

Thiago Panchiniak

**DISCUSSÃO SOBRE MODELOS CONCEITUAIS
RELACIONADOS AO CADASTRO TERRITORIAL:
ESTUDO DE CASO DE JOINVILLE**

Dissertação submetida ao Programa de
Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial da Universidade Federal de
Santa Catarina para a obtenção do
Grau de Mestre em Engenharia de
Transportes e Gestão Territorial
Orientador: Prof. Dr. Francisco
Henrique de Oliveira

Florianópolis - SC
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária
da UFSC.

Panchiniak, Thiago

DISCUSSÃO SOBRE MODELOS CONCEITUAIS RELACIONADOS
AO CADASTRO TERRITORIAL: ESTUDO DE CASO DE
JOINVILLE / Thiago Panchiniak ; orientador,
Francisco Henrique de Oliveira, 2017.

126 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós
Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial. 2. Cadastro Territorial
Multifinalitário. 3. Cadastro 3D. 4. Modelo
Conceitual. I. Oliveira, Francisco Henrique de. II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão
Territorial. III. Título.

Thiago Panchiniak

**DISCUSSÃO SOBRE MODELOS CONCEITUAIS
RELACIONADOS AO CADASTRO TERRITORIAL:
ESTUDO DE CASO DE JOINVILLE**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de Mestre e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial

Florianópolis, 23 de novembro de 2017.

Prof. Dr. Carlos Loch
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Henrique de Oliveira
Orientador
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Prof. Dr. Everton da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

Prof. Dr. Amilton Amorim
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Prof. Dr. Rodrigo Pinheiro Ribas
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

Este trabalho é dedicado aos meus colegas, amigos e família, e todos aqueles que contribuíram para que ele fosse possível.

AGRADECIMENTOS

Meus mais sinceros agradecimentos ao Professor Chico, por todo o apoio, suporte e por estar sempre à disposição para sanar minhas dúvidas e dar sugestões nos momentos que eu mais necessitei. Aos professores, Everton da Silva, Amilton Amorim e Rodrigo Pinheiro Ribas, por aceitarem fazer parte da banca de avaliação da minha dissertação. Gostaria de agradecer também a Universidade Federal de Santa Catarina, e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transporte e Gestão Territorial por possibilitar a elaboração desta pesquisa.

Meus agradecimentos aos colegas e amigos, do projeto de mapeamento geotécnico de aptidão a urbanização frente aos desastres naturais do qual fui bolsista nesses últimos anos, pelo apoio e pelas divertidas reuniões nas quintas-feiras.

Gostaria de agradecer a Luiza, minha mãe, por me dar o suporte e apoio em todos os momentos para que eu tivesse meios de me dedicar e realizar essa pesquisa. Aos meus irmãos Marcelo e Fernando, por estarem a disposição sempre. E a minha companheira Ana Luísa por estar sempre comigo me ajudando e me auxiliando com críticas e sugestões.

Por último, mas não menos importante, gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma, em menor ou maior parte fizeram parte desse processo, meus mais sinceros agradecimentos a todos.

“Com a transformação do mundo, devemos, assim, substituir as antigas categorias de análise por outras, que deem conta da explicação do novo e da mudança. A análise, para ser válida, não pode ser vazia da história concreta. Como resposta às novas redes de relações é que podemos, hoje, falar de uma nova hierarquia urbana.”

(Milton Santos, 1988)

RESUMO

A crescente pressão sobre o território urbano nacional, resultado do crescimento desordenado e da falta de planejamento, ocasiona o uso intensivo e complexo do território, demonstrando a necessidade em repensar como os direitos, restrições e responsabilidades sobre a terra são registrados e gerenciados, reafirmando a urgência em utilizar a informação 3D nos registros cadastrais. Neste sentido, observou-se a existência de determinados entraves para o desenvolvimento e disseminação dos cadastros territoriais no Brasil, onde destacam-se a escassez de dados espaciais, a ausência de comprovação documental da propriedade e a ineficácia da legislação existente para o cadastro urbano. No processo evolutivo e de apoio a sistematização e organização de um sistema cadastral nacional, ações como o decreto nº6.666 de 27 de novembro de 2008 que institui a Infra-Estrutura de Dados Espaciais - INDE, e o decreto nº 8.764 de 10 de maio de 2016 que institui o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais – SINTER passam a subsidiar a convergência de uma ordem cadastral nacional. Cientes da evolução dos rumos em que o cadastro brasileiro caminha, essa pesquisa avaliou o potencial do OMT-G como linguagem base para elaboração de modelo conceitual para cadastros territoriais, tendo em vista a portaria nº 511/2009 e as diretrizes presentes na ISO 19.152/2012, *Land Administration Domain Model* – LADM. Nesse sentido, considerou-se a avaliação do modelo conceitual OMT-G para o Sistema de Gestão Cadastral de Joinville-SC, com o objetivo de avaliar a sua aplicação prática com relação a Portaria nº511/2009 segundo a referência do cadastro 3D e a LADM. Os resultados obtidos reforçam a necessidade do desenvolvimento de uma lei nacional de cadastro urbano, bem como da revisão dos parâmetros dispostos na portaria nº511/2009 tendo em vista as diretrizes da LADM e a incorporação clara do conceito assumido pelo cadastro 3D.

Palavras-chave: Cadastro Territorial Multifinalitário - CTM. Cadastro 3D. Modelo Conceitual.

ABSTRACT

The increasing pressure on the national urban territory, as a result of the disorderly growth and lack of planning, causes the intensive and complex use of the territory, demonstrating the need to rethink how rights, restrictions and responsibilities on land are registered and managed, reaffirming the urgency of using 3D information in cadastre records. In this sense, it was observed the existence of certain obstacles to the development and dissemination of territorial registries in Brazil, where the scarcity of spatial data, the absence of documentary proof of the property and the lack of legislation for the urban cadastre stand out. In the evolutionary process and in support of the systematization and organization of a national cadastral system, actions such as Decree No. 6,666 of November 27, 2008 establishing the Spatial Data Infrastructure - INDE, and Decree No. 8,764 of May 10 of 2016 that establishes the National System of Management of Territorial Information - SINTER begin to subsidize the convergence of a national cadastral order. Aware of the evolution of the directions in which the Brazilian cadastre is heading, this research evaluated the potential of the OMT-G as a base language for the elaboration of a conceptual model for territorial registries, in view of ordinance No. 511/2009 and the guidelines present in ISO 19.152 / 2012, Land Administration Domain Model - LADM. In this sense, we considered the evaluation of the OMT-G conceptual model for the Joinville-SC Cadastral Management System, in order to evaluate its practical application in relation to Ordinance No. 511/2009 according to the reference of the 3D cadastre and LADM. The results obtained reinforce the need for the development of a national urban cadastre law, as well as a review of the parameters set forth in Administrative Rule No. 511/2009, in view of the LADM guidelines and the clear incorporation of the concept assumed by the 3D cadastre.

Keywords: Multipurpose Territorial Cadastre - CTM. 3D registration. Conceptual Model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Conceito de cadastro (FIG, 2014).....	34
Figura 2 Exemplo de propriedade 3D.	38
Figura 3 Como registrar informações de situações em 3D em um cadastro 2D.39	
Figura 4 Ilustração da extensão espacial do direito de propriedade na Parcela. 40	
Figura 5 Relação espacial entre os imóveis e as redes de infraestrutura no espaço aéreo e no subsolo.	42
Figura 6 Componentes de uma IDE.....	48
Figura 7 Níveis de abstração de aplicações geográficas.	55
Figura 8 Notação gráfica para as classes do modelo OMT-G.....	57
Figura 9 Geo-Campos.....	58
Figura 10 Geo-Objetos.....	58
Figura 11 Relacionamentos.....	60
Figura 12 Cardinalidade.....	62
Figura 13 Generalização / Especialização.....	63
Figura 14 Agregação na notação UML.....	63
Figura 15 Agregação entre classe convencional e georreferenciada.....	63
Figura 16 Agregação espacial (“todo-parte”).....	64
Figura 17 Generalização conceitual.....	66
Figura 18 Visão geral dos pacotes/subpacotes da LADM com suas respectivas classes.....	68
Figura 19 Classe <i>VersionedObject</i>	70
Figura 20 Pacote <i>Party</i>	71
Figura 21 Relacionamentos da Classe <i>LA_Party</i> com as demais subclasses do pacote.....	72
Figura 22 Pacote <i>Administrative</i>	74
Figura 23 Diagrama de classes do pacote administrativo com seus atributos... 75	
Figura 24 Diagrama do pacote <i>Spatial Unit</i>	80
Figura 25 Classes e atributos do pacote <i>Spatial Unit</i>	81
Figura 26 Diagrama de classes do pacote <i>Surveying and Representation</i>	84
Figura 27 Diagrama de classes com Relacionamento e atributos do pacote <i>Surveying and Representation</i>	85
Figura 28 Diagrama do método de desenvolvimento da dissertação.	89
Figura 29 Exemplo de uma quadra em Joinville subdividida em Parcelas.	95
Figura 30 Diagrama dos componentes que formam um SIT.....	96
Figura 31 Mapa de localização do município de Joinville - SC.....	103
Figura 32 Modelagem OMT-G do Sistema de Gestão Cadastral de Joinville - SC.	104
Figura 33 Exemplo de Sobreposição de usos: acima uma igreja e abaixo um comércio.	107
Figura 34 Localização da Parcela com sobreposição de usos no Cadastro Territorial de Joinville.	107
Figura 35 Recorte da Carta Cadastral do Município de Joinville.	110
Figura 36 Passarela de Pedestres sobre a Avenida Juscelino Kubitschek.	111

Figura 37 Passarela de Pedestres sobre a Avenida Juscelino Kubitschek visto no Mapa Cadastral de Joinville.....	111
Figura 38 Rede de Infraestrutura subterrânea.....	113
Figura 39 Ausência de Representação das Redes de Infraestrutura no Cadastro de Joinville - SC.....	113
Figura 40 Caminhão quebra laje sobre Rio na Praça Dario Sales em Joinville em 2011.....	115

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Relacionamentos Espaciais.....	61
Quadro 2 Parâmetros da Portaria 511/2009.....	94
Quadro 3 Parâmetros ISO 19.152/2012 - LADM.....	99

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CIATA - Convenio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo da Municipalidades
CONCAR - Comissão nacional de cartografia
CTM – Cadastro Técnico Multifinalitário
EIV – Estudo de Impacto de Vizinhança
FIG - Federação Internacional dos Geômetras
GNSS - *Global Navigation Satellite System*
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE - Infraestrutura de dados espaciais
IDH - Índice de Desenvolvimento Humano
IGN - Instituto Geográfico Nacional
INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
INDE - Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPTU - Imposto sobre a propriedade predial e territorial urbana
ISO - International Organization for Standardization
LADM - Land Administration Domain Model
MDA - Model driven architecture
MDS - Modelo digital de superfície
MDT - Modelo Digital de Terreno
MNRU - Movimento Nacional da Reforma Urbana
PIB - Produto interno bruto
OMT-G - Object Modeling Technique for Geographic Applications
RRR – *Right, Restriction and Responsibility*
SGB - Sistema Geodésico Brasileiro
SGBD - Sistema de gerenciamento de banco de dados
SICART - Sistema de cadastro e registro territorial
SIG – Sistemas de informação geográfica
SIT – Sistemas de Informação Territorial
SPU - Secretaria do Patrimônio da União
TIN – *Triangulated Irregular Network*
UML - Unified Modeling Language

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	25
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS	25
1.2	JUSTIFICATIVA	28
1.3	OBJETIVOS.....	30
1.3.1	Objetivo Geral	30
1.3.2	Objetivos Específicos	30
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	31
2.1	CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO (CTM).....	31
2.1.1	Cadastro 3D.....	37
2.1.2	O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) no Brasil.....	43
2.2	INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS (INDE)	46
2.3	MODELO CONCEITUAL.....	52
2.3.1	Níveis de abstração de dados geográficos.....	54
2.3.2	<i>Object Modeling Technique for Geographic Applications (OMT-G)</i>	55
2.4	<i>LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM)</i>	66
2.4.1	Classe <i>VersionedObject</i>	69
2.4.2	Pacote <i>Party</i>	70
2.4.3	Pacote <i>Administrative</i>	73
2.4.4	Pacote <i>Spatial Unit</i>	79
2.4.5	Sub-Pacote <i>Surveying and Representation</i>	84
3	MATERIAIS E MÉTODO	89
3.1	MATERIAIS UTILIZADOS	89
3.2	MÉTODOS.....	89
4	RESULTADOS E ANÁLISES.....	93
4.1	AVALIAÇÃO DA PORTARIA 511/2009	93
4.2	AVALIAÇÃO DA ISO 19.152/2012 (<i>LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL</i>).....	98
4.3	CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS SOBRE O CADASTRO DE JOINVILLE-SC SEGUNDO PORTARIA 511/2009 E A LADM	103
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
	REFERÊNCIAS.....	119

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A padronização dos dados espaciais no Brasil ainda se apresenta no contexto público e privado - como um objetivo a ser alcançado, principalmente no que diz respeito aos dados resultantes da administração pública. Esse cenário se deve majoritariamente em função da popularização das geotecnologias desde a década de 2000, que possibilitou o aumento na produção de dados espaciais em todas as áreas do conhecimento, destacando o uso para o planejamento e a gestão territorial. No entanto, nem todos os técnicos responsáveis pela produção da informação e dados geográficos, possuem conhecimento técnico suficiente para gerar e transformar os dados/informações existentes segundo normas técnicas que definem a padronização e a interoperabilidade.

A Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), no plano de ação de implementação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE), afirma que o crescimento no uso das geotecnologias por organizações públicas e privadas, tem contribuído para a geração de grandes volumes de dados e informações geoespaciais para múltiplos fins, e esses dados apresentam especificações e características diversas (BRASIL, 2010).

Atualmente, os cadastros territoriais, sendo eles multifinalitário ou não, apresentam-se como um dos principais produtores de informação espacial, no entanto, a escassez de norma técnica e/ou de padronização na elaboração dos cadastros municipais contribui para que os municípios as implementem procedimentos metodológicos equivocados em acordo com suas demandas, dificultando por vezes a interoperabilidade entre os dados oriundos de diferentes fontes.

Nesse sentido, objetivando minimizar as discrepâncias nas formatações e sistematizações entre os dados espaciais nacional foi instituído o Decreto Nº 6.666, DE 27 DE NOVEMBRO DE 2008 que no âmbito do Poder Executivo Federal estabelece a Infraestrutura Nacional dos Dados Espaciais (INDE).

Em 2009, o Ministério das cidades publicou a Portaria nº511, que trouxe orientações conceituais para a implementação do cadastro territorial multifinalitário, no entanto, grande parte dos municípios brasileiros não seguem o que está previsto na Portaria, em função do nível de exigências presentes na Portaria. Mesmo para os cadastros que seguem suas orientações, verifica-se a recomendação do que o cadastro deve englobar para ser multifinalitário, bem como algumas características

básicas que preconizam o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), assim não está recomendado no documento uma arquitetura padronizada do modelo cadastral.

De modo a corroborar com o processo de aprimoramento da realidade brasileira frente a sistematização e organização dos dados geoespaciais, em 2016 foi instituído a partir do Decreto Nº 8.764 de 10 de Maio de 2016 o Sistema Nacional de Gestão de Informações Territoriais (SINTER) regulamentando o disposto no Art.41 da Lei nº11.977 de Julho de 2009 (Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas), com o objetivo de criar uma ferramenta de gestão pública que integrará, em um único banco de dados espaciais nacional, o fluxo dinâmico de dados jurídicos produzidos pelos serviços de registros públicos ao fluxo de dados fiscais, cadastrais e geoespaciais de imóveis urbanos e rurais produzidos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios.

A CONCAR por meio das especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais (BRASIL, 2007), recomenda a utilização da linguagem *Object Modeling Technique for Geographic Applications* (OMT-G) para a elaboração de modelos conceituais. O OMT-G tem como base o diagrama de classes da UML com a introdução de primitivas geográficas, com o objetivo de aumentar a capacidade de representação do modelo (BORGES, 2005).

No período de elaboração deste trabalho, encontra-se em tramitação na câmara dos deputados do "governo federal" o projeto de lei nº 3876/2015, que estabelece normas para elaboração do cadastro territorial dos municípios e dá outras providências. O PL foi apresentado pelo Deputado Federal Edmilson Rodrigues em 09 de dezembro de 2015. Em síntese, o PL tem como referência a Portaria nº511, utilizando suas diretrizes para compor a proposta de lei.

No entanto, apesar dos significativos avanços que uma lei nº 3876/2015 referente ao cadastro territorial "urbano" pode representar para o Brasil, o cadastro brasileiro ainda é pensado somente em duas dimensões, onde é levado em consideração todos os objetos/feições que se encontram imediatamente sobre a superfície, desconsiderando o que está no subsolo (redes de água, esgoto, gás, etc.) e o que está acima da superfície (redes elétricas, número de pavimento, etc.), ou seja, o caráter tridimensional das Parcelas e edificações.

O cadastro 3D já é considerado por muitos técnicos e por grande parte da comunidade acadêmica, como o futuro do CTM, em função das possibilidades de representação das Parcelas territoriais e suas

particularidades visando a gestão e o planejamento territorial. Junto a isto, destaca-se que a Federação Internacional dos Geômetras (FIG), organização internacional referência no estudo do CTM, e muitos países que estão na vanguarda da implementação do CTM, como por exemplo, Holanda, Austrália entre outros, vem realizando experiências de implementação do cadastro 3D em seus territórios, originando uma extensa publicação acadêmica acerca do tema e relatando os seus resultados e impressões.

Desde 2002, a FIG em parceria com diversas instituições públicas e privadas, bem como, com vários profissionais do ramo, desenvolveram um modelo conceitual que propõe padronizar a informação referente a gestão territorial, mas que ao mesmo tempo fornece liberdade suficiente para se adequar à realidade local, onde fosse implementado. Dessa forma, a ISO (*International Organization for Standardization*) 19.152 e o Modelo Conceitual de gestão territorial LADM (*Land Administration Domain Model*), que representam o estado da arte na área de cadastros territoriais no mundo, apresentam-se como uma possibilidade de modelo conceitual padronizado para ser implementado nos cadastros municipais no Brasil.

Considerando o cenário mundial, os modelos cadastrais atuais foram, na sua maioria, desenvolvidos e baseados na definição de Parcelas 2D, e cobrem somente os dados neste formato, apesar de possuir dados 3D como componentes. No entanto, muitos autores, como por exemplo Abdul Rahman (2012), Aien (2011), Lemmen & Van Oosterom (2013), argumentam que o modelo conceitual deve ser elaborado visando o cadastro 3D, mas com suporte para o cadastro 2D, e não o inverso, como ocorre na maioria dos casos.

Frente a realidade exposta o princípio metodológico do trabalho consiste em analisar o OMT-G como linguagem para elaboração do modelo conceitual para a gestão territorial visando a geração do cadastro 3D, tendo em vista a legislação nacional suportada pela portaria nº 511/2009 e as diretrizes propostas na LADM presentes na ISO 19.152/2012.

Neste sentido, para cumprir o desafio de pesquisa proposto neste trabalho, foram utilizados os métodos de análise qualitativa, exploratória comparativa sobre as principais características do CTM e do Cadastro 3D, a fim de verificar se a linguagem OMT-G é capaz de suportar tudo que está previsto na Portaria 511/2009 e na norma internacional ISO 19.152/2012. Assim sendo, como procedimento de avaliação prática apoiado na proposição metodológica foi utilizado o modelo conceitual OMT-G elaborado para o CTM do Município de Joinville-SC -

desenvolvido ao ano de 2009. Juntamente, com a avaliação técnica sobre os parâmetros envolvidos na geração de um sistema cadastral foi realizada uma comparação entre as capacidades do modelo OMT-G, as recomendações da INDE, e com o modelo conceitual dado como exemplo no documento oficial da LADM.

1.2 JUSTIFICATIVA

A crescente pressão sobre o território urbano nacional, principalmente em suas regiões centrais, juntamente ao seu crescimento populacional, crescimento desordenado, aumento do valor da terra e ao aumento na demanda por infraestruturas, ocasiona o uso mais intensivo e complexo do território, como consequência, este fato tem despertado nos agentes e pesquisadores que trabalham com a temática da gestão territorial interesse em pesquisar sobre a importância do desenvolvimento de um Cadastro que aborde não simplesmente os limites das Parcelas territoriais sobre o solo, mas também a extensão dos direitos, restrições e responsabilidades do proprietário da terra no subsolo e acima dele, ou seja o Cadastro 3D.

Tais aspectos confirmam a necessidade do desenvolvimento e a utilização da informação 3D nos sistemas cadastrais (LEMMEN, 2012). A implementação de um cadastro 3D possibilita um aumento nas funcionalidades do Cadastro Multifinalitário e do planejamento urbano (Stoter & Oosterom, 2006 apud. AIEN et al, 2011). Tendo isto em vista, é hora de repensar como os direitos sobre a terra são registrados e gerenciados (ENEMARK et al. 2014).

Existem determinados fatores que se configuram como entraves para o desenvolvimento de cadastros territoriais. Um deles trata-se da escassez de dados espaciais, principalmente nos municípios menores e afastados dos grandes centros (PAIXÃO, et al. 2012). A elaboração de material cartográfico com o objetivo de satisfazer os requisitos mínimos propostos em diversos manuais técnicos, em função das exigências que eles trazem, apresentam valores de serviço altos demais que impossibilitam muitos municípios de contratar serviços que geram documentos cartográficos, tais como (ortofotos, modelos digitais do terreno, modelos digitais de superfície, entre outros).

Outro fator determinante é a ausência de comprovação documental descritiva sobre a propriedade real, resultando em diversas ilegalidades no processo de compra e venda de terrenos e imóveis, que ocorre informalmente sem a confirmação da propriedade dificultando o registro adequado da propriedade no Registro de Imóveis - RI (PAIXÃO,

et al. 2012). A existência de áreas ilegais, que geralmente são resultados de invasão e ocupação onde se formam as favelas, que mesmo nos municípios onde o cadastro urbano é consolidado, os cidadãos que vivem nessas áreas são ignorados pelo poder público.

O terceiro fator que dificulta a consolidação dos cadastros territoriais no Brasil está diretamente relacionado a falta de uma legislação nacional voltada ao cadastro que seja orientativa e baseada em um manual técnico, e o não cumprimento das legislações vigentes (PAIXÃO, et al. 2012). Mas desde a instituição do SINTER em 2016, tornou-se evidente a necessidade de estabelecer os principais parâmetros do cadastro urbano, com o objetivo de avaliar a qualidade dos cadastros desenvolvidos no País.

Segundo Enemark et al. (2014), as soluções propostas para os serviços de gestão territorial no mundo atualmente, possuem um alcance limitado, onde a maior parte da população, principalmente os mais pobres e vulneráveis, não é contemplada pelos sistemas formais de registro e proteção de seus direitos relacionados à terra.

Portanto, este trabalho se justifica pela necessidade de avaliar a Portaria 511/2009, por se tratar do documento que se apresenta como referência para os cadastros urbanos a serem implementados na realidade Brasileira, tendo em vista as mais recentes diretrizes internacionais a respeito do Cadastro Territorial (LADM). Pretende-se desta forma estudar e validar a efetiva aplicação, bem como avaliar e sugerir mudanças e aprimoramentos, com relação ao estado da arte do tema no mundo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

“Avaliar o potencial do OMT-G” como linguagem base para elaboração do modelo conceitual do cadastro territorial, tendo em vista a portaria nº 511/2009 e as diretrizes presentes na ISO 19.152/2012 (LADM).

