

MODELAGEM LADM 3D DE EDIFÍCIOS: APLICAÇÃO PARA APARTAMENTOS, REDES DE INFRAESTRUTURA E TRIBUTAÇÃO

3D LADM Modelling of Buildings: application for apartments, utilities and taxation

José Gabriel Vieira Santos
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
gabriel.vsanos@ufpe.br

Andrea Flávia Tenório Carneiro
Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologias e Geociências
andreaftenorio@gmail.com

Resumo:

Apesar do cadastro 3D já ser considerado como uma importante ferramenta para a gestão e o planejamento territorial, no Brasil os sistemas cadastrais ainda são desenvolvidos e utilizados somente em duas dimensões (2D). Assim, as unidades cadastrais são consideradas apenas como sendo os objetos localizados instantaneamente sobre a superfície, ou seja, desconsiderando tanto as feições acima da superfície (apartamentos, passarelas, rede de eletricidade, etc.), quanto as que estão presentes na parte subterrânea (garagens, rede de água, rede esgoto, etc.). Uma maneira de representar essas parcelas 3D, em um cadastro territorial, é por meio da utilização do LADM (*Land Administration Domain Model*). O LADM pode ser visto como um padrão internacional de um modelo conceitual para o domínio da administração da terra. Esse artigo apresenta alguns exemplos de construção da modelagem do LADM, para o cadastro 3D de apartamentos em diferentes países, com o objetivo de analisar quais características de cadastros internacionais podem ser usadas para aprimorar o LADM para apartamentos no Brasil.

Palavras-chave: Apartamentos, Cadastro 3D, LADM.

Abstract

Despite the 3D cadastre, already being considered as an important tool for territorial management and planning, in Brazil, cadastral systems are still developed and used only in two dimensions (2D). Thus, cadastral units are evaluated only as being the inherent objects on the surface, that is, disregarding both the features above the surface (apartments, walkways, electricity network, etc.) and those that are present in the underground part (garages, water network, sewage network, etc.). One way to represent these 3D plots, in a territorial register, is through the use of the LADM (*Land Administration Domain Model*). LADM can be seen as an international standard for a conceptual model for the domain of land management. This article presents some examples of construction of LADM modeling, for the 3D registration of apartments in different countries, with the aim of analyzing which characteristics of international cadastre can be used to improve the LADM for apartments in Brazil.

Keywords: Apartments, 3D Cadastre, LADM

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, com o desenvolvimento urbano, tem ocorrido um aumento da densidade populacional e conseqüentemente, uma elevação no número dos imóveis com mais de um pavimento, tornando o cadastro das edificações um desafio para a administração territorial (STOTER; OOSTEROM, 2005). Isto ocorre porque o edifício contém um conjunto de situações jurídicas individualizadas (apartamentos, lojas), que deve ser representado de forma tridimensional. Portanto, nos grandes centros urbanos e metrópoles brasileiras, o cadastro

tridimensional mostra-se de grande valia para a administração de territorial, uma vez que a escassez de terras e seu ordenamento complexo implicam no uso de dados de volume (COSTA, 2016).

Os cadastros da maioria dos países, tradicionalmente, representam os limites das parcelas de forma bidimensional (2D), relacionando a esses limites diversas informações pertinentes aos gestores e usuários. No entanto, diversos estudos tem mostrado a necessidade de se representar as parcelas e suas características sob a forma 3D (KALOGIANNI et. al. (2020); RAŠKOVIČ, MUCHOVÁ e PETROVIČ, (2019); STOTER, HO e BILJECKI, (2019)). Segundo Carneiro, Erba e Augusto (2012), os imóveis tem sido representados em documentos cartográficos que fazem uso da representação em 2D, não representando assim, sua realidade tridimensional.

Em um sistema cadastral bidimensional, a representação espacial dos Direitos, Restrições e Responsabilidades (RRR) referentes às parcelas não são suficientes para retratar as sobreposições de usos observados na realidade, como por exemplo em apartamentos, ou nos casos das redes de infraestruturas subterrâneas, como redes de esgoto, distribuição de água e etc. (KITSAKIS et al, 2016). Costa (2016) ressalta que os sistemas de administração territorial têm apresentado limitações no que diz respeito aos direitos, restrições e responsabilidades, cada vez mais complexos, nos grandes centros urbanos e regiões metropolitanas.

Assim, emergem as possibilidades e necessidades de utilização do Cadastro 3D, para um acompanhamento de questões jurídicas relacionadas aos valores de propriedade e restrições das mesmas com respeito aos espaços subterrâneo e aéreo, para um melhor gerenciamento espacial (COSTA, 2016).

