

Revista Brasileira de Cartografia (2015) N^o 67/2: 435-444
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

ATUALIZAÇÃO CADASTRAL DIRIGIDA, UTILIZANDO IMAGENS DE SATÉLITE DE ALTA RESOLUÇÃO ESPACIAL

Cadastre Updating Using Very-High Resolution Images

Teresa Santos¹; Marcos Pelegrina² & Rui Pedro Julião¹

**¹Universidade Nova Lisboa
Centro Interdisciplinar de Ciências Sociais - CICS.NOVA**

Av. Berna, 26 C, 1069-061 Lisboa, Portugal
teresasantos@fcsh.unl.pt; rpj@fcsh.unl.pt

**²Universidade Estadual do Centro-Oeste do Paraná - UNICENTRO
Departamento de Geografia**

Rua Padre Honorino João Muraro, 875 - Santa Cruz, Guarapuava/PR, 85015-430, Brasil
marcospelegrina@gmail.com

*Recebido em 02 de Março, 2015/ Aceito em 10 de Abril, 2015
Received on March 02, 2015/ Accepted on April 10, 2015*

RESUMO

Neste trabalho, explora-se as imagens de alta resolução espacial GeoEye como fonte de dados para produção de informação geográfica atualizada. A metodologia inclui a classificação orientada a objeto da imagem GeoEye para vetorizar as edificações. Segue-se a aplicação de técnicas de análise espacial para comparar as edificações extraídas com a informação existente sobre a área edificada reportada na carta de Loteamento do cadastro fiscal da Prefeitura Municipal de Cascavel Estado do Paraná. O presente artigo demonstra a possibilidade de gerar Cartografia de ocupação do solo e monitorizar possíveis alterações, em situações em que não existe base cartográfica atual disponível mas em que está disponível uma cobertura de imagens de alta resolução espacial.

Palavras-Chave: Cadastro, Imagem Satélite de Alta Resolução Espacial, Atualização, Classificação Orientada a Objeto.

ABSTRACT

In this study, GeoEye's very-high resolution images were explored as a data source for producing updated geographic information. The methodology initiates with an object-oriented classification of a GeoEye image to extract buildings from the imagery. In the next step, spatial analysis techniques are applied in order to compare the extracted buildings with existing information about the built area reported in the real estate cadastre of Cascavel Municipality, State of Paraná. This paper demonstrates the possibility of generating land cover mapping and monitoring possible changes in situations where there is no current cartographic base available, but it is available a very high spatial resolution image.

Key-words: Cadastre, Very-High Resolution Satellite Image, Updating, Object-oriented Classification.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento das cidades, proveniente tanto do aumento da natalidade quanto dos movimentos migratórios, pressiona o mercado de terras gerando ocupação irregular, construção de novas moradias, entre outros. Estes fatos, somados à falta de mecanismos para a fiscalização e controle urbano desta ocupação, geram ao longo do tempo, um déficit de actualização dos dados cadastrais. Este fenómeno, conhecido por déficit cadastral, representa a razão entre a cidade legalizada (todos os imóveis que constam no cadastro) e a cidade real (todos os imóveis existentes, inclusive os clandestinos e irregulares) Na grande maioria das cidades brasileiras, o déficit cadastral é elevado devido a falhas no sistema de gestão tributária, tais como: falta de ligação entre a base Cartográfica e o sistema de tributação; inúmeras inconsistências e irregularidades cadastrais; baixa qualidade nas avaliações pela falta de adequação das informações cadastrais, as quais não conseguem traduzir a cidade real; falta de cobrança dos impostos territoriais em áreas ocupadas informalmente; erros de procedimentos e falhas nas normas de gestão (PELEGRINA *et al.*, 2007).

Todos estes fatores, somados, requerem que o município não apenas atualize os dados para resolver o déficit cadastral, mas modernize igualmente os processos de gestão tributária.

Os municípios brasileiros têm, por decisão constitucional, a responsabilidade de gerenciar a tributação incidente sobre os imóveis urbanos. A gestão tributária imobiliária urbana envolve a legislação tributária pertinente, o cadastro fiscal, a planta de valores genéricos e um sistema de informação responsável pela gestão do processo. Cabe à administração municipal realizar o lançamento, a cobrança e a fiscalização de tributos territoriais.

É responsabilidade de cada município estabelecer um código tributário municipal para a definição das informações cadastrais que compõem o cadastro fiscal, da fórmula de cálculo do imposto imobiliário urbano e do método para avaliação dos imóveis. Cabe-lhe também manter um sistema de informações para o gerenciamento da tributação.