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar os principais parâmetros que norteiam o CTM e estão presentes na Portaria nº511/ 2009, e na ISO 19.152/2012;
- b) Identificar as principais características e recomendações afetas ao Cadastro 3D de acordo com a ISO 19.152/ 2012 e com o Cadastro 2014;
- c) Analisar a linguagem OMT-G, a LADM e as diretrizes da INDE, tendo em vista a capacidade de suportar as características básicas do CTM em acordo com a Portaria 511/2009 somada as premissas do Cadastro 3D.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO (CTM)

Considerando as diferentes visões dos profissionais responsáveis e das diferentes legislações de cada nação que adotam o Cadastro Territorial Multifinalitário, tem-se claro que não existe um consenso quanto a sua origem. Nesse sentido, Erba e Loch (2007) afirmam que o registro mais antigo sobre cadastro, está presente nas ações realizadas pelos caldeus a aproximadamente 4000 a. C. Ao longo da história muitos povos, principalmente europeus e Asiáticos reafirmaram a importância do cadastro, atribuindo-lhe maior intervenção e aperfeiçoando os sistemas de registro e publicidade de propriedades.

Desde o cadastro napoleônico que foi realizado a partir de 1807 na França, e em toda a região ocupada pelos exércitos Franceses, como a Prússia, Renânia e Westfalia (PHILIPS, 2003) até os cadastros atuais estabelecidos pelas administrações públicas, o grande apelo para a implantação do cadastro se estabelece na condição arrecadatória. Assim, o cadastro econômico se superpõe aos demais cadastros e por vezes não tem o conceito multifinalitário explícito, uma vez que é de interesse “exclusivo” para fins de tributação – o qual deveria ser uma importante fonte de renda dos municípios, mas para a maioria deles, não é o que acontece.

Com o passar do tempo determinados países perceberam que os ganhos com uma instituição cadastral vão muito além do financeiro. Dessa forma, esses países foram atribuindo funções de registro de dados que compreendem além dos dados econômicos, dados geométricos, jurídico do imóvel, físicos e ambientais (ERBA & LOCH, 2007).

Atualmente a FIG, apresenta-se como a organização mundial responsável pelas principais pesquisas relacionadas aos rumos que os CTM's devem tomar tendo a vista o seu aperfeiçoamento e as inovações tecnológicas recentes. A Declaração da FIG sobre o cadastro elaborada em 1995, o define como:

Um Cadastro consiste em um sistema de informação territorial atualizado, baseado em Parcelas, contendo os registros de interesses relacionados ao território (por exemplo, direitos restrições e responsabilidades). Normalmente inclui uma descrição geométrica das Parcelas em conjunto com outros registros que descrevem a

natureza dos interesses a propriedade ou controle desses interesses, e frequentemente, o valor da Parcela e suas benfeitorias. Pode ser estabelecido para propósitos fiscais (por exemplo, avaliação e taxação equitativa), para propósitos legais (transferência), para auxiliar na administração do uso da terra (por exemplo, no planejamento e outros propósitos administrativos), e permite o desenvolvimento sustentável e a proteção ambiental. (Federação Internacional de Geômetras, 1995, p.01).

Em 1998 foi apresentado pela FIG o documento cadastro 2014, que tinha o objetivo de apresentar uma clara visão para os sistemas cadastrais no futuro, bem como, fazer revisão acerca das forças e fragilidades dos sistemas cadastrais à época. Neste documento o cadastro foi definido da seguinte forma:

O Cadastro é um inventário público, metodicamente ordenado, de dados concernentes a propriedades dentro de um determinado país ou distrito, baseado na agrimensura de seus limites. Tais propriedades estão sistematicamente identificadas por meio de alguma designação distinta. Os contornos limítrofes da propriedade e o identificador da Parcela normalmente são mostrados em mapas de escala grande, que, junto com outros registros, podem mostrar para cada propriedade distinta, a natureza, o tamanho, o valor e os direitos legal associado com a Parcela. O Cadastro responde à pergunta onde e quanto. (KAUFMANN & STEUDLER, 1998, p.12).

O Cadastro 2014 previa que o cadastro deveria cobrir mais do que o cadastro tradicional, através de uma estrutura organizacional adequada para cumprir com os futuros requisitos dos indivíduos e das sociedades. Foi previsto também a utilização dos bancos de dados para armazenamento de informação, com os mapas servindo somente para representação, e uma maior utilização dos computadores nos sistemas cadastrais. Com o passar do tempo, nem tudo que foi previsto se tornou realidade, muitas das hipóteses não se provaram verdadeiras.

A Portaria Nº 511, de 7 de dezembro de 2009, elaborado pelo Ministério das cidades, define o CTM, como sendo o inventario territorial

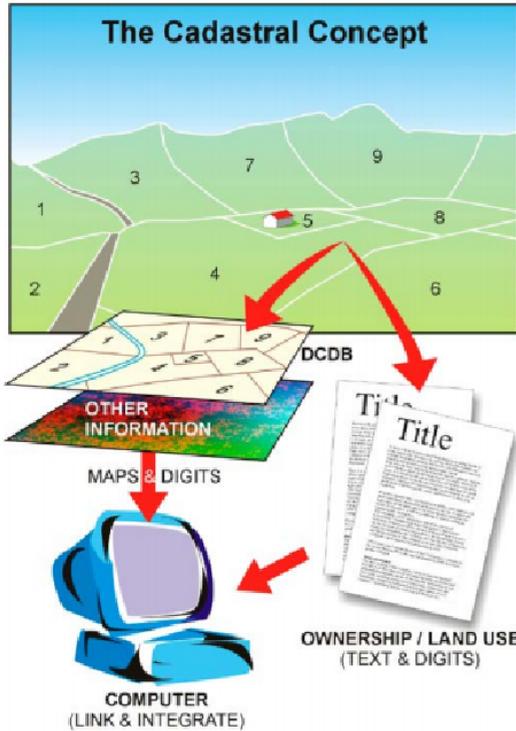
oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada Parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca.

O “*Intergovernmental Committee on Surveying and Mapping*” (ICSM), ou seja, Comitê Intergovernamental de Levantamento e Mapeamento da Austrália, publicou em 2015 o documento, cadastro 2034, o qual tem como objetivo continuar os avanços do Cadastro 2014 de conectar a informação cadastral com interesses sociais e legais mais amplos. O cadastro 2034 fez-se necessário em função das novas demandas sociais que surgiram desde a publicação do Cadastro 2014, e pelas novas demandas que surgirão no futuro à medida que surgem novas tecnologias, desafios ambientais e influências sociais e políticas que gradualmente transformam nossas responsabilidades (ICSM, 2015).

De acordo com o Cadastro 2034, o sistema cadastral compreende mecanismos que coletivamente asseguram que todos os terrenos e bens imóveis possam ser identificados de forma fácil, única e precisa em um sistema de referência comum. Dessa forma, conforme pode ser visto na Figura 1, o documento cadastro 2034 define o cadastro como sendo:

O sistema cadastral define e registra a localização e a extensão dos direitos, restrições e responsabilidades da propriedade. Inclui uma descrição geométrica dos limites da terra e dos imóveis, ligados a outros registros que descrevem a natureza dos interesses, a propriedade ou o controle desses interesses, e muitas vezes o valor da Parcela e suas melhorias. (ICSM, 2015, p.7)

Figura 1 Conceito de cadastro (FIG, 2014).



Fonte: FIG (2014).

Portanto de acordo com o Cadastro 2034, um sistema cadastral deve permitir que o usuário identifique prontamente a localização e extensão de todos os direitos, restrições e responsabilidades ligado ao território e a propriedade. Ainda segundo o Cadastro 2034, no futuro, a população saberá o que pode, não pode e deve ser feito em cada propriedade.

Segundo NISANCI & OZCELIK (2015), a administração e gestão do território baseiam-se em políticas de terras combinadas com leis relacionadas a registro e planejamento baseados em cadastro. Os autores ainda afirmam que os sistemas de administração territorial são a base para associar os RRR's com as pessoas, políticas públicas e as localidades. A respeito dos sistemas de administração territorial, Enemark faz seguinte afirmação.

Estes sistemas incorporam tanto a identificação de Parcelase o registro de direitos de propriedade da terra. Eles apoiam a avaliação e tributação das parcelas e edificações, bem como a administração de presentes e futuros usos das parcelas. Os Cadastros Multifinalitários suportam as quatro funções da posse da terra, valor, uso e desenvolvimento visando o desenvolvimento sustentável. (ENEMARK, 2010, p.5).

O cadastro territorial além de contribuir para a distribuição equitativa das cargas tributárias, promover a segurança da propriedade-raiz e criar bases para o planejamento urbano e regional, ele também passa a contemplar além dos aspectos econômicos, físicos e jurídicos tradicionais, os dados ambientais e sociais do imóvel e das pessoas que o habitam (ERBA & LOCH, 2007).

Tendo em vista o futuro dos cadastros territoriais, visando o cadastro 3D, e 4D, em 2012 foi publicada a ISO 19.152, denominada “*Land Administration Domain Model*” (LADM), a qual atualmente é considerada como um padrão internacional para os modelos cadastrais que já vem sendo implementado em vários países.

A LADM foi desenvolvida de forma a incorporar todos os dados que fazem referência a gestão territorial, a informação administrativa, desde a informação de Parcelamento de solo, os direitos, restrições e responsabilidades que são determinados pelo direito formal ou pelo direito adquirido, as pessoas que possuem relação com a terra, as unidades espaciais, como edificações e redes de infraestrutura, e a representação e levantamento da informação contida no banco de dados. Juntamente a essa informação, está previsto no LADM uma classe com a responsabilidade de manter um registro temporal da manipulação da informação cadastral.

A LADM não é um modelo conceitual fechado, dessa forma ele permite futuras correções ou adaptações de acordo com a necessidade de quem for implementa-lo. Por esses motivos, o modelo LADM é o que tem de mais moderno nos estudos mundiais acerca de tecnologia cadastral. O documento que estabelece a ISO 19.152/2012 apresenta modelos conceituais baseados na LADM em oito países diferentes. Os oito países são, Portugal, Austrália, Indonésia, Japão, Hungria, Holanda, Rússia e Coréia do Sul.

No entanto, apesar dos avanços tecnológicos para a gestão territorial, existem países que ainda não chegaram neste patamar, mas

apresentam uma necessidade urgente de construir sistemas simples, básicos e sustentáveis usando uma abordagem flexível e acessível para identificar a forma como a terra é ocupada e utilizada. Neste sentido, recentemente vem ganhando força a ideia do cadastro “*Fit-for-Purpose*”, ou seja, o cadastro territorial ajustado à necessidade de cada local (ENEMARK, et al. 2014).

Ao considerar os recursos e capacidades necessários para a construção de tais sistemas e os correspondentes esquemas espaciais básicos disponíveis nos países menos desenvolvidos, os conceitos de sistemas maduros e sofisticados como predominantemente utilizados nos países desenvolvidos podem ser vistos como o objetivo final e não o ponto de partida. Ao avaliar a tecnologia e as escolhas de investimento, o foco deve ser em uma "abordagem para fins específicos", que irá atender às necessidades da sociedade de hoje e pode ser melhorado e incrementado ao longo do tempo. (ENEMARK, et al. 2014, p.13)

Por fim, segundo os autores internacionais e nacionais que representam a vanguarda nos estudos relacionados a temática do cadastro territorial, nota-se que o LADM e seus preceitos, apresentam-se como o objetivo a ser alcançado nos países onde a cultura cadastral já é realidade, por permitir a representação dos Direitos, Restrições e Responsabilidades que inferem sobre o território (NISANCI & OZCELIK, 2015), (LEMMEN, et al. 2015). Nos países onde o cadastro territorial ainda está em desenvolvimento, o LADM apoia a abordagem “*fit-for-purpose*” da FIG, para desenvolver o cadastro territorial de forma participativa, rápida e de baixo custo para a administração pública, que sejam adequadas as necessidades de cada localidade (LEMMEM, et al. 2015), (ENEMARK, et al. 2014).

Também a nível internacional, a LADM apoia a implementação da abordagem “*Fit-for-purpose*” da FIG (Enemark et al., 2014). Adequado para a finalidade significa que os sistemas de administração da terra - e especialmente o quadro espacial subjacente do mapeamento em grande escala - devem ser concebidos com a finalidade de gerir as questões atuais da terra num determinado país ou região - em vez de simplesmente seguir padrões técnicos mais avançados. A abordagem adequada é participativa e inclusiva. Os benefícios referem-se à oportunidade de construir sistemas

apropriados de administração de terras dentro de um tempo relativamente curto e por custos relativamente baixos e acessíveis. A abordagem adequada é uma abordagem realista que é escalável e pode fazer uma diferença significativa no período intermediário, e a flexibilidade no LADM apoia a filosofia. (LEMMEM et al., 2015)

2.1.1 Cadastro 3D

Em um sistema cadastral bidimensional, a representação espacial dos Direitos, Restrições e Responsabilidades (RRR) sobre as Parcelas, não possui suporte para os casos de sobreposição de usos observados na realidade, como por exemplo em prédios comerciais e condomínios residenciais, ou nos casos das redes de infraestrutura subterrânea e aérea, como redes de esgoto, distribuição de água e eletricidade (KITSAKIS et al, 2016).

Com exceção da terceira dimensão, o sistema cadastral 2D e 3D possuem os mesmos componentes básicos. Quando adotados pelos municípios constituem o inventário territorial oficial e sistemático do município sendo embasado no levantamento dos limites de cada Parcela que recebe uma identificação numérica inequívoca. O território é subdividido em Parcelas, sendo ela a menor unidade do cadastro definida como uma parte contígua da superfície terrestre, que deve ser cadastrada em toda sua extensão.

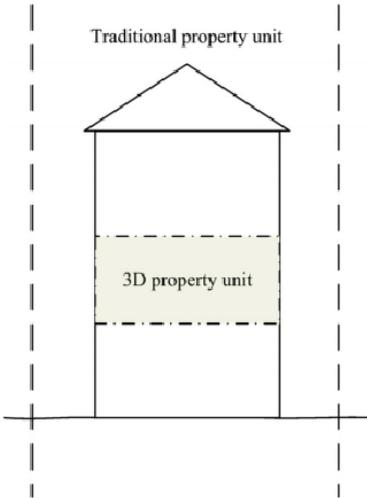
De acordo com Stoter (2004), a necessidade para o desenvolvimento de um cadastro 3D se dá devido a crescente pressão que ocorre sobre certas áreas do território urbano em diversas cidades, principalmente em suas áreas centrais. O crescimento desordenado e o aumento do valor da terra, ocasiona o uso mais intensivo e complexo do território, o que torna necessário o desenvolvimento e a utilização da informação 3D nos registros cadastrais (LEMMEN, 2012). Mesmo quando há o direito da propriedade, compatíveis com o uso 3D dentro da legislação existente, descreve-los e representa-los no cadastro representa um desafio (STOTER, 2004).

O principal desafio do cadastro 3D é como registrar construções sobrepostas e interligadas quando projetadas na superfície de um cadastro 2D. Muito embora as construções sobrepostas como prédios e as redes de infraestrutura existam a muitos anos, apenas recentemente foi levantada a questão de registra-los no cadastro territorial a existência dos casos de sobreposição de usos (STOTER, 2004).

O cadastro 3D é definido como um cadastro que registra e fornece informações sobre os direitos, restrições e responsabilidades nas Parcelas,

mas nas propriedades 3D. Segundo Stoter (2004), as propriedades 3D são aquelas unidades territoriais com extensão limitada, ao qual uma pessoa possui direito de forma *Legal* (STOTER, 2004), como pode ser visto na Figura 2.

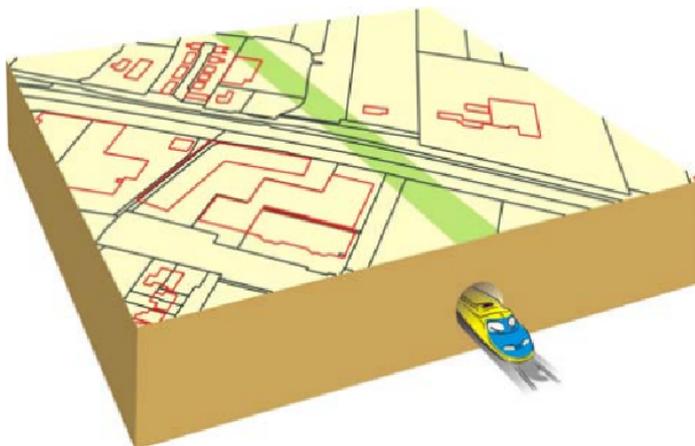
Figura 2 Exemplo de propriedade 3D.



Fonte: PAULSON, 2012.

As situações 3D, como pode ser visto na Figura 3 referem-se as situações em que diferentes unidades de propriedades (com possivelmente diferentes tipos de usos da terra) estão sobrepostas, um sobre a outra, ou, construídas em estruturas mais complexas interligando uma a outra (STOTER, 2004). Nos casos de Situações 3D, vários usuários estão utilizando uma quantidade de espaço (volume), que possui limitações em três dimensões. Eles estão posicionados um sobre o outro, ou todos dentro de uma Parcela base (STOTER, 2004). Os direitos, restrições e responsabilidades legais são estabelecidos para dar direito às diferentes pessoas aos diferentes volumes.

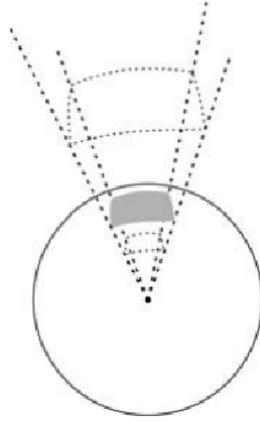
Figura 3 Como registrar informações de situações em 3D em um cadastro 2D.



Fonte: STOTER, 2004.

A Parcela representa um certo pedaço de terra, onde uma ou mais pessoas possuem um direito formal sobre ela, como por exemplo, o direito à propriedade. Embora, a propriedade da terra não esteja explicitamente relacionada à terceira dimensão, o direito do proprietário sobre a Parcela, na maioria dos países, chega até onde vá o seu interesse como é representado na Figura 4, permitindo que o proprietário tenha o direito de utilizar tanto acima como abaixo da Parcela desde que a sua utilização não vá contra as restrições legais (STOTER, 2004).

Figura 4 Ilustração da extensão espacial do direito de propriedade na Parcela.



Fonte: STOTER, 2004.

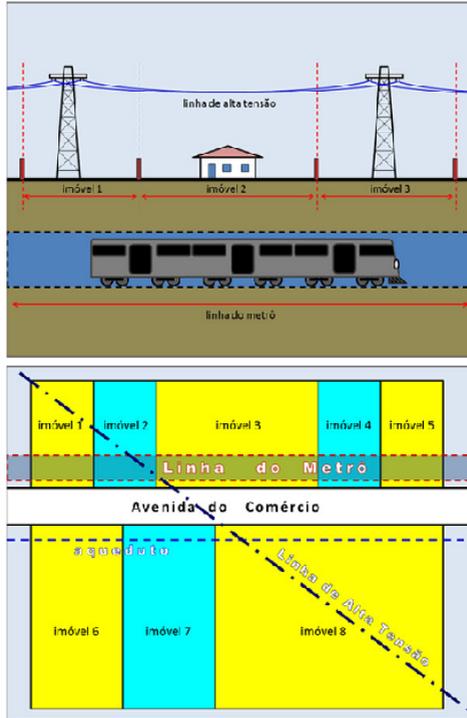
Como dito anteriormente, o cadastro tradicional apresenta a delimitação das propriedades a partir das subdivisões das Parcelas pelos seus limites em 2D. O cadastro deve ser estruturado de forma que as delimitações entre cada Parcela não permitam a ocorrência de vazios, ou “buracos”, ou seja, todo território deve ser mapeado e dividido em Parcelas (ARAUJO, 2015). No entanto, apesar dos limites da propriedade serem representados em 2D, o direito sobre o território ocorre em 3D, isto significa que o direito dele não é restrito somente à superfície, mas também ao que está abaixo dela e também acima.

Nesta perspectiva de que o proprietário tem o direito ao uso em 3D, Souza (2011), alerta para o fato que no atual estágio do desenvolvimento urbano, tem levado a um aumento da densidade populacional, juntamente a isto, um aumento no número de imóveis onde as edificações possuem mais de um pavimento, sendo acima ou abaixo da superfície. Além do aumento da densidade populacional com a construção de edifícios, torna-se necessário um maior desenvolvimento das redes de infraestrutura urbana, como por exemplo linhas de transmissão de eletricidades, redes de água e esgoto, entre outros que podem ficar abaixo da superfície através de tuneis ou acima como no caso das redes de eletricidade conforme Figura 5.

Dessa forma um dos maiores desafios do cadastro 3D apresenta-se na representação cartográfica do direito de propriedade e do uso em 3D. Neste sentido Aien et al. (2011), afirma que os cadastros atuais em 2D são um subconjunto dos cadastros 3D, portanto não deve-se tentar encaixar atributos em 3D em um cadastro originalmente feito para ser 2D, deve-se elaborar um novo modelo conceitual para o cadastro sendo pensado para o cadastro 3D. Mas em função da falta de métodos e equipamentos para a obtenção de dados 3D e de tecnologias de armazenamento e representação, os modelos em 2D ainda são utilizados na tentativa de acomodar dados em 3D.

Araujo (2015) afirma que a existência de Parcelas 3D ocasiona alguns problemas que devem ser resolvidos. As definições legais de propriedade deverão ser reajustadas para o cadastro 3D, juntamente ao entendimento do direito em 3D sobre uma determinada propriedade. Até que ponto se entende o direito do proprietário acima ou abaixo de sua Parcela, e como funciona a utilização desses espaços por parte de terceiros como pode ser visto na situação exposta na figura. E por fim, as relações jurídicas entre as Parcelas umas sobre as outras devem ser claramente definidas.

Figura 5 Relação espacial entre os imóveis e as redes de infraestrutura no espaço aéreo e no subsolo.



Fonte: CARNEIRO, 2011.

Por fim, ao estabelecer um cadastro 3D, ele irá dar assistência na gestão dos efeitos do desenvolvimento 3D, bem como aumentar a funcionalidades do cadastro multifinalitário, e do planejamento urbano (Stoter & Oosterom, 2006 apud. AIEN et al, 2011). Da mesma forma que o papel do cadastro se modificou ao longo do desenvolvimento das civilizações, os modelos de dados cadastrais devem se desenvolver para ir de encontro com as novas demandas dos novos cadastros (AIEN et al, 2011).

O conceito de cadastro 3D vem sendo um tema de grande interesse nas pesquisas relacionadas a gestão territorial desde o fim dos anos 90, no entanto apesar de ser tema constante em estudos acadêmicos, isto não se reflete nos sistemas cadastrais oficiais na maioria dos países (KITSAKIS et al, 2016).

Países como Áustria, Brasil, Grécia e Polônia, não possibilitam o registro dos direitos 3D em seus sistemas cadastrais (KITSAKIS et al, 2016). No entanto, nos casos de Grécia e Polônia, ambos possuem sistemas cadastrais parcialmente 3D por possuírem certas características que fazem parte de um cadastro 3D, como por exemplo, as leis elaboradas na Grécia para os objetos com características 3D e o cadastro com a informação de condomínios dividida em camadas na Polônia (KITSAKIS et al, 2016).

A Áustria, apesar de possuir uma cultura cadastral, e já ter vários tipos de objetos 3D registrados em seu sistema cadastral, a autoridade nacional em levantamento, o BEV, está atento as pesquisas mundiais a respeito do cadastro 3D (KITSAKIS et al, 2016). Na Croácia as propriedades particulares são registradas em 2D com a indicação do andar que a propriedade está localizada, esta abordagem, é considerada como parcialmente em 3D, esta característica também está presente em alguns municípios Brasileiros, como por exemplo, Blumenau-SC e Fortaleza-CE, que são exceções diante da realidade cadastral Brasileira.

