

CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO: DADOS E PROBLEMAS DE IMPLEMENTAÇÃO DO CONVENCIONAL AO 3D E 4D

*Multipurpose Cadastral Systems: data and issues of its implementation from
conventional systems to the Cadastre 3D and 4D*

SILVANE K. S. PAIXÃO¹
SUE NICHOLS²
ANDREA F.T. CARNEIRO³

^{1,2} Department of Geodesy and Geomatics Engineering
University of New Brunswick (UNB)
Fredericton, Canada

silvanepaixao@hotmail.com; nichols@unb.ca

³Departamento de Engenharia Cartográfica
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Rua Hélio Ramos s/n –
CEP: 50740-530 Recife, PE
aftc@ufpe.br

RESUMO

O cadastro territorial multifinalitário é considerado uma ferramenta eficaz para o ordenamento territorial. Com o passar dos tempos, sua aplicação deixa de ser apenas fiscal e passa a ser mais direcionado à gestão territorial, à proteção ambiental e ao desenvolvimento sustentável. Num contexto mais amplo, a implementação do cadastro multifinalitário traz benefícios gerenciais e de planejamento para as organizações governamentais e para o setor privado. Além disso, proporciona benefícios diretos aos cidadãos, melhoria no acesso às informações territoriais, mais precisão na avaliação da propriedade em casos de compra ou venda, identificação da localização de serviços básicos, entre outros. Considerando esses aspectos, este artigo tem como finalidade descrever de uma forma geral, os componentes do cadastro territorial multifinalitário e apresentar algumas reflexões acerca dos benefícios da sua implementação. Descreve, ainda, os Cadastros 3D e 4D e discute alguns problemas sobre a implantação do cadastro multifinalitário no Brasil.

Palavras-chave: Cadastro Territorial Multifinalitário; Sistema de Informação Territorial (SIT); Cadastro 3D; Cadastro 4D; Gestão Territorial.

ABSTRACT

Multipurpose cadastral systems have been used as an efficient tool to manage territorial information. Its application goes beyond the fiscal purpose, as it used to be in its origins. Multipurpose cadastral system has been used for land management, environmental protection and sustainable development of the land. In a broad context, efficient implementation of a multipurpose cadastral system brings benefits to the government and private sector related to municipal planning, and also directs benefits to citizens such as access improvement to the land information, land appraisal accuracy, and identification of the basic services and so on. This article briefly describes the components of a multipurpose cadastral system, benefits of its implementation and problems of its implementation in Brazil. It also brings some reflections on the Cadastre 3D and Cadastre 4D and discusses some problems of its implementation in Brazil.

Keywords: Multipurpose Cadastre; Land Information System (LIS); Cadastre 3D; Cadastre 4D; Land Administration.

1. INTRODUÇÃO

A relação entre o Sistema de Informação Territorial (SIT) e o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) é intrínseca. SIT é definido como "*uma combinação entre recursos humanos e tecnológicos, e a organização dos processos de coleta, armazenamento, recuperação, disseminação e utilização dos dados territoriais de uma forma sistemática*" (McLaughling, 1985 apud Nichols, 1993, p.5). O *National Research Council Canada - NRC* (1980, p.1) definiu o CTM como sendo uma "*estrutura de suporte contínua, e as informações territoriais relacionadas à parcela*".

Para apoiar projetos de ordenamento e gestão territorial, muitos países precisam harmonizar suas informações territoriais, sejam elas em um SIT ou em um CTM. Nichols (1993, p. 35) define a gestão territorial como sendo o "*processo de elaboração e implementação de decisões sobre como a terra e seus recursos são distribuídos, utilizados e protegidos pela sociedade*." Ter uma informação territorial harmonizada também auxilia na atualização e acesso da informação territorial e a outros benefícios, como: precisão da avaliação para impostos sobre a propriedade, melhoria na tomada de decisões governamentais, segurança da propriedade real e inclusão social.

Este artigo apresenta uma revisão sobre conceitos do CTM, incluindo seus componentes, a importância dos dados espaciais e não-espaciais e faz uma reflexão com respeito aos cadastros 3D e 4D no contexto da Gestão Territorial. Finalmente, descreve os principais problemas para sua implementação no Brasil.

2. O CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO

Nichols (1993, p.98) diz que "*Cadastro Territorial Multifinalitário deve combinar elementos do cadastro fiscal (de apoio à tributação) com o cadastro jurídico (para apoiar transações de terras) e com cadastro territorial, sendo também capaz de apoiar uma vasta gama de projetos de gestão territorial*". Na realidade, o conceito de um CTM oferece uma base espacial de integração dos direitos reais da propriedade com o uso, o valor e a distribuição natural e cultural dos seus recursos.

Os benefícios em desenvolver um CTM não estão apenas no âmbito governamental, ajudando o governo a selecionar as políticas territoriais adequadas (ex.: redistribuição da terra, concessão de uso), arranjos institucionais (ex.: a descentralização da gestão), estudos de respostas emergenciais (ex.: atendimento por ambulância, localização de acidentes) e as soluções técnicas (ex.: utilização de SIG, sensoriamento remoto). O setor privado também tem se beneficiado com o inventário das informações territoriais, como é o caso das concessionárias de serviços públicos (ex: água, telefonia, etc.), que podem planejar a partir deste a sua rede de distribuição (extensão, ramais, ramificação, dimensões, entre outros). Dessa forma, quando o inventário do uso e ocupação das propriedades está completo e atualizado com a sua situação jurídica, a análise ambiental, por exemplo, pode ser mais detalhada, facilitando o desenvolvimento sócio-econômico sustentável e na gestão e proteção dos recursos naturais. Paixão (2010) enumera alguns dos benefícios potenciais do CTM, a seguir:

- **Melhoria na precisão da avaliação para o imposto sobre a propriedade imobiliária** - Os impostos podem ser aplicados de forma mais justa. A propriedade pode ser melhor apreciada no mercado imobiliário por meio de variáveis existentes no sistema cadastral (ex: características físicas da propriedade, localização, infraestrutura, etc.).
- **Melhoria no uso e acesso aos dados** – A propriedade real e suas restrições podem ser identificadas espacialmente. Além disso, o registro de terras pode ter um processo mais rápido porque o registrador pode confirmar, por exemplo, a descrição dos limites da propriedade. Os dados cadastrais também podem ajudar na concepção de programas eficientes de regularização da terra e identificar terras públicas susceptíveis à redistribuição.
- **Redução dos custos** – Proveniente da redução na duplicação da (re)coleta dos dados e da manutenção de vários conjuntos de mapas e bases de dados territoriais semelhantes localizados em diferentes departamentos.
- **Melhoria na decisão governamental** - Dados atualizados não só melhoram a eficiência do governo em formular e implementar políticas públicas, mas ajudam a criar/gerenciar programas de regularização fundiária, proteção ambiental, uso sustentável dos recursos naturais, locação de unidades de saúde e escolas. Além disso, eles também

permitem que o governo e o setor privado gerenciem seus recursos de forma mais eficaz, permitindo que o governo cumpra os regulamentos ambientais e sociais, e que o setor privado planeje projetos de infraestrutura e outros serviços básicos.