No Brasil, pela falta de um cadastro

territorial multifinalitário nas áreas urbanas, o cadastro fiscal é entendido como um inventário dos limites físicos dos imóveis e das benfeitorias para apuração dos impostos sobre a propriedade urbana que representa uma fonte de recursos para os municípios e possibilita que a administração municipal mantenha um sistema de geoprocessamento multifuncional, (PELEGRINA, 2009).

A base do cálculo do IPTU (Imposto Predial Territorial Urbano) é o valor venal do imóvel, que é determinado através de uma avaliação em massa. O sistema de informação utilizado na gestão do IPTU é um conjunto de processos integrados e respectivo suporte tecnológico (hardware e software), responsável pela coleta das informações cadastrais, armazenamento, cálculo do valor do imposto e análise dos valores gerados. Existem dois tipos de sistemas: o primeiro e mais utilizado no país, recorre a sistemas alfanuméricos que apenas manipulam informações literais, sem relação espacial das informações cadastrais. O segundo, emprega sistemas baseados em tecnologia de banco de dados geográficos, em que a informação alfanumérica está associada a cada limite físico (PELEGRINA, 2009).

Nos países latino-americanos, as decisões de atualização cadastral são tomadas normalmente no início do período de uma nova administração. Em alguns países existem leis que determinam o período de atualização, normalmente estipulado em cinco anos. Entretanto, definir na lei um período fixo como o citado é um erro, posto que a atualização deve ser consequência da alteração de pelo menos uma das diversas variáveis que compõem a realidade urbana, como, por exemplo, expansão urbana, o surgimento de áreas de especulação imobiliária em determinado bairro, o incremento do volume de transferências de parcelas, a proliferação de assentamentos irregulares (favelas), entre outras possibilidades previsíveis (ERBA *et al.*, 2007).

Este artigo apresenta uma proposta do uso do sensoriamento remoto para identificação das áreas passíveis de atualização cadastral. Propõe-se investigar novos métodos de reconhecimento, para que sirva de parâmetro para a execução de uma atualização dos dados cadastrais de forma dirigida.

2. ATUALIZAÇÃO CADASTRAL

Neste contexto, os erros no cadastro são mais comuns do que se possa imaginar, devido à falta de investimentos e/ou em decorrência da utilização de sistemas de gestão tributária ineficientes.

As informações cadastrais ideais para constarem no Boletim de Informações Cadastrais (BIC) para tributação imobiliária urbana são divididas em três partes. A primeira reúne as informações relativas ao contribuinte e à localização do imóvel; a segunda descreve as características do terreno; e a terceira descreve as características da edificação.

Os administradores municipais quando contratam projetos de cadastro, têm geralmente como objetivo principal o aumento da arrecadação. Acabam assim realizando projetos denominados de “modernização cadastral”, quando, na verdade, não passam de “projetos de recadastramento imobiliário”, baseados em novas tecnologias. Isto é diferente de uma reestruturação cadastral, que pressupõe uma mudança de toda estrutura cadastral: a administrativa, a estrutura dos dados, a legislação, a aquisição de novos equipamentos; o uso de novas tecnologias, treinamento, capacitação e multidisciplinaridade.

Como em qualquer cadastro, independentemente de sua finalidade, a execução de um recadastramento compreende, após a definição do projeto e do planejamento das ações. Apresentam as seguintes etapas: em primeiro lugar, a coleta de dados, considerada a mais importante, já que uma coleta deficiente de dados resulta, ao final do sistema de gestão, em resposta inadequada. Em seguida, tem-se a preparação dos dados com vistas à sua utilização. É uma tarefa na qual é extremamente essencial capacitar o pessoal. Por último, tem-se a revisão de todo o trabalho. A atualização cadastral pode ser executada através de dois métodos: atualização massiva (todo o universo cadastral) e atualização dirigida.

A atualização dirigida pode ser realizada de três formas: de um setor específico do município; através de comparação temporal; ou através de informações existentes no próprio município.

Para atualizar uma área específica, é necessário identificar as áreas em que o déficit

cadastral é maior e, conseqüentemente, trará um maior incremento de receita. Estas áreas podem ser identificadas através de uma cartografia de suporte atualizada ou por imagem de satélite de alta resolução ou ortofoto. Caso não seja possível adquirir esses recursos, os técnicos municipais se valem, geralmente, de sua própria experiência relativamente às áreas mais desatualizadas.

A atualização dirigida por comparação temporal é efectuada por meio de um cruzamento topológico entre a base cartográfica existente e uma nova base cartográfica atualizada. Ou ainda, comparar visualmente a base cartográfica atual a uma de imagem de satélite de alta resolução, ou ortofoto, para verificação das parcelas passíveis de atualização cadastral.