Por fim, países como Suécia, Alemanha e Austrália, destacam-se entre aqueles que apresentam o que há de mais avançado dentro do cadastro 3D (KITSAKIS et al, 2016); (GRUBER et al, 2014); (ICSM, 2015). A Suécia já possui legislação para objetos 3D desde 2004, e legislação específica para condomínios desde 2009. Na Alemanha, a economia, ciência e administração vem demandando informações espacial tridimensional oficial para diversas aplicações, e órgão responsável pelo cadastro aceitou o desafio de desenvolver um cadastro com informação em 3D (GRUBER et al, 2014). O ICSM, órgão responsável pelo levantamento cadastral na Austrália, publicou em 2015 o documento denominado Cadastro 2034, onde o desenvolvimento de um cadastro 3D está entre um dos seus principais objetivos (ICSM, 2015).

2.1.2 O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) no Brasil

O cadastro territorial brasileiro possui estruturas distintas para as áreas urbanas e rurais. Tendo em vista que o objetivo deste trabalho é tratar do cadastro territorial para as áreas urbanas, o cadastro para as áreas rurais, que é de responsabilidade do INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária) de forma centralizada e sistemática, não será abordado neste trabalho.

O cadastro urbano no Brasil, diferentemente do rural, é de responsabilidade dos municípios, de acordo com o Ministério das Cidades através da portaria Nº 511/2009 que estabelece diretrizes para a criação,

instituição e atualização do CTM nos municípios Brasileiros. A portaria apresenta a definição de que o CTM é o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada Parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca.

Segundo a portaria nº 511, a Parcela cadastral, ou seja, toda e qualquer porção da superfície no município a ser cadastrada, é a menor unidade do cadastro, sendo definida como uma parte contígua da superfície terrestre, onde toda e qualquer porção da superfície territorial no município deve ser cadastradas em Parcelas. As unidades territoriais como lotes, glebas, vias públicas, rios, entre outras, são modeladas a partir de uma ou mais Parcelas. Toda Parcela deve possuir um código de identificação único e estável.

Ainda de acordo com a Portaria nº511 a correlação dos dados do CTM ao Registro de Imóveis, é atribuído o nome de SICART (Sistema de Cadastro e Registro Territorial). Os dados do cadastro temáticos quando acrescido ao SICART constituem o Sistema de Informações Territoriais – SIT. Os cadastros temáticos são aqueles que compreendem um conjunto de informações sobre variados temas, como por exemplo, infraestrutura, ambiental, logradouro, entre outros.

O CTM tendo como base o que estabelece a portaria nº511, é considerado multifinalitário quando atende as necessidades sociais, ambientais, econômicas, da administração pública e de segurança jurídica da sociedade. E deve ser utilizado como referência para qualquer atividade de sistemas ou representação geoespacial do município.

Sendo assim, o CTM deve ser constituído de: a) Arquivo de documentos originais de levantamento cadastral de campo, b) Arquivo dos dados literais (alfanuméricos) referentes às Parcelas cadastrais e c) carta cadastral contendo o levantamento sistemático do município. As informações contidas no CTM e no registro de imóveis devem ser devidamente coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados com a finalidade de permitir o exercício pacífico do direito de propriedade, proteger e propiciar a segurança jurídica, o mercado imobiliário e os investimentos a ele inerentes.

Ainda é definido na resolução que o levantamento cadastral das Parcelas territoriais deve ser referenciado ao SGB (Sistema Geodésico Brasileiro). Os municípios que adotarem o CTM, deveram conservar e manter a inviolabilidade dos marcos vinculado ao SGB, de acordo com as recomendações do IBGE. A cartografia cadastral deve obedecer aos padrões estabelecidos para a INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais), e às normas estabelecidas à cartografia nacional, de acordo com o artigo 4º do Decreto 6.666/2008.

Art. 4º Os órgãos e entidades do Poder Executivo federal deverão:

I – Na produção, direta ou indireta, ou na aquisição dos dados geoespaciais, obedecer aos padrões estabelecidos para a INDE e às normas relativas à Cartografia Nacional; e

II - Consultar a CONCAR antes de iniciar a execução de novos projetos para a produção de dados geoespaciais, visando a eliminar a duplicidade de esforços e recursos. (DECRETO Nº6.666/08, Art.4º)

Fica estabelecido também que a gestão do CTM é de responsabilidade e da competência do município, onde sugere-se que deve compor uma equipe técnica local devidamente capacitada, a fim de manter a integridade, atualização e continuidade na gestão do CTM. No caso dos municípios menores, estes poderão formar consórcios com outros municípios.

No entanto, apesar do Brasil possuir uma portaria muito avançada no que diz respeito ao CTM, o cadastro territorial urbano na grande maioria dos municípios ainda são modelos adaptados do proposto pelo Governo Federal nos anos 70, o CIATA (Convenio de Incentivo ao Aperfeiçoamento Técnico-Administrativo da Municipalidades) o qual resulta em plantas de quadras isoladas, obtidas sem o apoio de uma rede de referência geodésica (CARNEIRO, 2003). Segundo Carneiro et al (2011), a popularização das geotecnologias no país, a convicção da necessidade de compartilhar dados, e os estudos profundos da legislação territorial, criam um momento propício para a reflexão e definição de estratégias para estruturar um CTM 3D.

Recentemente, muitos trabalhos acadêmicos, como teses, dissertações e artigos científicos, com a temática da ISO 19.152 LADM, e cadastro 3D vem sendo produzidos em várias universidades Brasileiras, demonstrando a necessidade de que se desenvolva a cultura cadastral na sociedade Brasileira (PAIXÃO et al, 2013); (SANTOS et al, 2013); (ARAUJO, 2015); (COSTA et al, 2016).

No Brasil o entendimento, adoção e implantação do Sistema Cadastral pelas administrações municipais ainda é fraco e nos municípios que o adotam, fatalmente deve ser implementado e valorizado no contexto da sua constante atualização.

Considerando que o CTM é de competência do poder local (municipal), é possível que tenhamos 5570 cadastros distintos no Brasil, uma vez que não existe uma lei Cadastral “urbana” orientativa aos gestores públicos, assim como uma diretriz técnica baseada em um manual do cadastro. Devido a realidade cadastral observada no Brasil, não se observa um ambiente propício para o desenvolvimento de um cadastro multifinalitário, uma vez que as concessionárias e os órgãos gestores não estão vinculados a um “único” e “exclusivo” identificador cadastral, base única de reconhecimento entre os atores da sociedade.

Nesse cenário em que o Brasil amadurece frente a inovação tecnológica e gestão dos cadastros cartográficos e alfanuméricos, especialmente de interesse ao cadastro, tem-se os maiores enfoques voltados para as temáticas de LADM e Cadastro 3D. Porém, é notório que na Alemanha (país que apresenta um sistema cadastral consolidado) a representação cartográfica da tridimensionalidade do cadastro em “n” municípios, ainda não é motivo de ação de mudança do cadastro 2D para o 3D sem um prévio, sistemático e eficiente modelo de transformação.

Portanto, o Brasil precisa desenvolver uma cultura cadastral em todo território nacional, permitindo a interoperabilidade da informação produzida nos sistemas cadastrais locais, e que os sistemas cadastrais desenvolvidos estejam abertos para o desenvolvimento de um cadastro 3D quando necessário. A criação de uma Lei Federal do Cadastro que seja orientativa e baseada em um manual do cadastro, poderia ser uma primeira etapa para que o Brasil tenha um sistema cadastral consolidado.

2.2 INFRAESTRUTURA NACIONAL DE DADOS ESPACIAIS (INDE)

De acordo com a CONCAR, a construção de uma IDE, vem sendo considerada uma ação essencial para a boa governança em diversos países desde a década de 1990 (BRASIL, 2010). Dessa forma, tendo como referência as ações de outros países com relação aos dados espaciais, em 2008, foi aprovado o Decreto nº 6.666, onde institui-se a INDE, e ela é definida como sendo “(...) o conjunto integrado de tecnologias; políticas; mecanismos e procedimentos de coordenação e monitoramento; padrões e acordos, necessário para facilitar e ordenar a geração, o armazenamento, o acesso, o compartilhamento, a disseminação e o uso dos dados geoespaciais de origem federal, estadual, distrital e municipal.” (BRASIL, 2008).

O plano de ação para implantação da INDE, afirma que uma IDE pode ser entendida como um conjunto de serviços que oferecem uma série de funcionalidades úteis e interessantes para uma comunidade de usuários de dados geoespaciais (BRASIL, 2010). De acordo com o IGN (Instituto Geográfico Nacional da Espanha) (2008, apud BRASIL, 2010) a justificativa para a implantação de uma IDE, fundamenta-se nas ideias de que o acesso aos dados geográficos existentes deve ocorrer de modo fácil, cômodo e eficaz, e que a informação geográfica deve ser reutilizada além do projeto que justificou sua aquisição, em função dos custos elevados de sua produção.

Segundo a CONCAR, uma IDE deve compartilhar informação geográfica, inicialmente na administração pública, e a seguir a informação deve ser disponibilizada para toda a sociedade, garantindo o acesso para toda a população para a tomada de decisões. A IDE deve incorporar a informação produzida na iniciativa privada em seu repositório, e também harmonizar toda a informação disponibilizada, bem como registrar as características dessa informação. Por fim, uma IDE deve incrementar a administração eletrônica no setor público, e subsidiar a tomada de decisões de forma mais eficiente e eficaz (BRASIL, 2010).

Neste sentido, entre o conjunto de motivações para a implementação de uma IDE, destacam-se entre outros a importância crescente da informação geográfica dentro da sociedade de informação, a necessidade do estado em coordenar a aquisição e oferta de dados, em função da importância da informação geográfica para a promoção e planejamento do desenvolvimento econômico, social e ambiental, e por fim em função da modernização do governo, em todos os níveis de gestão e desenvolvimento (MASSER, 2002 apud. BRASIL, 2010).

O Plano de Ação da INDE aponta os objetivos de maior importância na sua implementação. Destacando -se o fato de uma IDE compartilhar informação geográfica, inicialmente na administração pública, e depois para toda a sociedade, a possibilidade de desenvolver a administração eletrônica no setor público, garantir aos cidadãos os direitos de acesso à informação geográfica pública para a tomada de decisões. Além disso, uma IDE deve incorporar a informação produzida pela iniciativa privada, harmonizar e registrar as características de toda informação geográfica disponibilizada. Por fim, toda Informação Geográfica presente na IDE deve servir para subsidiar a tomada de decisões de forma mais eficiente e eficaz (BRASIL, 2010).

Com relação a composição de uma IDE, a CONCAR afirma que é consenso internacional que ela deve estar fundamentada em cinco pilares, conforme pode ser visto na Figura 6, os cinco pilares são os dados,

pessoas, institucional, tecnologia e por fim, as normas e padrões (BRASIL, 2010).

Figura 6 Componentes de uma IDE.



Fonte: BRASIL, 2010.

A. Dados

Os dados se apresentam como o componente principal de uma IDE, ele é formado por vários conjuntos de dados geoespaciais e informação geográfica, e divide-se em três categorias, de referência, temáticos e de valor agregado. No Marco *Legal* da INDE (Decreto nº 6.666/08, DOU de 28/11/2008, p. 57), dados ou informações geoespaciais são definidos como:

Aqueles que se distinguem essencialmente pela componente espacial, que associa a cada entidade ou fenômeno uma localização na Terra, traduzida por sistema geodésico de referência, em dado instantâneo ou período de tempo, podendo ser derivado, entre outras fontes, das tecnologias de levantamento, inclusive as associadas a sistemas globais de posicionamento apoiados por satélites, bem como de mapeamento ou de sensoriamento remoto (BRASIL, 2008).

- **Dados de Referência:**

Os dados de referência, são os dados ou conjunto de dados que fornecem informações genéricas de uso não particularizado, ou seja, são dados base para o referenciamento geográfico de informações espaciais. “Podem ser entendidos como insumos básicos para o georreferenciamento e contextualização geográfica de todas as temáticas territoriais específicas. São de referência dados sobre os quais se constrói ou se referência qualquer outro dado de referência ou temático” (BRASIL, 2010, p.21).

Os dados de referência geralmente são, de controle geodésico; as cartas topográficas e cadastrais; os nomes geográficos; limites político-administrativos; elevação e batimetria; e registro de propriedades e terras.

- **Dados Temáticos:**

Dados temáticos são conjuntos de dados e informações que fazem referência a um determinado fenômeno ou temática (clima, educação, vegetação, etc.) em uma determinada região ou em todo o país. Tais dados incluem valores qualitativos e quantitativos que se referem espacialmente aos dados de referência. “Normalmente estão ligados aos objetivos centrais da gestão dos seus respectivos órgãos produtores. Os dados temáticos são gerados por diferentes atores setoriais, regionais, estaduais, municipais ou de outro âmbito” (BRASIL, 2010, p.22). Os dados temáticos geralmente são, vegetação, hidrologia, elevação, geologia, unidades de conservação, uso e cobertura da terra, sócio ambiental, entre outros.

- **Dados de Valor Agregado:**

Por fim, temos os dados de valor agregado, sendo dados adicionados por usuários ou produtores (públicos ou privados) aos dados de referência e temáticos, por um determinado interesse. Tais dados podem pertencer aos âmbitos setoriais, regionais, estaduais, municipais, urbanos entre outros. Os dados de valor agregado podem possuir uma ampla diversidade de detalhamento temático e de cobertura geográfica (BRASIL, 2010).

Neste sentido, entende-se por dados espaciais, todos e qualquer tipo de dados que descrevem fenômenos aos quais podem ser representados espacialmente, ou seja, um fenômeno ou sua ocorrência

que esteja sobre ou sob a superfície terrestre é o que determina um dado geográfico (BRASIL, 2010).

A. Pessoas (Atores)

As pessoas/atores referem-se as partes envolvidas em uma IDE podendo ser o setor público, privado, acadêmico e o usuário. “O setor público e o setor privado respondem pela aquisição, produção, manutenção e oferta de dados espaciais; o setor acadêmico é responsável pela educação, capacitação, treinamento e pesquisa em IDE; e o usuário determina que dados espaciais são requeridos e como devem ser acessados” (WILLIAMSON; RAJABIFARD; FEENEY, 2003 apud. BRASIL, 2010, p18).

B. Componente Institucional

Segundo Plano de Ação da INDE, o componente Institucional compreende as questões políticas, a legislação e coordenação. Neste sentido, dentro do componente institucional, a custódia, o preço e o licenciamento tem papéis importantes dentro da INDE.

Com relação a custódia, diz-se da responsabilidade em assegurar que os conjuntos de dados de referência sejam adquiridos, produzidos e mantidos de acordo com especificações, padrões e políticas definidas pela IDE. E dessa forma eliminar duplicidades, e padronizar a criação, produção e administração dos dados, produtos e serviços de informação espacial, bem como facilitar sua aquisição (BRASIL, 2010).

Outro aspecto importante nos componentes institucionais diz respeito aos custos, políticas de preços, licenciamento e autorizações de uso, onde é determinado os meios comerciais e legais para garantir os interesses dos provedores e dos usuários. Por fim, as questões políticas são importantes para assegurar o efetivo gerenciamento de risco associado com o uso de informação espacial, e para detalhar os termos e condições para sua utilização (BRASIL, 2010).

C. Tecnologia

A tecnologia, trata dos meios físicos e infraestrutura necessária para o desenvolvimento da rede, e dos mecanismos de informática que permitam aos atores (usuários e provedores), buscar, consultar, acessar, proves e usar os dados geoespaciais. A evolução da ciência da

computação, da tecnologia da informação e suas aplicações na produção de dados geoespaciais tem barateado e popularizado o uso de geotecnologias. No entanto, a integração oriunda de diversas fontes (bases cartográficas de referência e bases temáticas) requer conhecimento de conceito, normas e especificações inerentes aos dados e às aplicações a que se destinam (BRASIL, 2010).

D. Normas e Padrões

Por fim, as normas e padrões, que são os responsáveis pela proposta de interoperabilidade dos dados geoespaciais ao permitir o intercâmbio, a integração e a usabilidade da informação espacial através das recomendações para os sistemas de referência e para os modelos, dicionário, qualidade e transferência de dados e metadados.

O Plano de Ação da INDE aponta que:

A produção e a normatização dos dados de referência estão definidas, em parte, no Decreto-Lei nº 243 de 1967. Cabe às instituições nele previstas definirem padrões que garantam a consistência dos dados e que a sua qualidade seja adequada a seu propósito, qual seja, o de ser a base de referência para toda IG produzida no país. O mesmo princípio se aplicará a qualquer outra instituição produtora oficial de IG não prevista no referido decreto. (BRASIL, 2010, p.92).

Portanto, a implementação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) se apresenta como uma importante política para o desenvolvimento e modernização da gestão territorial no Brasil, haja visto a crescente importância da informação geográfica atualmente, é necessário aprimorar a aquisição, produção, análise e disseminação de dados e informações espaciais em todas as esferas governamentais. Dessa forma, é importante salientar que uma INDE bem estruturada, irá embasar o planejamento para o desenvolvimento social, ambiental e econômico (BRASIL, 2010).

2.3 MODELO CONCEITUAL

De acordo com Borges e Davis (2001), um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações de um banco de dados. Buscando sistematizar o entendimento que é desenvolvido a respeito de objetos e fenômenos que serão representados em um sistema informatizado. No entanto, Borges e Davis (2001) afirmam que objetos e fenômenos reais são complexos demais para permitir uma representação completa, sendo necessário construir uma abstração dos objetos e fenômenos do mundo real para obter uma forma de representação adequada, mas simplificada para as aplicações do banco de dados.

Com relação a abstração de conceitos e entidades do mundo real, Borges, Davis e Laender (2005), apontam que o sucesso da implementação em computador de um sistema de informação depende da qualidade da transposição de entidades do mundo real e suas interações para um banco de dados informatizado. A abstração, nos permite compreender o sistema, dividindo-o em componentes separados, com cada um deles podendo ser visualizado em diferentes níveis de complexidade e detalhe (BORGES et al, 2005). No entanto, é necessário a discretização do espaço como parte do processo de abstração, com o objetivo de obter representações adequadas aos fenômenos geográficos, tornando a modelagem do mundo real uma atividade de grande complexidade.

Entende-se como discretizar, o processo de dividir o todo em menores partes com menos complexidades, para tal, Borges, Davis e Laender (2005), apresentam os seguintes métodos para o processo de discretização:

A. Transcrição da informação geográfica em unidades lógicas de dados

A transcrição da informação em unidades lógicas de dados, trata-se da utilização de conceitos geométricos formalizados para descrever os dados. O esquema de uma aplicação geográfica trata-se de uma representação limitada da realidade, em função das limitações da representação nos computadores. Portanto, por maior que seja o nível de abstração utilizado, a realidade é modelada através de conceitos geométricos, e para que esses conceitos sejam implementados eles necessitam ser formalizados, necessitando um maior número de conceitos

abstratos para descrever os dados, e um maior número de operações apropriadas, que podem ser definidas de modo independente da implementação (FRANK & GOODCHILD, 1990 apud BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005).

B. Forma como as pessoas percebem o espaço

A forma como as pessoas compreendem o espaço também é de grande importância, porque, dependendo do observador e de suas experiências e necessidade, uma mesma entidade geográfica pode ser percebida de várias formas diferentes (BORGES et al, 2005). Portanto o aspecto cognitivo na percepção espacial é um dos aspectos que faz com que a modelagem de dados geográficos seja diferente da modelagem tradicional. Um objeto, dependendo do objetivo do observador, pode ser representado de várias formas diferentes. A escala utilizada exige que uma mesma entidade geográfica possa ser representada por diferentes formas geométricas com detalhamento variável (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005).

C. Natureza diversificada dos dados geográficos

A natureza diversificada dos dados geográficos é importante levar em consideração na discretização do espaço, porque além da geometria, localização no espaço, informações associadas e características temporais, os dados geográficos no geral têm origens distintas e as vezes características diversas (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005).

D. Existência de relações espaciais (topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy*)

É importante levar sempre em consideração a existência de relações espaciais, que são abstrações que nos ajudam a compreender como os objetos se relacionam um com os outros no mundo real (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005). “Muitas relações espaciais necessitam estar explicitadas no diagrama da aplicação, de forma a torná-lo mais compreensível. Isto porque as relações topológicas são fundamentais na definição de regras de integridade espacial, que especificam o comportamento geométrico dos objetos (BORGES & DAVIS, 2001, p.03)”.

2.3.1 Níveis de abstração de dados geográficos

Segundo Longley et al (2013), quando representamos o mundo real em um computador, é útil pensar em quatro níveis diferentes de abstração que serão apresentados a seguir e podem ser visualizados na Figura 7:

A. Nível do mundo real

Contém os fenômenos geográficos reais a representar (Hidrografia, sistema viário, lotes, quadras, etc.), e envolvem todos os aspectos que podem ou não ser percebidos pelos indivíduos, ou considerados relevantes para uma aplicação em particular (LONGLEY, 2013).

B. Nível de representação conceitual

De acordo com Borges et al. (2005), os níveis de representação conceitual oferecem um conjunto de conceitos formais com os quais as entidades geográficas podem ser modeladas da forma como são percebidas pelo usuário, em um alto nível de abstração. No nível conceitual, são definidas as classes básicas, contínuas ou discretas, que serão utilizadas no banco de dados, e estão associadas a classes de representação espacial, que variam de acordo com o grau de percepção que o usuário tem sobre o assunto (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005).

C. Nível de apresentação

Nível o qual são oferecidas ferramentas com o objetivo de especificar diferentes aspectos visuais que as entidades geográficas devem assumir ao longo de seu uso em aplicações (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005).

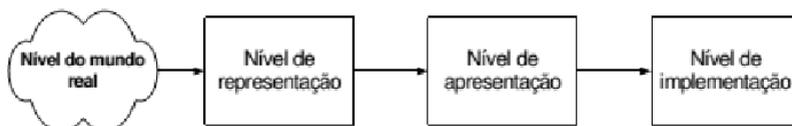
D. Nível de implementação

São definidos padrões, formas de armazenamento e estruturas de dados para implementar cada tipo de representação, os Relacionamentos entre elas e as necessárias funções e métodos (BORGES, DAVIS & LAENDER, 2005). Segundo Longley et al (2013), o nível de implementação, chamado por ele de modelo físico, retrata a verdadeira

implementação em SIG e geralmente compreende tabelas armazenadas como arquivos ou bancos de dados.

Dessa forma, na modelagem de dados, usuários e desenvolvedores de sistemas participam de um processo no qual se relaciona com cada um dos níveis de abstração (LONGLEY et al, 2013). A seguir será descrito o modelo OMT-G, o qual atua nos níveis de representação conceitual e apresentação.

Figura 7 Níveis de abstração de aplicações geográficas.



Fonte: BORGES et al, 2005.

2.3.2 *Object Modeling Technique for Geographic Applications* (OMT-G)

De acordo com Santos (2013), o Modelo OMT-G, apresenta-se como o ideal para a aplicação da ISO 19152 por apresentar conceitos bem definidos e atender a todas as concepções dos dados que necessitam ser modelados, soma-se ainda, o fato de que este foi o modelo adotado pela CONCAR na Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (BRASIL, 2010).

O modelo OMT-G, apresentado originalmente por Borges (1997), tem como base o diagrama de classes da UML (*Unified Modeling Language*), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação do modelo, para dessa forma, reduzir a distância entre o modelo mental do espaço a ser representado e o modelo de representação usual (BORGES, 2005). O modelo OMT-G permite modelar geometria e a topologia dos dados geográficos, oferecendo suporte a estruturas topológicas “todo-parte”, estruturas de rede, múltiplas representações de objetos e Relacionamentos espaciais, bem como a especificação de atributos alfanuméricos e métodos associados para cada classe (BORGES et al, 2005).

O modelo é baseado em três conceitos principais: classes, Relacionamentos e restrições de integridade espacial. As classes e os Relacionamentos definem as primitivas básicas usadas para criar esquemas estáticos de aplicação. O modelo propõe três diferentes diagramas no desenvolvimento de uma aplicação geográfica, o mais usual

o diagrama de classes, que será o utilizado neste trabalho, o qual possui todas as classes especificadas com suas representações e Relacionamentos. Os outros diagramas são os de transformação e de apresentação que não serão contemplados neste trabalho.

