

Cadastro 3D e 4D: a realidade territorial no espaço e no tempo

Wendson de Oliveira Souza ¹
Junívio da Silva Pimentel ¹
Andrea Flávia Tenório Carneiro ¹

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE/DECart
Caixa Postal 50670-901 - Recife - PE, Brasil
{wendsonsouza, juniviopimentel, andreaftenorio}@gmail.com

Abstract - Nowadays most of the existing cadastral systems are planned and implemented to represent the physical surface in two dimensions, that is, refer to the orthogonal projection of property boundaries on surface terrestrial. These systems are not always appropriate to the reality, which are increasingly common engineering works above and below the surface and the temporal with different juridical positions. Moreover, notice a lawsuit for the consideration of the time variable integrated to spatial information. Thus, it is essential that the registration be able to inform about the rights of the properties that are outside the surface at a given time. Allowing information regarding the time do not correspond to reality in a different era. Some countries study a necessity to amend the legislation and define a cadastral model on three (3D cadastre) and four dimensions (4D cadastre). Thus, the proposed research is to highlight the solutions adopted by other countries in the implementation of a 3D cadastre, such as the Netherlands and Turkey. Based on these experiences, it's analysed a study in the municipals districts of Recife and Olinda in Pernambuco state, which is increasing the occurrence of buildings above ground, especially pedestrian walkways on public roads, where the registration status is still with the look two-dimensional. So that it can meet the practical needs of a record set in space and time.

Palavras-chave: cadastro 4D, gerenciamento territorial.

1. Introdução

Os sistemas de gerenciamento territorial em duas dimensões têm mostrado limitações para lidar com direitos cada vez mais complexos, restrições e responsabilidades que ocorrem na realidade em cidades de grande porte e regiões metropolitanas. Embora cada país tenha suas próprias leis e regulamentos para o cadastro, em geral o acesso à informação tridimensional do terreno é pobre nesses sistemas de administração territorial, UN e FIG (1999) e Van der Molen (2003). Por outro lado, temos de lidar com o tempo (quarta dimensão) para poder acompanhar a dinâmica na gestão da terra. A dimensão temporal pode ser considerada integrada às dimensões espaciais ou como atributo separado.

A maioria dos sistemas cadastrais existentes são planejados e implementados para a representação da superfície física em duas dimensões, ou seja, referem-se à projeção ortogonal dos limites imobiliários das propriedades situadas sobre a superfície terrestre. Esses sistemas nem sempre são apropriados à realidade atual, onde são cada vez mais comuns obras de engenharia abaixo e acima da superfície terrestre. Assim, surge a necessidade de que o cadastro seja capaz de informar sobre os direitos das propriedades que não estão na superfície. Muitas vezes, torna-se necessário alterar a legislação e definir um modelo cadastral tridimensional, já que segundo Valstad (2005), os sistemas cadastrais devem refletir a situação real e não apenas a parcela na superfície.

A importância da propriedade e, especialmente os direitos de propriedade individual, cresce à medida que a densidade da população aumenta e o uso da terra se torna mais intenso. Muitos países desenvolvidos experimentaram isso nos últimos dois séculos, e vêm direcionando para o desenvolvimento de sistemas cadastrais, preconizam Stoter e Zevenbergen (2006).

Uma das soluções para melhorar a administração territorial, em caso de necessidade de representações 3D, é manter a geometria dos objetos tridimensionais nas bases de dados de organizações que são responsáveis por eles (por exemplo, registros de imóveis, túneis, posições de cabos e tubulações, dutos e outras construções) e referenciar esta informação ao

cadastro, quando necessário. O objeto referido pode mudar ao longo do tempo (ou até mesmo ser excluído) e para manter as referências posicionais corretas e os sistemas cadastrais consistentes é preciso ser capaz de se referir a um período específico no tempo. Isto é salutar no caso da referência não ser usada apenas para consulta, mas também para identificar a extensão espacial de direitos que se apliquem no gerenciamento de terra.