O uso de imagens para atualização de bases de dados cartográficas tem sido alvo de diversos trabalhos de investigação, nomeadamente ao nível da qualidade dos objetos extraídos de imagens, bem como no seu uso em detecção de alterações de uso do solo.

SANTOS *et al.*, (2009) estudaram a qualidade da extração de edifícios com cobertura de telha numa imagem QuickBird. Os resultados do ponto de vista temático foram satisfatórios, assim como a análise da forma geométrica. Porém, a completude apresentou deficiências. De fato, a qualidade do processo de extração de objetos geográficos depende não só de fatores como a resolução espectral e espacial das imagens, mas também da diversidade de materiais presentes na área em estudo ou das condições de iluminação solar (FREIRE *et al.*, 2010; Herold *et al.*, 2003a; 2003b)

A extração de informação temática como meio de detecção de alterações em meio urbano foi testada por SANTOS *et al.*, (2010a, 2010b) e visou a atualização da Cartografia municipal de edifícios do município de Lisboa, Portugal, utilizando uma imagem QuickBird e dados LiDAR. O resultado foi uma camada de informação que permite sinalizar locais onde há indícios de alterações de uso do solo, que podem ser revistas in loco por técnicos do município. Souza *et al.*, (2013) aplicaram uma metodologia baseada na detecção de alterações entre imagens de épocas diferentes para avaliar as mudanças de área construída de cada imóvel.

A utilidade das imagens QuickBird para a produção cartográfica de grande escala que

cumpra as especificações impostas pela entidade oficial Portuguesa foi avaliada por FREIRE *et al.*, (2014). Os autores concluíram que os elementos obtidos por algoritmos de extração orientada a objeto apenas cumprem os requisitos da escala 1:10000 e podem dar um contributo importante para os períodos que medeiam produções cartográficas oficiais de escalas superiores (e.g., 1: 1000). Pinto e Amorim (2011) avaliaram a qualidade geométrica de uma imagem QuickBird de acordo com o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) em vigor no Brasil. Os autores concluíram que se pode utilizar as ortoimagens produzidas para a atualização de cartas em escala 1:6000 ou menores.

O presente trabalho propõe uma metodologia baseada na detecção de alterações ao nível da área edificada. A informação mais recente é retirada de uma única imagem de satélite, e comparada com informação existente

na carta de Loteamento do cadastro de imóveis.

3. ÁREA DE ESTUDO E BANCO DE DADOS GEOGRÁFICOS

O objetivo deste trabalho é avaliar a contribuição da informação temática disponível em imagens de satélite de alta resolução espacial para identificar áreas passíveis de atualização cadastral. Foca-se na atualização da área construída reportada na carta de Loteamento do cadastro de imóveis do município de Cascavel, Estado do Paraná.

A área escolhida para teste da metodologia localiza-se no município de Cascavel, distrito central, Paraná, e inclui os bairros de Santo Inácio, Parque Verde e Coqueiral (Figura 1). Esta área encontra-se na periferia do distrito e caracteriza-se por uma grande dinâmica nos últimos anos, que contribuiu para a desatualização da base cadastral do município.

