      pk_LA_LegalSpaceBuildingUnit      PRIMARY      KEY
(extPhysicalBuildingID)
);

-- Add new column (foreign key) on table LA_LegalSpaceBuildingUnit due
generalization-LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_LegalSpaceBuildingUnit
  ADD COLUMN LA_SpatialUnit_suID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table LA_LegalSpaceBuildingUnit due
generalization-LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_LegalSpaceBuildingUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_LegalSpaceBuildin_ref_LA_SpatialUnit
  FOREIGN KEY (LA_SpatialUnit_suID)
  REFERENCES LA_SpatialUnit(suID);

-- Create table LA_BAUnit
CREATE TABLE LA_BAUnit (
  BAUnitID INTEGER,
  BAUnitType VARCHAR(50),
  CONSTRAINT pk_LA_BAUnit PRIMARY KEY (BAUnitID)
);

-- Create table BR_Settlement
CREATE TABLE BR_Settlement (
  creationID INTEGER,
  creationType VARCHAR(50),
  creationDate DATE,

```

```

obtainingNumber INTEGER,
obtainingWay VARCHAR(50),
obtainingDate DATE,
stage VARCHAR(50),
CONSTRAINT pk_BR_Settlement PRIMARY KEY (creationID)
);

-- Add new column (foreign key) on table BR_Settlement due generalization-
LA_BAUnit
ALTER TABLE BR_Settlement
ADD COLUMN LA_BAUnit_BAUnitID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table BR_Settlement due generalization-LA_BAUnit
ALTER TABLE BR_Settlement ADD
CONSTRAINT fk_BR_Settlement_ref_LA_BAUnit
FOREIGN KEY (LA_BAUnit_BAUnitID)
REFERENCES LA_BAUnit(BAUnitID);

-- Create table LA_Party
CREATE TABLE LA_Party (
pID INTEGER,
partyType VARCHAR(50),
cpf VARCHAR(50),
name VARCHAR(50),
nationality VARCHAR(50),
beneficiaryNumber INTEGER,
CONSTRAINT pk_LA_Party PRIMARY KEY (pID)
);

-- Create table BR_Agency
CREATE TABLE BR_Agency (
agID INTEGER,
name VARCHAR(50),

```

```

srID INTEGER,
sr VARCHAR(50),
CONSTRAINT pk_BR_Agency PRIMARY KEY (agID)
);

-- Add new column (foreign key) on table BR_Agency due generalization-LA_Party
ALTER TABLE BR_Agency
ADD COLUMN LA_Party_pID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table BR_Agency due generalization-LA_Party
ALTER TABLE BR_Agency ADD
CONSTRAINT fk_BR_Agency_ref_LA_Party
FOREIGN KEY (LA_Party_pID)
REFERENCES LA_Party(pID);

-- Create table LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit
CREATE TABLE LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit (
LA_SpatialUnitGroup_sugID INTEGER,
LA_SpatialUnit_suID INTEGER,
CONSTRAINT pk_LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit PRIMARY KEY
(LA_SpatialUnitGroup_sugID,LA_SpatialUnit_suID)
);

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit due
conventional-relationship-LA_SpatialUnitGroup--LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit ADD
CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnitGroup__ref_LA_SpatialUnitGroup
FOREIGN KEY (LA_SpatialUnitGroup_sugID)
REFERENCES LA_SpatialUnitGroup(sugID);

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit due
conventional-relationship-LA_SpatialUnitGroup--LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnit ADD

```

```

CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnitGroup__ref_LA_SpatialUnit
FOREIGN KEY (LA_SpatialUnit_suID)
REFERENCES LA_SpatialUnit(suID);

-- Create table LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnitGroup
CREATE TABLE LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnitGroup (
  LA_SpatialUnitGroup_sugID INTEGER,
  LA_SpatialUnitGroup_sug1ID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnitGroup PRIMARY KEY
(LA_SpatialUnitGroup_sugID,LA_SpatialUnitGroup_sug1ID)
);

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnitGroup
due conventional-relationship-LA_SpatialUnitGroup--LA_SpatialUnitGroup
ALTER TABLE LA_SpatialUnitGroup_LA_SpatialUnitGroup ADD
  CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnitGroup__ref_LA_SpatialUnitGroup
  FOREIGN KEY (LA_SpatialUnitGroup_sugID)
  REFERENCES LA_SpatialUnitGroup(sugID);

