

Avaliação de Imagens Ikonos II e Quickbird para Obtenção de Bases Cartográficas para o Cadastro Técnico Municipal

João Batista Tavares Júnior ¹
Mathias I. Mafort Ouverney ²
Prof^a. Marlene Salete Uberti ³
Prof. Dr. Mauro Antônio Homem Antunes ⁴

Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro
Departamento de Engenharia
23890-000 Seropédica RJ

¹joaotavaresjunior@yahoo.com.br

²mathiasmafort@yahoo.com.br

³msuberti@ufrj.br

⁴mantunes@ufrj.br

Resumo: Com o avanço da tecnologia espacial, estão sendo desenvolvidos e lançados satélites com sensor capaz de produzir imagens que podem substituir a tradicional fotogrametria aérea em algumas escalas. No entanto, os produtos gerados até o atual momento, vêm sendo aplicados de forma errônea em algumas atividades de mapeamento, isto se deve ao mau entendimento do conceito de resolução espacial. Neste trabalho, procura-se esclarecer este conceito, fazendo uma analogia da aplicação destas imagens no Cadastro Técnico Municipal, utilizando imagens obtidas pelos sensores do Ikonos II e Quickbird2, as quais têm resoluções espaciais distintas. O objetivo principal deste trabalho, é averiguar a possibilidade da aplicação destas imagens na confecção da base cartográfica do Cadastro Técnico Municipal, gerando uma fórmula capaz de oferecer a escala máxima dos produtos gerados com estes dados. Os resultados, viabilizam o uso da imagem QuickBird2 na obtenção de alguns produtos cartográficos, havendo a necessidade de uma avaliação prática.

Palavras chaves: Cadastro Técnico Municipal, imagem, resolução, Ikonos II, Quickbird

Abstract: With the advance of the space technology, satellites with sensor capable to produce images that can substitute the traditional aerial photogrammetry have been launched. However, so far the products have been misapplied in some activities of mapping, due to a lack of understanding of the concept of spatial resolution. In this work this concept is clarified, making an analogy to the application of these images in Cadastre, by using image obtained from the sensors onboard of Ikonos II and Quickbird, which have distinct spatial resolutions. The main objective of this work is to inquire the possibility of the application of these images in the confection of the cartographic base of Cadastre, generating one formulates capable to offer the maximum scale of the products generated with these data. The results make possible the use of the QuickBird2 image in the attainment of some cartographic products, having the necessity of a practical evaluation.

Keywords: Cadastre, image, resolution, Ikonos II, Quickbird

1. Introdução

O Cadastro Técnico Municipal é um sistema de informações espaciais e alfanuméricas, capaz de identificar e inventariar todas as parcelas e imóveis de um município, orientando e apoiando a formulação e aplicação de políticas públicas municipais. Uma de suas funções mais importantes é servir como base de cálculo para a arrecadação do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU), pois grande parte dos recursos financeiros aplicados em projetos infra-estrutura urbana e social, provem deste recurso.

A principal componente do cadastro técnico Municipal é a base cartográfica, pois esta é capaz de espacializar todos os dados cadastrais referentes a cada parcela do território, representando a realidade de ocupação do solo de maneira mais fiel possível.

Tradicionalmente, esta base cartográfica é confeccionada com dados oriundos de levantamentos topográficos ou aerofotogramétricos, que além de serem muito onerosos, também são métodos mais demorados. Com o avanço da tecnologia espacial, alguns satélites imageadores vêm produzindo imagens com alta resolução espacial, proporcionando a geração de produtos cartográficos com maior rapidez e economia de recursos financeiros. Por isso estas são citadas como excelentes opções para a geração e atualização do Cadastro Técnico Municipal.

Dentre os sensores já produzidos, os que mais se destacam para a geração de produtos cadastrais são os sensores dos satélites Ikonos II (lançado em setembro de 1999 pela empresa norte-americana SPACE IMAGING) e QuickBird 2 (lançado em outubro de 2001 pela empresa DIGITALGLOBE dos EUA). As tabelas 1 e 2 expõem as principais características de imagens dos sensores Ikonos II e Quickbird 2, e a tabela 3 mostra a visualização destas imagens respectivamente.