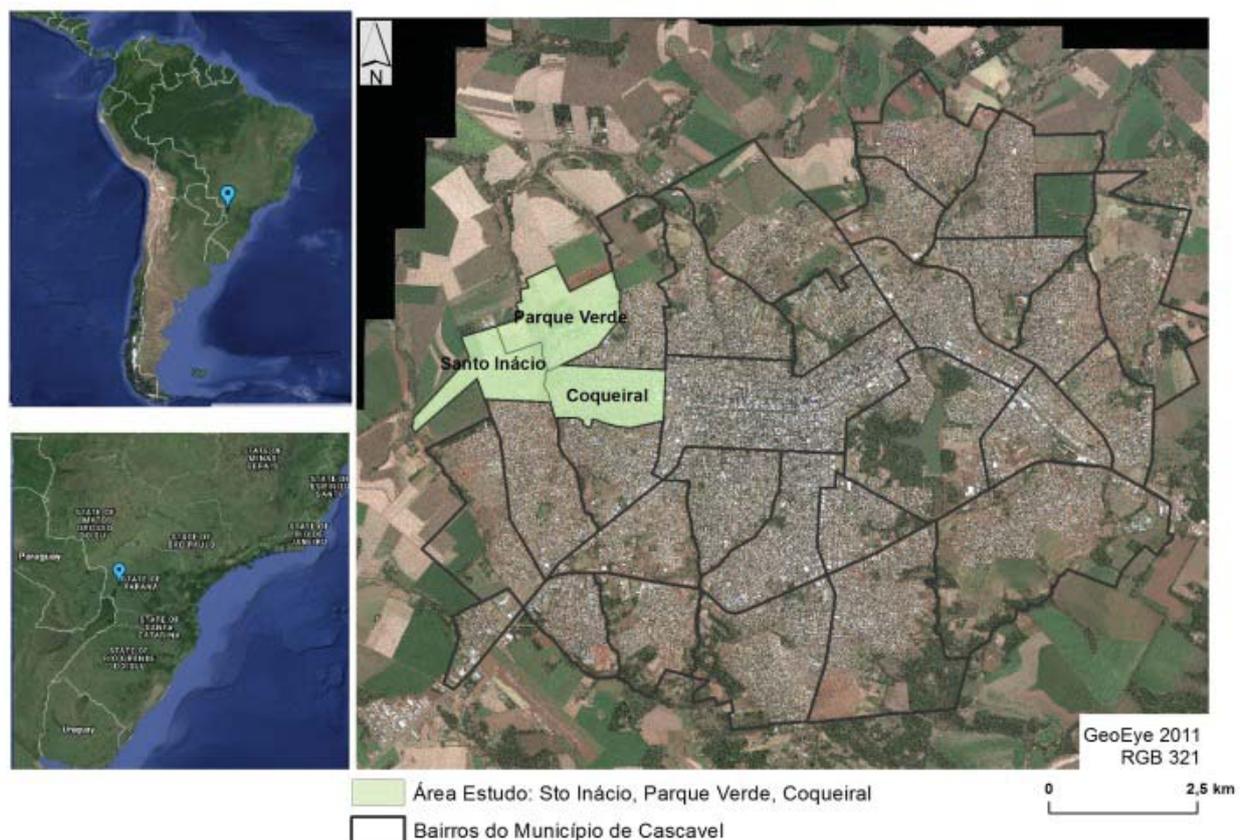


Fig. 1 - Localização da área de estudo.

O banco de dados geográficos incluiu duas cartas e uma imagem (Figura 2). A carta da Edificação, datada de 1995, representa a informação cartográfica desatualizada. A carta do Loteamento contém informação cadastral de cada lote, está também desatualizada no que diz

respeito à área construída.

A imagem selecionada foi obtida pelo sensor GeoEye, em Julho de 2011, e inclui 4 bandas multiespectrais (RGB e Infravermelho Próximo) e a banda Pancromática. A imagem sofreu uma operação de fusão (algoritmo

PANSHARP), obtendo-se no final as 4 bandas multiespectrais com 50cm de resolução espacial.

Para melhorar o processo de extração de objetos, calculou-se a partir das bandas do Vermelho e do Infravermelho, uma imagem do índice de vegetação *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). A base espectral

utilizada para a extração de objetos foi assim constituída pela imagem GeoEye e a imagem NDVI.

Todos os dados estão no sistema de coordenadas plano-retangulares, referenciadas ao SIRGAS 2000 / UTM zone 22S.