- **Segurança da propriedade** – Inventários atualizados sobre a propriedade real ajudam a melhorar a eficiência das transações das propriedades (ex: compra, venda), a apoiar o uso da terra no mercado imobiliário (ex: hipoteca e créditos) e a trazer transparência aos direitos reais, evitando disputas de terra, pois os limites são verificáveis.
- **Inclusão Social** - Este é um benefício importante que é obtido quando um CTM é atualizado e eficiente. A inclusão social ocorre, por exemplo, quando os endereços são atribuídos e os cidadãos não só são reconhecidos pela sociedade, mas também são capazes de exigir serviços básicos e serem incluídos nos programas sociais governamentais. Ter um endereço reconhecido implica, por exemplo, que os cidadãos podem ser encontrados em caso de desastres naturais, contas bancárias podem ser abertas e crédito concedidos.

2.1 Os Componentes do Cadastro Territoial Multifinalitário

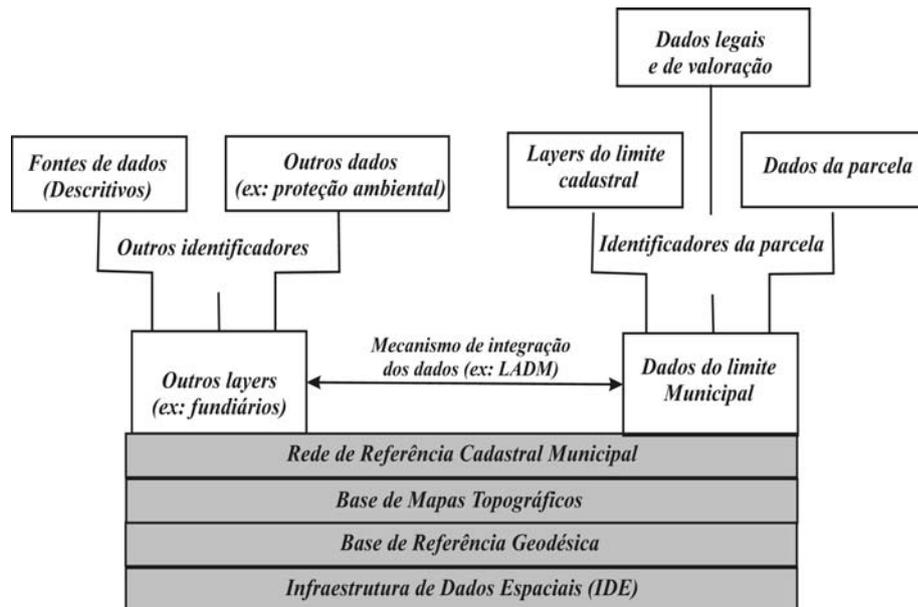
A existência de normas e especificações técnicas, como por exemplo, o Modelo de Domínio da Gestão Territorial ou *Land Administration Domain Model (LADM)*, é indispensável para ligar todos os elementos do CTM, além do que ele deve ser construído sobre uma base espacial confiável e precisa (ISO, 2008; LEMMEN ET AL., 2009 e 2011). Outro elemento importante para a padronização e a definição de metadados dos dados especiais é a existência de uma Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE), na qual as políticas de compartilhamento e acesso aos mesmos são desenvolvidas (PAIXÃO *et al.* 2008, SOUZA NETO *et al.*, 2011).

O desenvolvimento do CTM pode exigir uma reorganização administrativa, o controle de qualidade dos processos de gestão de informação existentes e a implementação gradual do cadastro, devido às alterações legislativas e financiamento disponível. Seus componentes são vistos na Figura 1 e estão definidos em seguida (PAIXÃO, 2010).

- **Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE)** – a implementação do IDE visa a redução da duplicação de esforços de coleta, processamento e atualização dos dados geoespaciais e a padronização desses dados, de forma a promover o compartilhamento dos dados e facilitar o acesso à informação (i.e., permitindo que o usuário saiba que dado é disponível, onde, qual a condição para o acesso do mesmo). No Brasil, o IDE foi oficialmente estabelecido pelo decreto 6.666/2008. Paixão *et al.* (2008) demonstraram algumas iniciativas no Brasil antes mesmo da aprovação da lei.

Figura 1 – Componentes do Cadastro Multifinalitário em 1983.

Fonte: Adaptado de NRC (1983, p. 16).



- **Estabelecimento de uma base de referência geodésica** - Isto permite a correlação dos limites da propriedade real com a definição coerente e uniforme em um sistema de coordenadas e um *datum* uniforme. A densificação dos pontos de controle de redes geodésicas é necessária para levantamentos topográficos/geodésicos, auxiliando na melhoria das coordenadas limites das parcelas. Os *layers* contidos nessa base de referência espacial são, por exemplo: valores de referência das marés (relativo à componente vertical), a rede de referência geodésica e as coordenadas geodésicas dos pontos de referência geodésicos.
- **Elaboração de mapas topográficos** - Estes mapas permitem a caracterização detalhada do relevo. Normalmente, são representados em escalas de 1:1.000 a 1:5.000 e incluem altimetria, pontos de controle geodésicos, rodovias e hidrografia. A execução de levantamentos topográficos é estabelecida na norma da NBR 13.133 (ABNT, 1994).
- **Estabelecimento de uma rede de referência cadastral municipal** - Rede de apoio básico constituída por pontos de coordenadas planialtimétricas, materializados no terreno, de âmbito municipal. Esta rede é utilizada para apoiar a elaboração e a atualização de plantas cadastrais municipais, amarrar todos os serviços de topografia e referenciar todos os serviços

topográficos de demarcação, de implantação e acompanhamento de obras de engenharia, de urbanização, de levantamentos de cadastros imobiliários para registros públicos e multifinalitários (ABNT, 1998).

