Simulação das bandas espectrais do sensor QuickBird-2 a partir do sensor WorldView-2

Bárbara Maria Giaccom Ribeiro[1], Giovanni de Araujo Boggione[1], Leila Maria Garcia Fonseca[1]

[1] INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Divisão de Processamento de Imagens
Caixa Postal 515 – 12227-010 – São José dos Campos - SP, Brasil
bgiaccom@gmail.com , giovanni@dpi.inpe.br , leila@dpi.inpe.br

Abstract. Data comparison between two different sensors must analyze one of their several characteristics. In order to evaluate the potential of the improvements on spectral resolution of WorldView-2 sensor, the reference data must have the same spatial and radiometric resolutions, besides the same geometric and atmospheric conditions of acquisition. For most areas throughout the world, there are no available images acquired by WorldView-2 and QuickBird-2 sensors in the same date or under the same geometric and atmospheric conditions. Therefore, the combination of the bands of given sensor to simulate the bands of a reference sensor represents an attractive possibility for the handling of remote sensing data, searching for its improvement. This work presents a methodology for the simulation of the multispectral bands of QuickBird-2 sensor applying the weighted combination of the spectral bands that possess spectral overlapping with each reference band of WorldView-2 sensor. The analysis of the spectral overlapping was performed through the discretizing of the spectral curves. Visual and statistical tests were accomplished to confirm the effectiveness of the methodology.

Palavras-chave: image simulation, multispectral bands, high resolution image, simulação de imagens, bandas multiespectrais, imagem de alta resolução espacial.

1. Introdução

O avanço das tecnologias de sensoriamento remoto e a maior disponibilidade de sistemas sensores com melhores resoluções espacial, temporal e radiométrica expandiram o leque de aplicações das imagens orbitais (Ehlers, 2007; Blaschke, 2010).

Entretanto, os atuais sensores de alta resolução espacial ainda possuem limitações em relação à resolução espectral (número, largura e posição de bandas no espectro eletromagnético) que dificultam a discriminação entre algumas classes de cobertura do solo, por exemplo, em estudos de áreas urbanas. A dificuldade no mapeamento de áreas urbanas deve-se, principalmente, à grande quantidade e semelhança das assinaturas espectrais dos seus elementos constituintes aliado às limitações dos métodos de classificação usados.

Os levantamentos aerofotogramétricos constituem uma das mais antigas e tradicionais fontes de informação para produção de mapas urbanos. Largamente explorados e utilizados nos estudos urbanos, tais procedimentos, contudo, são caros, e geralmente executados sob demanda. Por outro lado, o sensoriamento remoto como uma fonte de informação possui as vantagens da visão sinóptica, coleta sistemática de dados e custos inferiores aos do aerolevantamento.

Os estudos urbanos foram inicialmente desenvolvidos utilizando-se imagens Landsat TM, abordando escalas regionais ou tratando de expansão e dispersão urbana. Lançado 1999, o satélite Ikonos-2 passou a disponibilizar dados mais adequados às análises do ambiente urbano. Em 2001, o satélite QuickBird-2 possibilitou o aprimoramento destas pesquisas, com a melhoria da resolução espacial das imagens para o nível submétrico. Em 2008, o satélite GeoEye-1 avançou mais um passo, coletando imagens com menos de 0,5 m de resolução espacial.

Estes sensores permitiram e estimularam o desenvolvimento de inúmeros estudos, não só urbanos, embora esta linha de pesquisa tenha sido uma das mais beneficiadas. Apesar dos avanços apresentados na resolução espacial das imagens, contudo, a resolução espacial permaneceu inalterada, sem melhorias no padrão de bandas "azul, verde, vermelho e infravermelho próximo (IVP)" (Tabela 1).

Tabela 1. Características dos satélites e sensores Ikonos-2, QuickBird-2, GeoEye-1 e WorldView-2.

