

## O Modelo cadastral e a Informação tridimensional: particularidades do Caso brasileiro

Guilherme Henrique Barros de Souza <sup>1</sup>

Marcelo Leandro Holzchuh <sup>2</sup>

Amilton Amorim <sup>3</sup>

UNESP -Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas

19060-900 Presidente Prudente, SP

<sup>1</sup> [ghenriquebs@yahoo.com.br](mailto:ghenriquebs@yahoo.com.br)

<sup>2</sup> [mlholz@gmail.com](mailto:mlholz@gmail.com)

<sup>3</sup> [amorim@fct.unesp.br](mailto:amorim@fct.unesp.br)

**RESUMO** : O desenvolvimento tecnológico atual tem exercido grande influência sobre os processos de mapeamento da superfície terrestre. Uma das aplicações possíveis nesse novo contexto é a representação tridimensional dos dados espaciais. A partir de modelos tridimensionais do espaço é possível entender a dinâmica de alguns fenômenos, possibilitando a definição de estratégias de ação para possíveis intervenções. Vários grupos de pesquisa e desenvolvimento têm voltado suas atenções para o Cadastro 3D. O objetivo deste trabalho é contribuir com procedimentos adequados para a incorporação da informação 3D ao cadastro urbano, verificando a estrutura cadastral existente, sobretudo no Brasil onde não existe um modelo cadastral definido. Com os resultados obtidos, já é possível ter uma idéia do cadastro 3D ainda que o modelo cadastral precise ser discutido. Vários outros experimentos estão sendo realizados para ter um modelo de cadastro no Brasil onde a informação tridimensional esteja presente.

Palavras-chave: Cadastro 3D, Aquisição de Dados, Laser scanning

**ABSTRACT** : The current technological development has great influence on the terrestrial surface mapping. One of the possible applications in that new context is the three-dimensional representation of the space data. From three-dimensional models of the space it is possible to understand the dynamics of some phenomena, making possible the definition of action strategies for possible interventions. Several research groups and development have been going back their attentions to the 3D Cadastre. The objective of this work is to contribute with appropriate procedures for the incorporation of the information 3D to the urban cadastre, verifying the existent cadastral structure, above all in Brazil where a defined cadastral model doesn't exist. With the obtained results, it is already possible to have an idea of the register 3D although the cadastral model needs to be discussed. Several other experiments are being accomplished to have a register model in Brazil where the three-dimensional information is present.

Keywords: 3D Cadastre, Data Acquisition, Laser Scanning

## 1 Introdução

A representação do contexto urbano juntamente com seus atributos tem sido a principal função do Cadastro Técnico Urbano, principalmente em sua característica multifinalitária. Embora nem todos os problemas de Cadastro tenham sido resolvidos pelas pesquisas desenvolvidas até o momento, a informação tridimensional passa a ser relevante, o que leva a repensar o modelo cadastral adotado em muitos países.

O cadastro é apoiado em quatro pilares: jurídico, técnico, econômico e de recursos humanos, sendo destes quatro, somente os pilares técnicos e de recursos humanos são passíveis de mudanças em curto prazo. Esse fato afeta a pesquisa na área de Cadastro, sobretudo quando se busca criar um modelo básico para o Cadastro, pois o mesmo precisa estar assegurado juridicamente e viabilizado economicamente.

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas em diversas partes do mundo sobre qual o melhor modelo de cadastro a ser adotado e um padrão que permita um estudo comparativo de como funciona a gestão do cadastro em diferentes países. Com tantas particularidades que cada país possui, é natural que esse seja um processo lento e que muitas vezes não responda a todas as demandas que o Cadastro possui.

Diante desse cenário, está a demanda recente sobre a informação tridimensional do Cadastro, com aplicações diversas ao planejamento urbano, principalmente na melhor gestão do espaço em grandes centros urbanos, onde a densidade populacional aumenta gradativamente. O uso do espaço urbano depende diretamente de um bom modelo de Cadastro, que contemple todas as variáveis necessárias para especificação de direitos e deveres no uso do mesmo.