Porém, para se implementar qualquer cadastro, é importante que haja padronização, especialmente no caso do Cadastro Territorial Multifinalitário, que se baseia no compartilhamento de informações. Por este motivo, a *International Organization for Standardization* (ISO) formulou e publicou a norma ISO 19.152 – *Land Administration Domain Model* (LADM). Trata-se de um padrão internacional para o domínio da administração da terra. Essa normativa estabelece o desenvolvimento de aplicações de software e acelera a implementação de sistemas de administração territorial que apoiem o desenvolvimento sustentável (SILVA, 2017).

O LADM foi desenvolvido de forma a incorporar todos os dados que fazem referência à gestão territorial, desde a informação de parcelamento de solo, os direitos, restrições e responsabilidades, que são determinados pelo direito formal ou pelo direito adquirido, até a identificação das 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 (PANCHINIAK, 2017).

Recentemente, trabalhos acadêmicos como teses, dissertações e artigos científicos, referindo-se ao LADM (*Land Administration Domain Model*) e cadastro 3D tem sido publicados, demonstrando a necessidade de que se desenvolva uma cultura cadastral na sociedade brasileira. Como exemplos, temos: Paixão et al, (2013); Santos et al, (2013); Araújo (2015); Costa et al, (2016); Silva (2017), entre outros. O cadastro 3D já é considerado por grande parte da comunidade acadêmica voltada para a área de cadastro territorial, como o futuro do CTM, devido às possibilidades de se representar as parcelas e suas características, objetivando uma melhor gestão e o planejamento territorial (PANCHINIAK, 2017).

Nesse contexto, esse artigo tem como objetivo apresentar algumas alternativas que têm sido propostas para o cadastro 3D de apartamentos, como mais um subsídio às pesquisas na área.

2. LADM PARA A MODELAGEM DE OBJETOS 3D

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 presentes na LADM são:

- “*party*”, que se refere as pessoas, grupos e/ou organizações ao qual as unidades espaciais se relacionam;
- “*administrative*” que trata dos direitos, deveres e restrições que cada unidade está submetida;
- “*SpatialUnit*” que representa as unidades espaciais (parcelas, edifícios, redes de infraestrutura e etc.), possuindo um subpacote chamado de “*Surveying and Representation*” relacionado aos levantamentos e representações.

A *SpatialUnit* representa um ponto (ou multiponto), uma linha (ou multilinha) que representa uma área individual (ou múltiplas áreas) da terra ou água, mais especificamente, um volume individual (ou múltiplos volumes). Assim, a modelagem do objeto territorial 3D para o Cadastro deve ocorrer em especial na classe *LA_SpatialUnit*, para a representação dos objetos em três dimensões (COSTA, 2016).

Esses pacotes são formados por classes, as quais consistem em um conjunto de atributos, métodos e limitações do sistema de administração territorial (PANCHINIÁK, 2017). De acordo com Santos (2013), essa característica do LADM possibilita que os usuários possam adicionar atributos, métodos ou classes que atendam às exigências locais. Dessa forma, algumas classes podem não serem utilizadas na criação do modelo, quando o usuário julgar que ela não tem certa relevância para a realidade do local, naquele momento.

Além das classes essenciais do pacote “*Party*” e “*Administrative*”, para o cadastro 3D, tem-se outras classes muito importantes para sua modelagem, como é o caso das classes “*LA_BoundaryFace*” e “*LA_LegalSpaceBuildingUnit*”, presentes no subpacote “*Surveying and Representation*” e no pacote “*SpatialUnit*”, respectivamente.

Uma instância da classe *LA_BoundaryFace*, descreve os limites da unidade espacial em uma superfície 3D. *Boundary Face* fecha os volumes em altura (individualizando apartamentos), em profundidade (garagens subterrâneas) e em todas as direções para formar limites de volumes. Os volumes representam espaços legais em contraste com espaços físicos (SILVA, 2017). A classe *LA_LegalSpaceBuildingUnit* é uma classe onde sua instância é uma unidade de construção.

Outro aspecto importante, na modelagem do LADM 3D, diz respeito ao atributo “*dimension*” na classe *LA_SpatialUnit*, o qual indica se o objeto se refere a um objeto 2D, um limite entre eles ou uma unidade espacial 3D (ISO, 2012).

Além da definição das classes a serem utilizadas, é necessário tratar dos relacionamentos. A etapa de relacionamento entre as classes tem por objetivo definir o tipo de interação que ocorre entre elas. Os relacionamentos podem ser por associação simples, relacionamentos espaciais ou relacionamentos topológicos em rede. De acordo com Panchiniak (2017), as características dessas relações são:

- Associação simples: as associações simples representam relacionamentos entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas e são representadas por linhas contínuas.
- Relacionamentos espaciais: representam relações topológicas, métricas, de ordem e *fuzzy*. Essas 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.