A. Classes

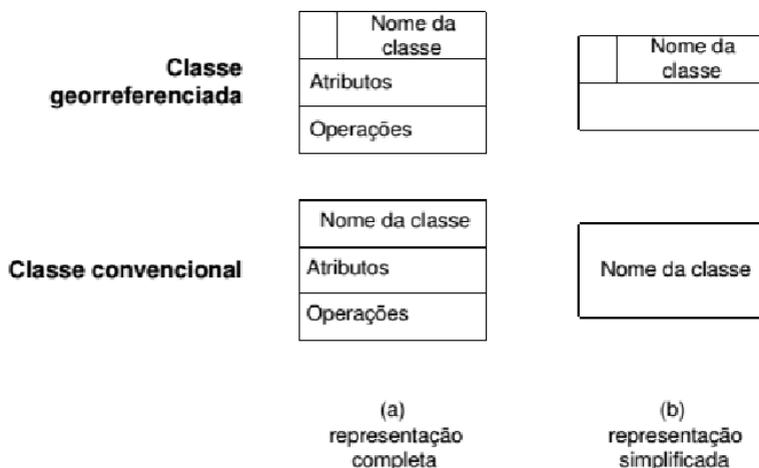
As classes representam os três grandes grupos de dados (contínuos, discretos e não-espaciais) que podem ser encontrados nas aplicações geográficas e proporcionam uma visão integrada do espaço modelado. As classes que fazem parte do modelo podem ser georreferenciadas ou convencionais (BORGES et al, 2005).

Ao distinguir entre classes convencionais e georreferenciadas, é possível que diferentes aplicações compartilhem dados não espaciais, facilitando o desenvolvimento de aplicações integradas e a reutilização de dados. Enquanto as classes georreferenciadas descrevem objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra, as classes convencionais descrevem objetos com propriedades, comportamentos, Relacionamentos e semânticas semelhantes, e que possuem relação com os objetos espaciais, mas não possuem propriedade geométricas (BORGES et al, 2005).

As classes georreferenciadas são especializadas em classes do tipo geo-campo e geo-objeto. Segundo Borges et al (2005), as classes geo-campo representam objetos e fenômenos distribuídos continuamente no espaço, como por exemplo, tipos de solo, malha de parcelas, entre outros. Enquanto as classes geo-objeto, representam os objetos geográficos particulares, individualizáveis, associados a elementos do mundo real, como edifícios, hidrografia, pontos de ônibus, entre outros.

Com relação a representação das classes georreferenciadas e convencionais no modelo OMT-G (Figura 8), as classes convencionais são representadas da mesma forma que na UML. Enquanto que as classes georreferenciadas são representadas de forma semelhante a UML, com um retângulo no canto superior que é utilizado para distinguir o tipo de dado geográfico que faz parte daquela classe. Em ambos os caso símbolos simplificados podem ser usados. Os objetos podem ou não ter atributos não espaciais associados, listados na seção central da representação completa, e os métodos ou operações são listados na seção inferior do retângulo

Figura 8 Notação gráfica para as classes do modelo OMT-G.



Fonte: BORGES et al, 2005.

O modelo OMT-G define cinco classes descendentes de geocampo, conforme a Figura 9:

Isolinhas: Representa uma coleção de linhas fechadas que não se cruzam nem se tocam onde cada uma delas possui um valor associado, como por exemplo as curvas de isovalores.

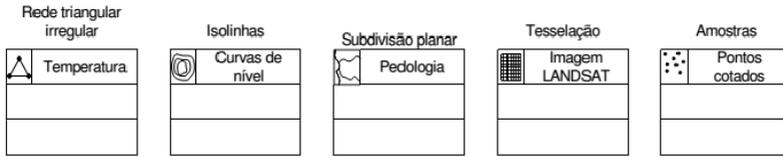
Subdivisão planar: Representa o conjunto de subdivisões de todo o domínio espacial em regiões simples que não se sobrepõem e que cobrem completamente este domínio, como por exemplo os mapas geológicos.

Tesselação: Representa o conjunto das subdivisões de todo o domínio espacial em células regulares que não se sobrepõem e que cobrem completamente este domínio. Cada célula possui um único valor para todas as posições dentro dela (BORGES & DAVIS, 2001), como por exemplo as imagens raster.

Amostragem: Representa uma coleção de pontos regular ou irregularmente distribuídos por todo o espaço geográfico.

Malha triangular (*triangulated irregular Network*, TIN): representa o conjunto de grades triangulares de pontos que cobrem todo o domínio espacial. Como por exemplo o MDT (Modelo Digital de Terreno).

Figura 9 Geo-Campos.



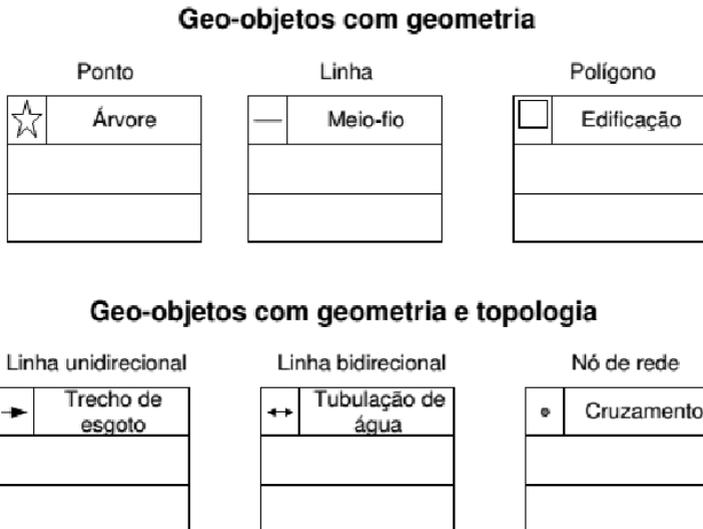
Fonte: BORGES et al, 2005.

O modelo OMT-G ainda possui duas classes descendentes de geo-objeto conforme Figura 10:

Geo-objeto com geometria: Representa objetos que possuem apenas propriedades geométricas (Ponto, Linha e Polígono) e é especializada em classes do tipo Ponto, Linha e Polígono.

Geo-objeto com geometria e topologia: Representa objetos que possuem, além das propriedades geométricas, propriedades topológicas de conectividade, sendo representados por nós e segmentos orientados. É especializada em classes do tipo Nó, Linha Uni-direcionada e Linha Bi-direcionada. Esta classe é voltada especificamente para a representação de estruturas em rede.

Figura 10 Geo-Objetos.



Fonte: BORGES et al, 2005.

B. Relacionamentos

A maior parte dos modelos de dados não contemplam a possibilidade de modelar os Relacionamentos existentes entre fenômenos do mundo real. Dessa forma, em função da importância das relações espaciais e não espaciais na compreensão do espaço, o modelo OMT-G permite três tipos de Relacionamentos entre suas classes, as associações simples, Relacionamentos topológicos em rede e Relacionamentos espaciais conforme Figura 11. Cada um dos Relacionamentos tem o objetivo de definir o tipo de interação que ocorre entre as classes (BORGES et al, 2005).

- Associações simples

As associações simples representam Relacionamentos estruturais entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas. São representadas por linhas contínuas.

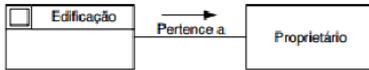
- Relacionamentos espaciais

Os Relacionamentos espaciais representam relações topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy*. Tais relações podem ser derivadas automaticamente a partir da forma geométrica do objeto, no momento da entrada de dados ou da execução de alguma análise espacial. Os Relacionamentos espaciais são representados por linhas pontilhadas.

- Relacionamentos topológicos em rede

Os Relacionamentos topológicos em rede ocorrem entre objetos que estão conectados uns com os outros e são indicados por linhas pontilhadas paralelas, entre as quais o nome do Relacionamento é anotado. Os Relacionamentos são em geral especificados entre uma classe de nós e uma classe de arcos, mas estruturas de redes sem nós podem ser definidas, especificando um Relacionamento recursivo sobre uma classe de arcos.

Figura 11 Relacionamentos.



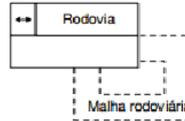
(a) Associação simples



(b) Relacionamento espacial



(c) Relacionamento de rede arco-nó



(d) Relacionamento de rede arco-arco

Fonte: BORGES et al, 2005.

No entanto, Borges et al (2005) alerta para o fato de que certos Relacionamentos somente são possíveis entre determinadas classes, pois são dependentes da representação geométrica. Um exemplo disto é o Relacionamento contém que pressupõe que uma classe seja um polígono. Desta forma, as aplicações tradicionais são diferentes das geográficas neste sentido, isto porque, as associações entre classes tradicionais não têm este tipo de limitação. Em função desta particularidade dos Relacionamentos entre classes geográficas, a Quadro 1 a seguir, elaborada por Valdevino (2010) e adaptado de Borges (2001), apresenta alguns Relacionamentos entre classes com topologias distintas.

Quadro 1 Relacionamentos Espaciais.

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

Fonte: Valdevino, 2010.

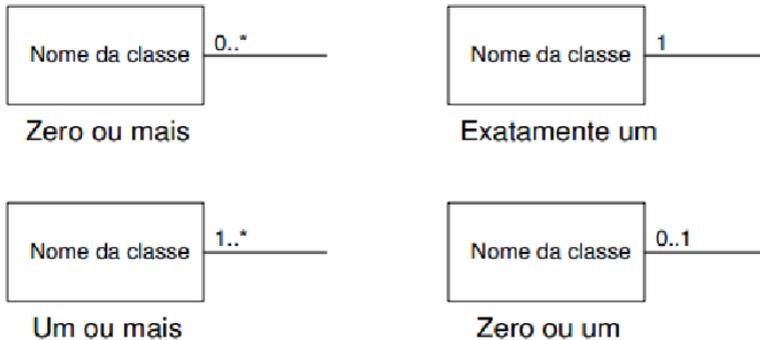
Por fim, o conjunto de conceitos que o usuário tem sobre cada objeto do mundo real define a representação que será utilizada por ele, isto porque existe uma interdependência entre a representação, o tipo de interpretação e a finalidade que será dada a cada entidade geográfica.

C. Cardinalidade

Os Relacionamentos entre classes são caracterizados por sua cardinalidade, a qual representa o número de instâncias de uma classe que

pode estar associado a instâncias de outra classe. Na Figura 12 Cardinalidade., podemos ver as cardinalidades possíveis, a representação da cardinalidade no modelo OMT-G é a mesma usada na UML.

Figura 12 Cardinalidade.



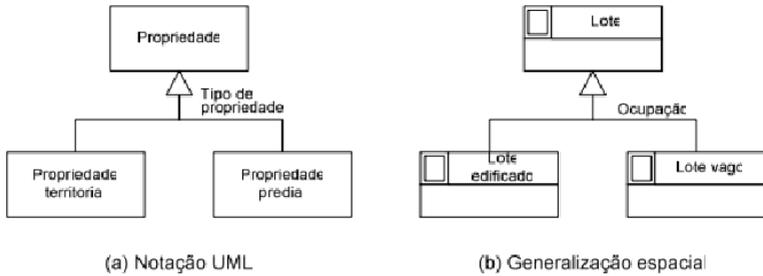
Fonte: BORGES et al, 2005.

D. Generalização e especialização

A generalização, trata-se do processo de construção de classes mais genéricas (superclasses) a partir de classes que possuam características semelhantes (subclasses) (BORGES et al, 2005). Enquanto isso a especialização trata-se do processo inverso, onde classes mais específicas são detalhadas a partir de classes genéricas ao adicionar novas propriedade na forma de atributos. As subclasses herdam atributos, operações e associações das superclasses.

Segundo Borges et al (2005), no modelo OMT-G, as abstrações de generalização e especialização se aplicam tanto a classes georreferenciadas quanto a classes convencionais, de acordo com as definições e a notação proposta na UML, onde um triângulo conecta a superclasse e suas subclasses, como pode ser visto na Figura 13. Cada generalização pode ter um discriminador associado onde fica indicado característica ou objeto está sendo abstraído pelo Relacionamento de generalização.

Figura 13 Generalização / Especialização.

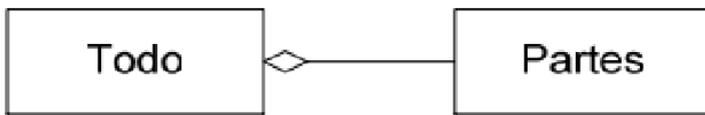


Fonte: BORGES et al, 2005.

E. Agregação

A agregação trata-se da associação entre objetos onde considera-se que um deles é formado a partir de outros. Para representar a agregação no modelo OMT-G, é utilizada a mesma anotação utilizada no modelo UML, conforme pode ser visto na Figura 14. Uma agregação pode ocorrer entre classes convencionais (Figura 14), entre classe convencional e georreferenciada (Figura 15), ou entre classes georreferenciadas (Figura 16). Quando a agregação ocorre entre classes georreferenciadas, é necessário usar a agregação especial.

Figura 14 Agregação na notação UML.



Fonte: BORGES et al, 2005.

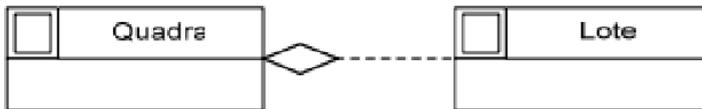
Figura 15 Agregação entre classe convencional e georreferenciada.



Fonte: BORGES et al, 2005.

A agregação espacial é um caso especial de agregação onde são representados os Relacionamentos “todo-parte” ou “uma-parte-de”, onde os objetos representam uma parte de uma estrutura maior e mais complexa (RUMBAUGH et al, 1995 apud. SANTOS, 2012). Ou seja, a agregação espacial indica que a geometria de cada parte deve estar contida na geometria do todo. “Não é permitida a superposição entre a geometria das partes e a geometria do todo deve ser totalmente coberta pela geometria das partes, configurando assim uma partição do plano ou subdivisão planar” (DAVIS JR, 2000, p.30). A representação utilizada pode ser vista da Figura 16, onde é demonstrada a situação onde quadras são geometricamente equivalente à união dos lotes contidos nelas.

Figura 16 Agregação espacial (“todo-parte”).



Fonte: BORGES et al, 2005.

F. Generalização conceitual

A generalização conceitual, também chamada de generalização cartográfica, apresenta-se como uma série de transformações que são realizadas sobre a representação da informação espacial, com o objetivo de melhorar a legibilidade, e dessa forma aumentar a facilidade de compreensão dos dados por parte dos usuários (BORGES et al, 2005). A forma como um determinado objeto do mundo real vai ser representado vai depender da escala utilizada e do objetivo do mapa. Por exemplo, uma cidade pode ser representada por um ponto em um mapa de escala pequena ou por um polígono em um mapa de escala grande.

A definição da representação a ser utilizada, se ela deve ser mais simples ou elaborada, vai depender da percepção que o usuário tem do objeto correspondente no mundo real, e como essa representação afeta os Relacionamentos espaciais que podem ser estabelecidos com outros objetos modelados (BORGES, et al 2005). Sendo assim, durante o desenvolvimento de aplicações geográficas, existem situações em que duas ou mais representações para um objeto do mundo real precisam coexistir. Ou seja, dependendo da visão do usuário, é necessário ter formas geométricas distintas para representar o mesmo objeto geográfico, com a mesma resolução e ao mesmo tempo (BORGES et al, 2005).

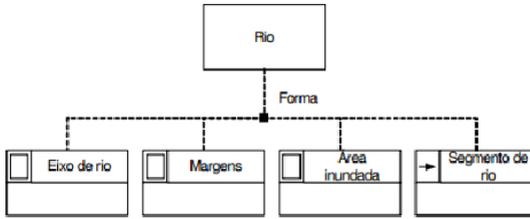
No modelo OMT-G, a generalização conceitual foi incluída para registrar a necessidade de representações diferentes para um mesmo objeto, e assim permitir a especificação de Relacionamentos independentes envolvendo cada alternativa de representação considerada. Especificamente neste tipo de Relacionamento a superclasse não tem uma representação específica, pois pode ser percebida de maneiras diferentes, de acordo com o que foi especificado nas subclasses. As subclasses são representadas por geometria distintas, podendo herdar os atributos alfanuméricos da superclasse, ao mesmo tempo que possui atributos próprios.

A generalização conceitual pode ocorrer em duas frentes diferentes, de acordo com a forma geométrica (Figura 17a) ou de acordo com a escala (Figura 17b) (BORGES et al, 2005):

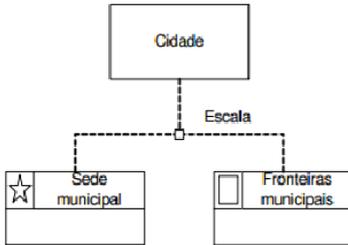
A variação de acordo com a forma tem como objetivo registrar a existência de uma diversidade de representações para uma única classe, independente da escala. Ela é deduzida a partir do uso de subclasses, por exemplo, na Figura 17a é representado a generalização de um rio, que pode ser percebido como um espaço entre suas margens, como um polígono com a massa d'água, ou como uma linha de fluxo, formando assim a rede hidrográfica.

A variação de acordo com a escala é utilizada para representar diferentes aspectos geométricos de uma classe, onde cada um desses aspectos corresponde a uma determinada escala. Na Figura 17b, é apresentado um exemplo de uma cidade que pode ser representada por suas fronteiras políticas através de um polígono em uma escala maior, ou seja, que permita um maior detalhamento, ou por um símbolo, no caso de uma escala menor.

Figura 17 Generalização conceitual.



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



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

Fonte: BORGES et al., 2005.

2.4 LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL (LADM)

Segundo a Organização Internacional de Normas e Padronização (ISO), na ISO 19.152/2012, a LADM é definida como sendo um modelo conceitual, e não uma especificação para a produção de dados. Ou seja, o objetivo do LADM não é o de substituir sistemas pré-existentes, mas sim determinar uma linguagem formal para descrevê-los, dessa forma, as semelhanças e diferenças entre os sistemas diferentes possam ser interpretados com maior facilidade.

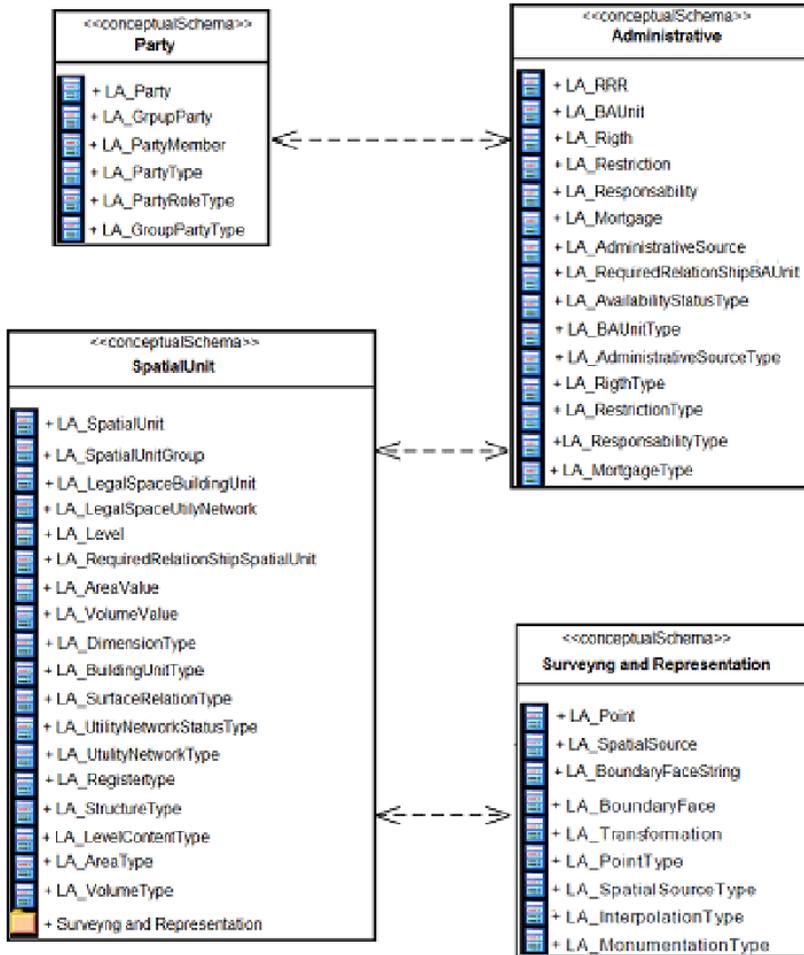
De acordo com Van Oosteron et al (2013), a elaboração do LADM teve início em 2002 pela FIG, através da elaboração do modelo de domínio cadastral, com objetivo de padronizar os modelos cadastrais em função das várias diferenças observadas nos cadastros ao redor do mundo. Dessa forma, o novo modelo permitiria a integração e comunicação de todas as partes envolvidas que fazem uso das informações cadastrais. Em 2008 a FIG apresentou uma proposta para o desenvolvimento de uma norma internacional para a administração de terras, que foi aceita pelo clube dos países membros. Até a aprovação da versão final em 2012, foram realizados vários workshops com a

participação de especialistas, e o material gerado serviu como base para o LADM.

A LADM se apresenta como uma ferramenta em gestão territorial com interesse nos direitos, responsabilidades e restrições que afetam o solo (ou água), e os componentes geoespaciais que estão sobre eles. A LADM possui dois objetivos principais (ISO, 2012), prover uma base para o desenvolvimento e refinamento da eficiência e efetividade dos sistemas de gestão territorial baseados em MDA (*model driven architecture*), e permitir a comunicação das partes envolvidas a partir de um vocabulário comum presente no modelo. O segundo objetivo trata-se de criar um serviço de informação padronizado que deve ser distribuído entre regiões e/ou países. Dessa forma o modelo deve contemplar aspectos semelhantes na gestão territorial ao redor de todo o mundo.

A ISO 19.152/2012 estabelece que o modelo LADM deve ser organizado a partir de três pacotes básicos e um subpacote, os pacotes/subpacotes são grupos de classes com certo grau de coesão, onde cada um deles possui um nome, e foram introduzidos para facilitar a manutenção do conjunto de dados por diferentes organizações (ISO, 2012). Os pacotes representados na Figura 18 presentes na LADM são os seguintes: “*party*”, que representam as pessoas, grupos e/ou organizações ao qual as unidades espaciais estão relacionadas, “*administrative*” que diz respeito aos direitos, deveres e restrições que cada unidade está submetida, e por último “*SpatialUnit*” que é composta pelas unidades espaciais, ou seja, as Parcelas, edifícios, redes de infraestrutura e cada unidade cadastrada, e este último pacote possui um subpacote “*Surveying and Representation*”, ou seja levantamento e representação.

Figura 18 Visão geral dos pacotes/subpacotes da LADM com suas respectivas classes.



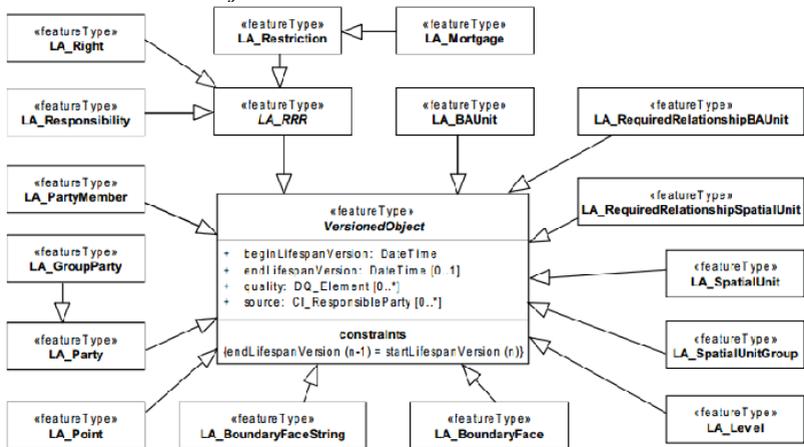
Fonte: ISO, 2012.

