

MODELO DE DOMÍNIO DE ADMINISTRAÇÃO DE TERRAS (LADM) COM FOCO NAS REPRESENTAÇÕES ESPACIAIS: CONCEITOS E APLICAÇÕES

Land Administration Domain Model (LADM) Focusing on Spatial Representations: Concepts and Applications

José Eduardo Andrade Neri de Souza

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
adraudeduardo@gmail.com

Andrea Flávia Tenório Carneiro

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

Programa de Pós Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação
aftc@ufpe.br

Resumo:

Um dos problemas principais que se apresentam em relação aos sistemas de administração territorial é a ausência de padronização. Com base nesse argumento, a International Organization for Standardization (ISO) formulou e publicou em 2012 a ISO 19.152 – Land Administration Domain Model - LADM (Modelo de Domínio da Administração Territorial). Esse modelo consiste em um tipo de linguagem que tem o estabelecimento de um padrão descritivo cujo foco é a identificação dos direitos, responsabilidades e restrições que afetam a terra (ou água) e seus componentes geoespaciais relacionados, desde a aquisição dos dados até as representações espaciais. Esse artigo apresenta, em um âmbito geral, a descrição do pacote espacial do LADM e sua estrutura, e num âmbito específico como está sendo realizada a aquisição de dados espaciais, quais os tipos e como ocorre a sua agregação no LADM. Esses objetivos foram atingidos através de pesquisas de trabalhos nacionais e internacionais buscando fundamentações teóricas e exemplos aplicados no objetivo geral comum, que é o detalhamento da implementação e demonstração do pacote espacial do LADM.

Palavras-chave: Cadastro Territorial; LADM; Representação Espacial.

Abstract

One of the main problems that arise in relation to territorial administration systems is the lack of standardization. Based on this argument, the International Organization for Standardization (ISO) formulated and published in 2012 the ISO 19.152 - Land Administration Domain Model - LADM (Domain Model of Territorial Administration). This model consists of a type of language that has the establishment of a descriptive standard whose focus is the identification of the rights, responsibilities and restrictions that affect the land (or water) and its related geospatial components, from the acquisition of the data to the spatial representations. This article presents, in a general scope, a description of the LADM spatial package and its structure, and in a specific way how spatial data acquisition is being carried out, what types and how it is aggregated in LADM. These objectives were achieved through research of national and international works seeking theoretical and scientific foundations in the common general objective, which is the details of the implementation and definition of the LADM space package.

Keywords: Territorial Cadastre; LADM; Spatial representation

1. INTRODUÇÃO

No início de 2008, a FIG apresentou uma proposta para desenvolver um domínio da Norma Internacional para a Administração de Terras (LA) ao Comitê Técnico 211 (TC 211) sobre Informações Geográficas da Organização Internacional de Normalização (ISO / TC211, 2010). A proposta recebeu um voto positivo dos países membros do TC211 e uma equipe de projeto começou a trabalhar no desenvolvimento do padrão. A proposta foi baseada em muitos anos de discussão sobre esse assunto na FIG e com a participação de vários workshops e de muitos especialistas neste campo em todo o mundo. Um antecessor do LADM foi apresentado no Congresso da FIG em Munique em outubro de 2006 (Lemmen e Van Oosterom, 2006).