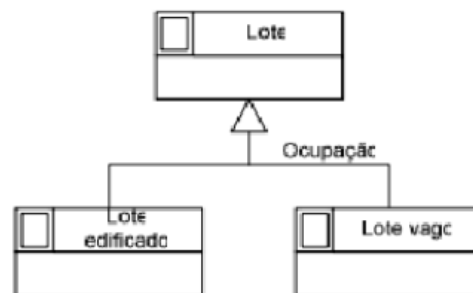
- Relacionamentos topológicos em rede: ocorrem entre objetos que estão conectados uns com os outros e são indicados por linhas pontilhadas paralelas.

Outro aspecto importante para o LADM é a multiplicidade, a qual representa o número de instâncias de uma classe que pode estar associado a instâncias de outra classe, como por exemplo, uma instância da classe “Party” pode estar associada a zero ou mais instâncias da classe “BAUnit”. Essa multiplicidade pode ser zero ou mais (0..*), exatamente um (1), um ou mais (1..*), zero ou um (0..1) e etc.

Para a criação do modelo conceitual, também se considera, alguns processos como: generalização e especialização, agregação e generalização conceitual.

A generalização (figura 1), consiste no procedimento para a construção de classes mais genéricas (superclasses) a partir de classes que possuam características análogas (subclasses) (BORGES et al, 2005). O processo inverso à generalização, é a especialização, onde classes mais específicas são detalhadas a partir de classes genéricas ao adicionar novas propriedade na forma de atributos. As subclasses herdam as características das superclasses como, atributos, operações e associações (PANCHINIAK, 2017).

Figura 1 – Generalização espacial



Fonte: Borges et al. (2005)

A agregação trata da associação entre objetos, onde considera-se que um deles é formado a partir de outros, conforme figura 2.

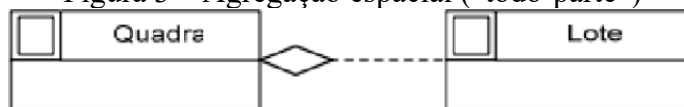
Figura 2 – Agregação entre classe convencional e georreferenciada



Fonte: Borges et al. (2005)

Quando a agregação ocorre entre classes georreferenciadas, é necessário usar a agregação espacial. A agregação espacial é um caso particular de agregação, representando assim, os relacionamentos “todo-parte” ou “uma-parte-de”, onde os objetos representam uma parte de uma estrutura superior. Dessa forma, a agregação espacial indica que a geometria de cada parte deve estar contida na geometria do todo (RUMBAUGH et al, 1995). A figura 3 mostra o processo de agregação espacial.

Figura 3 – Agregação espacial (“todo-parte”)



Fonte: Borges et al. (2005)

A generalização conceitual, é entendida como uma série de transformações que são realizadas sobre a representação da informação espacial, visando melhorar a legibilidade, e com isso, facilitar a compreensão dos dados por parte dos usuários (BORGES et al, 2005).

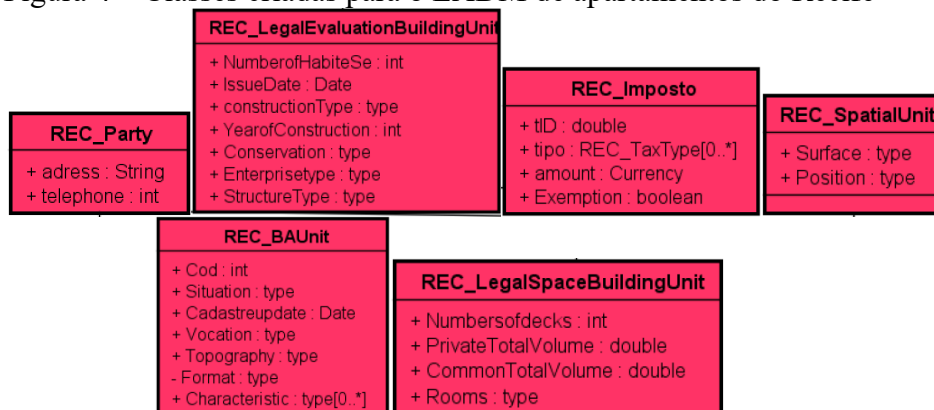
4.1. Cadastro de apartamentos com integração do LADM com CityGML

No Brasil, destacam-se alguns trabalhos sobre LADM, como por exemplo, Costa (2016), que tratou de uma modelagem para o cadastro 3D de apartamentos. Nessa pesquisa foram modelados o Edifício e seus respectivos andares, contendo várias propriedades independentes, possuindo direitos, restrições e responsabilidades.