Satélite **Características**	**IKONOS-2**	**QUICKBIRD-2**	**GEOEYE-1**	**WORLDVIEW-2**
Lançamento	1999	2001	2008	2009
Órbita	681 km heliossíncrona inclinação: 98,1º cruza a Linha do Equador: 10h30	450 km heliossíncrona inclinação: 97,2º cruza a Linha do Equador: 10h00	684 km heliossíncrona inclinação: 98º cruza a Linha do Equador: 10h30	770 km heliossíncrona inclinação: 97,8º cruza a Linha do Equador: 10h30
Sensor	tipo CCD - OSA (Kodak) abertura óptica: 0,70m distância focal: 10 m detectores: 6.500 linhas, 12µm (PAN)	tipo CCD - BHRC60 (Kodak) abertura óptica: 0,60m distância focal: 10 m detectores: 27.000 linhas, 12µm (PAN)	tipo CCD - GIS (Kodak / ITT) abertura óptica: 1,1 m distância focal: 13,3m detectores: 35.000 linhas, 8µm (PAN)	tipo CCD - WV-110 (Kodak / ITT) abertura óptica: 1,1 m distância focal: 13,3m detectores: 35.000 linhas, 8µm (PAN)
Sistema de Varredura	• *pushbroom,* varredura eletrônica em fileira linear • visada *off-nadir* até ±45º *along-track* e ±60º *cross-track*	• *pushbroom,* varredura eletrônica em fileira linear • visada *off-nadir* até ±30º *along-track* e *cross-track*	• *pushbroom,* varredura eletrônica em fileira linear • visada *off-nadir* até 60º *along-track* e *cross-track*	• *pushbroom,* varredura eletrônica em fileira linear • visada *off-nadir* até ±40º *along-track* e *cross-track*
Resolução Radiométrica	11 bits	11 bits	11 bits	11 bits
BANDA PANCROMÁTICA				
Resolução Espacial (m)	Nadir: 0,82 60º elevação: 1,00	Nadir: 0,61 25º elevação: 0,72	Nadir: 0,41 60º elevação: 0,50	Nadir: 0,46 20º elevação: 0,52
Intervalo Espectral (nm)	450 - 900	450 - 900	450 - 800	450 - 800
BANDAS MULTIESPECTRAIS				
Resolução Espacial (m)	Nadir: 3,28 60º elevação: 4,00	Nadir: 2,44 25º elevação: 2,88	Nadir: 1,64 60º elevação: 2,00	Nadir: 1,84 60º elevação: 2,08
Intervalo Espectral (nm)	Az: 445 - 516 Vd: 505 - 595 Vm: 632 - 698 IVP: 757 - 853	Az: 450 - 520 Vd: 520 - 600 Vm: 630 - 690 IVP: 760 - 900	Az: 450 - 510 Vd: 510 - 580 Vm: 655 - 690 IVP: 780 - 920	Coastal: 400 - 450 Az: 450 - 510 Vd: 510 - 580 Amarelo: 585 - 625 Vm: 630 - 690 Red-Edge: 705 - 745 IVP-1: 770 - 895 IVP-2: 860 - 1040

Nota: O nome das bandas espectrais foram abreviados: Az - Azul; Vd - Verde; Vm - Vermelho; IVP - Infravermelho Próximo.
Fonte: adaptado de GeoEye, 2010; Digital Globe, 2009; 2012.

Com o lançamento do sensor WorldView-2, em outubro de 2009, novas perspectivas para o estudo das propriedades espectrais de alvos urbanos foram abertas. Este é o primeiro sensor orbital de alta resolução espacial que possui oito bandas multiespectrais: cinco bandas na faixa do espectro eletromagnético visível e três na faixa do infravermelho próximo. Este sensor representa uma inovação, em relação aos sensores de alta resolução espacial anteriores, pois possui mais quatro bandas espectrais além das tradicionais azul, verde, vermelho e infravermelho próximo, o que amplia seu poder de caracterização e separação dos alvos investigados. Por exemplo, a banda Red-Edge é estrategicamente centralizada em 725 nm, no início da porção de alta refletividade da resposta da vegetação, fornecendo dados importantes

para seu estudo (Digital Globe, 2010).

Neste cenário, a melhoria das resoluções espacial e espectral e o aprimoramento das técnicas de processamento de imagens têm possibilitado a análise e o mapeamento da cobertura do solo em um nível nunca realizado anteriormente com imagens orbitais. Em comparação com outros sensores orbitais de alta resolução espacial, a disponibilização de quatro bandas adicionais no sensor WorldView-2 ampliou significativamente o potencial para desenvolvimento de diversos estudos, inclusive a respeito do ambiente urbano (Ribeiro, 2010, Ribeiro et al., 2011, Ribeiro; Fonseca, 2012; Carvalho et al., 2012; Souza et al., 2011).