Na Figura 18 podemos ver as classes presentes em cada um dos pacotes/subpacotes da LADM, as classes consistem em um conjunto de atributos, métodos e limitações do sistema de administração territorial. De acordo com Santos (2013), tal característica da LADM permite que os usuários possam adicionar atributos, métodos ou classes que possam atender as exigências locais. Dessa forma algumas classes podem inclusive ser omitidas do modelo, quando o usuário julgar que ela não tem relevância para a realidade local daquele momento. Dessa forma, tendo em vista a necessidade da informação tridimensional, Souza (2011) salienta a necessidade de uma nova modelagem de dados para que o cadastro atenda às demandas das mais diversas áreas sobre a informação tridimensional.

2.4.1 Classe *VersionedObject*

A classe *VersionedObject* foi introduzido na LADM com o objetivo de gerenciar e manter os dados históricos no banco de dados. Sendo assim, torna-se necessário que os dados inseridos e substituídos e/ou atualizados no banco de dados recebam um “carimbo” temporal, onde fica registrado todas as modificações que são feitas no banco de dados, como uma espécie de backup da informação. Desta forma, o conteúdo do banco de dados pode ser restaurado como era em qualquer momento histórico (ISO 19.152. 2012).

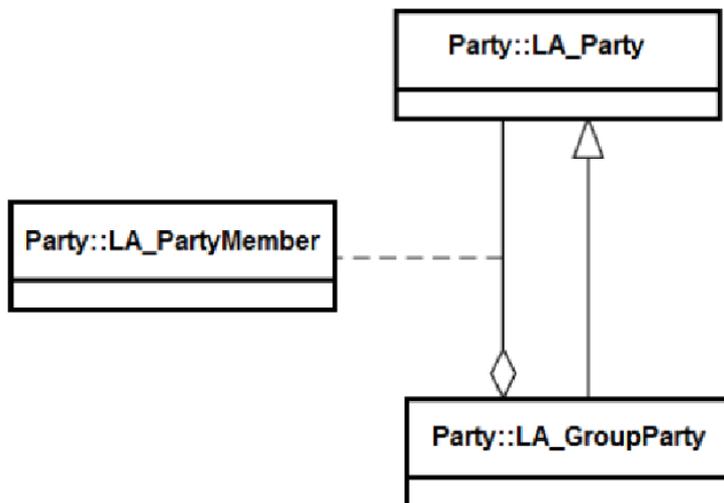
Toda formação inserida no banco de dados é armazenada na classe *VersionedObject*, desta forma, como pode ser visto na Figura 19, todas as classes que fazem parte do banco de dados estão associadas a mesma. Portanto, toda informação inserida no banco de dados será armazenada, e caso ele seja excluído da fonte, um novo registro será gerado, arquivando o registro de forma que ele não aparecerá nas consultas diretas ao banco de dados, mas poderá ser resgatado a qualquer momento (SANTOS, 2012).

Figura 19 Classe *VersionedObject*.

Fonte: ISO 19.152/2012.

2.4.2 Pacote *Party*

No pacote *Party*, estão incluídos os principais atores referentes a propriedade da terra. A classe principal neste pacote é a homônima *LA_Party*, que possui uma especialização, a classe *LA_GroupParty*. O Relacionamento entre as duas classes ocorre através de uma classe opcional chama de *LA_PartyMember*. Esta classe se faz necessária devido ao fato de que cada componente da classe *LA_Group* também é uma parte e pode ser registrado em *LA_PartyMember*. A Figura 20 apresenta a relação entre as classes do pacote *Party*, que serão explorados mais a fundo a seguir.

Figura 20 Pacote *Party*.

Fonte: ISO 19.152, 2012.

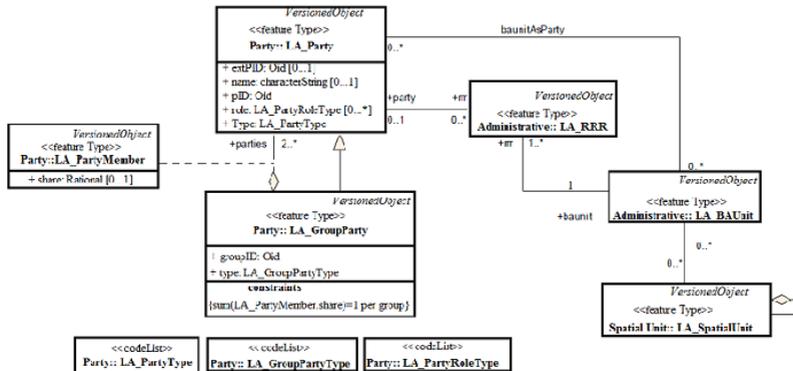
A. Classe *LA_Party*

Como já foi dito anteriormente, a Classe *LA_Party*, é a classe mais importante do Pacote *Party*, e uma das mais importantes da LADM. Ela representa as partes envolvidas na gestão territorial, podendo ser representadas por um único indivíduo ou por um grupo de indivíduos, uma cooperativa ou comunidade. Os atributos desta classe, de acordo com a ISO 19.152 (2012) são:

- *extPid*: Identificador de uma instância externa do registro.
- *Pid*: Identificador da parte.
- *Type*: O tipo da instancia de *LA_Party*. Ex: Pessoa, grupo de pessoas, associação, etc.
- *Role*: O papel de uma instancia de *LA_Party* na atualização e manutenção dos dados.

A Figura 21 apresenta os relacionamentos entre a classe *LA_Party* e suas subclasses e com as classes *LA_RRR*, *LA_BAUnit* e *LA_SpatialUnit*.

Figura 21 Relacionamentos da Classe LA_Party com as demais subclasses do pacote.



Fonte: ISO 19152, 2012.

B. Classe LA_GroupParty

A classe *LA_GroupParty*, trata-se de um grupo de indivíduos, pessoas e/ou organizações. Ela se apresenta como uma subclasse do *LA_Party*, permitindo assim que as instancias de *LA_GroupParty* se associem as classes *LA_RRR* (e assim também a classe *LA_BAUnit*). A classe *LA_GroupParty* consiste de duas ou mais [2..*] instancias de *LA_Party*, mas também por outras instâncias do *LA_GroupParty*, ou seja, uma *LA_Party* é membro de zero ou mais [0..*] *LA_GroupParty*. Os seus atributos são:

- *Group*: O nome que identifica o grupo.
- *Type*: O tipo de grupo, como por exemplo: Associação de moradores, tribo, cooperativa, etc.

C. Classe LA_PartyMember

A classe *LA_PartyMember* apresenta-se como uma classe opcional onde é representada uma associação entre as classes *LA_Party*, e *LA_GroupParty* se a condição de propriedade se estender a mais de um indivíduo. O atributo da classe é o seguinte:

- *Share*: A fração do todo que pertence ao membro.

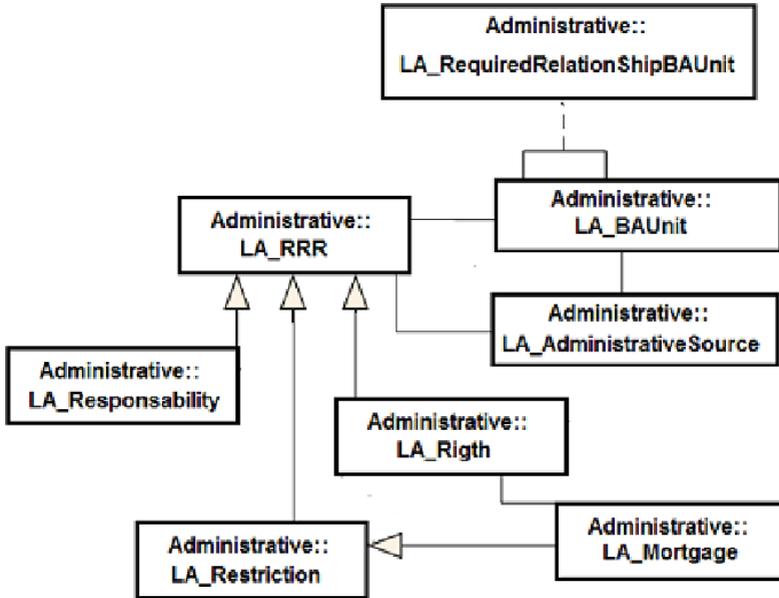
2.4.3 Pacote *Administrative*

O pacote *Administrative* é constituído principalmente pelas classes *LA_RRR* e *LA_BAUnit* conforme pode ser visto na Figura 22. A classe *LA_RRR* possui três especializações, *LA_Right*, *LA_Restriction* e *LA_Responsability*.

A classe *LA_Right*, representa o domínio privado ou o direito consuetudinário, ou seja, o direito a partir do costume de uma comunidade, não sendo descrito em um processo formal. O direito sobre uma propriedade geralmente é expresso na constituição nacional.

A *LA_Restriction*, apresenta as restrições como instancias. As restrições continuam sendo validas mesmo quando o direito é transferido depois de ter sido criado e registrado. A hipoteca, uma instância da classe *LA_Mortgage*, é uma restrição especial do direito de propriedade. Trata-se do envio de uma propriedade por um devedor a um credor, como uma garantia para um empréstimo financeiro, com a condição de que a propriedade é retornada, quando o empréstimo é pago. A classe *LA_Responsability*, é constituída das responsabilidades em forma de instancia.

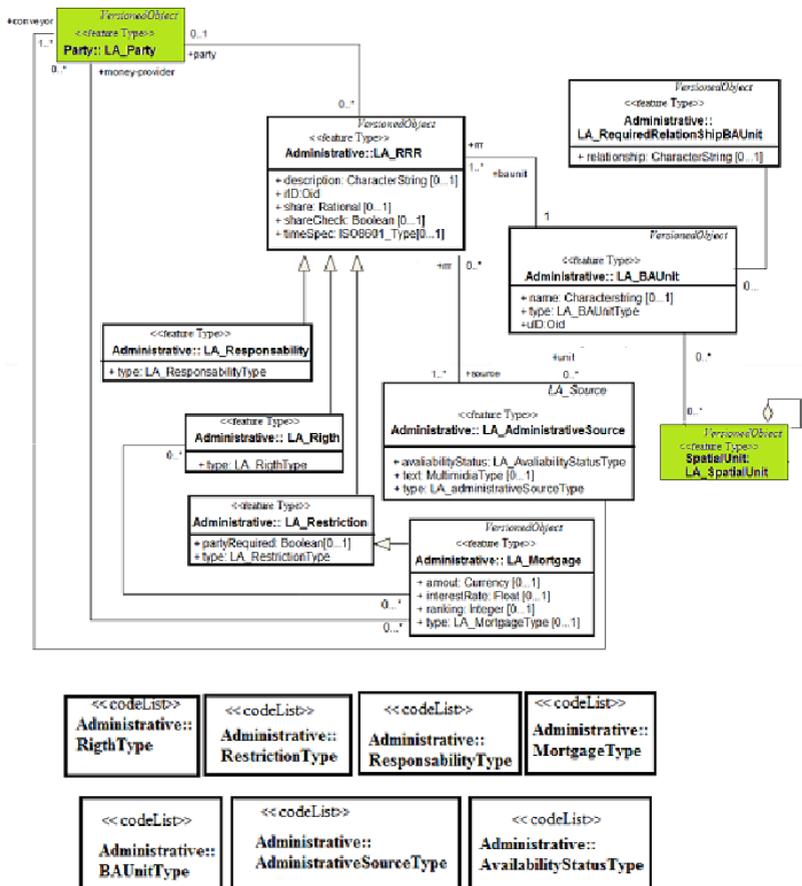
A classe *LA_BAUnit*, o nome é uma abreviação para *Basic Administrative Unit*, ou seja, Unidade administrativa básica. Ela é necessária, entre outros motivos, para registrar as unidades básicas de propriedade, as quais consistem em várias unidades espaciais, pertencentes a uma pessoa (*LA_Party*) sob o mesmo direito, sendo este homogêneo sobre toda a unidade básica. Portanto, deve haver um direito exclusivo para cada uma das unidades básicas, a fim de estabelecer uma combinação única entre uma instancia de *LA_Party*, uma instancias de uma subclasse de *LA_RRR*, e uma instancia de *LA_BAUnit*.

Figura 22 Pacote *Administrative*.

Fonte: ISO 19.152, 2012.

A princípio, todos os direitos, restrições e responsabilidades (LA_RRR) são baseados em uma fonte administrativa, como instancia da classe LA_AdministrativeSource. A classe LA_RequiredRelationshipBAUnit permite a criação de instancias de Relacionamento entre unidades básicas (baUnit). Esses Relacionamentos podem ser legais, temporais ou de natureza espacial. A Figura 23 apresenta as classes do pacote administrativo com os seus atributos, que serão descritos a seguir.

Figura 23 Diagrama de classes do pacote administrativo com seus atributos.



Fonte: ISO 19.152, 2012.

A. Classe LA_RRR

A classe LA_RRR é uma classe composta da união das classes LA_Right, LA_Restriction e LA_Responsability, representando os direitos, restrições e responsabilidades. O LA_Right representa o direito formal ou informal para fazer ou se abster de fazer algo.

A classe LA_Restriction, é entendida como uma proibição de se fazer algo, ou como a obrigatoriedade em não fazer algo. Um exemplo de restrição diz respeito as áreas residenciais onde é vetada a instalação de indústrias.

A classe *LA_Responsability*, pode ser dita como formal ou informal, é a obrigação em fazer algo. Um exemplo de responsabilidade, é de dar a destinação apropriada ao esgoto doméstico, portanto a responsabilidade está totalmente associada às restrições.

LA_RRR é uma classe abstrata, desta forma ela não possui suas próprias instâncias, mas sim, ele as herda de suas subclasses, ou seja, das classes, *LA_Right*, *Responsability* e *Restriction*. Souza (2012) afirma que as classes herdade de *LA_RRR* estão relacionadas com o direito de posse em um Relacionamento social do indivíduo com a terra, ou uma restrição ou uma responsabilidade. Caso seja um direito ou responsabilidade, então a classe torna-se uma instancia de *LA_Party* e *LA_RecordedObject*, classes nas quais toda restrição e toda responsabilidade é registrada. Em caso de restrição, ela também é associada as classes *LA_Party* e *LA_RecordedObject*, mas com valor negativo. A classe *LA_RecordedObject* permite o registro de restrições para uma unidade espacial com ou sem associações com *LA_Party*.

Os atributos de *LA_RRR* são:

- *Description*: Descrição do direito, restrição ou responsabilidade.
- *rID*: Identificador da RRR
- *Share*: A participação em uma instancia de uma subclasse da *LA_RRR*.
- *ShareCheck*: Indica se a restrição em *LA_BAUnit* pode ser aplicada.
- *TimeSpec*: Uso operacional do direito ao longo do tempo.

B. Classe *LA_Right*

Uma instancia da classe *LA_Right* são os direitos com base em registros ou comprovações de propriedade. A classe é uma subclasse de *LA_RRR*. A classe ainda pode estar associada a zero ou mais [0..*] hipotecas, uma hipoteca geralmente está associada a uma unidade administrativa básica afetada, mas também pode ser especificamente associada ao direito, que é o objeto da hipoteca. A classe *LA_Right* possui apenas um atributo:

- *Type*: O tipo de uma instancia de *LA_Right* representa o direito ao qual ela está submetida.

C. Classe *LA_Restriction*

Uma instancia da classe *LA_Restriction* é uma restrição a um direito registrado. Esta classe é uma subclasse da classe *LA_RRR* e a classe *LA_Mortgage* é uma especialização desta classe. Seus atributos são:

- *PartyRequired*: Indica se há a necessidade de uma “*Party*” para o registro da restrição na associação com a *LA_Party*.
- *Type*: O tipo de restrição, como por exemplo, a restrição de se construir em uma determinada área.

D. Classe *LA_Responsability*

A instancia da classe *LA_Responsability* apresenta uma responsabilidade de um direito registrado. A classe é uma subclasse do *LA_RRR* e seu único atributo é o seguinte:

- *Type*: O tipo de responsabilidade ao qual a propriedade está submetida, como por exemplo em caso de existência de um sítio arqueológico.

E. Classe *LA_Mortgage*

A classe *LA_Mortgage* representa a instancia de hipoteca. Ela é uma subclasse de *LA_Restriction* e está associada a zero ou mais [0..*] direitos da classe *LA_Right*. Em todos os casos, a hipoteca está associada através da *LA_Restriction* e da *LA_RRR* com a unidade administrativa básica (*BAUnit*) que é afetada pela hipoteca. Em *LA_Right* consta a base onde a hipoteca exerce sua função, e em *LA_Party* está presente a instancia que é o provedor do dinheiro. Os atributos de *LA_Mortgage* são:

- *Amount*: O valor da hipoteca em moeda local.
- *InterestRate*: O juros correspondente a hipoteca.
- *Ranking*: A ordem de classificação da hipoteca no caso de existência de mais uma hipoteca aplicada ao mesmo direito.

- *Type*: O tipo de hipoteca incidente sobre a unidade administrativa básica.

F. Classe LA_BAUnit

Uma instancia da classe LA_BAUnit é uma unidade administrativa básica. Está associada à classe LA_Party, e está ligada a zero ou mais [1..*] unidades espaciais. A classe ainda deve estar associada com uma ou mais [1..*] instancias de LA_RRR. A BAUnit pode estar espacialmente relacionada, por meio de uma relação necessária a zero ou mais [0..*] outras BAUnit. Ela está sujeita a registro *Legal*, ou por direito informal (consuetudinário), ou ainda outra relação de posse social.

Os atributos da classe são:

- *Name*: O nome da unidade administrativa básica.
- *Type*: O tipo de unidade administrativa básica.
- *Uid*: O identificador da unidade administrativa básica.

Alguns aspectos importantes sobre esta classe salientada pela ISO 19.152 (2012), é que ela permite a associação entre um direito e uma combinação de unidades espaciais, além de possibilitar o registro de uma restrição ou responsabilidade na unidade básica. Ela ainda permite o registro de unidades espaciais de diferentes níveis, como uma única unidade. Se uma unidade espacial ou parte dela for eliminada desta classe, o uID permanece o mesmo, com uma versão diferente. Neste sentido, uma hipoteca só pode ser estabelecida com uma unidade básica completa, e não sobre uma ou mais das unidades repartidas.

Por fim, uma outra característica importante, trata-se da possibilidade da não existência de uma unidade espacial para uma unidade administrativa básica, permitindo assim o apoio às situações especiais como, por exemplo, uma escritura sem mapeamento. Esse aspecto é de grande importância para o caso brasileiro, assim poderá ser feita a integração com o registro de imóveis, porque nem toda propriedade está especializada.

G. Classe *LA_AdministrativeSource*

A classe *LA_AdministrativeSource* representa uma fonte administrativa ela é uma subclasse da *LA_Source*, e deve estar associada a uma ou mais [1..*] pessoas. Ela pode estar associada a zero ou mais [0..*] unidades administrativa básica. Seus atributos são:

- *Text*: O conteúdo do documento.
- *Type*: O tipo de documento.

H. Classe *LA_RequiredRelationshipBAUnit*

Classe utilizada para relacionar classes da unidade administrativa básica, e possui somente um atributo.

- *Relationship*: Descrição da relação necessária.

2.4.4 Pacote *Spatial Unit*

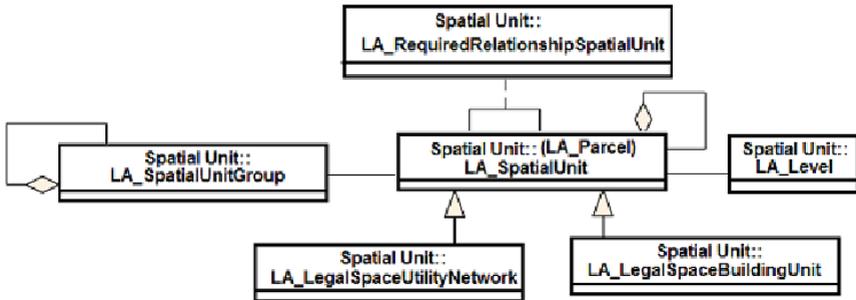
O pacote *Spatial Unit*, como o próprio nome diz, representa as unidades espaciais, que são compostas principalmente pelas Parcelas. A principal classe do pacote é a classe *LA_SpatialUnit*, que também pode ser chamada de *LA_Parcel*. Ou seja, o pacote é responsável por representar as unidades espaciais compostas por Parcelas, grupo de Parcelas ou níveis de distribuição. As classes pertencentes ao pacote são responsáveis pela associação do indivíduo (*Party*) com a terra, sendo está distribuída em seus diversos níveis.

As unidades espaciais podem ser agrupadas de duas formas diferentes, como instancias da classe *LA_SpatialUnitGroup*, que podem também ser agrupadas em grupos maiores. Ou através da agregação entre classes *LA_SpatialUnit* formando grupos, sem estar atrelado a uma classe específica para o grupo.

Este pacote possui diversas subclasses associadas ao sub-pacote *LA_SurveyingandRepresentarion*. As unidades espaciais são representadas a partir de um ponto ou de uma ou mais linhas que compõem o território. Portanto as unidades espaciais possuem um conceito flexível da representação da realidade, podendo ser descritos a partir de textos, em um único ponto dentro do polígono, ou como um conjunto de linhas ou polígono, ou ainda pelo seu volume no caso de representações 3D.

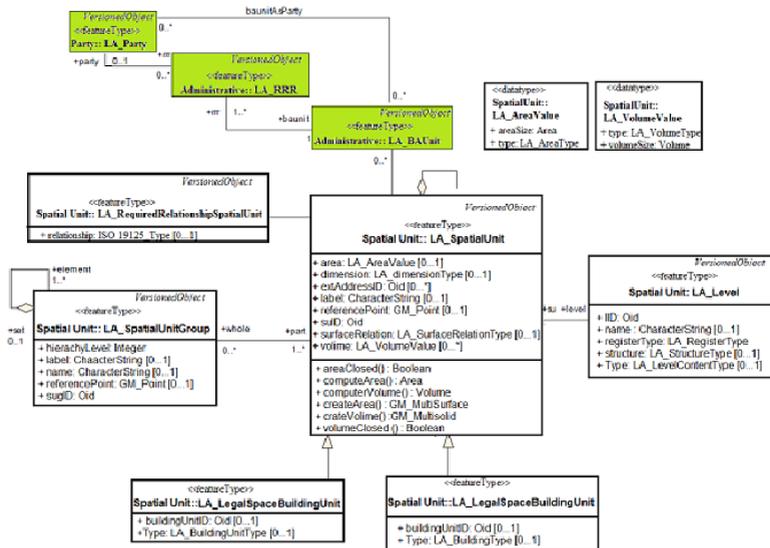
As unidades espaciais podem ser refinadas em duas especializações, como unidades prediais (*Building Unit*) como instancia da classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit*. Esta unidade diz respeito ao limite *Legal*, que não necessariamente coincide com os limites físicos reais. As unidades espaciais também podem ser determinadas como redes de infraestrutura (*Utility Network*), são estabelecidos aqui os limites legais que não necessariamente coincidem com os limites reais. A Figura 24 a seguir representa a estrutura básica de Relacionamento deste pacote e a Figura 25 apresenta suas classes e atributos.

Figura 24 Diagrama do pacote *Spatial Unit*.



Fonte: ISO 19.152, 2012.

Figura 25 Classes e atributos do pacote *Spatial Unit*.



Fonte: ISO 19.152, 2012.