- **Preparação do layer dos dados cadastrais** – O *layer* dos dados cadastrais contém os dados cadastrais das parcelas. Podem conter bases cadastrais nas escalas de 1:2.000 (exemplo, plantas são utilizadas para projetos de abastecimento de águas, desapropriações e alargamento de vias); e **Plantas Quadras** nas escalas de 1:1.000 (exemplo, alocação de postes, circulação veicular e telefonia) ou de 1:500 (exemplo, reurbanização de favelas) (ABNT, 1998).
- **Criação de mecanismos de articulação** - São essenciais para integrar as camadas existentes com outras informações. Por exemplo, os mecanismos podem incluir o uso de uma determinada tecnologia, a padronização da definição de parcela e do seu identificador e a criação de um índice de identificadores das parcelas.
- **Interconexão dos dados territoriais** - São os dados territoriais que contém o identificador da parcela (PID). Eles também podem ser referenciados em uma estrutura espacial comum, através de coordenadas (ex.: os dados descritivos e gráficos oriundos de cadastros fiscais, censo e ambientais).

2.1.1 A adoção do PID para a Identificação da Parcela Cadastral

Definido por McLaughlin e Clapp (1977, p.61) a parcela é "*uma unidade definida de forma inequívoca à terra em que os direitos e interesses são legalmente reconhecidos*". Larsson (1991) reforça esta definição, explicando que tanto a área e os interesses da unidade de terra deve ser contínuos.

Uma parcela é identificada por um código identificador único ou "PID". O NRC (1983, p. 63) define que os "*identificadores da parcela são os códigos usados para reconhecer, selecionar, identificar e organizar informações para facilitar a organização de armazenamento e recuperação de registros da parcela*." Dale e McLaughlin (1988), NRC (1983), Nichols (1993) UNECA (2007) indicam que os critérios para escolher um identificador da parcela são:

- **Unicidade** - Não há parcelas com o mesmo código de referência e nem uma cardinalidade de 1:1 entre as informações físicas e dados registrados da propriedade. A violação desta condição pode levar a problemas de identificação dos dados (ex: parcela errada é identificada ou dados da parcela podem ser parcialmente omitidos).
- **Simplicidade** – Identificador deve ser fácil de ser entendível. A simplicidade atribuída faz com que o identificador seja menos propenso a ser confundido.
- **Flexibilidade** – Identificador deve ser capaz de ser atualizado, mesmo com a mudança da tecnologia, permitindo o compartilhamento dos dados.

- **Permanência** - Identificador deve ser permanente. Deve ser mudado somente se os limites das parcelas forem alterados. Isso significa que, em caso de uma subdivisão, um número sufixo pode ser adicionado e, em caso de transferência de propriedade do imóvel, o identificador da parcela original deve ser mantido.
- **Economia** – Identificador deve ser fácil de ser criado visando a manutenção de um sistema, reduzindo custos operacionais e de implementação do sistema cadastral. É ideal também manter os PIDs em seqüência lógica e coerente com a ordenação espacial em que se encontra na superfície.
- **Acessibilidade** – Identificador deve ser de fácil acesso ao público em geral e aos gestores.
- **Referência** – Identificador deve ser exato e legalmente definido.

É difícil implementar um sistema de identificador para parcelas que atenda todos os critérios descritos acima. O melhor método para representar o PID é aquele que acomoda todas as necessidades do sistema a ser implementado. Existem três formas fundamentais para criar este código: o índice de nome (identificado pelos requerentes sobre o interesse sobre a terra), o índice de números aleatórios e o índice de localização da parcela. O índice de localização também é subdividido em níveis hierárquicos, identificadores por coordenadas e híbridos (ver Tabela 1).

Tabela 1 - Problemas na escolha de identificadores de parcelas.

Fonte: McLaughlin (1975), Tomberlin et al. (2003) e UN- Nações Unidas (2004).

	<i>Identificador por índice nominal</i>	<i>Identificador por números aleatórios</i>	<i>Identificador por Localização</i>		
			<i>Identificador por nível hierárquico</i>	<i>Identificador por coordenadas</i>	<i>Identificador híbrido</i>
<i>Exemplos de códigos</i>	Índice Grantor /grantee	Números sequenciais	Endereço das ruas, ou município, quadra e número das parcelas	Latitude e longitude ou grid de coordenadas retangulares	
<i>Unicidade</i>	Não é único	Único	Único	Único	Único
<i>Simplicidade</i>	Índice complexo	Índice muito simples	Índice simples	Índice complexo	Índice complexo
<i>Flexibilidade</i>	Inflexível	Relativamente inflexível	Flexível	Muito flexível	Muito flexível
<i>Permanência</i>	Sem dificuldade	Sem dificuldade	Dificuldades potenciais	Dificuldades potenciais	Dificuldades potenciais
<i>Custo inicial</i>	Baixo	Baixo	Baixo	Alto	Alto
<i>Custos de manutenção</i>	Alto	Moderado	Moderado	Moderado	Moderado
<i>Acessibilidade</i>	Sistema complexo	Requer mapa das propriedades	Requer mapa das propriedades	Requer informações geodésicas	Requer informações geodésicas

(CONTINUA...)