A efetividade do uso de imagens de sensoriamento remoto em análises comparativas é comprovada nos mais diversos estudos, contudo existe a dificuldade de aquisição de imagens da mesma cena no mesmo instante de tempo, a partir de diferentes sensores. Neste sentido, as imagens coletadas por sensores orbitais consistem em fontes de dados muito instáveis, variando no tempo e espaço e sendo muito dependentes das condições geométricas e de iluminação (Meister et al., 2000). Em se tratando de datas diferentes, no caso da utilização de imagens adquiridas em distintas estações do ano, os dados estão sujeitos não só a ângulos de iluminação solar diferentes, mas também a diferenças significativas nas condições meteorológicas.

Embora os instrumentos imageadores possuam diferenças quanto à sensibilidade espectral, de modo que as imagens simuladas não possam refletir fielmente as funções radiantes dos sensores simulados, a simulação de imagens mostra-se como uma alternativa para a comparação de dados, ao assegurar que as imagens possuirão as mesmas condições geométricas e atmosféricas de aquisição (Boggione et al., 2003; Chen et al., 2008; Mascarenhas et al., 1991; Santos, 1992; Zetian et al., 2000).

O objetivo deste trabalho é produzir a simulação das bandas espectrais do sensor QuickBird-2 a partir das bandas espectrais do sensor WorldView-2.

2. Metodologia

2.2 Dados de Entrada

A área de estudo localiza-se nos municípios de Osasco e Carapicuiba, na porção oeste da Região Metropolitana de São Paulo, e possui dimensões aproximadas de 3,3 × 1,7 km.

Figura 1. Localização da área de estudo. Imagem: QuickBird-2, composição: R3 G2 B1.

Foram utilizadas as seguintes imagens para a realização deste trabalho:

1) Uma imagem multiespectral do sensor QuickBird-2, com resolução espacial de 2,44 m e quatro bandas. A imagem é do tipo Standard2A, obtida em 26 de março de 2009, com ângulo

off-nadir 18,2º e resolução radiométrica de 11 bits.

2) Uma imagem multiespectral do sensor WorldView-2, com resolução espacial de 2,00 m e oito bandas espectrais. A imagem é do tipo OrthoRectified3, obtida em 6 de dezembro de 2009, com ângulo *off-nadir* 22,2º e resolução radiométrica de 11 bits.

2.2 Pré-Processamento

A ortorretificação das imagens WorldView-2 e QuickBird-2 foi realizada aplicando-se o método polinomial racional 3D (*software* PCI Geomatics v10.3.1 - PCI Geomatics, 2010). Para a ortorretificação, foram utilizados 16 GCPs para cada área de estudo. Para a validação das orto-imagens, foram utilizados 18 pontos independentes de verificação (ICPs - *Independent Check Points*). Os valores de RMSE (*Root Mean Square Error*) obtidos foram 1,15 m e 1,074 m, para as componentes planimétricas E e N, respectivamente.

Os GCPs utilizados na ortorretificação das imagens foram obtidos a partir de levantamento de campo realizado em Novembro de 2009, com o emprego de equipamentos GPS (*Global Positioning System*), de dupla frequência, o TOPCON Hiper L1. Foram coletados 34 pontos no método relativo estático. Os pontos coletados em campo foram processados em escritório, e apresentaram erros máximos da ordem de 27,5 cm para planimetria e 43,3 cm em altitude geométrica.

O Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado na ortorretificação das imagens foi gerado a partir de dados altimétricos, por meio do aplicativo OrthoEngine do *software* PCI Geomatica v10.3.1, com interpolação por convolução cúbica, resultando em um produto com espaçamento de *pixel* de 1 metro.

2.3 Simulação de Bandas

A metodologia para a simulação de bandas espectrais da imagem QuickBird-2 adotada neste trabalho é baseada no procedimento descrito em Mascarenhas et. al (1991). Segundo estes autores, a simulação de uma banda a partir de outras bandas é possível somente se existir uma considerável sobreposição espectral entre a banda que se deseja simular e as bandas usadas para realizar a simulação. O método utiliza as curvas espectrais dos sensores como entrada e o procedimento consiste basicamente na soma ponderada destas curvas, onde os pesos da ponderação definem a contribuição de cada banda. A Figura 2 mostra as curvas espectrais referentes às respostas dos sensores a bordo dos satélites QuickBird-2 e WorldView-2.