Para Valstad (2005), na Holanda o principal obstáculo tem sido a base legal e o fato de que não havia nenhuma previsão de lei cadastral para criar unidades de propriedades 3D. Poucos países estabeleceram um sistema legal em que o sistema parcelar fosse tridimensional. No entanto, alguns países têm leis recentes que fornecem o registro das parcelas em três dimensões. É o caso da Holanda, onde existe a possibilidade de se registrar os dados de construções subterrâneas no cadastro, embora não como uma unidade separada. A fim de se tornar um cadastro completo no futuro será preciso levar em consideração a componente tempo nas dimensões espaciais.

No Brasil, o cadastro é implementado em duas dimensões, embora já existam diversas situações onde a informação física e legal não é completamente atendida nesse modelo. Os cadastros urbanos tem que lidar com os edifícios, cujas unidades imobiliárias são individualizadas através de atributos em bancos de dados, sem representação gráfica. A ocupação do subsolo e do espaço aéreo por aqueles que não detêm a propriedade do solo é cada vez mais comum. O tema é analisado nesse trabalho a partir de um estudo de caso na Região Metropolitana de Recife, estado de Pernambuco, onde é cada vez maior a ocorrência de construções acima da superfície, especialmente passarelas para pedestres, construídas para ligar edificações situadas em lados opostos de vias públicas.

2. Objetivos

- descrever os aspectos a serem considerados e as soluções adotadas na implementação de um cadastro que contemple os aspectos espaciais e temporais;
- analisar, sob o aspecto cadastral, os casos de construções em espaço aéreo de vias públicas nos municípios de Recife e Olinda.

3. Base conceitual de um cadastro 3D

Do ponto de vista conceitual um dos fundamentos da administração territorial bidimensional é que não pode haver lacunas ou sobreposições na parcela em que os direitos se baseiam, ou seja, uma fração da superfície plana, que implica em volumes da propriedade definido pelas colunas espaço acima e abaixo da parcela de terra de superfície. Para Stoter (2004), o mesmo fundamento (uma fração do espaço sem sobreposições ou lacunas) é também a base do pensamento conceitual em relação ao gerenciamento cadastral 3D.

Stoter e Zevenbergen (2006) afirmam que, para desenvolver um sistema útil de registros em 3D, é importante observar as necessidades reais do cadastro a respeito das representações tridimensionais. Estas necessidades consistem em:

- registrar a situação legal das propriedades; e
- fornecer a informação da situação legal desses objetos.

Consequentemente, uma solução espacial deverá ser projetada para obter mais integração jurídica, onde a terceira dimensão permite confirmar a situação legal. Deve ser possível definir os objetos no espaço tridimensional, e seus atributos devem ser mantidos no sistema de informação cadastral. A manutenção de relações implícitas e explícitas entre os objetos acima e abaixo da superfície com as parcelas na superfície completará a incorporação dos objetos 3D no sistema cadastral atual, de acordo com Stoter e Zevenbergen (2006).

Alternativa para isso seria a criação, a definição e o registro das parcelas em três dimensões. Na Holanda, esta não é uma solução trivial, porque a existência das parcelas em 3D cria outros problemas que devem ser resolvidos, como por exemplo:

- com a existência das parcelas em 3D, o significado do direito de propriedade muda; o ajuste na definição da propriedade levará um tempo, pois exigirá mudanças na legislação;
- se possuir uma unidade em 3D no espaço que limita uma construção, o que acontece se esta unidade se abalar durante essa construção?;
- os proprietários das parcelas da superfície são obrigados a aceitar a definição de uma parcela em 3D acima ou abaixo de sua parcela?
- as relações jurídicas entre as parcelas superpostas devem ser claramente definidas, assim como o acesso a essas parcelas através de outras parcelas e da proteção dos objetos reais de propriedade envolvidos, evitando danos.

Outra condição relevante é o tipo de detalhamento requerido para satisfazer às necessidades atuais. Muitas informações já estão disponíveis em 2D (mapa topográfico em grande escala, mapa cadastral). A informação 3D não é necessária em todos os casos, por exemplo, em áreas rurais, como ressalta Stoter e Zevenbergen (2006). Na Figura 1, o conceito de cadastro 3D é ilustrado. A figura da esquerda é parte do mapa cadastral (contornos das parcelas), adicionados com a topografia do mapa em grande escala dos Países Baixos. O mapa topográfico em grande escala, mantido pelo cadastro na Holanda, não faz parte do mapa cadastral, mas é mantido como um conjunto de dados separados. Na direita da figura foram inseridos elementos tridimensionais, tais como estacionamento subterrâneo e um prédio.