A metodologia utilizada por Costa (2016) consistiu, principalmente, na modelagem de dados 3D para administração territorial de acordo com a norma ISO19152 do LADM, a integração desta modelagem com o padrão de dados *CityGML* para “Edifício,” usando como base os dados do Sistema de Cadastro Imobiliário de Recife-PE. A validação dos modelos foi realizada a partir dos dados cedidos pela Prefeitura Municipal do Recife (PMR).

A partir dos dados cadastrais da prefeitura do Recife, Costa (2016) adaptou o LADM, criando classes correspondentes, para atender às necessidades do cadastro do município. Essas classes são mostradas na figura 4:

Figura 4 – Classes criadas para o LADM de apartamentos do Recife

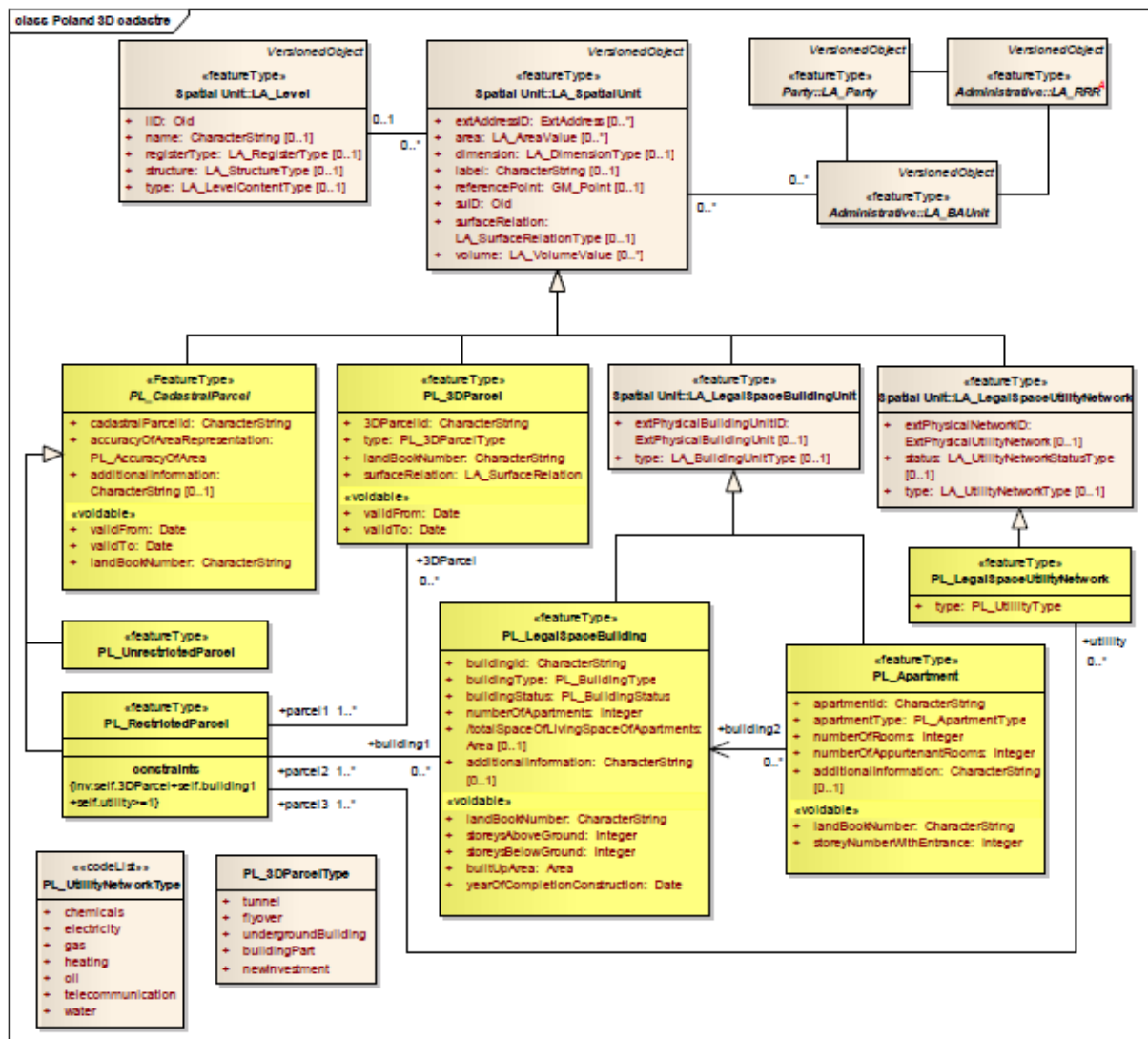


Fonte: Costa (2016)

- Onde: REC_Party → Dados da pessoa;
REC_LegalEvaluationBuildingUnit → Dados do lote e imóvel;
REC_Imposto → Dados dos tributos (IPTU, TLP, CIP);
REC_SpatialUnit → Dados do lote e imóvel;
REC_BAUnit → Dados do lote e imóvel;
REC_LegalSpaceBuildingUnit → Dados do apartamento.