-- Create table LA_Party_LA_BAUnit
CREATE TABLE LA_Party_LA_BAUnit (
  LA_Party_pID INTEGER,
  LA_BAUnit_BAUnitID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_Party_LA_BAUnit PRIMARY KEY
(LA_Party_pID,LA_BAUnit_BAUnitID)
);

-- Add foreign key constraint on table LA_Party_LA_BAUnit due conventional-
relationship-LA_Party--LA_BAUnit
ALTER TABLE LA_Party_LA_BAUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_Party_LA_BAUnit_ref_LA_Party
  FOREIGN KEY (LA_Party_pID)
  REFERENCES LA_Party(pID);

```

-- Add foreign key constraint on table LA\_Party\_LA\_BAUnit due conventional-relationship-LA\_Party--LA\_BAUnit

```
ALTER TABLE LA_Party_LA_BAUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_Party_LA_BAUnit_ref_LA_BAUnit
  FOREIGN KEY (LA_BAUnit_BAUnitID)
  REFERENCES LA_BAUnit(BAUnitID);
```

-- Create table LA\_RRR\_LA\_AdministrativeSource

```
CREATE TABLE LA_RRR_LA_AdministrativeSource (
  LA_RRR_rID INTEGER,
  LA_LA_AdministrativeSource_asID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_RRR_LA_AdministrativeSource PRIMARY KEY
  (LA_RRR_rID)
);
```

-- Add foreign key constraint on table LA\_RRR\_LA\_AdministrativeSource due conventional-relationship-LA\_RRR--LA\_AdministrativeSource

```
ALTER TABLE LA_RRR_LA_AdministrativeSource ADD
  CONSTRAINT fk_LA_RRR_LA_Administra_ref_LA_RRR
  FOREIGN KEY (LA_RRR_rID)
  REFERENCES LA_RRR(rID);
```

-- Add foreign key constraint on table LA\_RRR\_LA\_AdministrativeSource due conventional-relationship-LA\_RRR--LA\_AdministrativeSource

```
ALTER TABLE LA_RRR_LA_AdministrativeSource ADD
  CONSTRAINT fk_LA_RRR_LA_Administra_ref_LA_AdministrativeSou
  FOREIGN KEY (LA_LA_AdministrativeSource_asID)
  REFERENCES LA_AdministrativeSource(asID);
```

-- Add new column (foreign key) on table LA\_SpatialUnit due conventional-relationship-LA\_Point--LA\_SpatialUnit

```
ALTER TABLE LA_SpatialUnit
```

```

ADD COLUMN LA_Point_pointID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnit due conventional-relationship-
LA_Point--LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_SpatialUnit ADD
CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnit_ref_LA_Point
FOREIGN KEY (LA_Point_pointID)
REFERENCES LA_Point(pointID);

-- Create table BR_BAUnit_BR_Registry
CREATE TABLE BR_BAUnit_BR_Registry (
BR_BAUnit_BR_BAUnitID INTEGER,
BR_Registry_nationalServiceCode VARCHAR(50),
CONSTRAINT      pk_BR_BAUnit_BR_Registry      PRIMARY      KEY
(BR_BAUnit_BR_BAUnitID,BR_Registry_nationalServiceCode)
);

-- Add foreign key constraint on table BR_BAUnit_BR_Registry due conventional-
relationship-BR_BAUnit--BR_Registry
ALTER TABLE BR_BAUnit_BR_Registry ADD
CONSTRAINT fk_BR_BAUnit_BR_Registr_ref_BR_BAUnit
FOREIGN KEY (BR_BAUnit_BR_BAUnitID)
REFERENCES BR_BAUnit(BR_BAUnitID);

-- Add foreign key constraint on table BR_BAUnit_BR_Registry due conventional-
relationship-BR_BAUnit--BR_Registry
ALTER TABLE BR_BAUnit_BR_Registry ADD
CONSTRAINT fk_BR_BAUnit_BR_Registr_ref_BR_Registry
FOREIGN KEY (BR_Registry_nationalServiceCode)
REFERENCES BR_Registry(nationalServiceCode);