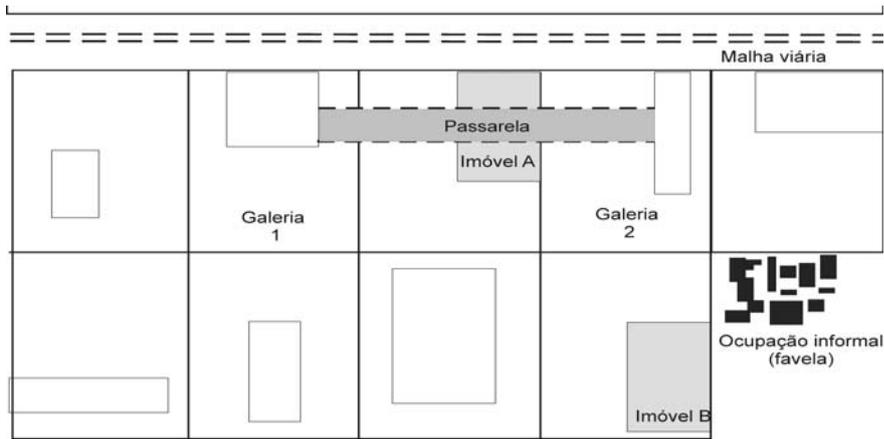
Problemas	<p>Os nomes podem ser escritos de maneira diferente;</p> <p>Pode haver nomes homólogos;</p> <p>Os nomes podem mudar após união matrimonial, por exemplo;</p> <p>No caso de herança ou outras transações, dados podem ser não registrados;</p> <p>Pode ser difícil identificar se a propriedade foi ou não desmembrada;</p> <p>Não tem qualquer referência à localização geográfica.</p>	<p>Pode ter muitos números seqüenciais, facilitando erros na entrada de dados;</p> <p>Pode ser difícil de ser lembrado;</p> <p>Não há lógica numérica;</p> <p>Não tem qualquer referência à localização geográfica.</p>	<p>Pode mudar quando os limites político-administrativa da área mudam;</p> <p>Pode ser difícil para a manutenção se existe um grande número áreas desmembradas;</p> <p>Poderá ser difícil de identificar se uma quadra está contida em mais de um setor ou município.</p>	<p>Pode exigir controle de dados sofisticados;</p> <p>Pode mudar se o sistema de referência mudar;</p> <p>Precisão pode ser dependente de quantos dígitos são usados;</p> <p>Números não são fáceis de lembrar.</p>	<p>Possui problemas relacionados com os identificadores hierárquicos e coordenadas.</p>
------------------	---	---	---	---	---

2.2. A Importância dos Dados Espaciais e Não-Espaciais para o Cadastro Territorial Multifinalitário

A localização de um objeto no espaço e como os mesmos são descritos são fatores importante para as relações espaciais e para a compreensão das análises espaciais extraídas das mesmas. Para tanto, é necessário que os dados representem com fidelidade o objeto a ser analisado e que possuam uma constante atualização, principalmente quando se trata de um cadastro multifinalitário onde existe o cruzamento de informações fiscais, técnicas, ambientais e legais. Por exemplo, o cruzamento desses dados podem determinar o valor de mercado do imóvel (exemplo: uso de parâmetros característicos do imóvel, tais como localização, uso, entre outros) ou identificar que lote pode ser destinado para um determinado fim, ou ainda, identificar quais os serviços básicos que um determinado lote contém. As análises em um CTM podem ser multi-dimensionais, como mostra a Figura 2, que contém dados espaciais em 2D.

- Os Imóveis A e B possuem edificações idênticas e são localizados na mesma quadra. Os mesmos foram legalizados no serviço registral em 1975.
- O Imóvel A, está localizado entre duas galerias de lojas construídas em 2002, cujo o segundo piso contém uma passarela que interliga essas duas galerias e cruza aereamente o imóvel A. As galerias possuem o direito de uso da passarela sobre o imóvel A que foi registrado no serviço registral em 2003 com a permissão do proprietário do imóvel A; quando os direitos e as restrições do uso da passarela foram descritos.

Figura 2 – Representação de um Cadastro em 2D.



- A malha viária em frente ao imóvel A é pavimentada e possui uma rede de drenagem.
- O Imóvel B localiza-se atrás do imóvel A e é vizinho de uma ocupação informal iniciada em 2009, onde as residências são inexistente para o cadastro municipal e para o serviço registral.

A tabela 2 apresenta um sumário de várias informações que podem ser extraídas de um sistema cadastral que contém informações sobre a situação mostrada na Figura 2.

Tabela 2 – Exemplo de Informações Extraídas do Sistema Cadastral representado pela Figura 2.

	<i>Identificação dos dados espaciais</i>	<i>Identificação dos dados não-espaciais</i>
Dimensão 2D	Representação da localização dos objetos (ex. geração do mapa de localização dos imóveis A e B em relação às galerias de lojas).	Informação das coordenadas cartesianas (Xi,Yi) dos objetos (ex., coordenadas do limite do imóvel A e características dos imóveis).
Dimensão 3D	Representação dos objetos em tamanho real das coordenadas (Xi,Yi,Zi), sendo Zi altura real do objeto (ex., imóveis A e B, e as galerias com a passarela foram representados como em realidade).	Definição do direito da propriedade (ex: imóveis A e B são legalizados no serviço registral, ocupação informal é ilegal e não existe documentação das residências no serviço registral, galerias possuem o direito/restrições de uso da passarela sobre o imóvel A, registrado legalmente).
Dimensão 4D		A informação temporal é representada (ex: em 1975 existiam os Imóveis A e B, em 2002 as galerias de lojas foram construídas, e a ocupação informal ocorreu em 2009).

Segundo as normas da ABNT para a avaliação de bens (NBR 14653-1: Procedimentos gerais (ABNT, 2001); NBR 14653-2: Imóveis urbanos (ABNT, 2004a); e NBR 14653-3: Imóveis rurais (ABNT, 2004b), não só a caracterização do terreno o que inclui localização, aspectos físicos (solo, topografia, etc), infraestrutura, utilização e restrições é levada em conta durante uma vistoria. Outros aspectos como construções, benfeitorias e a região também são fatores investigados. Utilizando o exemplo da Figura 2, nota-se que se fatores como localização dos imóveis A e B, informação sobre a malha viária pavimentada e ocupação informal forem bem identificados, é possível que se tenha com maior precisão o valor da propriedade no mercado imobiliário. Observa-se também que a passarela, parcela aérea localizada sobre o imóvel A, pertence as galerias de lojas. Provavelmente, esse aspecto poderá ser um componente negativo no valor de venda do imóvel A, bem como a ocupação informal será computada como um fator negativo ao valor de venda do imóvel B após 2009.

Os dados espaciais 3D possuem os valores verdadeiros de alturas e volume (X_i, Y_i, Z_i). Geralmente, nestes se representam os edifícios, parcelas subterrâneas, entre outros. Estes dados em 3D compõem o cadastro 3D e ajudam a identificar como os espaços aéreos e subterrâneos são compostos e geridos, como exemplificado em Souza (2011) e Souza et al. (2011). Nero et al. (2010) exemplifica a importância da modelagem de SIG 3D para gerenciamento de serviços de infraestrutura municipal. Leis de aterramento de infraestrutura, por exemplo São Paulo (2005 e 2006) podem ser impactadas com a ausência de um cadastro 3D, interferindo na aplicabilidade dos direitos legais da propriedade incluindo RRR (*rights, responsibilities and restrictions* - direito, responsabilidade e restrição).