Quando se fala do modelo cadastral brasileiro, principalmente no caso urbano, não há modelo de cadastro definido. Com a proposta de diretrizes lançadas pelo Ministério das Cidades, a concepção de um modelo de cadastro será facilitada, porém é necessário ressaltar que o conceito de espacialidade das parcelas, não é especificado.

Nesse aspecto, este trabalho confronta as demandas do chamado Cadastro 3D com as diretrizes propostas, verificando possibilidades de execução e limitações encontradas pela proposta de lei. São elencados exemplos do uso da informação tridimensional e a aplicações tomando como base trabalhos sendo desenvolvidos na FCT/UNESP de Presidente Prudente.

## 2 Cadastro 3D

O cadastro 3D incorpora novos conceitos como por exemplo a parcela espacial, que pode ser definida como uma unidade volumétrica de registro, definida abaixo ou acima da superfície, com limites bem definidos, inserida dentro de um bloco de registro, ou seja, uma área definida com coordenadas que servirá de base para o cadastro e o registro.

A integração da informação tridimensional ao Cadastro 2D tem sido objeto de estudo de diversos autores. Isto ocorre porque a integração não é tão trivial, pois há diversos contextos a serem considerados, tanto técnicos quanto legais para uma boa integração.

Embora muitas estratégias possam ser traçadas como vistas em Stoter (2004) e Filin et al (2008), porém a grande maioria delas não contempla diversos modelos cadastrais, sobretudo onde não existem modelos cadastrais bem definidos como é o caso do Brasil. Assim, vários casos particulares da melhor estratégia estão sendo estudados (SHOSHANI, 2005).

A aquisição de dados, como já visto, é uma etapa importante, pois pode atender a necessidade de um modelo cadastral e não há outro. Ressalta-se também que a integração de dois ou mais métodos de aquisição de dados fornece além da redundância de dados, uma descrição mais detalhada da realidade física, principalmente quando não se encontra dados prévios nas áreas de interesse.

Para adquirir a informação 3D necessária ao cadastro, várias podem ser as fontes de dados como estereopares de imagens, dados de mapeamento móvel terrestre, modelos digitais de superfície, dados brutos de laser aéreo e dados de laser terrestre. Pela quantidade de informações que podem ser obtidas não apenas para o Cadastro 3D, várias pesquisas têm sido feitas utilizando os dados de laser aéreo.

As fontes de dados para o Cadastro 3D podem ser diversas, pois os dados do Cadastro têm diferentes

formatos. Tunc et al (2004) afirma que para geração de modelos tridimensionais de cidades, pode-se recorrer a dois métodos:

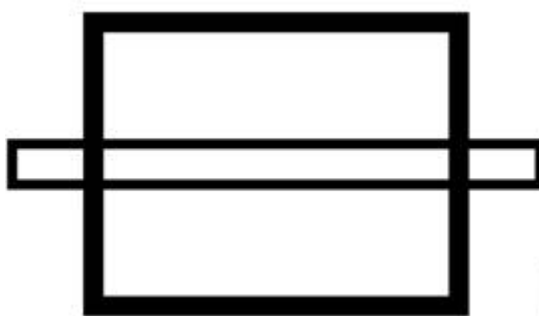
- Método fotogramétrico: esse método é vantajoso sob o aspecto da identificação visual das feições, permitindo uma interpretação visual acurada da superfície.
- Método por sensores de varredura a laser aerotransportados: a varredura a laser propicia grande quantidade de elementos não estruturados, não permitindo uma interpretação visual imediata da área de interesse, porém após processamento pode-se obter um modelo aproximado dos volumes sobre a superfície.

Neste aspecto para aquisição de dados geométricos, podem-se citar mais alguns métodos como o imageamento por sensores orbitais de alta resolução espacial, métodos de fotogrametria terrestre, mapeamento móvel, e sensores de varredura a laser terrestre. Cada método possui suas limitações, características e vantagens, o que evidencia que para aquisição de dados para o Cadastro 3D vários métodos podem ser combinados para que o resultado alcançado retrate com fidelidade a região de interesse a ser representada. Ressalta-se que todos estes métodos estão previstos no parágrafo 2º do artigo 12 da Proposta de Diretrizes Nacionais para o Cadastro Territorial Multifinalitário (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2007), o que permite que seja possível à aquisição de dados tridimensionais. A restrição à informação tridimensional no artigo 12, é que os vértices devem definir uma figura fechada, e não um volume por exemplo. Uma adequação a isto seria a mudança do termo figura para geometria fechada.