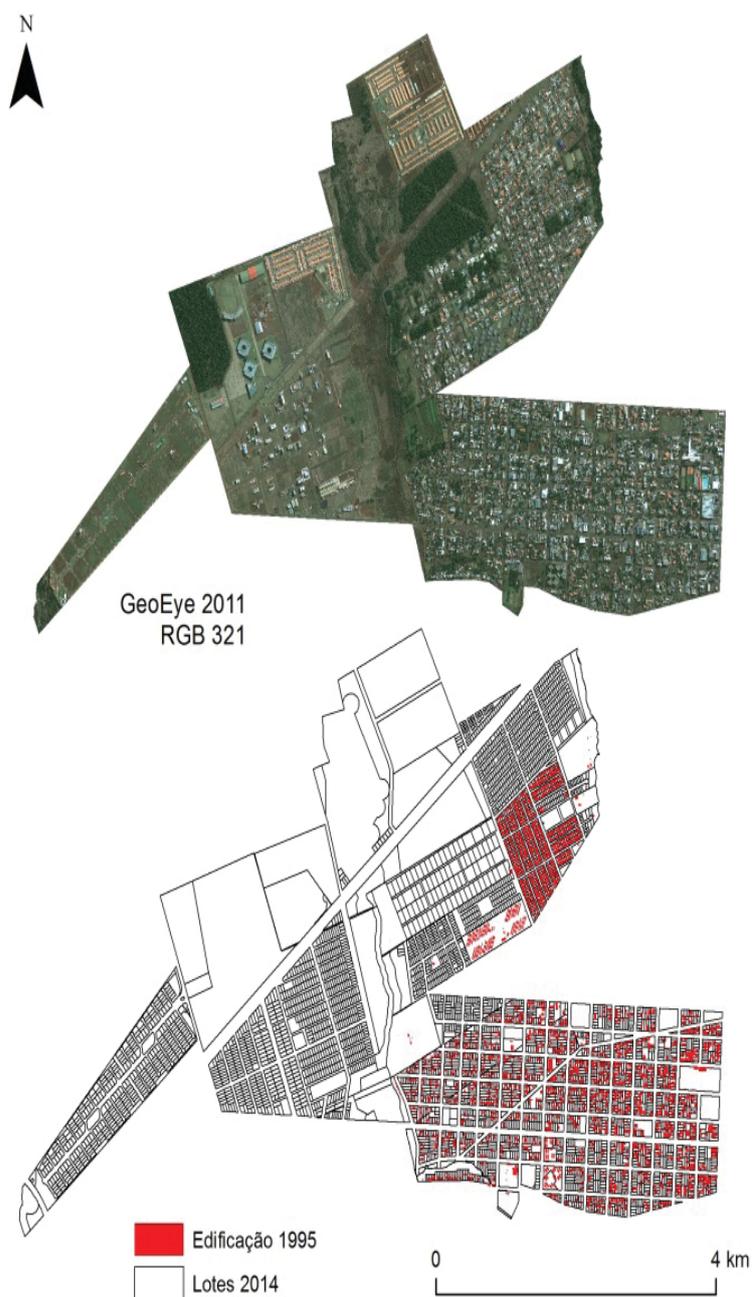


Fig. 2 - Banco de dados geográficos.

4. METODOLOGIA

A metodologia proposta para dirigir a atualização da carta Edificação recorre ao processamento digital de uma imagem de satélite e operações de sobreposição em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) (Figura 3).

4.1 Classificação Orientada a Objeto

A classificação orientada a objeto foi realizada no programa Feature Analyst v.5.1 para ArcGIS (Overwatch Systems).

A extração dos objetos segue uma lógica supervisionada baseada em áreas de treino

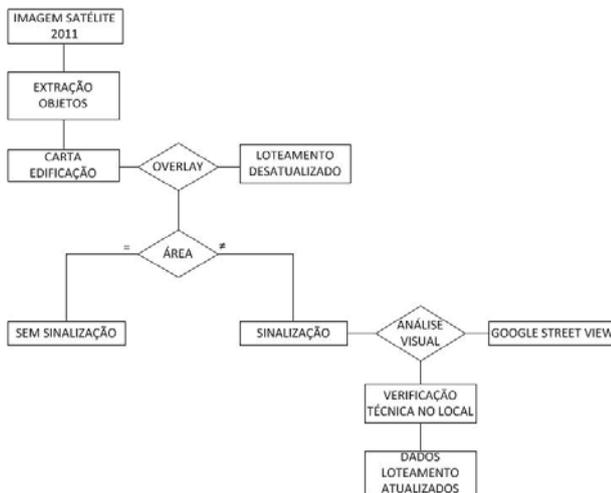


Fig. 3 - Fluxograma da metodologia de atualização.

recolhidas pelo analista. Na fase de treinamento do classificador, pode-se parametrizar uma série de variáveis como a informação a ser utilizada (e.g., bandas da imagem), o tipo de representação espacial, o uso de máscaras e o nível de agregação. A representação espacial traduz a relação espacial entre um pixel e o seu contexto e pode ter diferentes configurações, que permitem adaptar a extração a elementos lineares (estradas ou rios), poligonais naturais (florestas ou lagos), ou poligonais com contornos rígidos (e.g., edifícios). O programa Feature Analyst disponibiliza 8 representações espaciais pré-definidas e para cada uma há a possibilidade de ajustar a dimensão (janela) do padrão ao elemento de interesse. Igualmente pode-se definir qual o nível de agregação, o que se traduz numa área mínima para cada objeto, bem como escolher o uso de máscaras no processo de classificação.

Após a primeira extração resultante do treinamento do classificador, há a hipótese de melhorar o resultado através da inclusão de áreas em falta ou pela remoção de áreas mal classificadas. Esse procedimento iterativo permite a aprendizagem hierárquica do classificador e visa melhorar o processo de extração.

4.2 Detecção de alterações

No passo anterior identificaram-se as edificações existentes na área de estudo. Essas edificações foram sobrepostas à carta do Loteamento desatualizada para detectar: 1) novas construções, ou 2) construções demolidas. Essa informação foi depois verificada a partir do Google Street View, assumindo-se que as imagens disponibilizadas têm coerência temporal com a

observação. Nesta fase, o técnico confirma se se trata de um aumento de área construída, de uma nova edificação, ou uma demolição, sinalizando o lote para uma verificação técnica e rigorosa no local. O resultado deste processo é a atualização dos dados referentes à área edificada em cada lote e, conseqüentemente, a carta Edificação, sem ter que investigar toda a área de estudo.