3. O CADASTRO 3D Vs. CADASTRO 4D

Stoter (2004) afirma que o cadastro 3D surgiu com o aumento considerável nos valores de propriedade (privada) e pela necessidade de se acompanhar as questões jurídicas quanto às restrições dessas propriedades com respeito ao uso subterrâneo (ex: túneis, cabos e dutos de água, eletricidade, esgoto, telefone, cabos de TV e estacionamentos) e aéreos (ex: passarelas em shopping centers e construção de edifícios acima da malha viária).

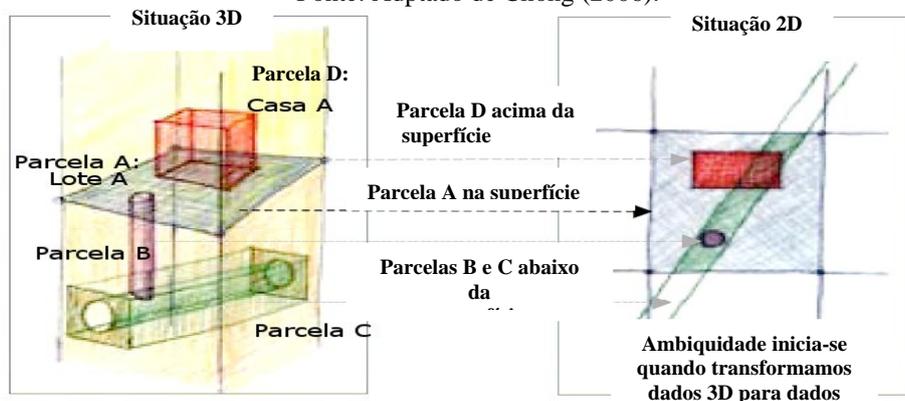
Com o avanço da tecnologia dos levantamentos espaciais, ferramentas eficazes para o levantamento de regiões extensas, como é o caso do uso do *airborne laser-altimetry* – LIDAR, onde a varredura a laser tornou-se uma fonte de coleta de dados 3D, tem sido utilizada (ELBERINK, 2010). Aydin et al. (2004) explica que os principais problemas em criar um cadastro 3D são:

- O direito de propriedade sobre as superfícies aéreas e subterrâneas deve ser definido e registrado nos serviços registrais, além de compor a base de dados cadastrais, devendo ser constantemente atualizado.

- Os proprietários dos imóveis serão obrigados a entender e tolerar a definição de uma parcela 3D a fim de requerer seus direitos.
- As relações jurídicas de sobreposição das parcelas devem ser claramente definidas como por exemplo o direito de servidão (parcelas relativas a via de acesso à outras parcelas) e a proteção dos imóveis envolvidos.
- Dados em 3D, antes não existentes, devem ser coletados. Isso eleva o custo de implementação e manutenção do cadastro.
- A relação 3D-2D-3D não é simples de ser transformada e atualizadas (Figura 3).

Figura 3 – Implicações da projeção de situações 3D em 2D

Fonte: Adptado de Chong (2006).



A Figura 3 demonstra a correlação de um CTM em 2D e em 3D. À esquerda, se demonstra o comportamento das Parcelas A, B, C e D num Cadastro 3D hipotético. Todas as parcelas foram registradas nos serviços registrares em épocas diferentes: Parcela A (lote A) e Parcela D (edificação A) do mesmo proprietário em 1964, Parcela C (shopping center) em 2003 e Parcela B (estacionamento e acesso à superfície) em 2005, ambas com proprietários diferentes. O problema é que na figura à direita, representando o cadastro municipal em 2D, as Parcelas B e C não foram representadas em 3D. Em 2016 a prefeitura em questão prevê a finalização de um projeto de uma linha metrô que vai passar abaixo da Parcela A. Percebe-se que usando dados do cadastro municipal em 2D impossível identificar esses aspectos. Assim, nesse caso, o cadastro 3D é o mais oportuno para a definição da distância entre a Parcela A e C, ou a profundidade da Parcela B; no caso da construção de uma rede de metrô subterrâneo. Informações estas que seriam fundamentais.

Stoter (2004) alerta que o registro de propriedades em um sistema cadastral tradicional, sempre foi baseado no conceito de uma parcela em 2D (X_i, Y_i). Com o avanço para uma abordagem 3D dos dados espaciais, houve a necessidade de

acrescentar o direito da propriedade como parâmetro. Dessa forma, o Cadastro 3D (Xi,Yi,Zi) deve-se apoiar numa base legal de protocolos de transação imobiliária que representam criação e transmissão de direitos reais da propriedade. O parâmetro Zi contém os atributos de direitos reais e restrições da propriedade. Por exemplo, as unidades de apartamentos serão imóveis definidos em 3D, em que um indivíduo tem um direito real sobre o imóvel e percentualmente sobre as áreas comuns do edifício, permitindo o direito de acesso ao seu imóvel. O desenvolvimento de um cadastro 3D requer uma mudança na maneira de pensar do setor jurídico, bem como na forma de representar o cadastro territorial.

Para Carneiro et al. (2011), com a tecnologia e as atuais inovações em legislação, pode-se avaliar a implementação de Cadastro 3D nas situações que não são contempladas pelo Cadastro 2D. O momento parece propício a esta análise, com a publicação da Portaria n.511/2009 (BRASIL, 2009), e a estruturação da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais – INDE (BRASIL, 2008).

Stoter et al. (2004) relatam que o Cadastro 3D têm sido avaliado em muitos países, baseando-se nas seguintes questões:

- Como os imóveis 3D podem ser criados dentro do sistema jurídico atual?
- Qual foi o principal motivo para a criação dos imóveis 3D?
- Os imóveis 3D possuem uma geometria 3D e dados consistentes?
- Os imóveis 3D existem no registro imobiliário? Caso existam, os mesmos estão integrados em um sistema cadastral?
- Quais são as principais deficiências do registro imobiliário que podem não permitir atender aos requisitos para a representação dos imóveis em 3D?