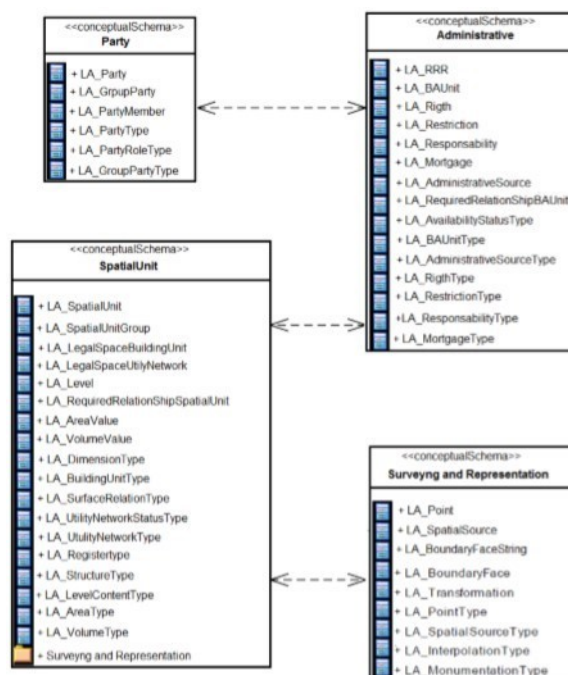
O LADM é estruturado em pacotes e subpacotes, constituídos por classes de informações. Os três pacotes que compõem o LADM são: *Party Package*, *Administrative Package*, e *Spatial Unit Package* que é o foco desse trabalho. O *Surveying and Representation Subpackage* é um subpacote do pacote *Spatial Unit Package*. O LADM pode incluir direitos informais no seu modelo, o que o torna uma ferramenta ainda mais poderosa, tendo em vista que os países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento apresentam uma grande informalidade nas posses das terras. O modelo de Domínio de Administração de Terras: Classes e Pacotes

O esquema conceitual do LADM está organizado em três pacotes básicos (ISO, 2012):

1. *Party Package*: Partes (pessoas e organizações);
2. *Administrative Package*: Unidades administrativas básicas; direitos, restrições e responsabilidades (direitos de propriedade e de uso da terra);
3. *Spatial Unit Package* : Unidades espaciais (parcelas, edifícios e redes de serviços públicos). Esse pacote inclui o subpacote de levantamento e representação.

A figura 1 apresenta estes pacotes básicos do LADM, com suas classes constituintes. As classes LADM são prefixadas por LA_ para diferenciá-las das outras classes na série de normas de informações geográficas ISO/FDIS.

Figura 1 - Esquema básico do LADM: Classes e Pacotes



Fonte: ISO19152 Fonte: ISO (2012)

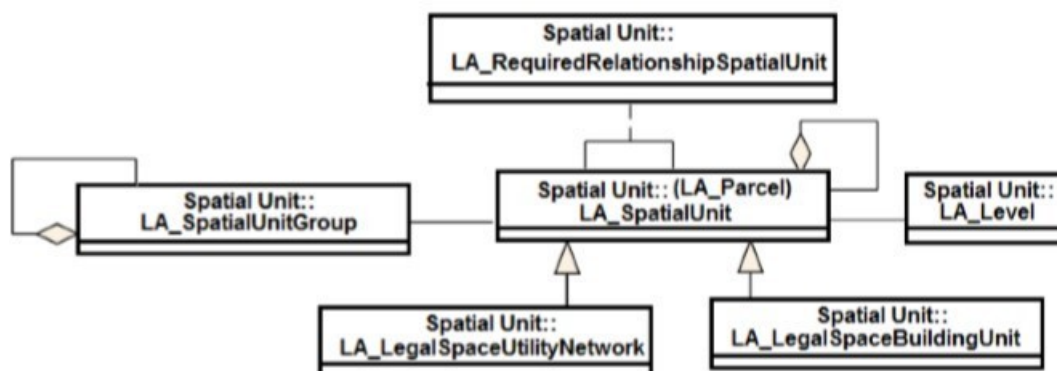
Segundo Fourie (1998) e Henssen (1995), a implementação de um modelo para a administração territorial deve ser flexível. Portanto, o LADM oferece um modelo conceitual de referência que deve ser tão simples quanto possível, a fim de ser útil na prática, sem ser considerado completo, um modelo fixo e final com base em um determinado país, e sim um modelo genérico que se adeque à realidade do país em questão. Assim, torna-se provável a necessidade da criação de atributos adicionais, operadores e novas classes para determinadas localidades. Dessa maneira, o LADM possui dois objetivos principais: fornecer uma base de desenvolvimento eficiente para os sistemas de administração territorial; e permitir que as partes envolvidas possam se comunicar com base em uma linguagem formada por conceitos e símbolos comuns implícitos no modelo.

2. LADM: CLASSES E PACOTES DAS UNIDADES ESPACIAIS (*SPATIAL UNIT*)

Como já mencionado, esse artigo tem um direcionamento para classes e pacotes espaciais, desde os tipos de dados adquiridos e suas tecnologias, até o armazenamento dessas representações no modelo LADM, buscando exemplos já praticados em alguns trabalhos.