5. RESULTADOS

Dada a diversidade de tipos de coberturas nos edifícios da área, foi necessário realizar diversas extrações para recolher toda essa variação (telha cerâmica, fibrocimento, chapa e outros). A carta Edificações resulta então da união de 6 classes, que representam o tipo/cor das coberturas mais comuns. O fato de algumas coberturas serem avermelhadas (cerâmica), resultou em confusão espectral com locais onde apenas há solo exposto. Desse modo, foi necessário primeiro extrair uma classe que representasse o solo exposto e depois usar esta como máscara no processo de extração das edificações.

Para cada classe recolheram-se as respectivas áreas de treinamento, definiu-se a representação espacial e área mínima, o uso ou não de máscara (Tabela 1).

As mesmas bandas espectrais foram utilizadas para a extração de todas as classes: as 4 bandas multiespectrais do GeoEye e a imagem do NDVI.

As representações espaciais que produziram melhores extrações foram os padrões Kernel Manhattan (*i.e.*, em forma de diamante sólido), e Bull's Eye (*i.e.*, emfoque no centro e nos limiares da janela) (Figura 4). Estas foram selecionadas de acordo com a indicação disponibilizada pelo produtor do programa (Overwatch Systems, 2013).

Algumas classes foram melhoradas após a primeira extração, usando a técnica de remoção de elementos mal classificados. Esta técnica implica que o analista identifique algumas áreas bem e outras mal extraídas pelo classificador, permitindo que este melhore o resultado da classificação, num processo iterativo de aprendizagem sucessiva. Os parâmetros que produziram melhores resultados em cada classe são apresentados na Tabela 1.

A classe Edificações foi obtida pela combinação (união) das 6 classes identificadas na Tabela 1 (Figura 5).

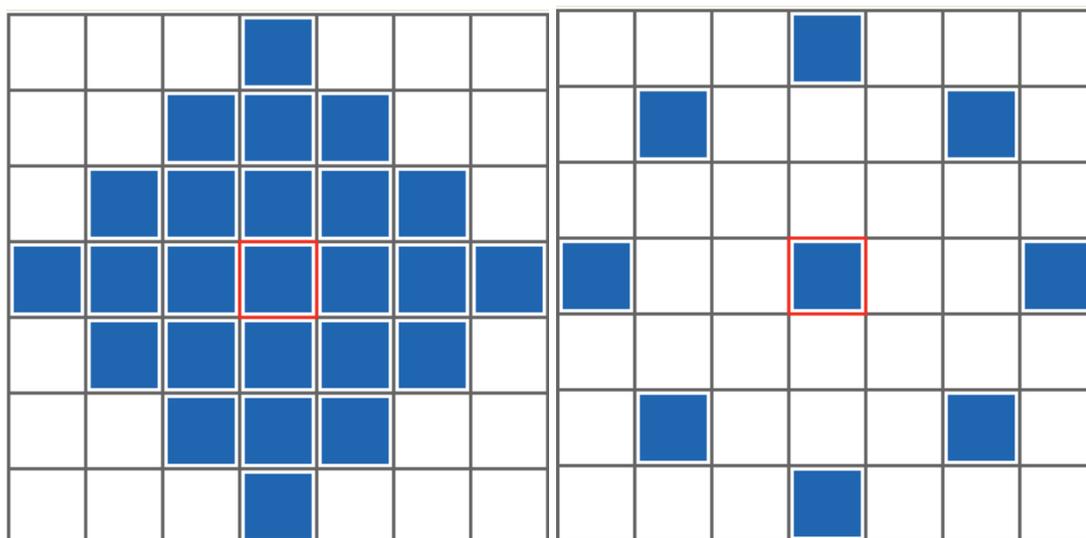


Fig. 4 - Representação espacial do tipo Manhattan e Bull's Eye 3.

Tabela 1: Parâmetros utilizados para a extração de objetos

Classe	Áreas de treinamento	Representação espacial e dimensão do padrão	Área mínima (m ²)	Máscara	Remoção
Solo	15	Manhattan, 3	250	Não	Sim
Telha 1	26	Manhattan, 13	50	Não	Sim
Telha 2	26	Bull Eye's 3, 17	50	Sim	Sim
Telha 3	16	Manhattan, 11	25	Sim	Sim
Chapa 1	20	Manhattan, 13	50	Não	Não
Chapa 2	9	Bull Eye's 3, 17	50	Não	Não
Chapa 3	31	Bull Eye's 3, 13	50	Sim	Sim
Outros	5	Manhattan, 11	25	Sim	Sim

Apesar do uso de máscara para minimizar as confusões espectrais, ainda assim permaneceram problemas que se traduziram em erros de comissão e, em menor escala, em erros de omissão. Esta é uma análise qualitativa, e não tem por base a matriz de erro.