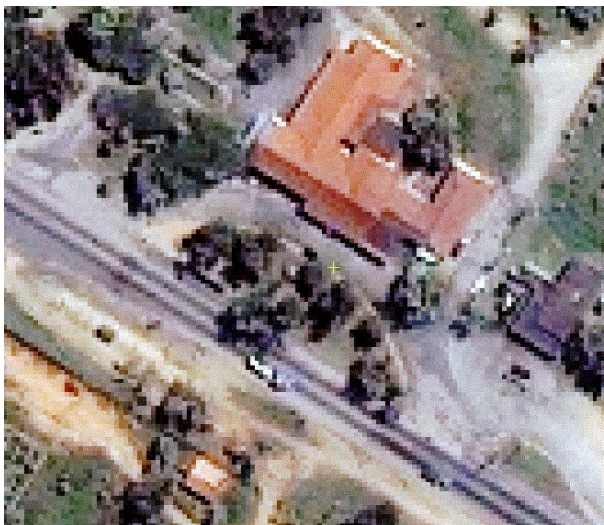
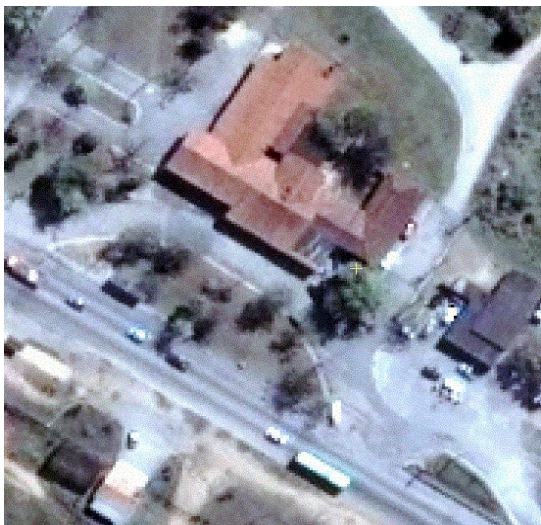
Tabela: 1 Características do Sensor do Satélite Ikonos II

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
PANCROMÁTICO	PAN	0,45 - 0,90µm	1 metro	2,9 dias	13 X 13 km
MULTIESPECTRAL	AZUL	0,45 - 0,52µm	4 metros	1,5 dia	
	VERDE	0,52 - 0,60µm			
	VERMELHO	0,63 - 0,69µm			
	INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0,76 - 0,90µm			

Tabela: 2 Características do Sensor do QuickBird 2

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Faixa Imageada
QUICKBIRD	PANCROMÁTICA	450 - 900 nm	61 a 72 cm	1 a 3,5 dias, dependendo da latitude	16,5 x 16,5 km
	MULTIESPECTRAL (Visível)	450 - 520 nm	2,4 a 2,8 m		
		520 - 600 nm			
		630 - 690 nm			

Tabela: 3 Visualização das imagens Ikonos II e QuickBird 2

Testura das imagens Ikonos II e QuickBird 2	
	
Visualização das imagens Ikonos II e QuickBird 2 Ikonos II	Visualização das imagens Ikonos II e QuickBird 2 QuickBird 2

Uma característica bastante relevante destes sensores é a alta resolução radiométrica, ou seja, as imagens destes sensores possuem 2048 níveis de cinza, o que equivale a 11 bits de resolução radiométrica. Isto permite aumentar consideravelmente o poder de distinção entre alvos.

Segundo Engesat (2006) e Intersat (2006), as imagens dos sensores Ikonos II e QuickBird 2, podem ser aplicadas no cadastro urbano e Fundiário, regularização de propriedades e demarcação de pequenas glebas, gerando produtos cartográficos com qualidade até a escala de 1:2.500 e oferecendo a precisão cartográfica correspondente.

Percebe-se que o potencial destas imagens vem sendo superestimado quando estas são aplicadas na elaboração de bases cartográficas para o cadastro técnico municipal. Isto resulta de confusões conceituais entre o erro de graficismo e a resolução nominal destes sistemas sensores.

Portanto, torna-se necessário a geração de avaliações e análises capazes de esclarecer e especificar os verdadeiros potenciais de utilização destas imagens na produção de dados cadastrais. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial das imagens dos sensores Ikonos II e Quickbird 2 para a produção de bases cartográficas para o apoio do cadastro técnico municipal, bem como ilustrar os embasamentos para o cálculo da escala máxima que se pode alcançar quando utilizamos dados dos sensores orbitais que produzem imagens de alta resolução espacial.

2. Erro Gráfico e Escala

O erro gráfico está relacionado com a exatidão planimétrica do produto cartográfico, sendo intimamente relacionada com a sua escala. Ele é o menor comprimento gráfico que se pode obter em uma representação cartográfica e corresponde à cerca de 0.2mm, logo também é o erro máximo admissível que se pode cometer ao efetuar uma medição sob a representação gráfica. Como a escala é uma relação de proporção entre uma representação gráfica e a superfície terrestre representada, logo a exatidão desta representação é função da relação entre o erro gráfico e a escala do documento cartográfico:

$$Eg = 0,0002 \times Fe \quad (1)$$

com,

$$E = \frac{1}{Fe} \quad (2)$$

Sendo,

Eg= erro tolerável em metros,

E= escala do documento cartográfico ,

Fe= fator de escala do documento cartográfico,

Este cálculo também é utilizado antes de se iniciar um levantamento topográfico para que se possa fazer uma seleção das feições que serão cadastradas. Assim para um levantamento que será esboçado na escala de 1:2.500, a dimensão linear do menor objeto a ser levantado vale:

$$Eg = 0,0002 \times 2.500$$

$$Eg = 0,5 \text{ m}$$

Então para a escala de 1:2.500, a menor feição possível de ser representada é de 0,5 m, o que representa a metade do valor da resolução espacial da imagem Ikonos II e aproximadamente 82% da imagem Quikbird 2.