A. Classe *LA_SpatialUnit*

A classe *LA_SpatialUnit* representa todos tipos de unidades espaciais, sendo elas em 2D ou 3D, como por exemplo, lotes, Parcelas, edifícios e redes de serviço público. Todas as representações compartilham a mesma estrutura, e é um requisito do modelo que todos os dados existentes possam ser incluídos, seja de estruturas 2D, 3D ou apenas dados literais. Os dados da classe ainda devem estar topologicamente estruturados em polígonos, pontos ou descrições *Textuais*, as quais devem ser facilmente incluídos.

As unidades espaciais no modelo LADM é composta a partir da combinação entre as classes *LA_FaceString* e *LA_BoundaryFace* as quais são responsáveis pelas representações em 2D e 3D respectivamente. A classe está associada com a propriedade em si, mas ao mesmo tempo é uma subclasse de *LA_VersionedObject* e está associada à classe *LA_RecordedObject* para o registro de informações administrativas, e com as classes *LA_FaceString* e *La_BoundaryFace* para obter informações de limites quando disponível.

Os atributos de *LA_SpatialUnit* são:

- *Área*: A área da unidade espacial 2D.
- *Dimension*: As dimensões da unidade espacial.
- *extAddressID*: Conexão de zero ou mais endereços externos da unidade espacial.
- *Label*: Descrição *Textual* da unidade espacial.
- *ReferencePoint*: As coordenadas de um ponto localizado no interior da unidade espacial
- *SulID*: Identificador da unidade espacial
- *SurfaceRelation*: Indica se a unidade espacial está sobre ou abaixo da superfície.
- *Volume*: O volume das unidades espaciais em 3D.

B. Classe *LA_SpatialUnitGroup*

A classe *LA_SpatialUnitGroup* corresponde a um grupo de unidades espaciais, ou um grupo de grupos de unidades espaciais, ou ainda uma combinação entre grupos e unidades individuais. Os atributos da classe são:

- *HierarchyLevel*: O nível na hierarquia de uma subdivisão de uma subdivisão administrativa ou de zoneamento.
- *Label*: Descrição *Textual* do grupo de unidades espaciais.
- *Name*: O nome do grupo de unidade espacial
- *ReferencePoint*: As coordenadas de um ponto interno ao grupo de unidades espaciais.
- *sugID*: O identificador do grupo de unidades espaciais.

C. Classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit*

A classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit* é uma classe onde sua instância é uma unidade de construção, subclasse de *LA_SpatialUnit* e seus atributos são:

- *ExtPhysicalBuildingUnitID*: A identificador da unidade construída.
- *Type*: O tipo de unidade construída.

D. Classe *LA_LegalSpaceNetwork*

A classe *LA_LegalSpaceNetwork* representa a faixa de domínio de redes de infraestrutura, e é uma subclasse de *LA_SpatialUnit*. Seus atributos são:

- *ExtPhysicalUtilityNetworkID*: Referência para a descrição técnica e física da rede de infraestrutura.
- *Status*: Descreve a situação da rede de infraestrutura.
- *Type*: O tipo de rede de infraestrutura.

E. Classe *LA_Level*

A classe *LA_Level* representa um nível e está associada com a classe *LA_SpatialUnit*. Seus atributos são:

- *ID*: O identificar do nível.
- *Name*: O nome do nível.
- *RegisterType*: O tipo de registro do conteúdo do nível.
- *Structure*: A estrutura da geometria do nível.
- *Type*: O tipo de conteúdo do nível.

F. Classe *LA_RequiredRelationshipSpatialUnit*

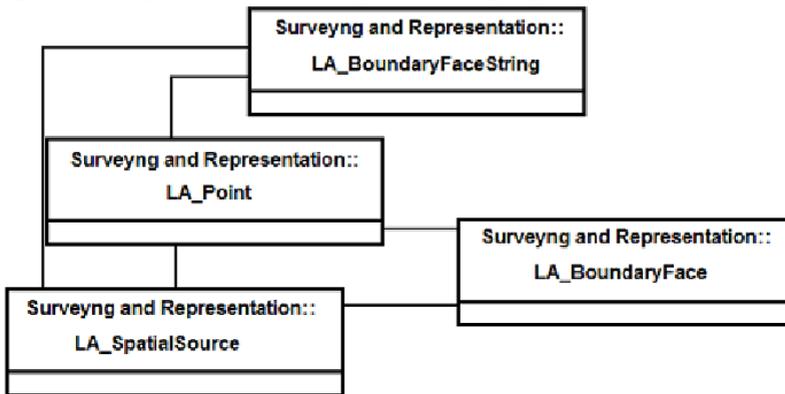
Esta é uma classe de relação necessária entre unidades espaciais, o atributo dessa classe é:

- *Relationship*: A descrição da relação necessária.

2.4.5 Sub-Pacote *Surveying and Representation*

O sub-pacote *Surveying and Representation* é composto pelas classes *LA_Point*, *LA_SpatialSource*, *LA_BoundaryFaceString* e *LA_BoundaryFace*, como pode ser visto na Figura 26. Ele é responsável pelas representações geométricas das unidades espaciais e correções topológicas através de sistemas de informação geográfica associados a banco de dados.

Figura 26 Diagrama de classes do pacote *Surveying and Representation*.



Fonte: ISO 19.152, 2012.

O levantamento é documentado com as fontes espaciais, que são instâncias da classe *LA_SpatialSource*. Às vezes vários documentos são resultados de um único levantamento. Uma fonte de informação espacial pode ser oficial, ou não (Levantamento em campo, ou fotografias aéreas). Documentos físicos, que podem ser escaneados podem ser considerados como parte integrantes ao sistema de gestão territorial. Pontos, linhas e superfícies podem ser obtidas em levantamento de campos, através de levantamento clássico ou via levantamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*), em trabalho de gabinete, ou através da compilação de informação obtidas de fontes diferentes.

A LADM dá suporte a representação em 3D das unidades espaciais, sem colocar uma carga adicional nas representações em 2D pré-existentes. Outra característica da representação espacial dentro da LADM é que não há nenhuma incompatibilidade entre unidades espaciais que são representados em 2D e unidades espaciais que são representados em 3D.

- *bfID*: o identificador *LA_BoundaryFace*
- *Geometry*: O limite é descrito por meio de uma superfície no espaço 3D, podendo ser derivado de associações com a classe *LA_SourcePoint*.
- *LocationByText*: a fronteira natural através da descrição *Textual*;

B. Classe *LA_BoundaryFaceString*

Uma instancia da classe *LA_BoundaryFaceString* representa os limites da superfície de uma unidade espacial através de linhas demarcando um objeto em 2D. A classe é relacionada as classes *LA_Point* e *La_SpatialSource* para documentar a origem da geometria. Caso o objeto seja descrito através de texto, os limites da unidade espacial não serão definidos por pontos. Os objetos de classe são utilizados para gerar o mapa cadastral por exemplo. Os atributos da classe são:

- *BfsID*: o identificador *LA_FaceString*;
- *Geometry*: a fronteira através de uma linha ou curva;
- *LocationByText*: a fronteira natural através da descrição *Textual*;

C. Classe *LA_Point*

Os pontos individuais são classificados como instancias da classe *LA_Point*, as quais são associadas a classe *LA_SpatialSource*. Quando não for necessário que a unidade espacial seja representada integralmente, a fonte espacial pode estar associada a um conjunto de pontos. Os atributos da classe são:

- *EstimatedAccuracy*: A precisão estimada do ponto;
- *InterpolationRole*: O papel do ponto na estrutura de rede;
- *Monumentation*: O tipo de monumento;
- *OriginalLocation*: As coordenadas calculadas, com base em medições e observações;
- *pID*: O identificador de ponto;
- *PointType*: O tipo de ponto;

- *ProductionMethod*: A linhagem, ou seja, a origem dos dados;
- *TransAndResult*: Transformação e resultados;

D. Classe *LA_SpatialSource*

A classe *LA_SpatialSource* é composto por um conjunto de medições com observações (distancia, orientação, coordenadas GNSS, etc.). A classe é uma subclasse de *LA_Source*, trata-se uma instancia de fontes de informação espacial, utilizada como base para o mapeamento e reconstituição histórica das unidades espaciais em campo. Seus atributos são:

- *Measurements*: As observações e medições;
- *Procedure*: os procedimentos;
- *Type*: O tipo de fonte espacial;

3 MATERIAIS E MÉTODO

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

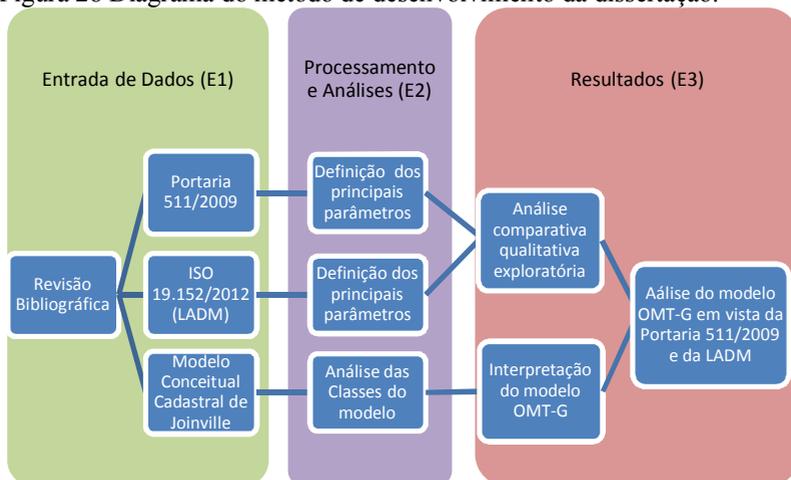
Para a elaboração deste trabalho de pesquisa foram utilizados os seguintes materiais:

- Leis, normas técnicas e instruções de órgãos no âmbito nacional, estadual e municipal;
- Livros, teses, dissertações, artigos científicos e revistas técnicas;
- ISO 19.152/2012 – LADM
- Portaria 511/2009
- Modelo Conceitual OMT-G do Sistema de Gestão Cadastral de Joinville.

3.2 MÉTODOS

A dissertação foi elaborada considerando 3 etapas principais, conforme a **Figura 28**, sendo elas:

Figura 28 Diagrama do método de desenvolvimento da dissertação.



Fonte: Autor (2017).

a) Entrada de Dados (E1)

Em primeiro lugar, foi realizada a revisão bibliográfica do trabalho para definir o estado da arte do cadastro 3D e do Cadastro territorial multifinalitário no Brasil e no Mundo. Nessa etapa foram realizadas leituras a fundo de teses, dissertações e artigos científicos a respeito dos temas.

A seguir, foram utilizadas a Portaria 511/2009 e a LADM, como as principais normas técnicas a serem analisadas, para o caso Brasileiro e Internacional, respectivamente. Utilizou-se também, do Modelo conceitual para o sistema de gestão cadastral de Joinville, que foi utilizado como exemplo para avaliar a capacidade da linguagem OMT-G de suportar as definições da Portaria 511/2009 e da LADM.

b) Processamento e Análise (E2)

A próxima etapa do método utilizado se configura como o processamento e análise dos dados levantados na etapa anterior. Para isto, o primeiro passo foi a definição dos principais parâmetros da Portaria 511/2009 e da LADM. Para tal, foi desenvolvida uma tabela (Apêndices A e B), onde os parâmetros foram representados e analisados. Nesta etapa também foi feita a análise e descrição do modelo OMT-G através da interpretação das classes e Relacionamentos contidos no modelo. A análise do modelo está presente no capítulo 4.3 deste trabalho.

c) Resultados (E3)

A última etapa do trabalho, onde foram obtidos os resultados pode ser dividida em três momentos. No primeiro momento, foi feita uma análise comparativa qualitativa exploratória dos principais parâmetros obtidos a partir da Portaria 511/2009 e da LADM, com o objetivo de analisar as semelhanças e diferenças entre os dois documentos, os resultados dessas análises podem ser vistos nos capítulos 4.1 e 4.2 deste trabalho, bem como na planilha presente nos Apêndices A e B.

No segundo momento dos resultados, foram realizadas as interpretações das classes e seus Relacionamentos do modelo conceitual OMT-G do sistema de gestão cadastral de Joinville, onde buscou-se compreender como ele se reflete na realidade cadastral de Joinville. No

terceiro e último momento, foi feita a análise do modelo OMT-G de Joinville sobre a ótica dos parâmetros da Portaria 511/2009 e da LADM. Os resultados obtidos no segundo e terceiro momento dos resultados estão presentes no capítulo 4.3 deste trabalho.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 AVALIAÇÃO DA PORTARIA 511/2009

O desenvolvimento da Portaria nº511 publicada em dezembro de 2009, teve seu início em meados de 2003 com a criação do Programa Nacional de Capacitação das Cidades (PNCC). O PNCC em conjunto com o *Lincoln Institute of Land Policy*, com a Caixa Econômica Federal (CEF) e o Ministério das Cidades promoveram uma série de seminários, oficinas e cursos, em todas as regiões do Brasil, sobre a importância da implementação de um Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM). Foram realizados 18 eventos presenciais sobre o tema, em todas as regiões do Brasil, que contou com a participação de mais de 1500 técnicos e gestores de diferentes perfis e formações. A partir dessas ações o setor de Capacitação do Ministério das Cidades constatou que a ausência de regulamentação técnica afeta ao Cadastro Territorial (CUNHA & ERBA, 2010).

Neste sentido, após os eventos, em 2007, foi criado um grupo de trabalho (GT-Cadastro), constituído por especialistas renomados na área, com o objetivo de desenvolver uma proposta de diretrizes compatível com as diversas realidades dos municípios brasileiros. O resultado do trabalho oriundo do GT-Cadastro foi enviado a CONCAR, que sugeriu ajustes pertinentes e manifestou-se de forma favorável à iniciativa (CUNHA & ERBA, 2010).

Por fim a proposta foi finalizada nos moldes de uma Portaria Ministerial editada pelo Ministério das Cidades, a qual possui o caráter orientador e não é compulsória aos municípios, além de apresentar um aspecto generalista, possibilita aos municípios sua aplicação em diferentes contextos e realidades (CUNHA & ERBA, 2010). Por meio de uma análise técnica realizada na Portaria 511/2009, foram definidos e avaliados os principais parâmetros relacionados ao CTM no Brasil, como pode ser visto na Quadro 2.

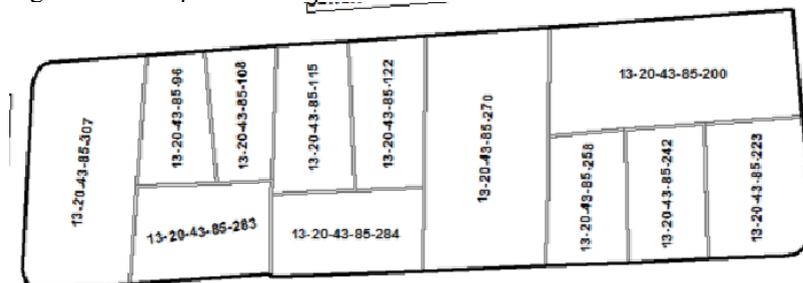
Quadro 2 Parâmetros da Portaria 511/2009.

Parâmetros		
Portaria 511/2009	Art 2º	Define a Parcela cadastral como a menor unidade do cadastro, definida como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único
	Art 3º	Define que toda e qualquer porção da superfície territorial no município deve ser cadastrada em Parcelas.
	Art 4º	Estabelece obrigatoriamente o Relacionamento entre os dados do CTM, com as informações constantes no Registro de Imóveis (RI) constituindo o Sistema de Cadastro e Registro Territorial – SICART
	Art 5º	Define que o Sistema de Informações Territoriais (SIT) é a vinculação dos cadastros temáticos ao SICART
	Art 7º	Suporta arquivos de documentos originais de levantamento cadastral de campo;
	Art 7º	Suporta arquivos dos dados literais (alfanuméricos) referentes às Parcelas cadastrais; (banco de dados)
	Art 7º	Suporta Carta Cadastral.
	Art 9º	Permite que as informações contidas no CTM e no RI sejam devidamente coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados
	Art 10º	Permite que o levantamento cadastral para a identificação geométrica das Parcelas territoriais deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB
	Art 28º	Planta de Valores Genéricos atualizada

Fonte: Autor (2017).

De acordo com os artigos 2º e 3º da portaria, fica definido que a Parcela cadastral Figura 29 se apresenta como a menor unidade do cadastro, definida como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único, e que toda e qualquer porção da superfície territorial do município deve ser cadastrada em Parcelas.

Figura 29 Exemplo de uma quadra em Joinville subdividida em Parcelas.



Fonte: <https://simgeo.joinville.sc.gov.br/>.

Nos parâmetros estabelecidos nos artigos 2º e 3º, a linguagem OMT-G a INDE e a LADM, estão em conformidade com o que está previsto na portaria, isto porque, a linguagem OMT-G permite a divisão do território em Parcelas como menor unidade da superfície terrestre.

No caso da INDE, por recomendar a utilização da linguagem OMT-G no documento com as especificações técnicas para estruturação de dados geoespaciais digitais vetoriais (ET-EDGV) (CONCAR, 2007), ela suporta os parâmetros estabelecidos pela portaria, porém, no plano de ação da INDE em nenhum momento é recomendado que os cadastros territoriais municipais devam ser realizados dessa forma.

Por fim a LADM, apesar de não utilizar a nomenclatura de Parcela, um dos requisitos básicos é de que todo o território municipal seja subdividido em unidades espaciais que estejam vinculadas ao que é denominado *Basic Administrative Unit* (BAUnit), que são similares as Parcelas cadastrais.

Os artigos 4º, 5º, 7º e 9º da portaria, estabelecem que obrigatoriamente deve haver o Relacionamento entre os dados do CTM, com as informações contidas no Registro de Imóveis (RI), constituindo assim o Sistema de Cadastro e Registro Territorial – SICART. Por meio da Figura 30, verifica-se a vinculação entre o SICART e os cadastros temáticos recebe o nome de Sistema de Informação Territorial (SIT), segundo a definição referendada no Manual do Cadastro (BRASIL, 2009). O CTM deve ainda suportar arquivos de documentos originais de levantamento cadastral de campo (Croquis, etc.), arquivos de dados literais (alfanuméricos) referente às Parcelas cadastrais (banco de dados), e a carta cadastral. As informações contidas no CTM e no RI devem ser devidamente coordenadas e conectadas por meio de trocas sistemáticas de dados.

apropriado para a realidade local onde o CTM será implementado. A LADM por se tratar de uma norma internacional não pode determinar um sistema de referência obrigatório, tendo em vista que tais definições são considerações oficiais nacionais e que varia de acordo com as recomendações de cada país. No caso do Brasil, A INDE estabelece que toda informação espacial produzida no Brasil deve ser obrigatoriamente referenciada ao SGB, independente da linguagem utilizada.

O artigo 28º, estabelece que o CTM deve manter uma planta de valores genéricos atualizada para retratar a real situação dos valores dos imóveis no mercado, permitindo o fortalecimento da arrecadação local dos tributos imobiliários e a promoção da justiça fiscal e social. De acordo com a Portaria 511/2009 devem ser os responsáveis pela avaliação de imóveis, mantenham um ciclo de avaliação dos imóveis que seja de no máximo a cada quatro anos.

Portanto, verifica-se que o objetivo da portaria 511/2009 segundo o manual do CTM foi de criar uma proposta de diretrizes compatível com as diversas realidades dos municípios brasileiros, porém não foi o que aconteceu. De fato, a portaria foi influenciada principalmente pelos modelos utilizados em países com o cadastro territorial já consolidado, situação que não ocorre frente na realidade Brasileira, onde na maioria dos municípios é necessário iniciar um trabalho do zero, sendo muito difícil cumprir com todas as exigências que constam na Portaria.

Desta forma, a portaria ou regulamentações que vierem a ser criadas no futuro devem acordar com as ideias do cadastro territorial “*fit-to-purpose*”, que pode ser compreendido como o cadastro territorial ajustado a realidade local (ENEMARK et al, 2014). Em boa verdade verifica-se que existem quatro eixos principais na ideia do desenvolvimento de um cadastro territorial ajustado ao propósito, sendo o primeiro deles em relação a não utilização de limites fixos, mas sim limites gerais, que servirão para a grande maioria dos propósitos da administração territorial, reduzindo os custos da instalação do sistema cadastral. Neste sentido, deve-se dar prioridade à utilização de imagens aéreas, ao invés de levantamentos em campo. A qualidade da imagem deve ser diferente dependendo da área a ser mapeada, quanto mais densamente ocupado a área for, maior deve ser a resolução espacial da imagem utilizada.

O princípio “*fit-to-purpose*” ainda afirma que a precisão das informações sobre o território - limites, Parcelas, entre outros, deve ser entendida como uma questão relativa ao uso das informações, ao invés de ser conduzida por padrões técnicos que são muitas vezes inflexíveis,

conforme na Portaria 511/2009. Portanto, as regulamentações cadastrais devem ser pensadas de forma a proporcionar a oportunidade de atualização e aprimoramento a todo momento. É importante pontuar também que a construção de uma estrutura espacial para o cadastro territorial não é um processo único e deve ser visto sobre uma perspectiva de oportunidade de atualização sempre que for necessário.

Apesar dos avanços que a Portaria 511/2009 possibilitou à época de sua criação para o desenvolvimento de uma cultura cadastral, atualmente é evidente a necessidade de uma reestruturação Legal. Por exemplo, a criação de uma lei federal ou regulamentação, que tenham por base um manual de cadastro; que efetivamente auxiliem no desenvolvimento dos sistemas cadastrais padronizados, com baixo custo para os municípios que não possuam uma cultura cadastral desenvolvida.

4.2 AVALIAÇÃO DA ISO 19.152/2012 (*LAND ADMINISTRATION DOMAIN MODEL*)

Conforme visto no capítulo 2.4 a LADM trata-se de um modelo conceitual que determina uma linguagem formal para descrever os sistemas de banco de dados cadastrais de forma padronizada. Sua elaboração teve início em 2002 por meio da FIG. Em 2008 foi apresentada uma proposta para o desenvolvimento de uma norma internacional para a administração de terras, a qual foi concluída em 2012 após a realização de vários workshops com a participação de especialistas de vários países. Assim, a partir das discussões técnicas o material originado nos workshops temáticos serviu como base para a elaboração da LADM.

Quadro 3 Parâmetros ISO 19.152/2012 - LADM.

Fonte	Parâmetros	
ISO 19.152/2012 - LADM	Cap. 5.3	Vincula as partes envolvidas, ou seja, as pessoas, organizações entre outros.
	Cap. 5.3	Caracteriza a representação dos grupos de pessoas e organizações
	Cap. 5.4	Caracteriza e vincula a representação dos Direitos, Restrições e Responsabilidades que incidem na Parcela, bem como abaixo (subsolo) e acima (espaço aéreo) da mesma.
	Cap. 5.4	Permite a representação das unidades administrativas básicas.
	Cap. 5.4	Define as fontes de informação administrativa.
	Cap. 5.4	Representar/inserir os Relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas
	Cap. 5.6	Representa/insere unidades espaciais dos tipos, ponto, linha, polígono, Isolinhas, Tesselação, imagens raster, entre outros.
	Cap. 5.5	Representa espacialmente a faixa de domínio das redes de infraestrutura existentes
	Cap. 5.5	Representa as unidades construídas
	Cap. 5.5	Representa o objeto 3D no espaço 2D.
	Cap. 5.6	Representa no espaço a unidade 3D. (volume)
	Cap. 5.5	Representa a elevação do objeto. (número de pavimentos)
	Cap. 5.6	Representação da documentação cartográfica, como por exemplo, levantamentos topográficos, memorial descritivo, etc.
Cap. 6.2.1	Define a dinâmica histórica do objeto na base de dados, através do registro das alterações.	

Fonte: Autor (2017).

Da mesma forma como foi feita a análise da Portaria 511/2009, foram levantadas as discussões para a LADM ISO 19.152/2012, portanto os principais parâmetros estabelecidos pela LADM para o CTM no mundo. No capítulo 5.3 do LADM é definida a vinculação entre as partes envolvidas no CTM, ou seja, as pessoas, organizações ou grupos de pessoas e organizações. Este parâmetro torna-se possível por meio da OMT-G desde que seja cumprido a troca sistemática de informações entre CTM e RI, como determina a Portaria 511/2009.