Os erros decorrentes do processo de extração podem ser minimizados com a introdução de um modelo digital de superfície normalizado obtido por varrimento laser, onde estão identificadas as estruturas acima do solo. A introdução da variável altura permite, neste contexto, distinguir os objetos solo dos objetos edificação (e.g., SANTOS *et al.*, 2011, 2010c).

A carta Edificações oficial identifica em 1995, 397 m² de área construída. Este valor, como pode ser confirmado visualmente sobre a

imagem GeoEye, sofreu um grande acréscimo. De acordo com a metodologia aqui apresentada, aquele valor é de 992 978 m² em 2011.

Realizando a combinação entre a carta atualizada com a carta dos Lotes é possível verificar se área construída aumentou, se manteve ou diminuiu. Na figura 6, temos um exemplo de uma edificação que na carta de 2011 foi identificada com 220 m² e no cadastro dos lotes apresenta uma área de 196 m². Observa-se que a comparação da área de telhado/cobertura (obtida na imagem) com área edificada (obtida na carta), pelo que estes valores são indicativos. A situação foi confirmada no Google Street View. Num caso real, o técnico após efetuar esta visualização, remeteria para uma vistoria no local, realizada com meios de levantamento precisos.

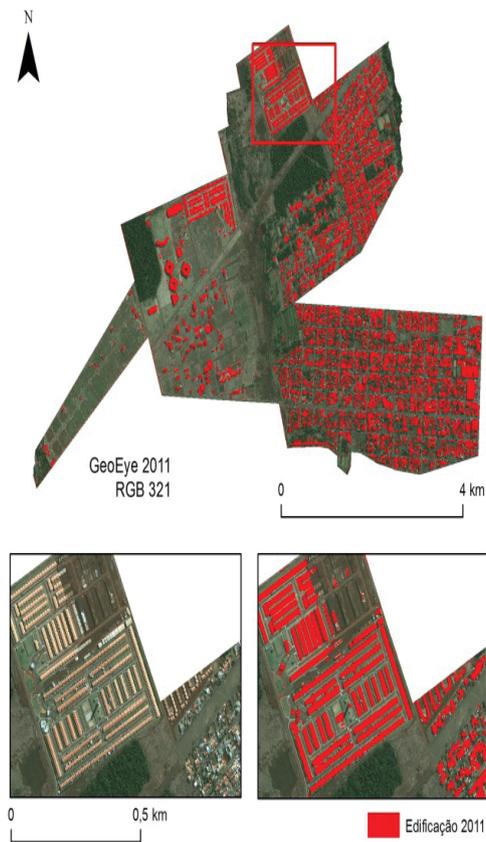


Fig. 5 - Resultado da extração de edifícios na imagem GeoEye.



Fig. 6 - Combinação da informação obtida na imagem com os dados do Lote e Google Street View.

6. CONCLUSÕES

No presente estudo, comprovou-se o potencial das imagens de satélite de alta resolução espacial no auxílio da tarefa de atualização no cadastro de imóveis, da informação relativa à área das edificações (aumento, manutenção ou diminuição).

A metodologia apresentada pretende dirigir o processo de atualização, e não substituí-lo por meios automáticos.

Por um lado, na imagem está apenas disponível informação relativa ao telhado/ cobertura do edificado. Daí que a área construída (i.e., área de implantação das paredes externas) que se encontra na carta de Loteamentos, não seja possível de extrair usando as técnicas descritas neste trabalho. Igualmente, não é possível identificar alterações nos fundos das edificações.

Por outro lado, para efeitos de atualização, é relevante não apenas área mas também o número de edifícios identificados no terreno. De fato, a classificação orientada a objeto apenas possibilita extrair num único elemento, os edifícios que se encontram dispostos na banda. Não é possível isolar diferentes edifícios que partilham limites, o que condiciona o uso deste método apenas para fins de contagem.

Apesar das limitações identificadas, os resultados permitem sinalizar potenciais alterações no edificado e assim orientar os esforços das equipas técnicas para a sua verificação rigorosa. Igualmente, a quantificação da área edificada é um produto da classificação que tem implicações tanto na atualização da base cadastral, mas também na construção de indicadores urbanísticos que visem a qualidade de vida em meio urbano (e.g., área impermeável).

A baixa resolução espectral da imagem nessa região específica da cidade dificultou a identificação de novas edificações, pela proximidade espectral da resposta das telhas e do solo exposto. A utilização do NDVI, porém permitiu melhorar a qualidade da extração.

Recomenda-se que futuros estudos deverão incluir uma imagem com informação altimétrica para melhor distinguir edifícios em meio urbano e sua respetiva volumetria, permitindo assim a detecção de alterações também em 3D.