O pacote *Spatial Unit* é responsável pela identificação e caracterização das unidades espaciais, compostas pelas parcelas, grupo de parcelas ou níveis de distribuição. Cada classe é responsável pela associação do indivíduo com a terra, sendo esta distribuída em seus diversos níveis. A figura 2 apresenta a estrutura básica de relacionamento deste pacote e a figura 3 suas classes e atributos.

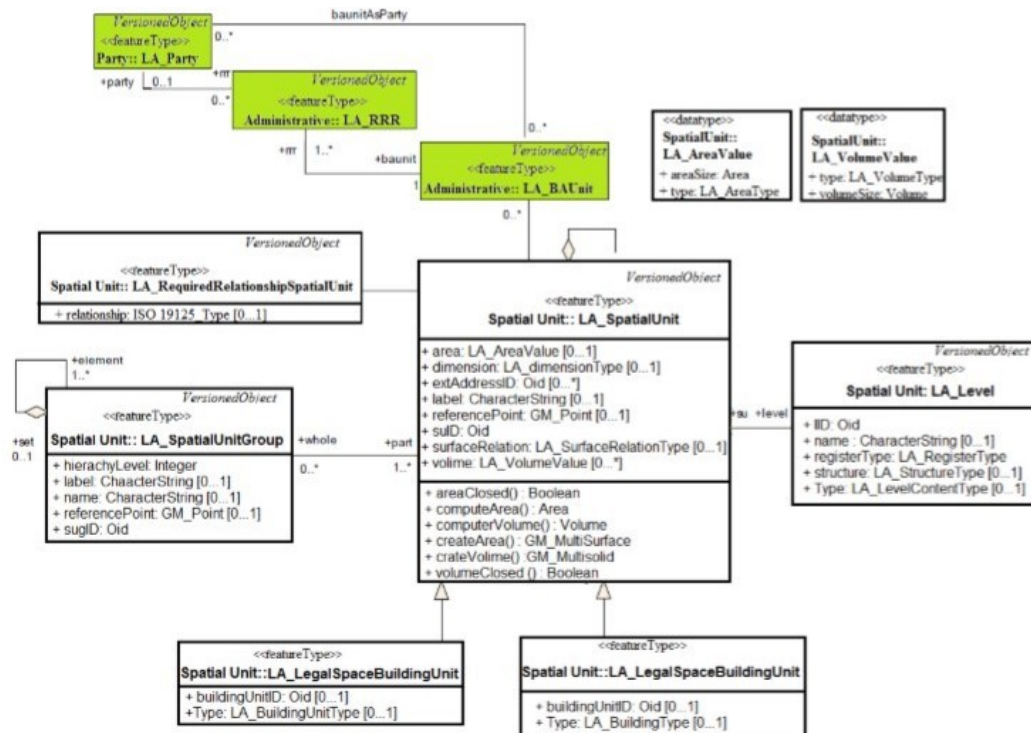
Figura 2 - Pacote Spatial Unit e suas Relações



Fonte: ISO (2012)

O pacote de unidades espaciais (figura 3) diz respeito às classes LA_SpatialUnit, LA_SpatialUnitGroup, LA_Level, LA_LegalSpaceNetwork, LA_LegalSpace-BuildingUnit e LA_RequiredRelationshipSpatialUnit (esta classe não está representada na figura 3).