-- Create table LA_SpatialUnit_LA_BAUnit
CREATE TABLE LA_SpatialUnit_LA_BAUnit (

```

```

    LA_SpatialUnit_suID INTEGER,
    LA_BAUnit_BAUnitID INTEGER,
    CONSTRAINT      pk_LA_SpatialUnit_LA_BAUnit      PRIMARY      KEY
(LA_SpatialUnit_suID,LA_BAUnit_BAUnitID)
);

```

```

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnit_LA_BAUnit due conventional-
relationship-LA_SpatialUnit--LA_BAUnit

```

```

ALTER TABLE LA_SpatialUnit_LA_BAUnit ADD
    CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnit_LA_BA_ref_LA_SpatialUnit
    FOREIGN KEY (LA_SpatialUnit_suID)
    REFERENCES LA_SpatialUnit(suID);

```

```

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnit_LA_BAUnit due conventional-
relationship-LA_SpatialUnit--LA_BAUnit

```

```

ALTER TABLE LA_SpatialUnit_LA_BAUnit ADD
    CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnit_LA_BA_ref_LA_BAUnit
    FOREIGN KEY (LA_BAUnit_BAUnitID)
    REFERENCES LA_BAUnit(BAUnitID);

```

```

-- Add new column (foreign key) on table BR_SpatialUnitSettlement due
conventional-aggregation-LA_SpatialUnitGroup-BR_SpatialUnitSettlement

```

```

ALTER TABLE BR_SpatialUnitSettlement
    ADD COLUMN LA_SpatialUnitGroup_sugID INTEGER;

```

```

-- Add foreign key constraint on table BR_SpatialUnitSettlement due conventional-
aggregation-LA_SpatialUnitGroup-BR_SpatialUnitSettlement

```

```

ALTER TABLE BR_SpatialUnitSettlement ADD
    CONSTRAINT fk_BR_SpatialUnitSettle_ref_LA_SpatialUnitGroup
    FOREIGN KEY (LA_SpatialUnitGroup_sugID)
    REFERENCES LA_SpatialUnitGroup(sugID);

```

```

-- Create table BR_Agency_BR_BAUnit

```

```

CREATE TABLE BR_Agency_BR_BAUnit (
  BR_Agency_agID INTEGER,
  BR_BAUnit_BR_BAUnitID INTEGER,
  CONSTRAINT      pk_BR_Agency_BR_BAUnit      PRIMARY      KEY
(BR_Agency_agID,BR_BAUnit_BR_BAUnitID)
);

```

```

-- Add foreign key constraint on table BR_Agency_BR_BAUnit due conventional-
relationship-BR_Agency--BR_BAUnit

```

```

ALTER TABLE BR_Agency_BR_BAUnit ADD
  CONSTRAINT fk_BR_Agency_BR_BAUnit_ref_BR_Agency
  FOREIGN KEY (BR_Agency_agID)
  REFERENCES BR_Agency(agID);

```

```

-- Add foreign key constraint on table BR_Agency_BR_BAUnit due conventional-
relationship-BR_Agency--BR_BAUnit

```

```

ALTER TABLE BR_Agency_BR_BAUnit ADD
  CONSTRAINT fk_BR_Agency_BR_BAUnit_ref_BR_BAUnit
  FOREIGN KEY (BR_BAUnit_BR_BAUnitID)
  REFERENCES BR_BAUnit(BR_BAUnitID);

```

```

-- Create table LA_RRR_LA_BAUnit

```

```

CREATE TABLE LA_RRR_LA_BAUnit (
  LA_RRR_rID INTEGER,
  LA_BAUnit_BAUnitID INTEGER,
  CONSTRAINT      pk_LA_RRR_LA_BAUnit      PRIMARY      KEY
(LA_RRR_rID,LA_BAUnit_BAUnitID)
);

```

```

-- Add foreign key constraint on table LA_RRR_LA_BAUnit due conventional-
relationship-LA_RRR--LA_BAUnit

```

```

ALTER TABLE LA_RRR_LA_BAUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_RRR_LA_BAUnit_ref_LA_RRR

```

```

FOREIGN KEY (LA_RRR_rID)
REFERENCES LA_RRR(rID);