Como o cadastro 3D faz largo uso de banco de dados, não basta que se tenham apenas atributos geométricos armazenados, mas sim outras características que são importantes nesse processo. Portanto, a aquisição de dados não-geométricos continua sendo objetivo do cadastro, sendo que nesse trabalho a metodologia de aquisição adotada é a proposta por Amorim et al (2004).

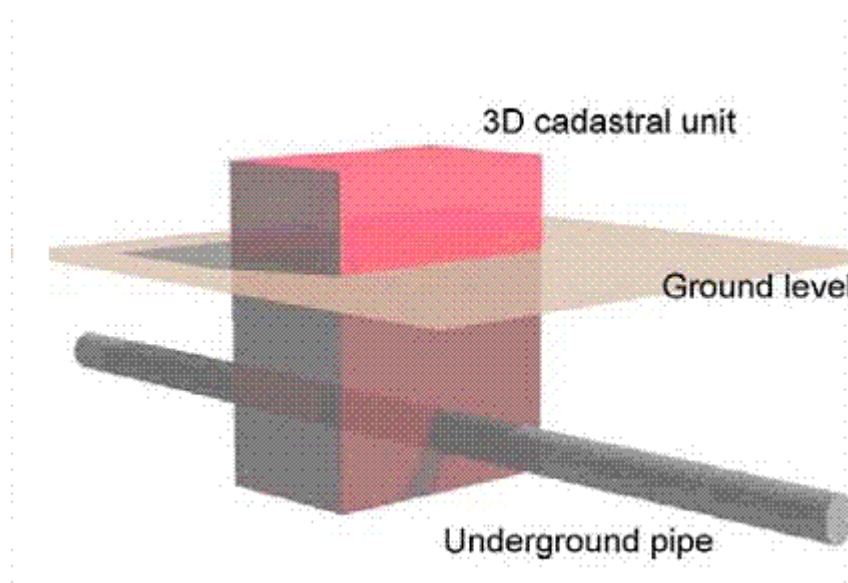
Embora o modelo 3D seja sempre relacionado apenas com a visualização, as relações espaciais entre os objetos são importantes para otimizar os processos de consulta espacial utilizados pelos SIGs 3D. Uma das consultas mais comuns em planejamento urbano é saber o impacto de um fenômeno sobre uma região, quer esse fenômeno seja de ordem natural, ou produzido pela ação humana. Em uma consulta bidimensional, o mais comum é sobrepor o nível que contém a área geográfica com o fenômeno.

Caso um novo duto tenha que ser implantado, pode-se avaliar o impacto deste, caso passe por debaixo de um lote por exemplo. Mas quando fazemos uma consulta espacial comum, obtemos uma representação como mostrado na Figura 1.



**Figura 1** - Representação bidimensional de um duto e uma parcela

Pode se perceber que não há como saber os impactos da construção do duto somente por essa visualização. Outras informações são importantes como a profundidade do duto, estratificação do solo, tipo de material do qual o duto será construído, qual a substância que será transportada pelo duto, dentre outros aspectos. Billen e Zlatnova (2003) apresentam alternativas nesse sentido, criando uma parcela 3D e não simplesmente uma parcela bidimensional que não permite visualizar melhor o impacto dessa construção. Isso é importante no contexto urbano atual, no qual se percebe o crescimento no número de dutos e principalmente na construção de sistemas metroviários. A Figura 2 mostra o modelo de representação proposto por Billen e Zlatnova (2003).