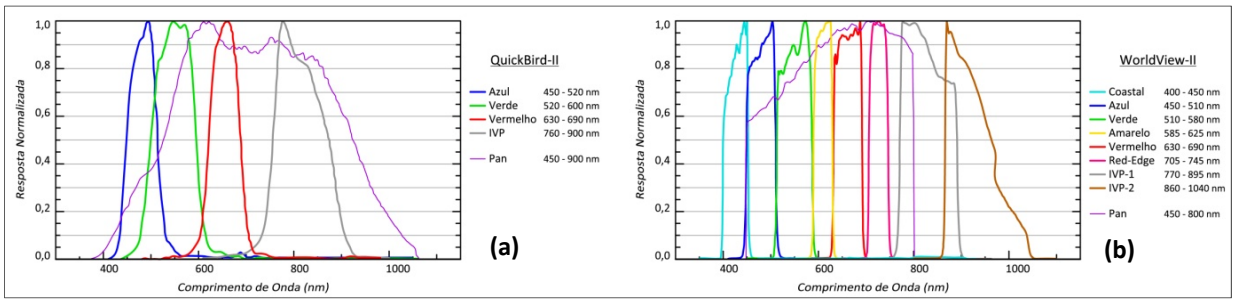

Figura 2. Curvas espectrais: respostas espectrais normalizadas das bandas dos sensores: (a) QuickBird-2, (b) WorldView-2.

Fonte: Adaptado de Digital Globe (2010).

Na Figura 3 estão representadas as bandas WorldView-2 utilizadas na simulação da nova imagem. A área sob cada curva espectral do sistema WorldView-2 define a porcentagem de contribuição (coeficiente de ponderação) desta banda para gerar cada banda do QuickBird-2. Neste caso, cada banda espectral do QuickBird-2 é gerada a partir de três bandas espectrais do

WorldView-2, como mostra a Tabela 2, que apresentam sobreposição em relação as bandas do QuickBird-2 a serem simuladas.

Tabela 2. Porcentagem da contribuição das bandas multiespectrais do sensor WorldView-2 para gerar as bandas do QuickBird-2.

Bandas	**WorldView-2**	**COASTAL**	**AZUL**	**VERDE**	**AMARELO**	**VERMELHO**	**REDEDGE**	**IVP 1**	**IVP 2**
Quick Bird-2	Intervalo espectral *(nm)*	400 - 450	450 - 510	510 - 580	585 - 625	630 - 690	705 - 745	770 - 895	860 - 1040
AZUL	450 - 520	0,09%	0,74%	0,14%	-	-	-	-	-
VERDE	520 - 600	-	-	0,14%	0,66%	0,09%	-	-	-
VERMELHO	630 - 690	-	-	-	0,16%	0,73%	0,02%	-	-
IVP	760 - 900	-	-	-	-	-	0,04%	0,75%	0,072%