Já para o Cadastro 4D, o direito de propriedade é transferido de uma pessoa a outra. Doner et al. (2010) explicam que a dimensão de tempo é representada, complementado as relações de direitos entre as pessoas e o espaço. No exemplo mostrado na Figura 2, o imóvel A transfere o direito sobre sua parcela aérea para a galeria de lojas em 2003. Na Figura 3, as Parcelas A e D transferem parte dos seus direitos para a Parcela C (shopping center) em 2003 e para a Parcela B (estacionamento) em 2005.

Em Recife, como em várias outras capitais, passarelas aéreas tem sido criadas para interconectar edifícios públicos e privados, Souza et al. (2011) explicam que mesmo havendo a existência de leis específicas para a instalação de passarelas aéreas sobre logradouros públicos, no caso do Recife a Lei municipal nº 16.873/2003, a nível cadastral, vários problemas são encontrados como: falta de representação espacial em 3D; informação temporal inexistente nos sistemas cadastrais e legais, já que o que é registrado nos serviços registais são a parcela na superfície e não o objeto/parcela superior ou inferior da superfície, neste caso a passarela.

Para Demir e Özcelic (2007), outros exemplos da necessidade de informações cadastrais em 4D é quando a determinação de uma cadeia dominial é necessária para a resolução de conflitos de terras, e na compra e venda imóveis imobiliários. A cadeia dominial descreve o histórico de quem foi o proprietário de um determinado imóvel, que interesses e restrições a propriedade continha, desde a origem possuidora (poder público) até o presente momento. Títulos imobiliários, hipotecas e escrituras são dispostos em ordem cronológica. Para os autores, o tempo, é um fator dinâmico que sempre desempenhou um papel importante nos sistemas cadastrais. Esta variável explica o relacionamento entre indivíduos e a terra num determinado momento (ex., migração da área rural para a área urbana e vice versa, a evolução espacial e o ordenamento do território).

Oosterom et al. (2006) também exemplificam que os limites das parcelas podem "deslocar-se" ao longo do tempo por causa de atividades humanas (ex: durante a reposição de novas cercas) ou por causa de fenômenos naturais (ex: movimento de rios sinuosos). Outro exemplo é a determinação do usucapião onede a aquisição da propriedade pela posse prolongada no tempo, além de outros requisitos.

É importante entender que a definição de um cadastro 4D é conceitual e adicionada à cadastros 3D existentes, no entanto, a componente “tempo” pode ser determinada em cadastros 2D, sem limitações. Como por exemplo do sistema cadastral de New Brunswick – Canadá, o *planet* (www.planet.snb.ca).

4. PROBLEMAS NO DESENVOLVIMENTO DO CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO NO BRASIL

No Brasil, a separação entre o cadastro territorial e o cadastro jurídico demonstra a existência de diferentes sistemas de informação territorial. No caso do cadastro rural, essa separação reflete também em diferenças conceituais na definição da unidade territorial, como explicado em Paixão (2010) e Carneiro et al. (2011), entre INCRA e os serviços registrais já que esses conceitos dependem do uso de cada cadastro. De acordo com Coleman (1988), a aceitação de diferentes definições de parcelas no mesmo SIT não deve ser um problema se: (a) o conjunto de dados for construído na mesma referência espacial e (b) se as classes de parcelas sejam interligadas e organizadas em um índice de referência. Esta é uma situação comum em quase todos os países antes de uma reforma do sistema cadastral. Outros problemas enfrentados no Brasil são relatados por Paixão (2010):

- **Ausência de dados espaciais** - cobertura espacial é incompleta, inconsistente e mais concentrada nas áreas urbanas, onde os processos formais de ocupação e desenvolvimento territorial ocorrem. Isso exige uma melhor atualização cartográfica (exemplo: ocupações informais não são geralmente mapeadas, tornando impossível de serem controladas e planejadas, como é o caso das favelas e comunidades carentes). A descrição dos limites das propriedades nos serviços registrais, geralmente não condiz com que se encontra *in loco*. Assim, muitas escrituras contêm descrições dos limites das propriedades incompletas e

imprecisas. Além disso, conceitos e informações cartográficas, tais como Datum, por exemplo, não são informados.

- **Ausência do direito da propriedade real** - A comprovação documental da propriedade real muitas vezes é inexistente, causando incomplitude na denominação da cadeia dominial. Muitas propriedades não registradas também são transferidas sem prova de domínio. Em alguns casos, as transações ocorrem de maneira informal com ou sem documentação. Isso deixa as oportunidades de negociações fraudulentas. Como apontado por Molina (2007), inúmeras transações de terrenos não são registradas na América Latina devido à burocracia envolvida em provar o verdadeiro dono do imóvel. Em alguns casos, as provas não são encontradas, o que leva à corrupção nas operações da descrição física e nos processos do seu registro.
- **Cumprimento das legislações** – a efetivação das medidas estabelecidas em leis, como o caso da criação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) e sua integração com o cadastro legal, de acordo com a Lei 10.267/2001, ainda não foi implementada.

Ressalta-se que reformas cadastrais acontecem a longo prazo, um exemplo disto é o leste canadense, onde a reforma cadastral foi iniciada em 1965. A Fase I ocorreu no período de 1965-1980 para a implementação da rede de controle geodésica; a Fase II ocorreu em paralelo com a Fase I, entre 1965-1986 e foi destinada para o mapeamento topográfico e cadastral; a Fase III iniciada em 1982 ao presente, foi alocada para a implementação de um sistema registral automatizado. No caso do Brasil, a questão de prazos para cumprir a lei 10.267/2001 não poderia ser diferente.

Heeks (2002) e Methven et al. (2007) apontam que, a fim de evitar o fracasso da implementação de um Cadastro, a reforma organizacional deve ser considerada ao lado do suporte tecnológico. Deve incluir, por exemplo, os compromissos dos gestores das organizações para manter o Cadastro, a aceitação da mudança organizacional em diferentes contextos culturais e políticos e o empenho de suficientes recursos para implementar o Cadastro. Como Tran e Grant (2005) argumentam, o insucesso na cópia de CTM de países desenvolvidos por países em desenvolvimento é explicado por diversos aspectos, como pela falta de clareza política, fraca estrutura legal, falta de recursos humanos efetivamente capacitados e na “pretensão” em querer ter um sistema igual aos desses países (modelos de excelência). Isto é, isso se resume na inexistência, na maioria dos casos, de não possuir uma organização e estrutura mínimas exigíveis para um bom resultado.