Figura 3 - Spatial Unit: Classes e Atributos

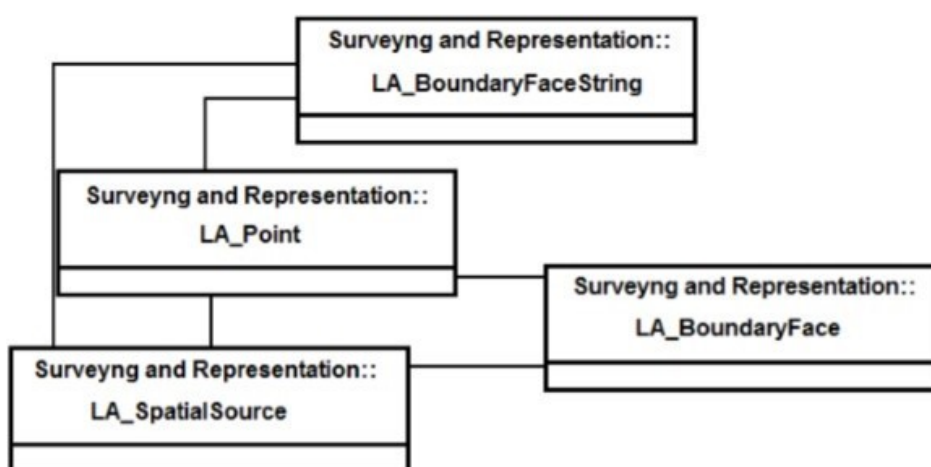


Fonte: ISO (2012)

2.1. O pacote *Surveying and Representation*

Este pacote é composto pelas classes *LA_BoundaryFaceString*, *LA_Point*, *LA_BoundaryFace* e *LA_SpatialSource*. Este pacote é responsável pelas representações geométricas das unidades espaciais e correções topológicas, através de sistemas de informações geográficos associados a banco de dados. A figura 4 apresenta um diagrama nos quais estão inseridos os relacionamentos entre as classes deste pacote.

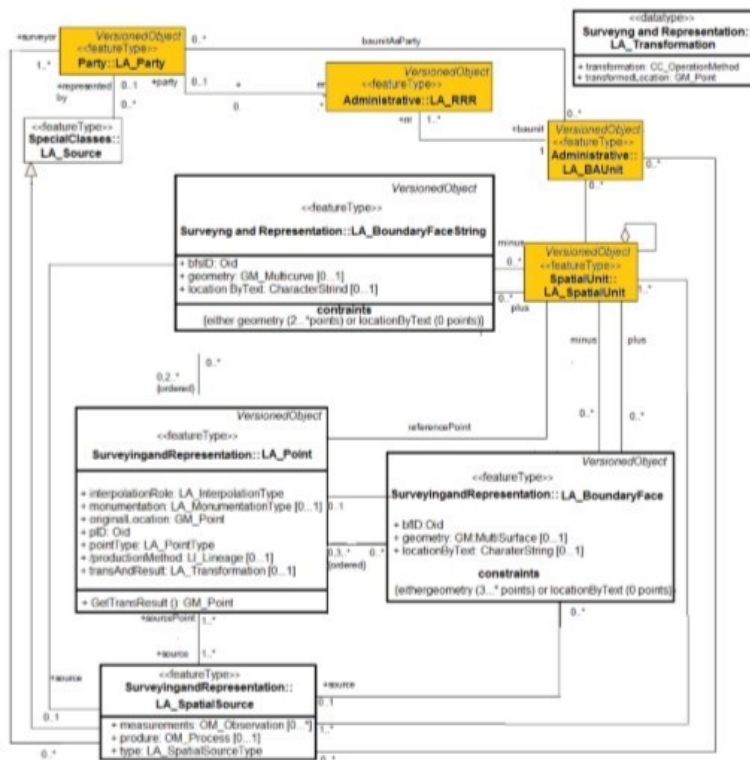
Figura 4 - Diagrama das Classes do Pacote Surveyng and Representation



Fonte: ISO (2012)

A figura 5 apresenta o diagrama de classes do pacote levantamento e representações espacial, além do compartilhamento de relacionamento entre elas.

Figura 5 - Diagrama de Classes do pacote Surveying and Representation com Relacionamentos e Atributos



Fonte: ISO (2012)

3 ESTUDOS DE CASOS DE APLICAÇÕES DO PACOTE ESPACIAL DO LADM

3.1. A modelagem das unidades espaciais

No trabalho (Lemmen et al, 2010), os autores apresentam os resultados da pesquisa intitulada “*The Modelling of Spatial Units (Parcels) in the Land Administration Domain Model (LADM)*”, onde afirmam que unidades espaciais são um conceito flexível de representação da realidade e que diferentes tipos de unidades espaciais são possíveis:

A unidade espacial “baseada em croquis” é usada quando um croqui (um desenho rápido de um grupo de unidades espaciais) está disponível; por exemplo, croquis (Törhönen e Goodwin, 1998) e fotografias, na ausência de uma melhor identificação. Uma unidade espacial baseada em croquis pode ser referida nos atributos *LA Party* (que podem ser um banco de dados externo) ou em *LA Source*;