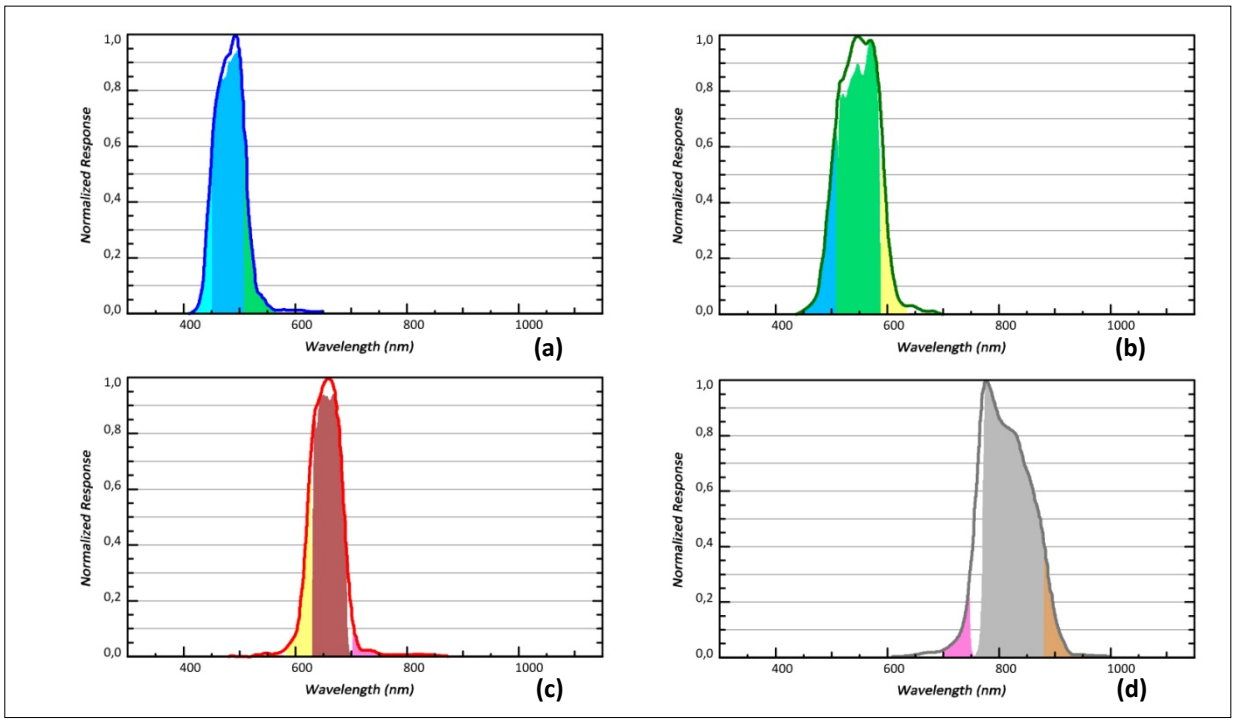

Figura 3. Contribuição de cada banda do sensor WorldView-2 para gerar as quatro bandas do QuickBird-2. Para o cálculo da banda (a) Azul, foram utilizadas: Coastal, Azul e Verde; (b) banda Verde: Azul, Verde e Amarelo; (c) banda Vermelho: Amarelo, Vermelho e Red-Edge; (d) e para a banda IVP: Red-Edge, IVP-1 e IVP-2.

A simulação de cada banda do sensor QuickBird-2 foi realizada da seguinte forma: (adaptado de Mascarenhas et al. (1991)):

$$S_i = \frac{1}{A_{S_i}} \left(\sum_{j=1}^{n} A_{b_j} ND_j + \frac{1}{3} A_{v_i} \sum_{j=1}^{n} ND_j \right) \quad (1)$$

onde:

j: bandas de ajuste (WorldView-2).

S_i : banda a ser simulada (QuickBird-2).

AS_i : área sob a curva espectral da banda a ser simulada (QuickBird-2).

n: número de bandas de ajuste utilizadas na simulação da nova banda; neste caso, n = 3.

Ab_j : área sob a curvas espectral da banda de ajuste (WorldView-2).

AV_i : área de não-sobreposição da curva espectral da banda simulada por nenhuma curva espectral da banda de ajuste.

ND_j : níveis digital das banda de ajuste.

A rotina foi implementada no *software* Matlab 7.9 (Mathworks Inc., 2009) e cada banda do QuickBird-2 foi simulada por meio da combinação linear das bandas do sensor WorldView-2 determinando-se, assim, o valor de nível de cinza de cada *pixel* da banda simulada.

As novas bandas QuickBird-2 simuladas foram analisadas visualmente e estatisticamente, comparado-as às bandas originais do sensor QuickBird-2.

3. Resultados e Discussão

A avaliação visual mostrou uma grande semelhança entre os dados comparados, conforme ilustrado na Figura 4. Pode-se observar que a imagem QuickBird-2 original apresenta uma aparência mais borrada do que a imagem simulada devido a diferença na resolução espacial. A imagem QuickBird-2-simulada possui a mesma resolução espacial do sistema WorldView-2. Algumas diferenças espectrais observadas, entre as imagens QuickBird-2 original e QuickBird-2-simulada, devem-se às diferenças nas condições de aquisição das imagens incluindo a época do ano em que foram coletadas.