Figura 1 – Conceito de um cadastro 3D, um estacionamento subterrâneo e um prédio.

Fonte: Stoter e Zevenbergen (2006).

3.1 Exemplo de implantação de um cadastro 3D na Holanda

De acordo com o Código Civil Holandês de 1992 (Stoter e Zevenbergen, 2006), o direito de propriedade de uma parcela não é limitado na dimensão vertical e, portanto, a propriedade se estende até o centro da terra e no céu.

O direito de propriedade compreende a capacidade para usar a terra possuída. A única exceção é o uso do espaço acima ou abaixo da superfície permitido a terceiros, quando não há nenhum sentido que o proprietário vá de encontro a este uso.

A definição da propriedade precisa ser reconsiderada quando os usos do espaço superior e inferior da superfície são distintos.

Para Stoter e Zevenbergen (2006), as ideias de desenvolvimento do conceito de um cadastro 3D são traduzidas em implementações que consistem nas seguintes etapas:

- i. coleta e preparo dos dados 3D, onde a informação espacial dos objetos em 3D superior e inferior da superfície é obtida com desenhistas, na maior parte como modelos de CAD. Consequentemente, é examinada a informação que pode ser usada e quais as

conversões e generalizações necessárias para obter a informação espacial relevante, como o limite exterior do objeto. Uma transformação de um sistema de coordenadas local a um sistema nacional de referência se faz necessário. Além disso, duas representações possíveis das coordenadas em Z são estudadas: uma absoluta, definida no sistema de referência nacional, e uma relativa, definida com relação à superfície (Stoter e Zevenbergen, 2006);

- i. modelagem e armazenamento dos geo-objetos 3D em um geo-DBMS baseado em parcelas 2D, para o armazenamento dos geo-objetos 3D, um modelo de dados será desenvolvido e implementado, consistindo nos padrões desenvolvidos pelo Consórcio OpenGIS (OGC, 1998) e ISO (2001). Estes modelos de dados serão incorporados ao geo-DBMS. As alternativas para este modelo de dados devem ser extrapoladas das restrições para representar objetos geométricos 2D (ponto, linha, e polígono); e
- ii. pesquisa e visualização dos dados (administrativos, 2D, 3D e combinação de um com o outro), a incorporação dos geo-objetos 3D no geo-DBMS existente baseado em parcelas 2D torna possível pesquisar os dados bidimensionais, tridimensionais e suas combinações. Do ponto de vista DBMS, a topologia que define os relacionamentos entre parcelas 2D e as construções em 3D devem ser derivadas de um sistema espacial (Stoter e Zevenbergen, 2006).

Vale salientar que um objeto em 3D não pode ser definido como um objeto cadastral num mapa e não pode ser usado como base para o registro. No sistema de registro cadastral holandês um objeto cadastral é um objeto real sendo uma parcela completa, parte de uma parcela ou um direito de condomínio. Os objetos do mundo real são representados no mapa cadastral através dos contornos das edificações, que servem como uma estrutura de referência para os limites das parcelas (Stoter e Zevenbergen, 2006). Na Figura 2, a seguir, mostra um exemplo de uma situação em 3D: a construção de uma rodovia. O direito de propriedade foi estabelecido através da criação de direitos sobre a interseção de três parcelas.