O capítulo 5.4, primeiramente estabelece que o CTM deve vincular o objeto cadastral e representar os RRR's (direitos, restrições e responsabilidades), que incidem na superfície, acima (espaço aéreo) e abaixo (subsolo) da Parcela. No caso Brasileiro o objeto cadastral pode ser chamado também de objeto territorial (SANTOS et al, 2013), pois verifica-se uma peculiaridade nos sistemas cadastrais ao apresentar erroneamente a terminologia de subparcelas como um elemento cadastral, ou seja, uma incoerência se levarmos em consideração o que está disposto na Portaria 511/2009, em que fica definido que a Parcela é a menor

unidade cadastral, portanto não poderia ser dividida. Desta forma, Santos et al. (2013), propõem a utilização do conceito de objeto territorial para resolver a questão da ligação ao solo com a edificação nos casos de posses distintos, e também de usos e limites administrativos.

Se o conceito de Parcela considera o solo como unidade cadastral, então pode-se concluir que a Parcela é a menor unidade do cadastro, e pode ser constituída por objetos territoriais físicos e legais, como propõe o documento cadastro 2014. Estes objetos estão relacionados à unidade parcela e não se constituem em subparcelas [...]. Como foi apresentado neste artigo, o mesmo conceito é concretizado em cada país de uma maneira particular, de acordo com a sua realidade jurídica, técnica e administrativa. Para o caso brasileiro, a consideração da Parcela como uma porção do solo possuída por uma pessoa ou por várias pro indiviso mostrou-se adequada nos casos analisados. A adoção do conceito de objetos territoriais resolve a questão da ligação do solo com a edificação, nos casos de posses distintas, e também de distintos usos e limites administrativos. (SANTOS et al., p. 584 – 585, 2013)

Os direitos, restrições e responsabilidades que incidem sobre a Parcela, são obtidos - por exemplo pelos índices urbanísticos definidos no Plano Diretor municipal. Este deve ser produzido sobre a base cartográfica presente no CTM, e com base na legislação federal, como por exemplo, o Código Florestal, o Estatuto da Cidade, o Código de Mineração, o Código Brasileiro de Aeronáutica, e determinadas Normas Técnicas como por exemplo a NBR 5422 que define a faixa de segurança para as linhas de transmissão.

Ainda no capítulo 5.4, estabelece que o CTM deve representar o que a LADM chama de “unidade administrativa básica”. A Unidade Administrativa Básica (*BAUnit*) deve ser associada aos atores/proprietários das Parcelas territoriais (*LA_Party*), e a uma unidade espacial, com exceção de casos especiais, quando no RI não existir a localização da propriedade. A *BAUnit* deve sempre estar associada com uma ou mais instancias de direitos, restrições e responsabilidades que incidem sobre a Parcela. Portanto nota-se novamente aqui a importância da conexão entre o CTM e o RI, através da atualização sistemática e da qualidade da informação cartográfica.

O capítulo 5.4 ainda aponta a necessidade de definir as fontes de informação administrativa e de representar e inserir os Relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas. A dificuldade de se definir as fontes de informação na realidade Brasileira encontra-se no fato de que os RRR's estão dispersos em dezenas de leis, códigos, diretrizes e normas que podem ser federais, estaduais ou municipais, e que muitas vezes podem se sobrepor de modo contraditório, dificultando sua definição. Com relação aos Relacionamentos entre unidades espaciais e administrativas tanto o OMT-G quanto a LADM são baseadas na linguagem UML, a qual permite inserir os Relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas. A diferença entre os dois modelos, nesse aspecto, é que o OMT-G diferencia as classes com primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação do modelo.

Os capítulos 5.5 e 5.6 estabelecem os parâmetros relacionados as unidades espaciais, suas representações e levantamento. O capítulo 5.5 define que o CTM deve representar espacialmente as faixas de domínio das redes de infraestruturas existentes, as unidades construídas, as unidades 3D no espaço 2D e a elevação dos objetos como por exemplo o número de pavimentos. O capítulo 5.6 estabelece que o CTM deve suportar a representação/inserção de unidades espaciais dos tipos ponto, linha, polígono, Isolinhas, tesselação, imagens raster, entre outros. Deve ainda, representar no espaço os objetos 3D a partir de seu volume e número de pavimentos. E por fim, a representação da documentação cartográfica, como por exemplo, levantamentos topográficos, memorial descritivo, entre outros.

A gestão municipal trabalha com uma gama considerável de dados e informações, sejam eles gráficos ou alfanuméricos (BRASIL, 2009), nesse sentido é fundamental considerar um aporte tecnológico eficiente que administre a quantidade de novos dados e informações, os quais devem necessariamente estar georreferenciados e atualizados. Nesta perspectiva a modelagem conceitual do banco de dados das informações relativas à gestão territorial é elaborada visando a criação de um banco de dados geográficos que pode ser visualizado em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A linguagem OMT-G conforme apontado anteriormente, foi desenvolvida para melhor representar a informação espacial, introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação do modelo. No entanto, não foi elaborado para representar as unidades em três dimensões. Ainda que tenha sido elaborado com base na linguagem UML, não torna obrigatório que todas as classes tenham

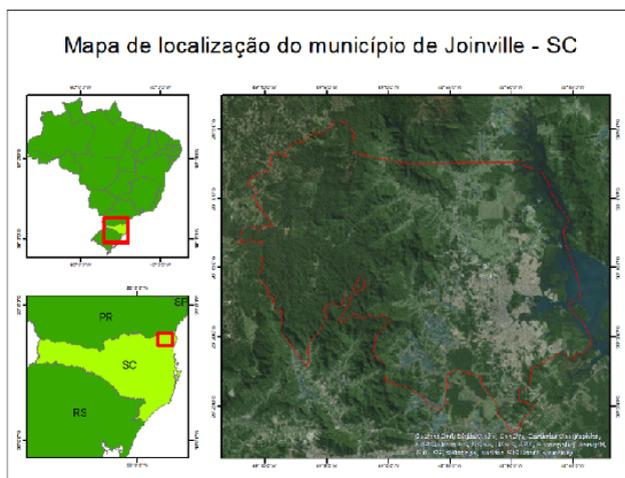
um aspecto geográfico. Desta forma, é possível a criação de uma classe somente com o valor alfanumérico do Z e número de pavimentos da edificação, sendo relacionado a Parcela aos parâmetros urbanísticos que incidem sobre a mesma.

Por fim o capítulo 6.2.1, define que o CTM deve suportar o registro de alterações dos objetos na base de dados com o objetivo de manter um histórico dinâmico e de permitir a recuperação da informação cadastral em diferentes momentos. Com as informações contidas no CTM e no RI sendo coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados, torna possível manter a dinâmica histórica do objeto na base de dados, por meio do registro das alterações. Este aspecto, dá suporte e consistência a ideia do CTM 4D que trabalha a partir do registro das alterações ao longo do tempo.

4.3 CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS SOBRE O CADASTRO DE JOINVILLE-SC SEGUNDO PORTARIA 511/2009 E A LADM

O município de Joinville, localizado no litoral norte de Santa Catarina conforme a Figura 31, foi fundado em 9 de março de 1851 com a chegada dos primeiros imigrantes alemães, suíços e noruegueses, sendo nomeada na época de Colônia Dona Francisca. A localidade recebeu o nome de Joinville somente em 1858, quando ainda fazia parte do município de São Francisco sendo elevada à categoria de município no ano de 1877. Atualmente Joinville possui uma população estimada em 577 mil habitantes, em uma área de 1.126,106 m², sendo considerado o maior município de Santa Catarina e estando a frente da capital Florianópolis. Na condição de representatividade, ressalta-se que o Município de Joinville é o terceiro maior da região sul do Brasil, atrás somente de Porto Alegre – RS e Curitiba - PR.

Figura 31 Mapa de localização do município de Joinville - SC.



Fonte: Autor (2017).

O modelo conceitual OMT-G do banco de dados geográfico definido para o sistema de gestão cadastral do município de Joinville representado na Figura 32, foi elaborado em 2009 pela empresa Aeroimagem Aerofotogrametria S/A. Ressalta-se ainda que a mesma empresa responsável pela elaboração do Sistema de Gestão Cadastral do município que se encontra em uso até os dias atuais, bem como pelo levantamento Aerofotogramétrico que embasou o sistema.

A análise do modelo OMT-G do Cadastro de Joinville Figura 32 foi feita a partir da leitura de sua estrutura básica, considerando as várias classes representadas e os seus respectivos Relacionamentos com outras classes. A partir desta leitura, os elementos e Relacionamentos observados no modelo foram avaliados sobre a ótica da Portaria 511/2009 e da LADM, tendo em vista os parâmetros principais estabelecidos e representados nos capítulos anteriores. Utilizou-se também, como parâmetro de validação, observações de campo, que ocorreram de modo específico e direcionado para o cadastro 3D.

A primeira característica observada no modelo, é o fato de ser um dos poucos cadastros no cenário nacional a incorporar ao sistema os cadastros urbano e rural, os quais geralmente são tratados separadamente, na maioria dos cadastros municipais Brasileiros. Outro aspecto interessante observado é o fato de permitir em seu modelo a relação entre o cadastro municipal e a prestadora de serviços de água e esgoto a Companhia Águas de Joinville.

Ao analisar o Modelo Conceitual elaborado para o Sistema de Gestão Cadastral do Município de Joinville – SC, nota-se que ele está centralizado na Parcela territorial, mas, ao contrário do que está previsto na Portaria 511/2009 e na LADM, a hidrografia, não é considerada como elemento parcelário.

A classe de polígono contendo a hidrografia está desconectada do restante do sistema de gestão cadastral, segundo o modelo conceitual a hidrografia não tem vínculos relacionais com nenhuma outra classe, como por exemplo pessoas. Tanto a Portaria 511/2009 como a LADM recomendam que a hidrografia deve ter relação direta com a classe que representa as pessoas, nesse caso em específico a pessoa seria o município.

O Sistema viário é uma classe de polígono que contém um Relacionamento espacial com as classes de nós (ponto) e trechos de logradouro (linhas). Eles se relacionam espacialmente com o trecho de logradouro por meio da malha viária. A classe trecho de logradouro possui uma relação todo-parte com a classe logradouro, que por sua vez pode ou não estar relacionada a uma ou mais pessoas. Desta forma, nota-se que o sistema viário, apesar de poder ter um vínculo com a classe pessoas, ele não se configura como uma Parcela, pois não possui uma inscrição cadastral, e assim, não está em acordo com o que é previsto na Portaria 511/2009 e na LADM. Os trechos de logradouro ainda possuem uma relação espacial com os hidrômetros, que pode possuir zero ou mais hidrômetros em frente a um ou mais trechos de logradouros. Verifica-se ainda que os hidrômetros pertencem as Parcelas e aos consumidores.

As quadras que se apresentam como a última classe derivada da subdivisão do município são formadas a partir de uma ou mais Parcelas. As Parcelas, como já foi dito anteriormente, caracterizam-se como a principal classe do sistema de gestão cadastral, além de possuir um vínculo espacial com os trechos de logradouro e os hidrômetros, de acordo com o modelo conceitual de Joinville, e ao contrário do que conceitualmente está preconizado na Portaria 511/2009, nas áreas referentes ao cadastro rural, elas podem ser subdivididas em uma ou mais “subparcelas”, a partir dos diferentes usos dado para as diferentes unidades cadastrais dentro de uma mesma Parcela.

No entanto, Santos et al. (2013), sugere que ao invés de se utilizar a definição de subparcela, deveria ser adotada a definição de objetos territoriais como sugerido no documento cadastro 2014, em que é definido o objeto territorial como sendo uma porção de terra com condições homogêneas em seus limites. Um Objeto territorial legal é descrito pelo conteúdo Legal de um direito ou restrição e pelos limites nos quais estes direitos e restrições se aplicam.” (KAUFMANN & STEUDLER, 1998), haja visto que as Parcelas são as menores unidades cadastradas de acordo com a portaria 511/2009.

A Figura 33, demonstra o exemplo de uma edificação com dois distintos usos que se encontram sobrepostos e que deveriam ser divididos em diferentes objetos territoriais. Na Figura 33, visualiza-se a presença de um comércio na parte debaixo da edificação e na parte de cima uma igreja, dividindo o uso do mesmo espaço territorial, ou seja, edificadas na mesma Parcela territorial. Figura 34 representa a Parcela do exemplo, considerando a sobreposição de usos, em que tanto o comércio como a igreja estão com a mesma identificação cadastral. Tendo em vista o perfil dessa Parcela apresentando dois objetos territoriais, temos que:

No cadastro imobiliário podem ser abertas subunidades cadastrais para o mesmo imóvel, segundo três características: a) Localização: quando a Parcela possui parte urbana e parte rural; b) Regime Jurídico: quando as construções no mesmo lote pertencem a mais de um possuidor e o acesso às edificações são independentes, sendo o proprietário de direito e/ou proprietário de fato; c) Uso distinto: quando a construção ou o terreno possui mais de um uso, residencial/comercial, no caso das construções, ou uso rural/urbano no caso do terreno (SANTOS et al., p.580, 2013).

Figura 33 Exemplo de Sobreposição de usos: acima uma igreja e abaixo um comércio.



Fonte: Autor (2017).

Figura 34 Localização da Parcela com sobreposição de usos no Cadastro Territorial de Joinville.



Fonte: <https://simgeo.joinville.sc.gov.br/> (2017).

A respeito da inserção da informação 3D nos cadastros 2D, Stoter et al., (2013) faz a seguinte afirmação:

As unidades espaciais podem ter uma representação 3D, e permitir uma mistura de unidades espaciais 2D e 3D, bem como a sua coexistência. Um pavimento pode ser, portanto, considerado uma coleção de unidades espaciais com uma coerência geométrica ou temática. O conceito de pavimento está relacionado com a noção de "independência legal" do "Cadastro 2014" (Kaufmann & Steudler, 1998, apud Stoter et al., 2013). Isso permite a introdução de dados espaciais de diferentes fontes e precisões, incluindo redes de utilidade, edifícios e outras unidades espaciais 3D, como reivindicações de mineração ou obras de construção. (STOTER et al., p. 58, 2013)

A classe de Parcelas se relaciona com a de pessoas, onde cada um de seus elementos pode possuir um ou mais proprietário relacionado, seja ele pessoa física ou jurídica. Como já mencionado anteriormente neste mesmo capítulo, ela também se relaciona com os logradouros que estão à sua frente, e com a classe de consumidores, esta classe diz respeito ao vínculo entre sistema de gestão cadastral com a Cia Águas de Joinville, estabelecendo a conexão entre Parcela e unidade consumidora.

As Parcelas se relacionam também com zero ou mais elementos das classes denominadas unidades autônomas e unidades de avaliação, a relação entre elas possibilita a integração entre o Registro de Imóveis e o Sistema de gestão cadastral.

As Parcelas e "subparcelas" (consideradas na modelagem de Joinville) possuem relação com a classe uso que define sua finalidade, podendo ser por exemplo, rural, urbano, industrial, comercial entre outros. Nota-se também a existência de uma classe exclusiva para as Parcelas com uso Rural, que faz relação com a inscrição cadastral do INCRA, ela se relaciona com as classes Espécies, pecuária, situação jurídica e Pessoas Rural.

O modelo conceitual ainda apresenta as classes Setor, Quadricula e Quadrante. A classe quadrante é formada a partir do conjunto de quadriculas, que é formada pelo conjunto de setores, que é formada pelo conjunto de quadras que é formada pelo conjunto de Parcelas. Essa

relação entre essas classes, juntamente com a classe unidade de avaliação permite a elaboração da nomenclatura cadastral.

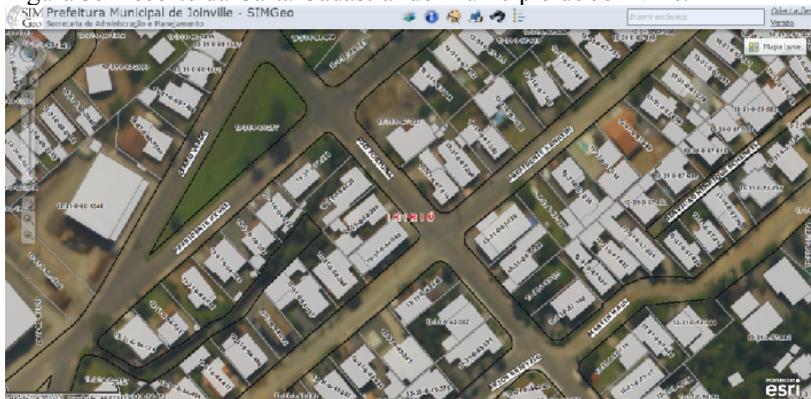
a) PORTARIA 511/2009

Ao analisar o modelo conceitual na linguagem OMT-G para o Sistema de Gestão Cadastral de Joinville, tendo em vista as definições da Portaria 511/2009, verifica-se que ele define a Parcela cadastral como a menor unidade do cadastro, sendo uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único. Juntamente a isto, o modelo analisado foi elaborado de forma que toda e qualquer porção da superfície territorial tenha sido cadastrada em Parcelas, tanto na área urbana quanto na rural.

Uma das características mais importantes para o CTM, de acordo com a Portaria 511/2009, diz respeito a integração entre as informações do banco de dados do CTM com as informações oriundas do Registro de Imóveis (RI), constituindo o SICART. Soma-se a essa base de informação cadastral e legal (SICART), os demais cadastros temáticos formando finalmente para o Município o Sistema de Informação Territorial - SIT. No modelo de Joinville, a classe unidades autônomas é responsável por fazer a integração entre o sistema cadastral e o registro de imóveis.

O modelo conceitual de Joinville suporta o mapa cadastral, conforme está previsto no Artigo 7º da Portaria 511/2009, sendo ele a representação cartográfica do levantamento sistemático territorial do município. De acordo com o Manual do Cadastro (BRASIL, 2009), na carta cadastral, todas as Parcelas são delimitadas por vértices sinalizados no terreno e por meio de um polígono fechado, inclusive as áreas públicas, tais como ruas, praças, espelhos d'água, entre outros. As edificações são identificadas por meio de sua posição real e os dados são adquiridos por técnicas topográficas ou outros que proporcionem precisões compatíveis. São mostrados todos os limites legais mesmo que não se encontrem materializados no terreno, topônimos de arruamento, e por fim, as Parcelas recebem um código unívoco. As seguintes características podem ser visualizadas na Figura 35.

Figura 35 Recorte da Carta Cadastral do Município de Joinville.



Fonte: <https://simgeo.joinville.sc.gov.br/> (2017).

A portaria 511/2009 define ainda que o CTM deve suportar a planta de valores genéricos atualizada, tal característica não é contemplada no modelo conceitual de Joinville. No entanto, em entrevista realizada pelo canal futura (2015), é apresentado o cadastro territorial de Joinville, demonstrando várias de suas características, entre elas a planta de valores genéricos. Nesta mesma entrevista é apresentado que o sistema cadastral de Joinville possui a conexão com o registro de imóveis, tendo suas informações devidamente coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados.

b) ISO 19.152/2012 - LADM

O modelo conceitual OMT-G para o Sistema de Gestão Cadastral de Joinville, foi analisado a luz da ISO 19.152/2012. O modelo conceitual de Joinville permite a conexão de uma ou mais pessoas a Parcela, podendo ser física ou jurídica. O domínio da propriedade se estende a mais de uma pessoa física nos casos de herança e condomínios. Portanto, cumpre o que está estabelecido no capítulo 5.3 da LADM que trata do pacote *LA_Party*.

O capítulo 5.4 do LADM estabelece os elementos presentes no pacote *LA_Administrative*. Entre todos os elementos definidos na LADM neste capítulo, o único contemplado no modelo conceitual de Joinville é a capacidade de representar e/ou inserir os Relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas. Porém, o modelo de Joinville não caracteriza e vincula a representação dos Direitos,

Restrições e Responsabilidades que incidem na Parcela, acima dela e abaixo de forma efetiva (cadastrado 3D).

Foi visto in loco a ocorrência de diversos casos em que a existência de um cadastro 3D traria um grande avanço para a gestão, planejamento e conhecimento do território. A Figura 36 demonstra a existência de uma das passarelas de pedestres que atravessa uma das avenidas mais movimentadas em Joinville, por outro lado a

Figura 37 demonstra que a estrutura não é representada no mapa cadastral de Joinville - como uma Parcela territorial ou objeto territorial.

Figura 36 Passarela de Pedestres sobre a Avenida Juscelino Kubitschek.



Fonte: Autor (2017).

Figura 37 Passarela de Pedestres sobre a Avenida Juscelino Kubitschek visto no Mapa Cadastral de Joinville.



Fonte: <https://simgeo.joinville.sc.gov.br/> (2017).

O pacote *administrative* da LADM estabelece a unidade administrativa básica (*LA_BAUnit*), que tem a função de integrar as informações dos proprietários e das RRR's sobre a Parcela. Neste caso, como nenhuma das classes estão presentes no modelo, a integração não se torna possível, bem como, a representação de suas fontes de informação.

O capítulo 5.5 da LADM estabelece o pacote com as unidades espaciais. Apesar da linguagem OMT-G, que foi utilizada no modelo de Joinville, ter sido desenvolvida para melhor representar a informação espacial, ela não contempla a maioria das características que a LADM coloca para este pacote. Como por exemplo a faixa de domínio das redes de infraestruturas existentes, para cumprir este objetivo seria necessário a representação das instancias das RRR's.

As Figura 38 demonstra que além dos sistemas de água e esgoto, tradicionalmente subterrâneas, algumas ruas centrais de Joinville já possuem distribuição de eletricidade também subterrâneas. A importância de se ter a rede de infraestrutura mapeada se dá em função de que sua existência cria ou deveria criar, restrições e obrigações aos proprietários da área na superfície. Döner et al. (2011), afirma que informações insuficientes sobre localização e profundidade das redes subterrâneas é uma das principais causas de danos aos serviços públicos durante operações de escavação.

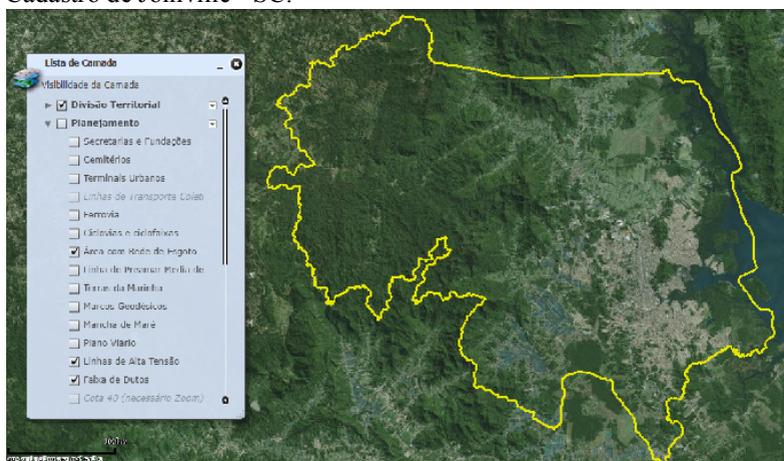
Torna-se importante destacar que apesar de ter sido elaborado em parceria com a Companhia Águas de Joinville, empresa de economia mista responsável pelos serviços de saneamento e distribuição de águas e esgotamento sanitário no município, no acesso público do cadastro não consta a representação espacial da rede de distribuição de água e esgoto, como pode ser visto na Figura 39.

Figura 38 Rede de Infraestrutura subterrânea.



Fonte: Autor (2017).

Figura 39 Ausência de Representação das Redes de Infraestrutura no Cadastro de Joinville - SC.



Fonte: <https://simgeo.joinville.sc.gov.br/> (2017).