**Figura 2** – Representação 3D de uma parcela espacial (Billen e Zlatnova (2003))

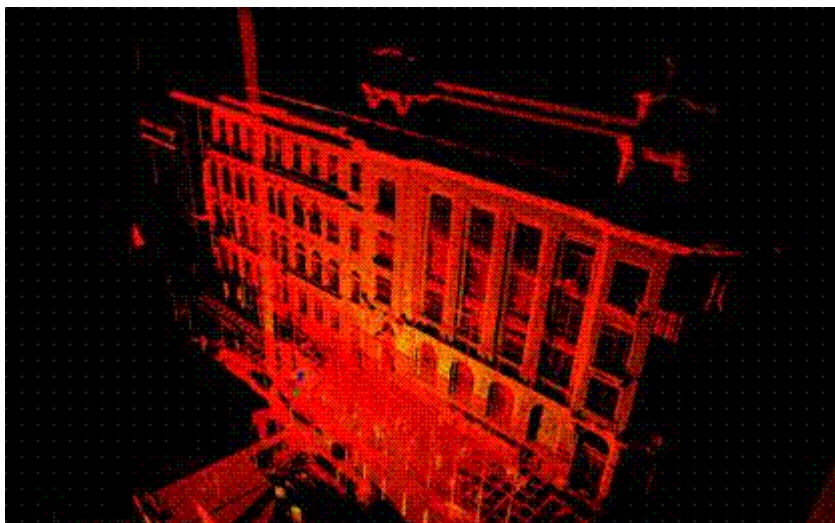
### 3 Procedimentos Metodológicos

Alguns processos de aquisição, modelagem e representação de dados são mostrados destacando os resultados alcançados na busca de processos de aquisição de dados para o Cadastro 3D, nos moldes do Cadastro brasileiro. Os métodos de aquisição abordados são os que envolvem sensores de varredura laser e imagens digitais. Quanto ao armazenamento dos dados, está sendo utilizado o PostgreSQL, com seu módulo de suporte a informações geográficas chamado Postgis.

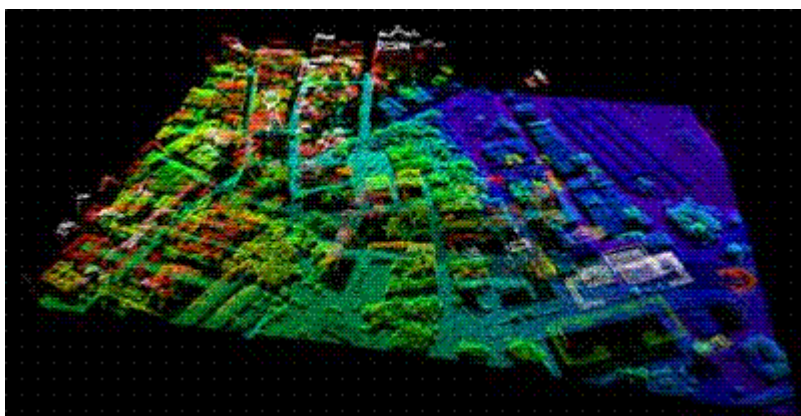
A área teste do trabalho está localizada na Rua Quinze de Novembro, em São Paulo. A região compreende parte do centro financeiro de São Paulo, e os dados de varredura de laser terrestre são do prédio da bolsa de valores. Os dados de laser aéreo compreendem a mesma região, pois o objetivo é integrar os dados de laser aéreo e terrestre para a construção do modelo espacial da edificação. A integração dos dados está sendo efetuada através do estudo de diversos algoritmos, dentre eles o *Iterative Closest Point* (ICP), que resulta uma boa integração dos dados sem prejuízo da precisão.



**Figura 3** - Área de estudo — Prédio da Bolsa de Valores



**Figura 4** - Parte da nuvem de pontos obtida por laser terrestre da área teste



**Figura 5** - Nuvem de pontos da área teste fornecida pela empresa ESTEIO

#### 4 Resultados

Como não há um modelo de dados para Cadastro 3D definido no Brasil, algumas dificuldades estão sendo encontradas nas etapas de modelagem de dados, porém alguns trabalhos correlatos em nosso grupo de pesquisa estão mostrando boas perspectivas de ação para a proposição de um modelo cadastral 3D no Brasil. Outras áreas testes estão sendo estudadas para testes dos métodos aqui propostos. Houve atrasos na entrega dos dados de laser aéreo e terrestre, o que prejudicou um pouco os experimentos de integração entre as nuvens de pontos oriundas do laser aéreo e terrestre.