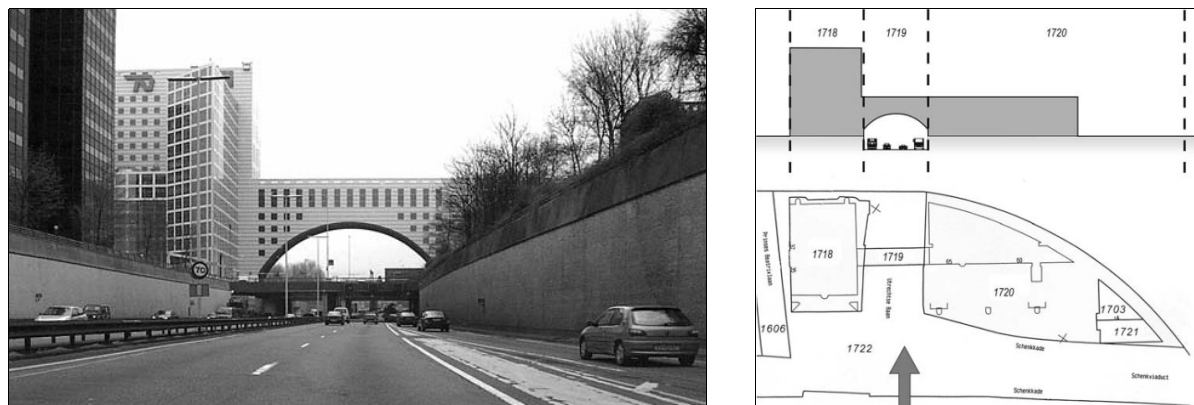


Figura 2 – Construção sobre a estrada, mapa Cadastral do edifício e a seta indica a posição da câmera.

Fonte: Stoter (2004).

Percebe-se que a construção está localizada em 3 parcelas, onde a situação legal da mesma é registrada. A empresa de engenharia Vastgoed Belegging BV é detentora de todo o edifício. Os direitos e restrições estabelecidas sobre as parcelas que se interceptam, são: o município possui um direito limitado de propriedade sobre parcelas 1719 e 1720. e a empresa Vastgoed Belegging BV possui um direito de propriedade irrestrito sobre parcela a 1718 e direito de superfície sobre parcela de 1719.

4. Base conceitual de um cadastro 4D

A base conceitual de um gerenciamento territorial em quarta dimensão é semelhante ao 3D na questão de não existir sobreposições ou lacunas (Van Oosterom et al, 2006). Sendo que agora o espaço não é o único elemento considerado, mas também em paralelo a dimensão de tempo. Assim, um limite pode ser uma fronteira espacial, no sentido tradicional na separação entre duas parcelas ou pode ser também um limite temporal: o direito de propriedade foi transferido de uma pessoa a outra.

Em teoria, poderia haver limite misto, em caso de objetos dinâmicos, por exemplo, o deslocamento do leito de um rio que é limite de parcela. Semelhante à implementação de gerenciamento territorial 3D, a questão pertinente é como implementar esses conceitos no sistema cadastral.

A opção mais natural seria utilizar uma estrutura fundamentada no espaço-tempo 4D de topologia, o que garantirá a consistência. No entanto, essas estruturas topológicas 4D ainda não estão disponíveis nos pacotes de software atual (DBMS, GIS, sistemas CAD). Uma alternativa é a solução técnica baseada em atributos espaciais 3D separados dos atributos temporais os resultados podem ser considerados satisfatórios.

4.1 Exemplo de implantação de um cadastro 4D na Turquia.

Em alguns países já é possível encontrar o aspecto tridimensional (X,Y,Z) combinado com a variável tempo, aplicado principalmente nos sistemas de informações de infraestruturas (Figura 3).

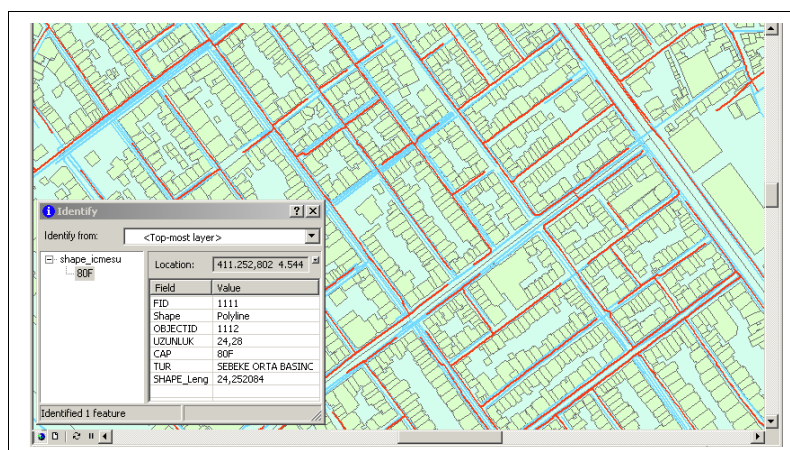


Figura 3 – Mapa da rede de abastecimento d’ água (azul) e dutos de Gás (vermelho), juntamente com os dados cadastrais na Turquia.