De acordo com Döner et al. (2011), para o cadastro de redes de infraestrutura, é importante distinguir entre registro Legal e registro físico das redes, onde o registro físico requer informações detalhadas sobre sua localização e sobre a pessoa/companhia responsável por gerenciar a mesma, enquanto que o registro Legal, deve fornecer uma visão clara dos direitos de propriedade envolvidos e as restrições/responsabilidades. Direitos sobre a rede, como propriedade e hipotecas, e direitos dos terrenos onde está localizada a rede, como servidões e arrendamentos. Para melhorar o cadastro das redes de infraestrutura, Döner et al. (2011) sugere que a companhia responsável pela rede mantenha o registro da geometria em seus bancos de dados, e o cadastro somente faz referência a essa informação dinâmica, como sugere também a Portaria 511/2009 sobre a multifinalidade do cadastro. Com o objetivo de evitar casos como o representado na Figura 40, sobre a representação das redes subterrâneas, afirma-se que:

Representar redes de serviços subterrâneos torna-se um *grande* desafio. Pode-se argumentar que os fornecedores de tais serviços de utilidade deveriam fornecer coordenadas XYZ da infraestrutura recentemente instalada. No entanto, a realidade é bastante diferente, uma vez que existem poucas fontes de informação e registros oficiais que contêm redes de utilidade subterrâneas. Mesmo em planos 2D, em muitos países, incluindo o Quebec, as utilidades subterrâneas raramente são exibidas em mapas cadastrais ou registradas em registros de administração de terras. (POULIOT & GIRARD, 2016)

Figura 40 Caminhão quebra laje sobre Rio na Praça Dario Sales em Joinville em 2011.



Fonte: https://noticias.uol.com.br/album/110303_album.htm#fotoNav=67 acessado em 14 de novembro de 2017.

Da mesma forma que não representa a rede de infraestrutura, o modelo também não representa a elevação dos objetos, como por exemplo através do número de pavimentos, e a representação do objeto 3D no espaço 2D. A representação das unidades construídas, apesar de não aparecer no modelo conceitual analisado, está presente no Sistema de Gestão Cadastral de Joinville conforme foi visto na Figura 35, que apresenta um recorte do Sistema demonstrando que mesmo não constando no modelo conceitual, elaborado em 2009, atualmente o Sistema contempla esta característica essencial de acordo com o LADM.

c) CONCLUSÃO DO CAPITULO

Chegou-se à conclusão de que o modelo conceitual desenvolvido para o sistema cadastral de Joinville possui seus prós e contras, apesar de ter sido desenvolvido tendo em vista o que havia de mais moderno em questão de Sistemas Cadastrais à época.

Em primeiro lugar, o modelo conceitual não divide efetivamente todo território em Parcelas, isto porque, como pode ser visto no modelo conceitual, a hidrografia deveria estar vinculada a classe pessoas, entre outras, representando a RRR que incide sobre a mesma. Neste mesmo sentido, notou-se que o sistema viário, apesar de poder ter conexão com a classe de pessoas, não possui inscrição cadastral.

Um ponto relevante que ocorre no sistema cadastral de Joinville, e que deveria ser exemplo para os outros sistemas cadastrais urbanos no Brasil, é a integração entre o Registro de imóveis e o Sistema de gestão cadastral por meio da troca sistemática de informações entre as organizações. No entanto, a ocorrência da característica de independência entre a vinculação Cadastro com RI - não o impede de existir, mas se configura numa ação prioritária do próprio poder público em estabelecer a conexão entre os órgãos.

Considerando o cadastro 3D, o modelo conceitual deveria possibilitar a representação e o conhecimento dos direitos, restrições e responsabilidades que incidem acima e abaixo da representação da Parcela territorial, bem como a representação das sobreposições de usos em uma mesma Parcela, fato este recorrente em todos municípios Brasileiros, como pode ser visto nas fotos tiradas em campo e que devem ser tratadas como objetos territoriais.

Por fim, tendo em vista o LADM com relação ao sistema cadastral de Joinville, é importante ressaltar que na época em que o modelo conceitual foi desenvolvido, a FIG tinha recentemente apresentado o primeiro esboço do que viria a ser a ISO 19.152/2012, portanto, os componentes nela apresentados ainda não eram uma unanimidade com relação aos cadastros territoriais como se apresenta atualmente.

No entanto, esse fato não impede que haja uma revisão no modelo conceitual do sistema cadastral de Joinville tendo em vista a ISO 19.152/2012, afinal, o modelo foi desenvolvido há 8 anos atrás, o que representa um intervalo de tempo considerável quando diz respeito a inovações tecnológicas, principalmente na área de geotecnologias e tecnologia da informação. Nesta perspectiva de atualização, torna-se imprescindível observar as recomendações da LADM para os modelos cadastrais futuros, considerando de forma especial a representação do cadastro 3D.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de se conhecer e se manter um registro atualizado e preciso do território é cada vez mais urgente, considerando o quão defasado os cadastros municipais Brasileiros se encontram. Isto se comprova a partir das análises realizadas neste trabalho, onde o cadastro de Joinville, que se utiliza de técnicas que estão entre as mais modernas encontradas nos cadastros nacionais, e mesmo assim, grande parte das exigências da Portaria 511/2009, muitas delas exageradas quando levada em consideração a realidade cadastral Brasileira, não são cumpridas.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo geral, avaliar o potencial da linguagem OMT-G como base para a elaboração de modelos conceituais para o cadastro territorial, tendo em vista os parâmetros básicos da Portaria 511/2009 e as diretrizes presente na ISO 19.152/2012 (LADM). Para cumprir o objetivo proposto, foi identificado, analisado e comparado os principais parâmetros e diretrizes que norteiam a Portaria nº511/2009 e a LADM, segundo a linguagem OMT-G, bem como as principais características do cadastro 3D de acordo com a LADM e o cadastro 2014, como pode ser visto nos capítulos 4.1 e 4.2.

No capítulo 4.1 e 4.2 chegou-se à conclusão que a Portaria 511/2009, apesar dos avanços que representou como uma ferramenta orientativa para o desenvolvimento de cadastros territoriais municipais, foi desenvolvida baseada nas leis de cadastros de países onde ele já é uma realidade, fato que não ocorre no Brasil. Dessa forma é necessária uma atualização da Diretriz de modo que o cadastro possa ser desenvolvido de acordo com a realidade e a necessidade local, mas sempre tomando como premissa o potencial do cadastro 3D e os parâmetros presentes na LADM.

Foi analisado também, no capítulo 4.3 deste trabalho, o modelo conceitual OMT-G para o Sistema de Gestão Cadastral de Joinville-SC, em face a Portaria 511/2009 e com a LADM, como objeto de estudo para analisar a linguagem e sua capacidade de suportar os principais parâmetros previamente levantados nos capítulos anteriores.

Por meio das análises realizadas, observou-se a existência de vários entraves para o desenvolvimento e disseminação dos cadastros territoriais no Brasil, onde destacam-se a escassez de dados espaciais, a ausência de comprovação documental da propriedade e a falta de legislação para o cadastro urbano.

Dessa forma percebe-se a necessidade do desenvolvimento de uma legislação nacional orientativa e baseada em um manual técnico voltada ao cadastro urbano, que tenha como principal objetivo promover

a cultura cadastral nos municípios Brasileiros, onde o cadastro esteja adaptado a realidade e a necessidade de cada município.

A partir daí a escassez de dados espaciais pode deixar de ser um problema. Pois, desde que cumpra os requisitos mínimos de precisão cadastral para áreas urbanas, permite a utilização de dados espaciais oriundos de outras fontes que são disponibilizados de forma gratuita por plataformas web, facilitando para os municípios o desenvolvimento de banco de dados geográficos para seus cadastros territoriais à baixo custo. No entanto, não basta uma lei federal facilitar a utilização e desenvolvimento de dados espaciais, enquanto os municípios não estiverem preparados para tal, haja visto que a maioria dos municípios carecem de técnicos especializados para trabalhar com dados georreferenciados.

A ausência de comprovação documental apresenta-se como um desafio a longo prazo que depende não apenas do sucesso de uma lei de cadastro, como também do surgimento de uma cultura cadastral na população em geral e nas instituições. Por exemplo o caso de Joinville, que alcançou a integração entre o registro de imóveis e o sistema cadastral sem que ele seja de alta precisão. Somente assim, as administrações municipais terão um ambiente propício para a integração entre os cadastros físico e o jurídico, possibilitando a vinculação entre o que se encontra registrado graficamente no cadastro com o mesmo dado registrado no registro de imóveis.

Por fim, vimos que o Ministério das Cidades pela Portaria 511/2009 e a CONCAR com a INDE, buscam um princípio de organização dos dados espaciais, visando a padronização e a interoperabilidade entre as organizações e instituições responsáveis pela sua produção. Somado ao entendimento da concatenação e padronização entre os cadastros territoriais nacional, a Receita Federal com a gestão do SINTER busca a integração entre os sistemas cadastrais urbanos e rurais - em uma base de dados georreferenciados, dando ênfase ao material produzido neste trabalho, onde os parâmetros levantados podem ser utilizados para a avaliação dos cadastros urbanos e sua produção cartográfica presentes em uma única plataforma de consulta.

REFERÊNCIAS

ABDUHL RAHMAN, A. et al. 3D modelling for multipurpose cadastre. In: 3rd International FIG Workshop on 3D Cadastres: Developments *and* practices, Shenzhen, China, 25-26 October 2012. International Federation of Surveyors (FIG)/Urban Planning, *Land and Resources* Commission of Shenzhen Municipality Shenzhen Urban Planning & *Land ReSources* Research Center Wuhan University, 2012.

AIEN, Ali et al. Advanced principles of 3D cadastral data modelling. 2011.

Araújo, Adolfo Lino de. Cadastro 3D no Brasil a partir de varredura a laser (laser scanning) / Adolfo Lino de Araújo; orientador, Francisco Henrique de Oliveira -Florianópolis, SC, 2015. 178 p.

AVRITZER, Leonardo. O Estatuto da Cidade e a democratização das políticas urbanas no Brasil. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, n. 91, p. 205-221, 2010.

BARROS, A. M. F. B., CARVALHO, C. S., MONTANDO N, D. T. O Estatuto da Cidade Comentado. In: CARVALHO, Celso Santos et al. O Estatuto da Cidade comentado. São Paulo, 2010.

BORGES, KA de V. Modelagem de Dados Geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas. Belo Horizonte MG, 1997.

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

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comissão Nacional de Cartografia. Especificações Técnicas Para Estruturação de Dados Geoespaciais Digitais Vetoriais. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

BRASIL, PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Lei Federal Nº10.257/2001 - O Estatuto da Cidade, Brasília, 2001.

BRASIL, MINISTÉRIO DAS CIDADES. Portaria Ministerial Nº511/2009: Diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário, 2009.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Comissão Nacional de Cartografia. Plano de Ação para Implantação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

BRASIL. Decreto Nº 6.666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo federal, a Infra-estrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2008/Decreto/D6666.htm

CÂMARA, Gilberto. Anatomia de sistemas de informação geográfica. UNICAMP-Instituto de Computação, 1996.

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

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. Introdução ao geoprocessamento. Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, AM V, 2001.

CANAL FUTURA. Como conhecer melhor as cidades | Sala de Notícias – Canal Futura. Youtube, 1 de junho de 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=pifQcYbt2gQ> >. Acesso: 19 de outubro de 2017.

CARNEIRO, *Andrea* Flávia Tenório; ERBA, Diego Alfonso; AUGUSTO, Eduardo Agostinho Arruda. Cadastro multifinalitário 3D: conceitos e perspectivas de implantação no Brasil. 2012.

CARVALHO, Celso Santos et al. O Estatuto da Cidade comentado. São Paulo, 2010.

COSTA, Talita Stael Pimenta da Silva Costa; CARNEIRO, *Andréia* Flávia Tenório.; SILVA, Renata Miranda da. USO DA ISSO 19152 E DO CITYGML PARA A MODELAGEM DO CADASTRO 3D. 2016. 12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial (COBRAC).

DAVIS JR, C. A.; BORGES, K. A. V.; LAENDER, A. H. F. Restrições de integridade em bancos de dados geográficos. In: III Workshop Brasileiro de GeoInformática (GeoInfo 2001). Rio de Janeiro (RJ). 2001. p. 63-70.

DAVIS JR, Clodoveu Augusto. Múltiplas Representações em Sistemas de Informação Geográficos. 2000. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.

DÖNER, Fatih et al. Solutions for 4D cadastre—with a case study on Utility Networks. International journal of geographical information science, v. 25, n. 7, p. 1173-1189, 2011.

ENEMARK, Stig; FIG, President. From cadastre to *land* governance in support of the global agenda: The *Role of land professionals and FIG*. available from the International Federation of Surveyors, 2010.

ENEMARK, Stig. From cadastre to *land* governance. In: FIG Working Week. 2012.

ERBA, Diego Alfonso; LOCH, Carlos. Cadastro técnico multifinalitário rural e urbano. Cambridge, MA: *Lincoln Institute of Land Policy*, p. 104-112, 2007.

FERNANDES, Edésio. Do Código Civil ao Estatuto da Cidade: algumas notas sobre a trajetória do direito urbanístico no Brasil. *Revista Jurídica*, v. 5, n. 05, 2012.

GRUBER, Ulrich; RIECKEN, Jens; SEIFERT, Markus. Germany on the Way to 3D-Cadastre. In: Proc. FIG Congress. 2014. p. 1-11.

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

KAUFMANN, J.; STEUDLER, D. Cadastre 2014: A vision for a future cadastral *System*. 1a. ed. Rüdlingen: FIG - Federação Internacional de Geômetras, v. 1, 1998.

KITSAKIS, Dimitrios et al. 3D Real Property *Legal Concepts and Cadastre: A Comparative Study of Selected Countries to Propose a Way Forward*. In: 5th International FIG Workshop on 3D Cadastres, 18-20 October 2016, Athens, Greece. 2016. p. 1-24.

LEMMEN, C. H. J.; VAN OOSTEROM, P. J. M. The *Land Administration Domain Model Standard*. In: Proceedings 5th *Land Administration Domain Model Workshop*, Kuala Lumpur, Malaysia, 24-25 September 2013. FIG, 2013.

LONGLEY, Paul A. et al. *Sistemas e ciência da informação geográfica*. Bookman editora, 2009.

MOURA, Ana Clara M. *Geoprocessamento na gestão e planejamento urbano*. 3a. ed. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2014.

Horizonte: Ed. da Autora, 294 p. NISANCI, Recep; OZCELIK, Ali Erdem. An assessment towards to innovative cadastre integrated with cadastre 2034 Vision. In: The world cadastre Summit, Congress & Exhibition. 2015.

PAIXÃO, Silvane; BRAZIL, João P. HESPANHA; PORTUGAL, Tarun GHAWANA. Modelling Brazilian indigenous tribes *land Rights* with ISO 19152 LADM. In: 5th *land* administration domain model workshop. 2013.

PAIXÃO, SILVANE KS; NICHOLS, SUE; CARNEIRO, ANDREA FT. Cadastro Territorial Multifinalitário: dados e problemas de implementação do convencional ao 3D e 4D. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 18, n. 1, 2012.

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

SANTOS, Juciela Cristina dos; DE FARIAS, Edla Siqueira; CARNEIRO, Andrea Flávia Tenório. ANÁLISE DA PARCELA COMO UNIDADE TERRITORIAL DO CADASTRO URBANO BRASILEIRO/Analysis of the *Parcel* as a *land Unity* of the Brazilian urban cadastre. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 19, n. 4, p. 574, 2013.

SANTOS, Juciela C dos.; CARNEIRO, Andrea FT; ANDRADE, A. J. B. Analysis of the Application of the LADM in the Brazilian Urban Cadastre: a Case Study for the City of Arapiraca, Brazil. In: The 5th *land* administration domain model workshop. 2013.

SOUZA, Wendson de Oliveira; PIMENTEL, Junívio da Silva; CARNEIRO, Andréia Flávia Tenório. Cadastro 3D e 4D: a realidade territorial no espaço e no tempo. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Curitiba, Brasil, p. 2522-2529, 2011.

STOTER, Jantien; PLOEGER, Hendrik; VAN OOSTEROM, Peter. 3D cadastre in the Netherlands: Developments and international applicability. Computers, Environment and Urban Systems, v. 40, p. 56-67, 2013.

THOMPSON, Rodney; VAN OOSTEROM, Peter. Mathematically provable correct implementation of integrated 2D *and* 3D *Representations*. In: Advances in 3D geoinformation *Systems*. Springer Berlin Heidelberg, 2008. p. 247-278.

VALDEVINO, D. S., Modelagem de Dados Espaciais, no padrão OMT-G, para cartas de sensibilidade ambiental ao óleo. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) -

Universidade Federal de Pernambuco, 2010. Disponível em: https://www.ufpe.br/latecgeo/images/PDF/geo_oleo.pdf. Acesso em: 25 de abr. de 2016.

APÊNDICE A – PARÂMETROS E ANÁLISES DA PORTARIA 511/2009

Fonte	Parâmetros	OMT-G	INDE	ISO 19.152	Justificativa
Art 2º	Define a parcela cadastral como a menor unidade do cadastro, definida como uma parte contígua da superfície terrestre conterminada juridicamente.	Atende	Atende	Atende	A omt-g permite a divisão do território em parcelas como menor unidade da superfície terrestre, a INDE recomenda a utilização do modelo OMT-G, a ISO define que todo o território seja dividido em parcelas, não utiliza esse nome especificamente, subdivide em unidade administrativa básica (BAUnit) e em unidades espaciais que seriam os equivalente a parcela.
Art 3º	Define que toda e qualquer porção da superfície territorial no município deve ser cadastrada em parcelas.	Atende	Atende	Atende	
Art 4º	Estabelece obrigatoriamente o relacionamento entre os dados do CTM, com as informações constantes no Registro de Imóveis (RI) constituindo o Sistema de Cadastro e Registro Territorial - SICART	Atende	Atende	Atende	O modelo OMT-G por ser baseado na linguagem UML permite conexão entre a parcela (Unidade espacial) e a informação contida na base de dados do Registro de Imóveis (RI) através de dados alfanuméricos e os arquivos originais de levantamento cadastral de campo, ou seja, o croqui. No entanto, a vinculação do CTM ao RI para a formação do SICART, vai além de simplesmente ser possível a elaboração de um banco de dados que integre essas duas fontes de informações, é necessário que haja um acordo entre as duas pontas possibilitando a troca sistemática de informações entre o CTM e o RI. Junta-se ainda o fato de que o limites das propriedades registradas no RI não possuem a precisão adequada, fazendo com que os limites que constam no cadastro sejam diferentes daqueles presentes na escritura que registra o imóvel. Junto a isto, de acordo com Oliveira (2010), haverá um mapa cadastral a partir do momento em que for medido <i>in loco</i> os limites entre as parcelas junto com os proprietários nos casos em que houver buracos ou sobreposições.
Art 7º	Supporta arquivos de documentos originais de levantamento cadastral de campo; (croqui)	Atende	Atende	Atende	
Art 7º	Supporta arquivos dos dados literais (alfanuméricos) referentes às parcelas cadastrais; (banco de dados)	Atende	Atende	Atende	
Art 7º	Supporta Carta Cadastral. (mapa cadastral)	Atende	Atende	Atende	
Art 9º	Permite que as informações contidas no CTM e no RI sejam devidamente coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados	Atende	Atende	Atende	Tanto o OMT-G quanto a LADM não definem nenhum Sistema Geodésico de Referência, sendo livre aos operadores e desenvolvedores de colocar o Sistema de Referência que quiser. Mas como a INDE estabelece que toda informação espacial produzida no Brasil deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB, independente da linguagem utilizada, ela deverá ser referenciado ao SGB.
Art 10º	Permite que o levantamento cadastral para a identificação geométrica das parcelas territoriais deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB	Atende	Atende	Atende	Com a coordenação entre as informações contidas no CTM e no RI sendo coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados possibilita manter a planta de valores atualizada.
Art 28º	Planta de Valores Genéricos atualizada	Atende	Atende	Atende	

APÊNDICE B – PARÂMETROS E ANÁLISES DA ISO 19.152/2012 - LADM

ISO 19.152/2012 - LADM		ISO 19.152			Justificativa
Fonte	Parâmetros	OMT-G	INDE	ISO 19.152	
Cap. 5.3	Virtualiz. as partes envolvidas, ou seja, as pessoas, organizações entre outros.	Atende	Atende	Atende	A troca sistemática de informações entre Cadastro e RI contempla esta característica do LADM
Cap. 5.3	Caracteriza a representação dos grupos de pessoas e organizações	Atende	Atende	Atende	
Cap. 5.4	Caracteriza e vincula a representação dos Direitos, Restrições e Responsabilidades que incidem na Parcela, bem como abaixo (incluindo e acima (espelho adentro) da mesma.	Atende	Atende	Atende	
Cap. 5.4	Permite a representação das unidades administrativas básicas.	Atende	Atende	Atende	
Cap. 5.4	Define as fontes de informação administrativa.	Atende	Atende	Atende	
Cap. 5.4	Representa/insere os relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas	Atende	Atende	Atende	A dificuldade de se definir as fontes de informação na realidade Brasileira é em função de que os RRR's estão espalhados em dezenas de leis, códigos, diretrizes e normas que podem ser federais, estaduais ou municipais, e que muitas vezes podem se sobrepor, dificultando sua definição.
Cap. 5.4	Representa/insere os relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas	Atende	Atende	Atende	Tanto o OMT-G quanto a LADM são baseadas na linguagem UML, o qual permite inserir os relacionamentos entre as unidades espaciais e as unidades administrativas. A diferença entre os dois nesse aspecto é que o OMT-G diferencia as classes com primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação do modelo.
Cap. 5.6	Representa/insere unidades espaciais dos tipos: ponto, linha, polígono, isolinhas, resiliência, imagem raster, entre outros.	Atende	Atende	Atende	A gestão municipal trabalha com uma gama considerável de dados e informações, sejam eles gráficos ou alfanuméricos (BRASIL/CARREIRO, 2016). Portanto, é fundamental considerar um aporte tecnológico eficiente que administre a quantidade de novos dados e informações, os quais devem necessariamente estar georreferenciados. Nesta perspectiva a modelagem conceitual do banco de dados de informações relativas a gestão territorial são elaboradas visando a criação de um banco de dados geográficos que pode ser visualizado em um Sistema de Informação Geográfica (SIG).
Cap. 5.5	Representa as unidades construídas	Atende	Atende	Atende	
Cap. 5.5	Representa o objeto 3D no espaço 2D.	Atende	Atende	Atende	
Cap. 5.6	Representa no espaço 3D (volume)	Parcialm ente	Atende	Atende	A linguagem OMT-G como já foi dito, foi desenvolvida para melhor representar a informação espacial, introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação do modelo, no entanto, não foi elaborado para representar as unidades em tres dimensões. Porém, por ter sido elaborado com base na linguagem UML, não é obrigatório que todas as classes tenham um aspecto geográfico, é possível a criação de uma classe somente com o valor alfanumérico do Zc (parâmetros)
Cap. 5.5	Representa a elevação do objeto, (numero de parâmetros)	Parcialm ente	Atende	Atende	
Cap. 5.6	Representação da documentação cartográfica, como por exemplo, levantamentos topográficos, memorial descritivo, etc.	Atende	Atende	Atende	A partir da conexão das informações contidas no RI com o CTM, permite que a documentação cartográfica presente no registro do imóvel tenha conexão com o CTM.
Cap. 6.2.1	Define a dinâmica histórica do objeto na base de dados, através do registro das alterações.	Atende	Atende	Atende	Com a coordenação entre as informações contidas no CTM e no RI sendo coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados possibilita manter a dinâmica histórica do objeto na base de dados através do registra das alterações. Este aspecto, da início a ideia do CTM 4D a partir do registro das alterações ao longo do tempo.