-- Add foreign key constraint on table LA_RRR_LA_BAUnit due conventional-
relationship-LA_RRR--LA_BAUnit
ALTER TABLE LA_RRR_LA_BAUnit ADD
CONSTRAINT fk_LA_RRR_LA_BAUnit_ref_LA_BAUnit
FOREIGN KEY (LA_BAUnit_BAUnitID)
REFERENCES LA_BAUnit(BAUnitID);

-- Create table LA_Point_LA_SpatialSource
CREATE TABLE LA_Point_LA_SpatialSource (
  LA_Point_pointID INTEGER,
  LA_Point_ssID INTEGER,
  CONSTRAINT      pk_LA_Point_LA_SpatialSource      PRIMARY      KEY
(LA_Point_pointID)
);

-- Add foreign key constraint on table LA_Point_LA_SpatialSource due conventional-
relationship-LA_Point--LA_SpatialSource
ALTER TABLE LA_Point_LA_SpatialSource ADD
CONSTRAINT fk_LA_Point_LA_SpatialS_ref_LA_Point
FOREIGN KEY (LA_Point_pointID)
REFERENCES LA_Point(pointID);

-- Add foreign key constraint on table LA_Point_LA_SpatialSource due conventional-
relationship-LA_Point--LA_SpatialSource
ALTER TABLE LA_Point_LA_SpatialSource ADD
CONSTRAINT fk_LA_Point_LA_SpatialS_ref_LA_SpatialSource
FOREIGN KEY (LA_Point_ssID)
REFERENCES LA_SpatialSource(ssID);

```

```
-- Add new column (foreign key) on table LA_Party due conventional-aggregation-
LA_GroupParty-LA_Party
```

```
ALTER TABLE LA_Party
  ADD COLUMN LA_GroupParty_groupID INTEGER;
```

```
-- Add foreign key constraint on table LA_Party due conventional-aggregation-
LA_GroupParty-LA_Party
```

```
ALTER TABLE LA_Party ADD
  CONSTRAINT fk_LA_Party_ref_LA_GroupParty
  FOREIGN KEY (LA_GroupParty_groupID)
  REFERENCES LA_GroupParty(groupID);
```

```
-- Create table LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit
```

```
CREATE TABLE LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit (
  LA_BoundaryFaceString_bfsID INTEGER,
  LA_SpatialUnit_suID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit PRIMARY KEY
  (LA_BoundaryFaceString_bfsID,LA_SpatialUnit_suID)
);
```

```
-- Add foreign key constraint on table LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit due
conventional-relationship-LA_BoundaryFaceString--LA_SpatialUnit
```

```
ALTER TABLE LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_BoundaryFaceStrin_ref_LA_BoundaryFaceStrin
  FOREIGN KEY (LA_BoundaryFaceString_bfsID)
  REFERENCES LA_BoundaryFaceString(bfsID);
```

```
-- Add foreign key constraint on table LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit due
conventional-relationship-LA_BoundaryFaceString--LA_SpatialUnit
```

```
ALTER TABLE LA_BoundaryFaceString_LA_SpatialUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_BoundaryFaceStrin_ref_LA_SpatialUnit
  FOREIGN KEY (LA_SpatialUnit_suID)
  REFERENCES LA_SpatialUnit(suID);
```

```
-- Add new column (foreign key) on table LA_RRR due conventional-relationship-
LA_Party--LA_RRR
```

```
ALTER TABLE LA_RRR
  ADD COLUMN LA_Party_pID INTEGER;
```

```
-- Add foreign key constraint on table LA_RRR due conventional-relationship-
LA_Party--LA_RRR
```

```
ALTER TABLE LA_RRR ADD
  CONSTRAINT fk_LA_RRR_ref_LA_Party
  FOREIGN KEY (LA_Party_pID)
  REFERENCES LA_Party(pID);
```

```
-- Create table LA_AdministrativeSource_BR_Agency
```

```
CREATE TABLE LA_AdministrativeSource_BR_Agency (
  BR_Agency_agID INTEGER,
  LA_AdministrativeSource_BR_Agency_asID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_AdministrativeSource_BR_Agency PRIMARY KEY
  (BR_Agency_agID)
);
```

```
-- Add foreign key constraint on table LA_AdministrativeSource_BR_Agency due
conventional-relationship-LA_AdministrativeSource--BR_Agency
```