AGRADECIMENTOS

Este artigo apresenta resultados de investigação do CICS.NOVA (UID/SOC/04647/2013), financiado pela Fundação para a Ciência e Tecnologia (FCT), Portugal.

O trabalho decorreu no âmbito de duas bolsas de Pós-Doutoramento uma financiada pela FCT (SFRH/BPD/76893/2011), e a outra pela CAPES Processo n. BEX-9757/13-9.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ERBA, D. A; Àquila M.: (RE) Estructuración y Actualización del Catastro Territorial In ERBA, D. A. **Cadastro Multifinalitário: aplicado a la definicion de políticas de suelo urbano**/editor y organizador Diegeo Alfonso Erba. Cambridge, MA:Lincoln Institute of Land Polycy448 p., 2007

FREIRE, S.; SANTOS, T.; NAVARRO, A.; SOARES, F.; DINIS, J.; AFONSO, N.; FONSECA, A.; TENEDÓRIO. Introducing mapping standards in the quality assessment of buildings extracted from very high resolution satellite imagery. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Vol. 90, p. 1-9, 2014.

FREIRE, S.; SANTOS, T.; GOMES, N.; FONSECA, A.; TENEDÓRIO, J. A. Extraction of buildings from QuickBird imagery– what is the relevance of urban context and heterogeneity? **ASPRS/ CaGIS**, 7 pp., Orlando, Estados Unidos da América, 2010.

HEROLD, M., GARDNER, M., ROBERTS, D. Spectral resolution requirements for mapping urban areas. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 41(9), pp. 1907–1919, 2003a.

HEROLD, M., LIU X., CLARKE, K.C. Spatial metrics and image texture for mapping urban land use. **Photogrammetric, Engineering and Remote Sensing**, 69(8), pp. 991–1001., 2003b.

PELEGRINA, M. A., MOLLER, L. F. C.: Cartografía Cadastral: ¿Expediente de Los impuestos o de Las propiedades Inmobiliarias?– **6th FIG Regional Conference San José**, Costa Rica 12–15 November, 2007.

PELEGRINA, Marco A. Diagnóstico para gestão do Imposto Predial e Territorial Urbano. Tese

- (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.
- PINTO, M.S.; AMORIM, A. Ortorretificação de imagem QuickBird com diferentes modelos digitais de terreno: análise da qualidade geométrica. **Revista Brasileira de Cartografia**, N.63 Edição Especial 40 Anos, p. 65-74, 2011.
- OVERWATCH SYSTEMS, Feature Analyst® 5.1.x for ArcGIS® Tutorial, 2013.
- SANTOS, T.; FREIRE, S.; TENEDÓRIO, J. A.; FONSECA, A. Classificação de imagens de satélite de alta resolução com introdução de dados LiDAR. Aplicação à cidade de Lisboa. **Trunfos de uma Geografia Activa**, pp. 725-732. N. Santos, L. Cunha (Coord.) Imprensa da Universidade de Coimbra, 2011.
- SANTOS, T.; FREIRE, S.; BOAVIDA-PORTUGAL, I.; FONSECA, A.; TENEDÓRIO, J.A.. Detecção remota urbana: extracção de elementos a partir de imagens de alta resolução espacial. **VI Conferência Nacional de Cartografia e Geodesia**. LIDEL, p. 160-170, 2010a.
- SANTOS, T.; FREIRE, S.; FONSECA, A.; TENEDÓRIO, J.A. Detecção de alterações em meio urbano baseada na comparação de elementos extraídos a partir de imagens de alta resolução espacial. Aplicação à área da Alta de Lisboa. **XII Colóquio Ibérico de Geografia**, Porto, Portugal, 2010b.
- SANTOS, T.; FREIRE, S.; NAVARRO, A.; SOARES, F.; DINIS, J.; AFONSO, N.; FONSECA, A.; TENEDÓRIO, J.A. Extracting buildings in the city of Lisbon using QuickBird images and LIDAR data. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences**, Vol. XXXVIII-4/C7., 5 pp. (online), 2010c.
- SANTOS, T.; FREIRE, S.; BOAVIDA-PORTUGAL, I.; FONSECA, A.; TENEDÓRIO, J.A. Accuracy assessment of features extracted from QuickBird imagery for urban management purposes. **33rd International Symposium on Remote Sensing of Environment (ISRSE)**, 4 pp., Stresa, Italy, 2009.
- SOUZA, G.H.B.; AMORIM, A.; HASEGAWA, J.K. Atualização do Cadastro Urbano a partir de imagens QuickBird. **Revista Brasileira de Cartografia**, N. 65/2, p. 361-374, 2013.