A tabela 3 expõe a precisão de representações gráficas em função das escalas adotadas mais usuais e os menores objetos representáveis em cada uma delas, segundo a equação 1.

Tabela 3. As precisões e os menores objetos de se representar em cada escala.

ESCALA	PRECISÃO	MENOR OBJETO
1:500	0,1 m	0,01 m ²
1:1.000	0,2 m	0,04 m ²
1:2.500	0,5 m	0,25 m ²
1:5.000	1,0 m	1,00 m ²
1:10.000	2,0 m	4,00 m ²
1:25.000	5,0 m	25,00 m ²
1:50.000	10,0 m	100,00 m ²

3. Resolução Espacial de Sensores Orbitais Imageadores

A resolução espacial é a característica de uma imagem que define a sua capacidade de distinguir pontos adjacentes, mais especificamente, ela permite mensurar a menor distancia entre estes pontos. Assim, os objetos espaçados porém mais próximos do que o limite de resolução; aparecerão como se fosse um único objeto (SABINS, 1987). Formas alternativas de conceituação de resolução espacial são discutidas em Forshaw et Al (1983).

A resolução espacial, relaciona-se com o tamanho da parcela correspondente no terreno imageada por um elemento do sensor, conhecido tecnicamente como a resolução instantânea no nadir do satélite, ou, IFOV (Instantaneous Field Of View). Segundo Schowengerdt (1997) o IFOV é o ângulo imageador de um único elemento detector de um sistema sensor óptico. Sua medida é feita pelo comprimento em metros do lado da área imageada, normalmente um quadrado, a qual equivale a um pixel. A medida real é quase sempre aproximada para uma resolução nominal, como por exemplo, a resolução real do sensor TM do satélite Landsat é de 26m e a nominal é de 30m (Silva, 1998).

4. Análise das Relações Entre Resolução Espacial e Erro Gráfico e Suas Aplicações

Sabe-se que é possível detectar objetos consideravelmente menores que a resolução espacial se o contraste entre eles e background for suficientemente grande, mas embora tais objetos possam ser detectáveis, eles não necessariamente são reconhecíveis, exceto quando interpretados no contexto da imagem (Schowengerdt, 1997).

Isto é possível por que a capacidade de distinguir pontos adjacentes é, sem dúvida, função também da habilidade do sensor em perceber discrepâncias radiométricas mínimas entre estes pontos. Entretanto, o impacto da qualidade radiométrica na qualidade geométrica ainda não é simples de se avaliar (KASSER, 2002).

Segundo Kasser (2002), não é possível ver em uma imagem digital detalhes menores que o tamanho do pixel, mesmo por que a forma deste alvo não poderá ser discernida da forma do pixel. Logo, como a resolução espacial é a mínima separação entre dois objetos representados distintos e separados, ela não é o tamanho do menor objeto possível de se ver (Sabins, 1987).

A frequência máxima de uma cena que pode ser representada através de uma imagem é dada pela frequência de Nyquist (Wolf, 2000), que equivale à metade da frequência de amostragem. A frequência de amostragem é dada pelo tamanho do pixel quando a PSF (Point Spread Function ou função de espalhamento do ponto) é menor do que o espaçamento entre linha e colunas. Assim, somente alvos com tamanho de pelo menos dois pixels podem ser representados pela imagem em questão. Na banda pancromática para o Ikonos II, a frequência de amostragem é de 1 ciclo por 1 metro (1m^{-1}) e a frequência de Nyquist é metade desta frequência ($0,5\text{m}^{-1}$), o que equivale a dois pixels ou 2 metros. No caso das imagens Quickbird 2 a frequência de amostragem é de 1 ciclo por 0,61 metros ($1,64\text{m}^{-1}$) e a frequência de Nyquist é de $0,82\text{m}^{-1}$, equivalendo a dois pixels ou 1,22 metros.