Também foram criados codelists, adaptados ao modelo LADM, de acordo com os atributos presentes no cadastro da PMR.

Figura 6 – Modelagem do pacote espacial completa do LADM para apartamentos e rede de infraestruturas na Polônia



Fonte: Gózdź et al. (2014)

4.3. Cadastro 3D para fins de avaliação e tributação

Os conjuntos de dados cadastrais utilizados na identificação e registro das parcelas podem não ser suficientes para as complexidades que envolvem a tributação e os métodos de avaliação, fornecendo apenas a geometria 2D e informações legais sobre os imóveis. As práticas de avaliação e tributação também necessitam de uma análise da geometria tridimensional (3D), não apenas para unidades espaciais e conjuntos de dados físicos e fiscais detalhados relacionados a essas unidades (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

Na pesquisa, Çağdaş et al (2016), analisaram semelhanças e diferenças a respeito da propriedade imobiliária e aplicações de tributação em diversos países. Os autores comentam que existem diferentes abordagens tributárias em todo o mundo. Geralmente, os países tributam os terrenos e edifícios na forma de um único imposto. Entretanto, outros países cobram impostos diferentes como por exemplo, Austrália, Nova Zelândia, Polônia, República Eslovaca, e Brasil possuem sistemas de tributação diferentes de Grécia, Irlanda e Reino Unido. Baseado

nesse estudo, os autores desenvolveram um modelo de dados fiscais, como um módulo de extensão para o LADM.

Além das classes externas “ExtValuation” e “ExtTaxation” do LADM, classes e atributos de outros padrões de informação geográfica foram utilizados para melhor detalhar as unidades fiscais e suas características (econômicas, físicas e ambientais) importantes no processo de avaliação e tributação.

Os objetos tributáveis estão relacionados às classes LA_SpatialUnit, LA_LegalSpaceBuildingUnit e LA_BAUnit no LADM do ponto de vista legal e cadastral (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

A classe principal FM_FiscalUnit e as subclasses FM_Parcel, FM_AbstractBuilding, FM_CondominiumUnit representam as parcelas, edifícios e unidades de condomínio e suas características físicas e fiscais. FM_FiscalUnit representa a unidade básica de registro fiscal associada a LA_BAUnit, que indica a unidade básica de registro dos sistemas cadastrais. A FM_FiscalUnit define características comuns para os objetos fiscais por meio de alguns atributos, como identificador, tipo de unidade fiscal, tipo de vizinhança (urbana, rural), serviços utilitários disponíveis (gás natural, eletricidade) e endereço (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

A classe FM_Parcel representa parcelas cadastrais, bem como sub-parcelas que são a divisão de parcelas com base no uso oficial da terra para fins fiscais (por exemplo, França e Espanha). Além dos atributos herdados da classe principal FM_FiscalUnit, a classe FM_Parcel possui também, atributos para identificadores de parcelas registrados no sistema de informações cadastrais, incluindo área, uso da terra atual e planejado (utilização futura da terra) (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

Segundo os autores, a FM_FiscalUnitGroup agrupa unidades fiscais relacionadas espacialmente, como também unidades não relacionadas espacialmente que possuem características ambientais e econômicas semelhantes ou categorizadas de acordo com as funções e os tipos de unidades fiscais que possuem características físicas semelhantes (comerciais, residenciais, agrícola).

Uma classe abstrata FM_AbstractBuilding é incluída no módulo de extensão para especificar edifícios, construções e suas características físicas. Ela fornece um conjunto de atributos comuns compartilhados por suas subclasses, como área, volume, tipo de uso, tipo de construção, número de habitações e pisos de edifícios. Também considera atributos relacionados à construção e energia, isto é, data de construção, material de construção, material de fachada, sistema de aquecimento, fonte de aquecimento e desempenho energético. FM_AbstractBuilding possui duas classes: FM_Building FM_CondominiumBuilding. A primeiro representa edifícios que são considerados partes complementares das parcelas, mas podem ser tributados ou avaliados separadamente das parcelas em que estão localizados. O módulo de extensão propõe, também, uma classe FM_CondominiumUnit para registrar as principais características da unidade de condomínio necessárias para os procedimentos de avaliação, como área e volume, tipo de uso, tipo de condomínio, número do andar e número de quartos, banheiros e salas. FM_CondominiumUnit tem suporte do atributo shareInJointFacilities para indicar compartilhamento de unidade de condomínio em áreas comuns, e dos atributos acessórioPart e acessórioPartType que especificam a existência e o tipo de peças acessórias (por exemplo, garagem, piscina) alocadas às unidades de condomínio (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