5. DISCUSSÕES E CONCLUSÃO

Não resta dúvida que o cadastro multifinalitário é uma ferramenta essencial de suporte à tomada de decisões em projetos de gestão territorial, uma vez que é possível, por exemplo, identificar o detentor e seu tipo de domínio, as características geométricas do imóvel, seu uso, a valoração fiscal precisa, as restrições (terreno de marinha, atendimento ao zoneamento municipal, entre outros). Quando as

informações legais, fiscais, agrárias e ambientais são integradas, a importância do Cadastro de qualidade é ainda mais evidenciada.

Muitos países em desenvolvimento têm sofrido com a separação entre o Cadastro Físico e o Cadastro Jurídico, o Brasil não é o único caso. Isso cria a incerteza de que *o que se encontra fisicamente, pode não ser o que se tem como direito assegurado nos serviços registrais*.

No caso do Brasil, em especial para o Cadastro Rural, na prática da Lei 10.267/2001, ficou evidente a necessidade da construção de uma base única de dados multifinalitários. Assim, na implementação do CNIR (Cadastro Nacional de Imóveis Rurais), a inclusão dos dados legais passa a corresponder ao maior desafio do sistema integrado. Até a Lei 10.267/2001 ser promulgada, a descrição do imóvel no registro era literal, na maioria dos casos. Depois da sua promulgação, o uso de coordenadas geográficas passou a ser um dos recursos para descrição legal e mais precisa dos imóveis, incluindo os seus limites físicos. Isso tudo, também é feito com base em normas recentemente atualizadas pelo INCRA (INCRA, 2010), as quais estabelecem as diretrizes para o levantamentos de campo.

Para a adoção do cadastro 3D, o Brasil deve não só ter um cadastro 2D mais completo e confiável, mas também deve interligar as informações legais. Para o Cadastro Rural, poderá acontecer após a integração entre os serviços registrais e o CNIR. Já no Cadastro Urbano, no qual cada município é responsável por gerenciar o cadastro, a situação é bem mais complexa, por outro lado, o número crescente de serviços de infraestrutura utilizados subterraneamente e a exploração de óleo, gás e minerais podem ser fatores que irão impulsionar o desenvolvimento de cadastros 3D na área urbana. Uma vez que o Cadastro 3D seja implementado, o Cadastro 4D pode ser estruturado contendo um histórico de domínio da propriedade real e mudanças nos direitos, restrições e responsabilidades (RRR). É importante ressaltar que nada impede que ações sejam executadas no sentido de adicionar a componente tempo no Cadastro 2D existentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, NBR 13.133. *Execução de Levantamento Topográfico*. ABNT, Rio de Janeiro, 1994.
- ABNT, NBR 14.166. *Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento*. ABNT, Rio de Janeiro, 1998.
- ABNT, NBR 14.653-1. *Avaliação de Bens, Parte 1: Procedimentos Gerais*. Rio de Janeiro 2001.
- ABNT, NBR 14.653-1. *Avaliação de Bens, Parte 2 – Imóveis Urbanos*. Rio de Janeiro 2004a.
- ABNT, NBR 14.653-1. *Avaliação de Bens, Parte 3 – Imóveis rurais*. Rio de Janeiro 2004b.
- AYDIN C. C.; DEMIR O.; ATASOY, M. *Appropriate Technologies for Good Land Administration II – 3D Cadastre. Third Dimension (3D) Cadastre and Its*

- Integration with 3D GIS in Turkey. *FIG Working Week 2004*. Athens, Greece, May 22-27, 2004.
- BRASIL. Decreto 6.666, de 27 de novembro de 2008. *Institui a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais* – INDE. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 28 de nov. 2008. Seção 1, p. 57.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria nº 511 de 07 de dezembro de 2009. *Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros*. Disponível em: <http://www.in.gov.br/imprensa/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=75&data=08/12/2009>. Acesso: 18 de novembro 2011.
- CARNEIRO, A.F.T; ERBA, D. A.; AUGUSTO, E. A. A. Preliminary Analysis of the Possibilities for the Implementation of 3D Cadastre in Brazil. *2nd International Workshop on 3D Cadastres* 16-18 November 2011, Delft, the Netherlands.
- CHONG, C.S. *Towards a 3d Cadastre in Malaysia: An implementation evaluation*. MSc thesis. TU Delf. Geographical Information Management and Applications, 2006.
- COLEMAN, D.J. *Implementing a land information network in New Brunswick*. MSc. Thesis. University of New Brunswick, 1988.
- DALE, P.F.; MCLAUGHLIN, J.D. *Land information management*, Oxford University Press, New York, pp. 1-14, 1988.
- DEMIR, O.; ÖZCELIC, A. E. Requirements of the temporal cadastre data (4D) on cadastral implementations in Turkey. *International Symposium on Modern Technologies, Education and Professional Practice in Geodesy and Related Fields*. Sofia, 08-09 november 2007.
- DONER, F.; THOMPSON, R.; STOTER, J.; LEMMEN, C.; PLOEGER, H.; OOSTEROM, P. van; ZLATANOVA, S. 4D cadastres: First analysis of legal, organizational, and technical impact—With a case study on utility networks. *Land Use Policy* 27, 2010, pp. 1068–1081.
- ELBERINK, S. O. *Acquisition of 3D topography. Automated 3D road and building reconstruction using airborne laser scanner data and topographic maps* Delft, 2010. 194 p. ISBN: 978 90 6132 318 1.
- HEEKS, R. Information systems and developing countries: failure, success and local improvisations. *The Information Society*, 2002. 18 (2), pp. 101-112.
- INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. *Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais*. Brasília, 2010. 2ª Edição Revisada.
- ISO. International Organization for Standardization. Geographic information — *Land Administration Domain Model (LADM)*. ISO/WD 19152.3, 2008. Disponível em: www.eurocadastre.org/pdf/Rome_december08/presentations/ISO19152LADM_WD3.pdf. Acesso: 18 de agosto de 2011.
- LARSSON, G. *Land registration and cadastral systems: tools for land information and management*. Longman Scientific and Technical, 1991.