Relacionando o erro de graficismo com o número de pixels definido pela frequência de Nyquist, é possível obter a escala máxima de representação dos produtos cartográficos gerados com base nesta fonte de dados. Então, o erro gráfico (E_g) é equivalente a duas vezes a resolução espacial (R_e), então temos:

$$E_g = 0,0002 \times F_e \quad (1) \quad ; \quad E_g = 2 \times R_e \quad (3)$$

Igualando (1) a (3), teremos:

$$F_e = 10.000 \times R_e \quad (4)$$

onde,

F_e = Fator de escala;

R_e = Resolução espacial.

Aplicando a equação (4) para o cálculo da escala máxima de representação dos produtos cartográficos gerados a partir da imagem pancromática dos sensores Ikonos II e QuickBird 2 temos que (Tabela: 4):

Tabela: 4 Escala máxima para os produtos cartográficos gerados com imagens Ikonos II e QuickBird.2

Sensor	Banda espectral	Resolução espacial	$F_e = 10.000 \times R_e$	Escala Máxima
Ikonos II	Pancromática	1 metro	10.000	1/10.000
QuickBird 2	Pancromática	0,61 metros	6.100	1/6.100

Cabe ressaltar que o cálculo das escalas expostas acima, desconsidera os erros provindos do processo de georreferenciamento destas imagens, que pode variar de acordo com o erro médio quadrático (RMS).

Considerando este erro, a equação (4) passa ser:

$$F_e = 5.000 \times (2 R_e + RMS) \quad (5)$$

Para avaliar a qualidade do georeferenciamento, deve-se comparar o RMS com a frequência de Nyquist (FN), devido aos seguintes fatos:

- Quando o $RMS < FN$, o georeferenciamento está dentro do tolerável, pois se consegue extrair produtos utilizando o potencial da imagem para a geração de produtos cartográficos;

– Quando o $RMS > FN$, deve-se melhorar o georeferenciamento, pois nestas condições, não estará utilizando o potencial da imagem, para a geração dos produtos cartográficos.

–

5. Conclusões

Pode-se perceber que, não nos últimos anos, grande parte dos usuários de imagens de satélites de alta resolução desenvolvem bases cartográficas inteiras em cadastros técnicos municipais com estas imagens. Esta falha pode influenciar de maneira direta o planejamento e gestão do município, como por exemplo, o dimensionamento precário e pouco preciso da arrecadação e utilização de recursos financeiros municipais. Sendo assim, é necessário que o tratamento destes dados seja feito de forma mais rigorosa.

Mesmo com todas as correções geométricas e radiométricas possíveis e necessárias, as imagens dos sensores Ikonos II e Quickbird 2 não podem ser utilizadas para gerar bases cartográficas completas para o cadastro técnico municipal.

Já a regularização fundiária de imóveis rurais, a lei 10.267/ 2001 determina que esta deve ser realizada a partir do memorial descritivo, contento as coordenadas dos vértices definidores dos limites dos imóveis rurais, georeferenciadas ao Sistema Geodésico Brasileiro e com precisão posicional, fixada pelo INCRA, de 0.5m. Logo, a regulamentação fundiária de imóveis rurais deve ser feita com representações na escala de 1/2.500, o que segundo a tabela 4, não pode se obter usando imagens Ikonos II ou QuickBird 2.

Mesmo com todos os avanços tecnológicos na área de sensoriamento remoto, ainda não é possível substituir os levantamentos topográficos e aerofotogramétricos pelas imagens de satélite de mais alta resolução, Ikonos II e Quickbird 2, quando se exige que o produto cartográfico atenda a precisão cartográfica correspondente segundo o decreto nº 89.817/84 PEC (Precisão de Exatidão Cartográfica).

6. Sugestões

Através dos resultados aqui obtidos sugere-se que sejam realizados estudos de caso, para verificar o real potencial das imagens de sensores orbitais para a geração de produtos cartográficos, avaliando a capacidade da aplicação destes produtos no Cadastro Técnico Municipal.

7. Referências bibliográficas

<http://www.engosat.com.br/satelites/ikonos.htm> consultado em 21/05/2006.

<http://www.intersat.com.br/> consultado em 21/05/2006.

Forshaw, M.R., A.Haskell, P.F. Miller, D.J. Stanley, and J.R.G.: *Spatial resolution of remotely sensed imagery- a review paper*. In: International Journal Remote Sensing, Townshend, 1983, v. 4, p. 497-520

Sabins, F. F., Remote Sensing: Principles and Interpretation, W.H. Freeman and Company, New York, 1987, pag. 8-10

Schowengerdt, R.A.: *Remote sensing: models and methods for image processing*, Academic Press, San Diego – U.S.A., 1997, pag. 18-74

Kasser, M., Y.: *Egels, Digital Photogrammetry*, Taylor & Francis, London and New York, 2002, pag. 76.

Wolf, P. R., DeWitt, B. A.: *Elements of Photogrammetry with Applications in GIS*, McGraw-Hill Science/Engineering/Math, p.624 (2000).