Já a classe FM_Valuation, concentra-se nos dados de entrada e saída usados e produzidos em processos de avaliação única ou em massa para a avaliação do imposto predial. Ele identifica atividades de avaliação e relatórios de avaliação através dos atributos valuationID e

valuationReportID, indica a data da avaliação e o tipo de valor com os atributos valuationDate e valueType e o valor final avaliado com o atributo ratedValue (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

O tipo de dados FM_SalesComparisonMethod suporta a documentação de unidades fiscais comparáveis usadas na abordagem de comparação de vendas e ajustes monetários feitos para a venda de acordo com o tempo, local, diferenças físicas e ambientais de unidades comparáveis para estimar o valor da unidade em questão. O tipo de dados FM_CostMethod organiza os detalhes relacionados ao método de custo, como tipo (por exemplo, custo de substituição ou reprodução), fonte e preço do custo, idade cronológica e efetiva das melhorias e depreciações apreciadas (por exemplo, depreciações físicas, funcionais, externas e totais) ocorrendo através das melhorias. O tipo de dados FM_IncomeMethod processa as receitas brutas e líquidas, despesas operacionais, taxas de capitalização e desconto, e questões relacionadas a aluguel que são usados nas abordagens de capitalização (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

A outra subclasse de FM_Valuation, FM_MassAppraisal foi projetada para organizar informações relacionadas à avaliação em massa. Especificamente, descreve modelos matemáticos, tipos de análise de avaliação de massa (por exemplo, análise de regressão múltipla) e o tamanho da amostra da análise. Ele também possui um atributo de indicador de desempenho e o tipo de dados FM_MassAppraisalPerformance correspondente. A data da análise de desempenho, tamanho da amostra, medidas para o nível de avaliação (por exemplo, média), uniformidade da avaliação (por exemplo, coeficiente de dispersão) e valores para as medições selecionadas podem ser registrados através da classe de tipo de dados FM_MassAppraisalPerformance (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

O modelo de extensão fiscal é suportado pelas classes FM_TransactionPrices e FM_TimeSeriesData para abordar informações sobre preços e estatísticas de transação, respectivamente. A classe FM_TransactionPrices é estruturada com atributos que caracterizam o conteúdo de informações de contratos ou declarações de transação, incluindo a data do contrato ou declaração, preço, data e tipo de transação (por exemplo, preços de venda, patrimônio, venda forçada e aluguel). A próxima classe, FM_TimeSeriesData, é criada para representar dados de séries temporais produzidos por meio da análise de preços de transação. Está relacionado ao FM_FiscalUnitGroup, pois essa análise pode ser feita com base em clusters espaciais (por exemplo, parcelas em um município) ou temáticos (por exemplo, parcelas usadas para fins agrícolas) de unidades fiscais. Além dos atributos identificador e data, ele possui atributos para indicar os preços médios calculados de transação por metro quadrado de unidades fiscais (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