Fonte: Stoter (2004).

Exemplo disso consiste na rede de serviços de abastecimento d’água e dutos de gás utilizados pelas empresas na Turquia. O sistema é constituído pela integração dos dados físicos da rede de serviço público georreferenciados em 3D num determinado período de tempo, possibilitando o cruzamento das informações ao longo dos anos.

Nestas redes de serviço público, o aspecto temporal é tratado de forma bastante mutável na administração territorial em virtude do dinamismo da criação, alteração ou interrupção do serviço prestado.

5. O caso da ocupação do espaço aéreo de logradouros públicos em Recife e Olinda

Na Região Metropolitana de Recife observa-se a ocorrência de construções acima da superfície, especialmente passarelas para pedestres, construídas para ligar edificações situadas em lados opostos de vias públicas. Um exemplo é a passarela que liga as unidades do Hospital

de Olhos de Pernambuco – HOPE ao Hospital Esperança, na Av. Beira Rio, no Bairro da Ilha do Leite, Recife-PE (Figura 4).



Figura 4 – Passarela ligando os Hospitais Esperança ao HOPE, Recife-PE.
Fonte: CONDEPE/FIDEM, 1997 e Google Earth, 2010, respectivamente.

A Figura 5 mostra outro exemplo de bem privado edificado no espaço aéreo acima do bem público. Trata-se de uma passarela fechada, que interliga duas unidades do Hospital Prontolinda, na Av. José Augusto Moreira, localizado no bairro de Casa Caiada em Olinda-PE.



Figura 5 – Passarela que interliga duas unidades do Hospital Prontolinda, Olinda-PE.
Fonte: CONDEPE/FIDEM, 1997 e Google Earth, 2010, respectivamente.

Na planta cadastral bidimensional essa construção não é representada, como se pode observar na Figura 6.



Figura 6 – Mapa cadastral escala 1/1.000 e Hospitais Hope e Esperança, Recife-PE
Fonte: CONDEPE/FIDEM e Hope-Esperança, respectivamente.

Constata-se outros aspectos complexos nas cidades, como nos casos de túneis, metrô e outras construções subterrâneas. Portanto, questiona-se como o cadastro e o registro de imóveis trabalham com essas situações? É correta a utilização do espaço aéreo de um bem comum de uso do povo para fins privados?

A Lei municipal nº 16.873/2003 de Recife dispõe acerca da instalação de passarelas aéreas sobre logradouros públicos. De acordo com Art. 3º: “Compete à Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente proceder à análise técnica de viabilidade da instalação aérea, observados os seguintes aspectos:

- I. existência de interesse público na instalação da passarela aérea;
- II. o impacto visual e de vizinhança decorrentes da instalação da passarela aérea;
- III. o cumprimento das determinações desta lei e das normas técnicas dos órgãos municipais responsáveis pelo trânsito e pelo planejamento viário, bem como dos demais órgãos concessionários de serviços públicos e do Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco.”

Após análise da Secretaria de Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente, e sendo passível de aprovação, a solicitação será submetida à apreciação da Comissão de Controle Urbanístico e do Conselho de Desenvolvimento Urbano, que podem fazer novas exigências quanto às ações mitigadoras dos possíveis impactos provocados pela passarela aérea.

Até o momento não existe nenhuma previsão de informação da situação real ao cadastro imobiliário, que também não esclarece se a área privada sobre a área pública é contada para fins de arrecadação.

6. Problemas a serem enfrentados

O registro da situação legal dos objetos reais de propriedade para as componentes (X,Y,Z e t) conduz aos seguintes aspectos:

- a. falta de representação digital 3D;
- b. variável temporal inexistente em processos de atualização de mapa cadastral para construções em sobreposições a superfície;
- c. falta de banco de dados cadastral 4D digital para objetos fora da superfície terrestre;
- d. a parcela é usada para o registro e não o objeto, superior ou inferior da superfície (edifício, túneis, etc.). Isto significa que esses objetos reais não são registrados pelo cartório.