```
ALTER TABLE LA_AdministrativeSource_BR_Agency ADD
  CONSTRAINT fk_LA_AdministrativeSou_ref_LA_AdministrativeSou
  FOREIGN KEY (LA_AdministrativeSource_BR_Agency_asID)
  REFERENCES LA_AdministrativeSource(asID);
```

```
-- Add foreign key constraint on table LA_AdministrativeSource_BR_Agency due
conventional-relationship-LA_AdministrativeSource--BR_Agency
```

```
ALTER TABLE LA_AdministrativeSource_BR_Agency ADD
  CONSTRAINT fk_LA_AdministrativeSou_ref_BR_Agency
  FOREIGN KEY (BR_Agency_agID)
```

```

REFERENCES BR_Agency(agID);

-- Add new column (foreign key) on table LA_SpatialUnit due conventional-
relationship-LA_Level--LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_SpatialUnit
  ADD COLUMN LA_Level_levelID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table LA_SpatialUnit due conventional-relationship-
LA_Level--LA_SpatialUnit
ALTER TABLE LA_SpatialUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_SpatialUnit_ref_LA_Level
  FOREIGN KEY (LA_Level_levelID)
  REFERENCES LA_Level(levelID);

-- Add new column (foreign key) on table LA_BAUnit due conventional-aggregation-
BR_Settlement-LA_BAUnit
ALTER TABLE LA_BAUnit
  ADD COLUMN BR_Settlement_creationID INTEGER;

-- Add foreign key constraint on table LA_BAUnit due conventional-aggregation-
BR_Settlement-LA_BAUnit
ALTER TABLE LA_BAUnit ADD
  CONSTRAINT fk_LA_BAUnit_ref_BR_Settlement
  FOREIGN KEY (BR_Settlement_creationID)
  REFERENCES BR_Settlement(creationID);

-- Create table LA_BAUnit_LA_AdministrativeSource
CREATE TABLE LA_BAUnit_LA_AdministrativeSource (
  LA_BAUnit_BAUnitID INTEGER,
  LA_BAUnit_asID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_BAUnit_LA_AdministrativeSource PRIMARY KEY
(LA_BAUnit_BAUnitID)
);

```

-- Add foreign key constraint on table LA\_BAUnit\_LA\_AdministrativeSource due  
conventional-relationship-LA\_BAUnit--LA\_AdministrativeSource

```
ALTER TABLE LA_BAUnit_LA_AdministrativeSource ADD
  CONSTRAINT fk_LA_BAUnit_LA_Adminis_ref_LA_BAUnit
  FOREIGN KEY (LA_BAUnit_BAUnitID)
  REFERENCES LA_BAUnit(BAUnitID);
```

-- Add foreign key constraint on table LA\_BAUnit\_LA\_AdministrativeSource due  
conventional-relationship-LA\_BAUnit--LA\_AdministrativeSource

```
ALTER TABLE LA_BAUnit_LA_AdministrativeSource ADD
  CONSTRAINT fk_LA_BAUnit_LA_Adminis_ref_LA_AdministrativeSou
  FOREIGN KEY (LA_BAUnit_asID)
  REFERENCES LA_AdministrativeSource(asID);
```

-- Create table LA\_SpatialSource\_LA\_BoundaryFaceString

```
CREATE TABLE LA_SpatialSource_LA_BoundaryFaceString (
  LA_BoundaryFaceString_bfsID INTEGER,
  LA_BoundaryFaceString_ssID INTEGER,
  CONSTRAINT pk_LA_SpatialSource_LA_BoundaryFaceString PRIMARY KEY
  (LA_BoundaryFaceString_bfsID)
);
```

-- Add foreign key constraint on table LA\_SpatialSource\_LA\_BoundaryFaceString  
due conventional-relationship-LA\_SpatialSource--LA\_BoundaryFaceString

```
ALTER TABLE LA_SpatialSource_LA_BoundaryFaceString ADD
  CONSTRAINT fk_LA_SpatialSource_LA__ref_LA_SpatialSource
  FOREIGN KEY (LA_BoundaryFaceString_ssID)
  REFERENCES LA_SpatialSource(ssID);
```

-- Add foreign key constraint on table LA\_SpatialSource\_LA\_BoundaryFaceString  
due conventional-relationship-LA\_SpatialSource--LA\_BoundaryFaceString