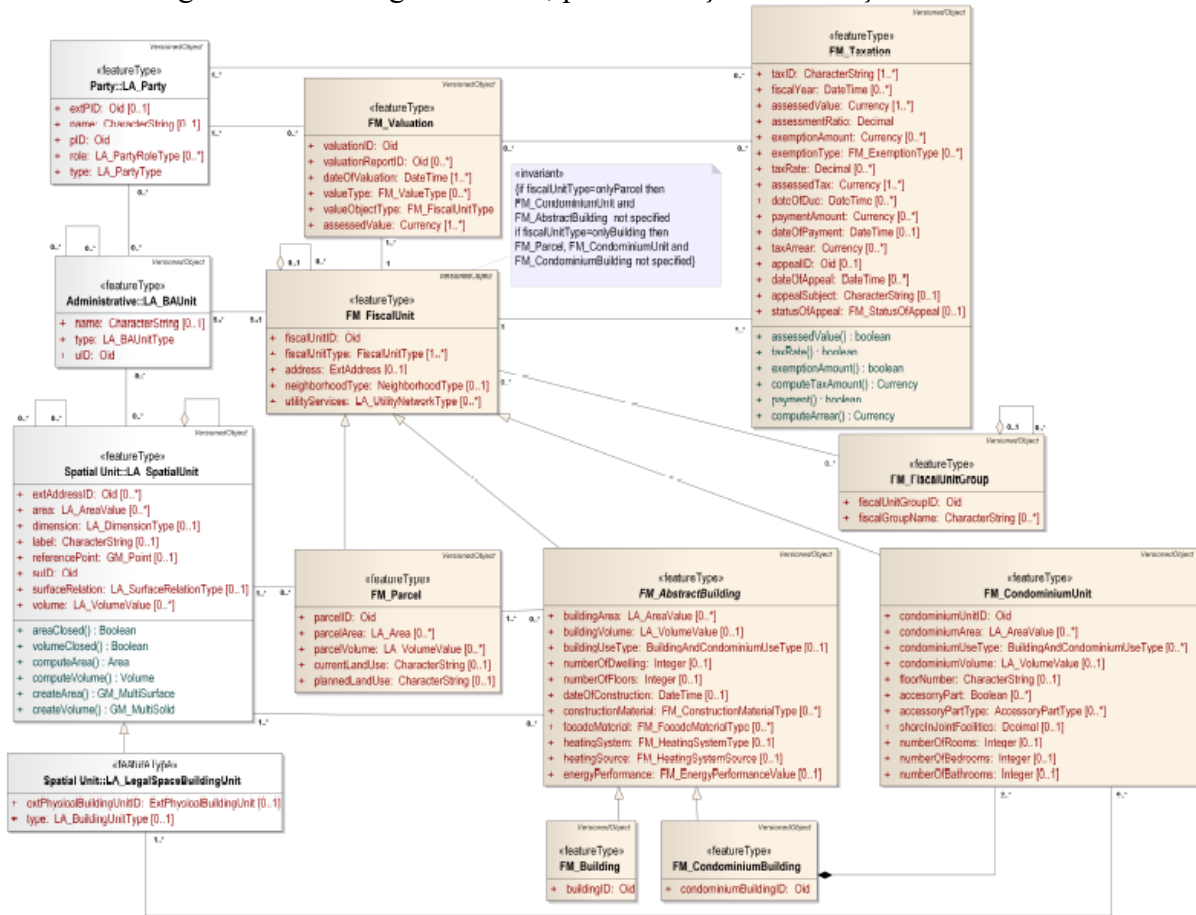
Já a classe FM_Taxation, concentra-se no registro de informações específicas sobre tributação, como o nome ou o identificador do imposto sobre a propriedade imóvel, ano fiscal, valor avaliado da unidade fiscal, tipo e quantidade de isenções concedidas, taxa de incidência e taxa de aplicação, imposto calculado e sua data de vencimento e detalhes sobre pagamentos e recursos (por exemplo, valor do pagamento, data do pagamento, ID do recurso, assunto do recurso e status do recurso) (ÇAĞDAŞ et al, 2016).

De acordo com Çağdaş et al, (2016), a classe da lista de códigos LA_PartyRoleType, que fornece valores para a função desempenhada pelas partes (por exemplo, agrimensur ou notário) no domínio da administração da terra, é, portanto, estendida no módulo fiscal para cobrir funções relacionadas à avaliação e tributação, como contribuintes e avaliadores.

Por fim, o aspecto temporal no módulo de extensão é abordado com a classe VersionedObject e vários atributos atribuídos às classes FM_Valuation e FM_Taxation. Além disso, vários atributos são atribuídos às classes FM_Valuation e FM_Taxation para lidar com outras questões temporais em relação a procedimentos fiscais, por exemplo, ano fiscal, data de vencimento, data de pagamento e data de apelação para procedimentos de tributação; e data da

avaliação, data do custo dos procedimentos de avaliação. A figura 7 apresenta o LADM desenvolvido para a parte de tributação e avaliação (ÇAGDAŞ et al, 2016).

Figura 7 – Modelagem LADM, para avaliação e tributação de edifícios



Fonte: Çagdaş et al, 2016

6. CONCLUSÕES

Nota-se que é necessário compreender o cadastro a ser modelado, para que se adeque o LADM as características do sistema em estudo.

Os resultados das pesquisas apresentadas indicam algumas abordagens possíveis para a modelagem do LADM 3D aplicado a edifícios. Enquanto Costa (2016) propõe uma modelagem específica para apartamentos do Brasil, GÓZDŹ et al. (2014) incluem à sua proposta de modelagem de apartamentos, as redes de infraestrutura, para o caso polonês. Já Çagdaş et al, (2016) apresentam uma abordagem diferenciada, baseada nos elementos 3D necessários à avaliação e tributação de imóveis.