Na aquisição de dados, os resultados têm sido promissores, pois os sensores de varredura a laser possuem boa precisão vertical, essencial ao Cadastro 3D. Também com uso do laser terrestre tem-se uma grande quantidade de pontos que definem as edificações e que permitem métodos de detecção das parcelas e sub-parcelas espaciais. Um dos métodos de detecção usados é a verificação da coplanaridade dos pontos obtidos pelos sensores, que é um indicativo da existência de sub-parcelas espaciais.



Quanto ao armazenamento das informações, o modelo de dados está sendo feito conforme as Diretrizes propostas pelo Ministério das Cidades, porém, objetivando trabalhar as informações tridimensionais. Um dos problemas encontrados é que os bancos de dados atuais possuem suporte parcial à informação 3D, ou seja, permitem a inserção de coordenadas 3D, mas não apresentam suporte topológico as mesmas. Alguns trabalhos têm sido realizados nesse sentido para incorporar ao PostgreSQL e sua extensão espacial Postgis, funções que, viabilizem as manipulações e consultas espaciais com informações tridimensionais, sendo elas desenvolvidas usando a linguagem C.

## 5 Conclusão

Os resultados do trabalho são importantes para o estudo da precisão das parcelas tridimensionais. Embora em muitos países a precisão das parcelas espaciais não seja objeto de estudo, ela é fundamental para garantia de direitos e deveres bem estabelecidos sobre o uso do espaço.

Também é importante ressaltar que nem todos os problemas envolvidos na aquisição de dados para o Cadastro 3D estão bem resolvidos, já que a aquisição de dados é dependente em parte do modelo de Cadastro, que nem sempre está bem estabelecido. A principal vantagem dos métodos aqui adotados é obter a parcela espacial sem que haja um modelo cadastral definido, com possibilidade de manipular a informação 3D para as demandas estabelecidas no Cadastro.

A elaboração das diretrizes para o Cadastro Territorial Multifinalitário estão adequadas às demandas do Cadastro 3D, embora com algumas indefinições que podem influenciar na viabilidade legal do Cadastro 3D no Brasil.

## 6 Referências Bibliográficas

- Amorim, A., Souza, G. H. B., Dalaqua, R. R.** *Uma metodologia alternativa para a otimização da entrada de dados em sistemas cadastrais*. Revista Brasileira de Cartografia. , v.5, p.47 - 54, 2004
- Billen, R; Zlatnova, S..** *3D Spatial relationships model: a useful concept for 3D cadastre?*. Computers, Environment and Urban Systems, Volume 27, Number 4, July 2003 , pp. 411-425.
- Filin, S; Kulakov, Y; Doytsher, Y.** *Application of Airborne Laser Technology to 3D Cadastre*. FIG Working Week 2005 and GSDI-8. Cayro, Egypt, 2005.
- Filin, S. Borka, A.; Doytsher, Y.** *From 2D to 3D Land Parcelation: Fusion of LiDAR Data and Cadastral Maps*. 2008. Surveying and Land Information Science, Vol. 68, No. 2, 2008, pp. 81-91
- Ministério das Cidades.** *ANEXO I - PROPOSTA DE DIRETRIZES NACIONAIS PARA OCADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO*. Brasília, DF. 2007
- Shoshani, U.; Benhamu, M.; Goshen, E.; Denekamp, S.; Bar, R.** *A multilayers 3D Cadastre in Israel: a research and development project recommendations*. FIG Working Week 2005 and GSDI-8. Cayro, Egypt, 2005.
- Stoter, J.E.** *3D Cadastre*. PhD Thesis, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC), the Netherlands 2004
- 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.
- Tunc, E.; Karsli, F.; Ayhan, A..** *3D city reconstruction by different technologies to manage and reorganize the current situation*. XXTH ISPRS CONGRESS, 2004, Istanbul, Turkey, PS ICWG II/IV Change Detection and Updating for Geodatabase.

## Agradecimentos

Agradecemos a empresa *Leica Geosystems* pelo equipamento *ScanStation 2* para a realização do levantamento de pontos do edifício; a empresa *ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos* pela cessão dos dados de laser aéreo para a realização dos trabalhos e à *CPE Equipamentos Topográficos Ltda* pelo levantamento da segunda área teste do trabalho.