```
ALTER TABLE LA_SpatialSource_LA_BoundaryFaceString ADD
```

```
CONSTRAINT fk_LA_SpatialSource_LA__ref_LA_BoundaryFaceStrin  
FOREIGN KEY (LA_BoundaryFaceString_bfsID)  
REFERENCES LA_BoundaryFaceString(bfsID);
```

**ANEXO A - ATRIBUTOS DO BANCO DE DADOS DISPONIBILIZADO PELO  
INCRA SR – 03**

Atributos do banco de dados disponibilizado pelo INCRA SR – 03.

<b>PAs_SR03_2018</b>	<b>Tipo</b>	<b>PAs_SR03_2018</b>	<b>Tipo</b>
<i><b>GID,N,4,2</b></i>	Número	<i><b>DATA_OBT,C,11</b></i>	Data
<i><b>SEQ,N,17,15</b></i>	Número	<i><b>IMOVEIS,N,17,15</b></i>	Número
<i><b>CD_SIPRA,C,254</b></i>	Caracter	<i><b>AREA_PROJ,N,9,4</b></i>	Número
<i><b>MODALID,C,5</b></i>	Caracter	<i><b>AREA_OBT,N,17,15</b></i>	Número
<i><b>NM_PROJ,C,56</b></i>	Caracter	<i><b>ESFERA,C,10</b></i>	boolean
<i><b>NOMEPROJ,C,86</b></i>	Caracter	<i><b>INCRA,C,5</b></i>	Caracter
<i><b>FASE,N,17,15</b></i>	Número	<i><b>DELIMIT,C,80</b></i>	Caracter
<i><b>CAPACIDADE,N,19,15</b></i>	Número	<i><b>FONTE_POL,C,10</b></i>	Caracter
<i><b>BENEFIC,N,19,15</b></i>	Número	<i><b>OBSERV,C,250</b></i>	Caracter
<i><b>SR,C,80</b></i>	Caracter	<i><b>PERIMETRO_,N,10,4</b></i>	Número
<i><b>SR_N,C,3</b></i>	Número	<i><b>QRCODE_CER,C,200</b></i>	Caracter
<i><b>UF,C,2</b></i>	Caracter	<i><b>AREA_CALC_,N,9,4</b></i>	Número
<i><b>ID_UF,C,2</b></i>	Caracter	<i><b>CCIR,C,15</b></i>	Caracter
<i><b>REGIAO,C,12</b></i>	Caracter	<i><b>DOMINIO,N,4,2</b></i>	Número
<i><b>MESOREGIAO,C,34</b></i>	Caracter	<i><b>N_PARCELA,C,10</b></i>	Caracter
<i><b>MICROREGIA,C,36</b></i>	Caracter	<i><b>NOME_BENEF,C,100</b></i>	Caracter
<i><b>MUNICIPI,C,32</b></i>	Caracter	<i><b>CPF,C,14</b></i>	Caracter
<i><b>MUNIC,C,32</b></i>	Caracter	<i><b>COD_MUN,C,8</b></i>	Caracter
<i><b>GEOCODIGO,C,7</b></i>	Caracter	<i><b>AREA_SIGEF,N,6,4</b></i>	Número
<i><b>AM_LEGAL,C,80</b></i>	boolean	<i><b>PER_SIGEF,N,6,4</b></i>	Número
<i><b>TIPO_CR,C,7</b></i>	Caracter	<i><b>N_MATRICUL,N,4,2</b></i>	Número
<i><b>NUM_CR,N,17,15</b></i>	Número	<i><b>LIVRO,C,80</b></i>	Caracter
<i><b>DATA_CR,C,11</b></i>	Data	<i><b>FOLHA,C,80</b></i>	Caracter
<i><b>ANO_CRIA,N,17,15</b></i>	Número	<i><b>DATA_REG,C,11</b></i>	Caracter
<i><b>MES_CRIA,N,17,15</b></i>	Número	<i><b>CNS,C,10</b></i>	Caracter

<b><i>FORMA_OBT,C,29</i></b>	Caracter	<b>UTM,N,10,4</b>	Número
------------------------------	----------	-------------------	--------

Fonte: INCRA (2018).