Uma unidade espacial “baseada em texto” é usada quando a unidade espacial é caracterizada inteiramente por um texto descritivo. O sistema é usado na Inglaterra há muitos séculos e ainda é usado na definição de limites gerais; Por costume, foi aplicado nas treze

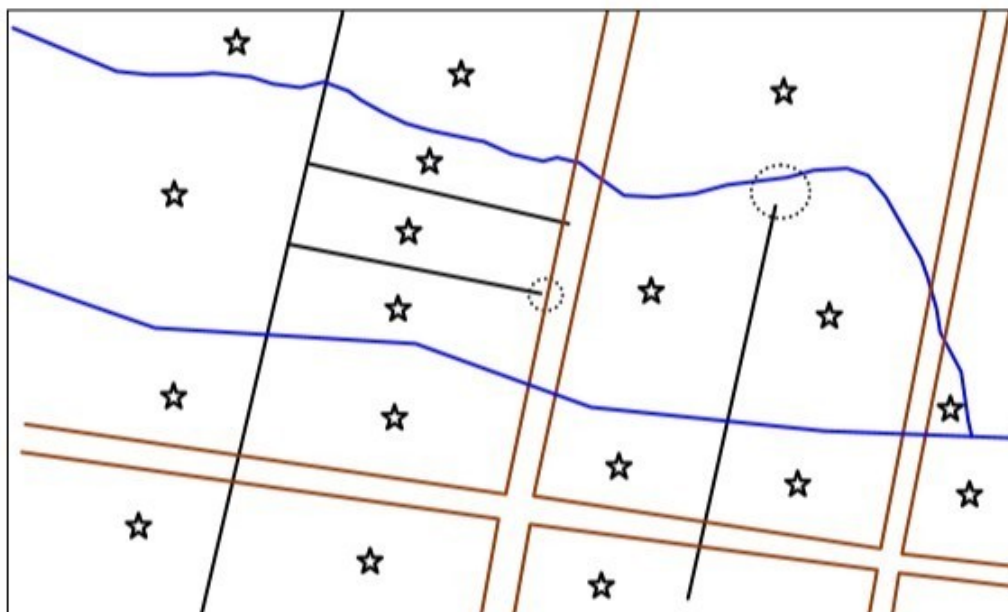
colônias originais que se tornaram os Estados Unidos e em muitas outras jurisdições de terra baseadas no direito comum inglês (Cribbet et al, 2002). Uma descrição típica para um pequeno pedaço de terra seria: "começando com um canto na interseção de duas paredes de pedra perto de uma macieira no lado norte da estrada Muddy Creek, uma milha acima da junção de Muddy e Indian Creeks, ao norte por 150 hastes até o final do muro de pedra que margeava a estrada, depois noroeste ao longo de uma linha até uma grande rocha na esquina da casa de John Smith; daí, a oeste, 150 hastes até a esquina de um celeiro perto de um grande carvalho, daí para o sul até Muddy Creek Road, daí pelo lado da estrada até o ponto de partida." (citado em: http://en.wikipedia.org/wiki/Metes_and_bounds). Pode haver observações como distâncias e rumo (azimute, por bússola) em um sistema local. No Brasil esse tipo de descrição ainda é comum, especialmente nas áreas rurais. Outra abordagem bem conhecida é a inclusão dos nomes dos vizinhos como "referência geográfica". Isso é muito sensível a mudanças; por exemplo, se o vizinho falecer ou se mudar para outro local. As unidades espaciais "baseadas em texto" podem ser incluídas nos atributos "locationByText" em *LA_BoundaryFaceString* e *LA_BoundaryFace*;