Observa-se que os modelos LADM, possuem construções semelhantes, utilizando das classes voltadas para a parte tributária e para a unidade de construção. Alguns atributos, estão presentes em mais de um dos modelos apresentados, como por exemplo: tipo de construção, ano da construção, entre outros. No entanto, percebe-se alguns atributos que não são encontrados em todos os modelos pesquisados, como é o caso de topografia, precisão da área representada (relacionados a unidade de construção), tipo de vizinhança, serviços utilitários disponíveis, como gás natural e eletricidade direcionados para as questões fiscais.

Visando aprimorar a modelagem para o cadastro 3D no Brasil, desenvolvida em Costa (2016), pode-se realizar testes, utilizando as diferentes classes e atributos apresentadas nesta pesquisa, tanto para a parte tributária dos edifícios, como também, empregar a modelagem 3D de redes de infraestruturas em conjunto com apartamentos, por exemplo.

Esse estudo visou explicar como é estruturada a parte 3D e tributária para a construção de um modelo de administração territorial, o qual poderá servir de base para o aprimoramento do cadastro territorial brasileiro. Para a realização dos testes de quais classes do LADM 3D internacional, podem ser incorporadas ao LADM 3D brasileiro, é preciso fazer um estudo mais detalhado a respeito do cadastro brasileiro atual, compreendendo melhor o seu funcionamento e necessidades do mesmo.

Referências

ARAÚJO, A. L. **Cadastro 3D no Brasil a partir de varredura a laser (laser scanning)**. Tese (doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2015. 178 p. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/169583/338191.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 jul. 2020.

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.

ÇAĞDAŞ, V.; KARA, A.; VAN OOSTEROM, P.; LEMMEN, C.; IKDA, Ü.; KATHMANN, R.; STUBKJÆR, E. AN INITIAL DESIGN OF ISO 19152:2012 LADM BASED VALUATION AND TAXATION DATA MODEL. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, IV-2/W1, 145-154. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/isprs-annals-IV-2-W1-145-2016>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

CARNEIRO, A. F. T.; ERBA, D. A.; AUGUSTO, E. A. A. Cadastro Multifinalitário 3D: Conceitos e Perspectivas de Implantação no Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 64, n.2, p. 257-271. 2012.

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

COSTA, T. S. P. S.; CARNEIRO, A. F. T.; SILVA, R. M. **Uso da ISO 19152 e do CityGML para a modelagem do cadastro 3D**. 2016. 12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial (COBRAC).

GÓZDŹ, K.; PACHELSKI, W.; OOSTEROM, P. V.; COORS, V. **The Possibilities of Using CityGML for 3D Representation of Buildings in the Cadastre**. 4th International Workshop on 3D Cadastres. 9-11 de novembro de 2014, Dubai, Emirados Árabes.

ISO/FDIS/TC211 (2012). **Geographic Information – Land Administration Domain Model (LADM)**. ISO/FDIS 19152 (Final Draft International Standard).

KALOGIANNI, E.; VAN OOSTEROM, P.; DIMOPOULOU, E.; LEMMEN, C. 3D Land Administration: A Review and a Future Vision in the Context of the Spatial Development Lifecycle. **ISPRS Int. J. Geo-Inf.** 2020, 9, 107. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ijgi9020107>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

KITSAKIS, D. 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.

PAIXÃO, S.; HESPANHA, J. P.; GHAWANA T. CARNEIRO, A. F. T.; ZEVENBERGEN, J. Modelling Brazilian indigenous tribes land Rights with ISO 19152 LADM. **In: 5th land administration domain model workshop**. 2013.

PANCHINIAK, T. **Discussão sobre modelos conceituais relacionados ao cadastro territorial: estudo de caso de Joinville**. Dissertação de Mestrado. Florianópolis – SC. 2017.
RUMBAUGH, J. Modelagem e Projetos baseados em Objetos. Rio de Janeiro. Editora Campus, 1995.

RAŠKOVIČ, V.; MUCHOVÁ, Z.; PETROVIČ, F. A New Approach to the Registration of Buildings towards 3D Land and Property Management in Slovakia. **Sustainability**. 2019, 11, 4652. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su11174652>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

SANTOS, J. C.; CARNEIRO, A. F. T.; 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.

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

STOTER, J. E.; OOSTEROM, P. J. M. Technological aspects of a full 3D cadastral registration. **International Journal of Geographical Information Science**. v. 19. n. 6. 2005. p 669 – 696.

STOTER, J.; HO, S.; BILJECKI, F. Considerations for a contemporary 3D cadastre for our times. **Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.**, XLII-4/W15, 81–88, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W15-81-2019>>. Acesso em: 22 ago. 2020.