7. Conclusão

A modelagem de objetos tridimensionais integradas à variável temporal é essencial para garantir a segurança física do cadastro e proporcionar ao registro a segurança legal de direito de propriedade com mais clareza; já que será possível responder as perguntas: onde? e quando?

Ressalta-se a importância de pensar num cadastro 3D na consolidação da administração territorial associado às necessidades dos dados temporais para este processo em cidade densamente urbanizada. Especialmente os dados cadastrais temporais, já que são fontes valiosas para produzir análises estatísticas relacionadas com o passado e projetar o futuro. Este conhecimento é fundamental para tomadas de decisão nos mais variados segmentos da municipalidade, tais como: transporte, planejamento habitacional e meio ambiente.

A Portaria nº 511/2009 do Ministério das Cidades traz diretrizes nacionais para a implementação do Cadastro Territorial Multifinalitário, entretanto o cadastro 3D integrado a variável temporal precisam ser aprofundados, principalmente para solucionar situações complexas de construções superior ou inferior da superfície, em que a planta cadastral fornece apenas informações 2D.

Agradecimentos

A Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco - CONDEPE/FIDEM, Unidade de Cartografia, pelas informações pertinentes ao acervo histórico do gerenciamento territorial do estado. A consultora jurídica Anne Carolyn Barros de Souza Oliveira pela ajuda laboriosa indispensável nesta pesquisa. Ao DECart/UFPE pela logística tecnológica para desenvolvimento do trabalho.

Referências Bibliográficas

CARNEIRO, A. F. T. **Cadastro Imobiliário e Registro de Imóveis**. Instituto de Registro Imobiliário do Brasil. Sergio Antonio Fabris Editor. Porto Alegre, 2003.

LEI Nº 16.873/2003 do município de Recife – Dispõe acerca da instalação de passarelas aéreas sobre logradouros públicos. Disponível em: <<http://www.recife.pe.gov.br/pr/secplanejamento/servicos/leis/lei16873.html>>. Acesso: 05 de outubro de 2010.

STOTER, J. & ZEVENBERGEN, J. Changes in the definition of property: A consideration for a 3D Cadastral Registration System. Disponível em: <<http://www.fig.net/pub/proceedings/korea/full-papers/session27/stoter-zevenbergen.htm>>. Acesso: 05 de outubro de 2010.

STOTER, J. SALZMANN, M. A., VAN OOSTEROM, P. VAN DER MOLEN, P. Towards a 3D Cadastre. XXII FIG International Congress, Washington, D.C. USA, April 19-26, 2002. Disponível em: <<http://www.fig.net/>>. Acesso: 05 de outubro de 2010.

STOTER, J. E. 3D Cadastre. Ph.D. Thesis. Delft University of Technology, Delft, the Netherlands. 2004. Disponível em: <<http://www.fig.net/>>. Acesso: 10 de outubro de 2010.

UN AND FIG, 1999. Report of the Workshop on Land Tenure and Cadastral Infrastructures for Sustainable Development, Final Edition, Bathurst-Australia. Disponível em: <<http://www.fig.net/news/melbourne/melbourne.htm>>. Acesso: 06 de outubro de 2010.

VALSTAD, T. 3D Cadastres in Europe. Cadastral Infrastructure. Bogotá, Colômbia, November 22-24, 2005. Disponível em: <<http://www.juritecture.net/3ddoc/113.doc>>. Acesso: 10 de outubro de 2010.

VALSTAD, T. Developments of the 3D Cadastre in Norway. Shaping the Change XXIII FIG Congress Munich, Germany, October 8-13, 2006. Disponível em: <http://www.fig.net/pub/fig2006/papers/ts14/ts14_05_valstad_0754.pdf>. Acesso: 20 de outubro 2010.

VAN DER MOLEN, P.: Institutional Aspects of 3D Cadastres, Computers, Environment and Urban Systems 27, 383–394, 2003. Disponível em: <<http://www.fig.net/>>. Acesso: 20 outubro de 2010.

VAN OOSTEROM, P. AND C. LEMMEN (2006). The Core Cadastral Domain Model: A Tool for the Development of Distributed and Interoperable Cadastral Systems. International Conference on Enhancing Land Registration and Cadastre for Economic Growth in India, New Delhi. Disponível em: <<http://www.fig.net/>>. Acesso: 20 outubro de 2010.