Uma unidade espacial "baseada em pontos" é usada quando as únicas informações sobre a localização são as coordenadas de um único ponto dentro de sua área (ou volume). Jackson (1996), com referências a vários outros autores, fala sobre o "conceito do ponto médio", que nesse trabalho referesse ao centróide da área. Nesse conceito, a posição de um direito de terra é registrada, não seus limites. Lester e Teversham (1995) referem-se ao conceito da seguinte forma: "uma única coordenada do centro da unidade de habitação pode identificar positivamente essa unidade, e isso pode ser suficiente para fins básicos de registro". Este conceito é suportado no LADM por unidades espaciais "baseadas em pontos". Fourie e Van Gysen (1995) indicam o levantamento do ponto médio (centróide) como um estágio inicial de um sistema de melhoria progressiva do título. É exatamente isso que o LADM possibilita ao fornecer opções diferentes para as representações de unidades espaciais. O atributo "referencePoint" em *LA_SpatialUnit* é usado para registrar esse local, que pode ter um valor z; existe uma associação com *LA_SpatialSouce* nesse tipo de unidade espacial. A unidade espacial baseada em pontos geralmente também inclui um atributo de tamanho estimado (área ou volume);

Uma unidade espacial "baseada em linhas" (também conhecida como "não estruturada" ou "espaguete") é usada quando é permitido que a representação tenha inconsistências, como linhas interrompidas e limites incompletos. Isso pode acontecer se os dados forem coletados ao longo do tempo com diferentes métodos de aquisição de dados. Referindo-se à Figura 6, pode-se ver que, embora as linhas de limites apresentem inconsistências topológicas, um grande número de parcelas está bem definido. De fato, para um usuário, o padrão de subdivisão é claro. Além disso, as parcelas adjacentes podem ser determinadas pela inspeção da figura. O outro lado desta questão é que cada peça de linha é identificável exclusivamente e pode ser marcada com sua própria declaração de qualidade. Usando essa declaração, um

conjunto de critérios pode ser desenvolvido para permitir que muitos dos problemas de linhas interrompidas e incompatibilidades sejam resolvidos. Diferentes "níveis" dentro do LADM (usando a classe *LA_Level*) podem ser usados para diferentes qualidades;

Figura 6 - Unidades Espaciais Baseadas em Linhas



Fonte: Oosterom Peter et al. (2013)

Uma unidade espacial "baseada em polígonos" (unidade espacial de polígono) é usada quando todas as unidades espaciais são registradas como uma entidade separada. Não há conexão topológica entre as unidades espaciais vizinhas (e não há limites compartilhados);

Uma unidade espacial "baseada em topologia" (unidade espacial topológica) é usada quando as unidades espaciais compartilham representações de limites. Uma unidade espacial topológica é codificada por referência a seus limites, com o limite comum entre duas unidades espaciais, sendo armazenado apenas uma vez. Assim, há uma conexão topológica entre vizinhos.

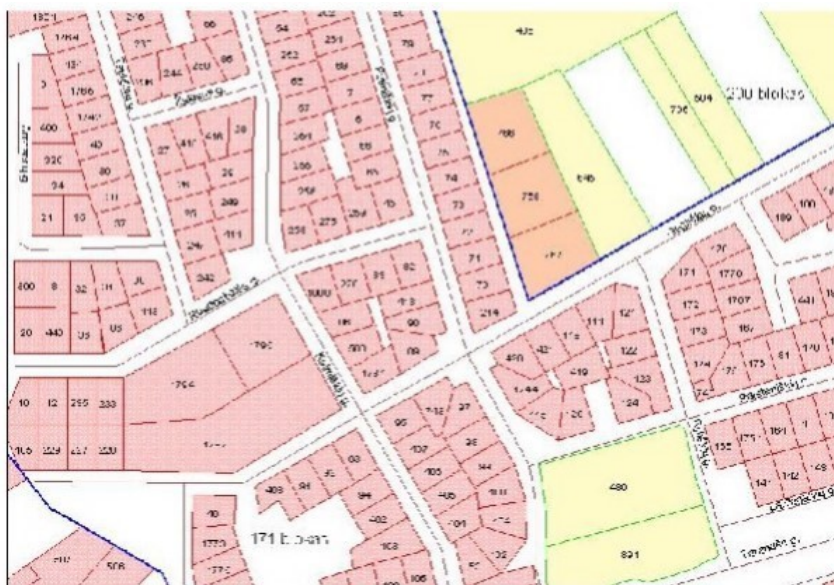
3.2. O mapa cadastral e as alternativas para sua elaboração

Oosterom e Lemmen (2013) tratam dos conceitos de mapas cadastrais e sua forma de construção, desde a aquisição dos dados até a implementação no LADM, como será mostrado a seguir.