- LEMMEN, C.; OOSTEROM, P. van; UITERMARK, H.; THOMPSON, R.; HESPANHA, J. Transforming the Land Administration Domain Model (LADM) into an ISO Standard (ISO19152), Standardization Aspects in Land Administration - *FIG Working Week 2009*, Surveyors Key Role in Accelerated Development, Eilat, Israel, 3-8 May 2009.
- LEMMEN, C.; UITERMARK, H.; OOSTEROM, P. van; ZEVENBERGEN, J. The road to a standard Land Administration Domain Model, and beyond... Innovative and Pro-poor Land Records and Information System - *FIG Working Week 2011*. Marrakech, Morocco, 18-22 May 2011.
- MCLAUGHLIN, J.D. *The nature, design and development of multipurpose cadastres*. Ph.D. Thesis, University of Wisconsin, Madison, 1975.
- MCLAUGHLIN, J.D.; CLAPP, J. Toward the development of multipurpose cadastres. *Journal of the surveying and mapping division*, ASCE, 103 (SU1), pp. 53-73, 1977.
- METHVEN, I.; SUTHERLAND, M.; NKWAE, B. The Unique Challenge of Land Information Systems and the Knowledge Economy in Africa – Untying the Lion. In *UNECA: Land Management Information Systems in the Knowledge Economy: Discussion and Guiding Principles for Africa*, 2007.
- MOLINA, M.G.A. *Catastro, propiedad and prosperidad*. Publicaciones de la Universidad de Jaen, 2007.
- NERO, M. A.; MEDINA, N. O.; SANTOS, R. L. G.; LAPA, R. A.; SILVA, S. F.; SILVA, J. P. M.; BRAZIL, C. R. S. Desenvolvimento de SIG 3D com opesource para a área de distribuição de energia elétrica. *Revista Brasileira de Cartografia*, nº 62(1), 2010. Disponível em: http://www.rbc.ufrj.br/_pdf_62_2010/62_01_3.pdf. Acesso: 8 de novembro de 2011.
- NICHOLS, S. *Land Registration: Managing Information for Land Administration*. Technical Report #168, Depat. of Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Canada, 1993.
- NRC . National Research Council. *Need for a Multipurpose Cadastre*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1980. Disponível em: http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=10989#toc. Acesso: 14 Dez 2010.
- NRC. National Research Council. *Procedures and standards for a multipurpose cadastre*. National Academy Press Washington, D.C, 1983.
- OOSTEROM, P. van; PLOEGER, H.; STOTER, J.; THOMPSON, R.; LEMMEN, C. Aspects of a 4D Cadastre: a first exploration Shaping the Change. 3D and 4D Cadastres. *XXIII FIG Congress Munich*, Germany, October 8-13, 2006.
- PAIXÃO, S. K.S; NICHOLS, S.; COLEMAN, D. Towards a Spatial Data Infrastructure: Brazilian Initiatives. *Revista Brasileira de Cartografia*. 60(2), agosto, 2008. Disponível em: http://www.rbc.ufrj.br/_2008/60_2_04.htm. Acesso: 04 dezembro de 2010.
- PAIXÃO, S.K.S. *Design of a conceptual land information management model for the rural cadastre in Brazil*. Doctor thesis. University of New Brunswick,

- Department of Geodesy and Geomatics Engineering, Canadá, 2010. Disponível em: <http://gge.unb.ca/Pubs/TR270.pdf>. Acesso: 10 de maio de 2011.
- SÃO PAULO. *Decreto nº 47.817, de 26 de outubro de 2006. Dispõe sobre a obrigatoriedade de tornar subterrâneo todo o cabeamento instalado no Município de São Paulo*. Lex: Coletânea de Legislação Municipal, São Paulo, 2006. Disponível em:
<http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=27102006D%20478170000%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20&seccr=&depto=&descr_tipo=DECRETO>. Acesso: 20 de novembro de 2011.
- SÃO PAULO. *Lei nº 14.023, de 8 de julho de 2005. Dispõe sobre a obrigatoriedade de tornar subterrâneo todo o cabeamento ora instalado no Município de São Paulo e dá outras providências*. Lex: Coletânea de Legislação Municipal, São Paulo, 2005. Disponível em:
<http://www3.prefeitura.sp.gov.br/cadlem/secretarias/negocios_juridicos/cadlem/integra.asp?alt=09072005L%20140230000%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20%20&seccr=&depto=&descr_tipo=LEI>. Acesso: 20 de novembro de 2011.
- SOUZA, G. H. B de. *Sistemas Cadastrais 3D: viabilidades para o sistema cadastral brasileiro*. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas - FCT/UNESP. Presidente Prudente - SP. 2011.
- SOUZA NETO, J.A; CARNEIRO, A. F. T.; PAIXAO, S. K. S. O Uso da IDE na Gestão Territorial. *RBC – Revista Brasileira de Cartografia*. 63(3), 2011. Disponível em: http://www.rbc.ufrj.br/_2011/63_3_04.htm. Acesso: 20 de novembro de 2011.
- SOUZA, W. de O. ; PIMENTEL, J. da S. ; CARNEIRO; A. F. T. Cadastro 3D e 4D: a realidade territorial no espaço e no tempo. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.2522.
- STOTER, J. E. *3D Cadastr*, 2004. Disponível em: http://www.itc.nl/library/Papers_2004/phd/stoter.pdf. Acesso: 10 de maio de 2011.
- STOTER, J. E.; OOSTEROM P. van, PLOEGER, H. D.; AALDERS, H. Appropriate Technologies for Good Land Administration. 3D Cadastral Model Applied in Several Countries – *FIG Working Week 2004*, Greece, May 22-27, 2004.
- TOMBERLIN, N. C.; CRANE, E.d; PENCE, J.L.; SCRIBNER, R.; VAN, J.; WOODZELL, B. *Standard on digital cadastral maps and parcel identifiers*, 2003. Disponível em: www.iaao.org/uploads/Standard_Digital_Cadastral_Mapping.pdf. Acesso: 10 de maio de 2011.
- TRAN, T.; GRANT, D. Why copying LIS from a developed country does not work for a developing country? From Pharaohs to Geoinformatics *FIG Working Week 2005* and GSDI-8 Cairo, Egypt April 16-21, 2005.

- UN. United Nations, *Guidelines on real property units and identifiers. Economic commission for Europe*, 2004. Disponível em: www.unece.org/.../Guidelines_On_Real_Property_Identifiers.pdf. Acesso: 20 de janeiro de 2011.
- UNECA. United Nations Economic Commission for Africa. *Land Management Information Systems in the Knowledge Economy: Discussion and Guiding Principles for Africa*, 2007.

(Recebido em outubro de 2011. Aceito em Janeiro de 2012).