Um mapa cadastral representa limites de propriedade ou direitos de uso da terra, como também, dos direitos informais a terra como posse ou ocupação. Na verdade, é um mapa onde é (ou pode ser) visualizado que as pessoas concordam com os limites de suas propriedades. A

esse respeito, pode ser visto como um mapa social. Também pode ser visto como um mapa que representa segurança jurídica em relação à propriedade ou uso da terra. O mapa pode ser usado como base para o cálculo do imposto predial. Novamente, uma questão social em relação à contribuição de indivíduos, famílias ou grupos para a construção e manutenção da sociedade, se organizada de maneira transparente. Um exemplo de mapa cadastral é dado na Figura 7.

Figura 7 - Exemplo de um Mapa Cadastral



Fonte: Lemmen Christiaan & Oosterom Peter (2011)

As medidas de limite das parcelas cadastral são inseridas para um processo de mapeamento cadastral que resulta em coordenadas, geralmente publicadas em combinação com identificadores de ponto, orientações (direções ou azimutes) e distâncias entre os pontos.

Além do levantamento convencional, deve-se observar que esses limites podem ser identificados no campo usando fotos de áreas, imagens de satélite (Lemmen et al, 2009) ou mapas topográficos existentes. O mais relevante para o LADM não são as diferentes abordagens na aquisição de dados, mas as opções para incluir os resultados das aquisições de dados (e o processamento desses dados).

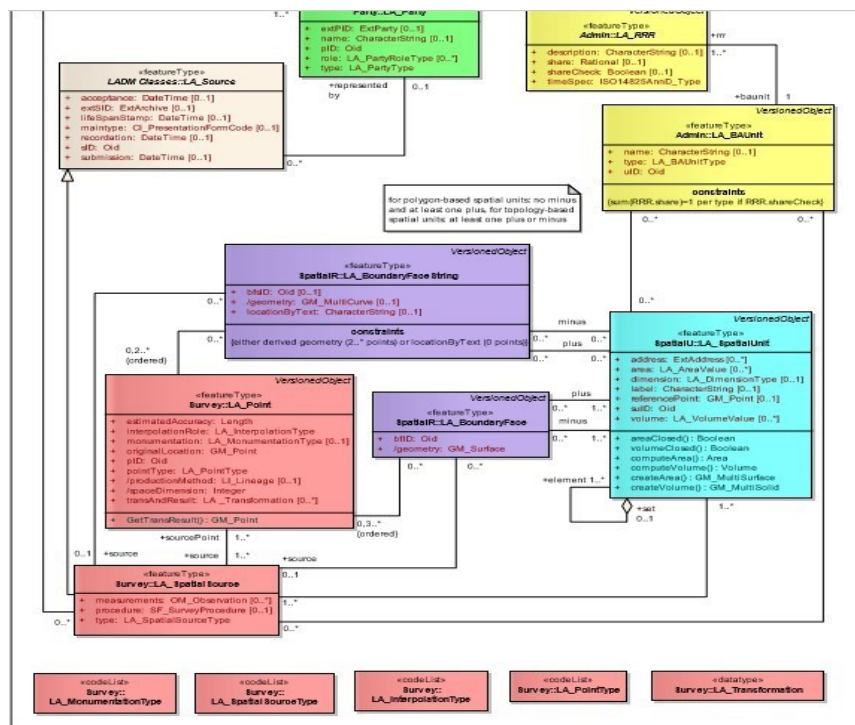
Os resultados dos projetos de levantamento cadastral são medições com uma certa precisão, que podem ser usadas para descrever a geometria e a qualidade dos objetos que podem ser armazenados no banco de dados geográfico. A associação entre medidas e unidades espaciais faz parte do LADM. Em muitos casos, as medições e observações e sua precisão não são armazenadas no banco de dados geográfico, e sim nos metadados sobre todo o conjunto de dados e não por ponto, embora essas informações estejam disponíveis nos resultados dos projetos de levantamentos (Worboys, 1995).

Os dados coletados dos levantamentos e das coordenadas derivadas podem ser gerenciados pelo LADM usando o Subpacote *Surveying and Representation*. Toda a documentação relacionada aos levantamentos de limites cadastrais pode ser incluída no LADM. Pontos de limites ou vértices podem ser coletados em campo por meio de métodos convencionais (topografia) ou sistemas baseados em GNSS (portáteis), etc. Os pontos podem ser coletados em um ambiente de escritório (digitalização) ou podem ser compilados de várias fontes, por exemplo, usando formulários, esboços de campo ou ortofotos. Pontos podem ser usados para compor limites (*boundaryFaceStrings*).

3.3. Visão geral dos perfis espaciais

Ainda em Oosterom e Lemmen (2013), é exposto que os subpacotes de *Surveying and Representation* (Levantamento e Representação) do LADM permitem um grande número de representações possíveis de unidades espaciais em 2D, 3D ou mistas (2D e 3D integradas); como mostra a Figura 8. O LADM permite representações espaciais baseadas em texto, ponto, linha, polígono e topologia. Em um “perfil de país” específico, é possível usar níveis diferentes, com diferentes representações espaciais. Por exemplo, para o nível "parcela normal", pode ser usada a representação espacial baseada em topologia 2D, enquanto para o nível "construção de espaços legais" é usada uma solução baseada em polígono 3D. Um "perfil espacial" mostra as classes e atributos necessários.

Figura 8 - Representação Espacial de Unidades Espaciais



Fonte: ISO (2012)

4. CONCLUSÕES

Nos últimos anos todos os países do mundo têm despertado para o compartilhamento de informações territoriais. O LADM mostra-se como uma técnica de modelagem viável, não somente em uma visão descritiva como também em uma visão espacial de representação através de SIG's, visto que o modelo comporta todos os aspectos para o compartilhamento das informações. Pesquisa em relação aos pacotes espaciais se mostra indispensável para uma modelagem que busca atingir uma integração total.

Referências

- Augustinus, C., C.H.J. Lemmen and P.J.M. van Oosterom (2006). **Social tenure domain model requirements from the perspective of pro - poor land management**. 5th FIG regional conference for Africa : promoting land administration and good governance. Accra, Ghana.
- Cribbet, Johnson, Findley, and Smith (2002). **Property, Cases and Materials**, Foundation Press.
- Fourie, C. and H. van Gysen (1995). "South Africa just before and just after the elections:land policies and the cadastre." *Geomatica* 49(3): 315-328.
- Jackson, J. (1996). "Extending the South African cadastral system using a mid-point method." *South African Journal of Surveying and Mapping* 23 (5): pp.277-284.
- Lemmen, Christiaan & Oosterom, Peter. (2011). **ISO 19512: The land administration domain model**.
- Lester, K.J. and J. Teversham (1995). "An overview of the cadastral system in South Africa." *South African Journal of Surveying and Mapping* 23 (2): pp.103-114.
- Lemmen, Christiaan & Oosterom, Peter & Thompson, Rod & Hespanha, João Paulo & Uitermark, Harry. (2010). **The modelling of spatial units (parcels) in the Land Administration Domain Model (LADM)**. Proceedings of the XXIV FIG International Congress 2010: Facing the Challenges - Building the Capacity, April 2010.
- Oosterom, Peter & Lemmen, Christiaan & Uitermark, Harry & Boekelo, G. & Verkuijl, G.. (2013). **Land administration standardization with focus on surveying and spatial representations**.
- SANTOS, Juciela Cristina dos. **Análise da aplicação do modelo de domínio de conhecimento em administração territorial (LADM) ao cadastro territorial urbano brasileiro: estudo de caso para o município de Arapiraca-AL**. Recife, 2012. 127 f. Dissertação (mestrado) - UFPE, Centro de Tecnologia e Geociências , Programa de Pós-

graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação, 2012.

Törhönen, M.P. and D.P. Goodwin (1998). **"Would a registry map hang comfortably in a round mud hut? A register of title for Zimbabwe's communal areas: philosophical and technical considerations"**. Australian Surveyor 43 (2).

Worboys, M.F., **GIS: A Computing Perspective**. Taylor&Francis, 1995.