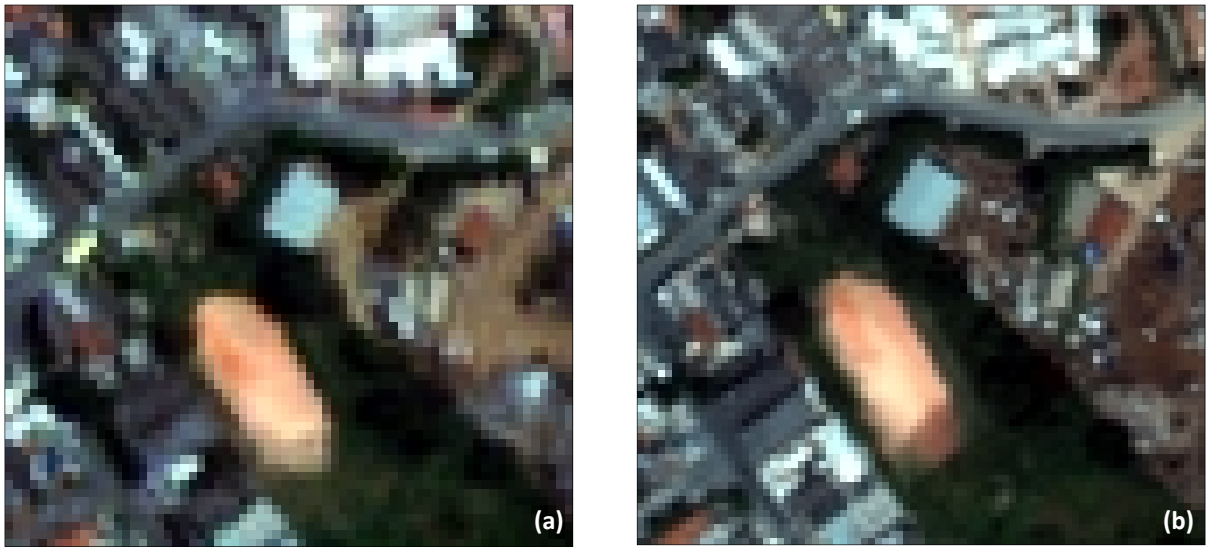

Figura 4. Recortes da imagem multiespectral original do sensor QuickBird-2 (a) e da imagem multiespectral simulada QuickBird-2 (b), na composição colorida R3 G2 B1.

Tabela 3. Estatísticas das imagens e coeficientes de correlação entre cada banda espectral da imagem QuickBird-2-simulada e da imagem QuickBird-2 - original.

Imagem QuickBird-2 - original			**Imagem QuickBird-2 - simulada**			**Coeficientes de correlação**
Banda	**Média**	**Variância**	**Banda**	**Média**	**Variância**	
Azul	250,98	86,33	**Azul**	259,22	71,14	0,879
Verde	371,08	150,64	**Verde**	382,45	133,09	0,853
Vermelho	266,29	137,50	**Vermelho**	273,74	129,55	0,884
IVP	374,99	176,67	**IVP**	381,68	156,77	0,818

Analisando estatisticamente as imagens (Tabela 3), nota-se uma menor variância na imagem QuickBird-2 simulada em comparação com a imagem original. Entretanto, como os valores das variâncias das imagens estão próximos, pode-se afirmar que os valores dos níveis de cinza das imagens simuladas sofreram pouca variação em relação à imagem original.

Os coeficientes de correlação obtidos entre as bandas da imagem original e da imagem simulada foram satisfatórios, pois estão próximos de 1, o que indica uma grande proximidade com os dados originais.

4. Conclusão

O método apresentado para simulação das bandas multiespectrais do sensor QuickBird-2 a partir das bandas multiespectrais do sensor WorldView-2 mostrou-se eficiente, tendo produzido uma imagem QuickBird-2-simulada com características espectrais muito semelhantes às de uma imagem QuickBird-2 original. O empecilho de possuir características geométricas distintas, tanto com relação às condições geométricas de aquisição da imagem pelo sensor, quanto no que diz respeito à geometria iluminação solar, é vencido ao se utilizar imagens simuladas, pois estas são produzidas com as mesmas características geométricas da imagem de entrada para a simulação.

O uso da imagem simulada constitui importante ferramenta para desenvolvimento de estudos que comparam a potencialidade dos dados destes sensores nas mais diversas aplicações, podendo subsidiar, inclusive, avaliações da capacidade de classificação destas imagens utilizando atributos espectrais.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro à execução deste trabalho; à empresa Digital Globe, na pessoa do Dr. Kumar Navulur, pela cessão das imagens WorldView-2, e de Giandri Machado, pela cessão das imagens QuickBird-2.

Referências Bibliográficas

Blaschke, T. *Object based image analysis for remote sensing*. **ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing**, n. 65, p. 2-16, 2010. DOI:10.1016/j.isprsjprs.2009.06.004

Boggione, G. A.; Pires, E. G.; Santos, P. A.; Fonseca, L. M. G. *Simulation of a Panchromatic Band by Spectral Combination of Multispectral ETM+ Bands*. In: International Symposium on Remote sensing of Environmental, 30. (ISRSE), Information for Risk Management and Sustainable Development, 2003, Honolulu, HA. **Proceedings...** 2003.

Carvalho, M.; Kux, H. J. H.; Florenzano, T. G. *Urban land cover classification with Worldview-2 images using Data mining and Object-based image analysis*. In: International Conference On Geographic Object-Based Image Analysis, 4. (GEOBIA), 2012, Rio de Janeiro. **Proceedings...** São José dos Campos: INPE, 2012. p. 431-436. On-line. ISBN 978-85-17-00059-1.

Chen, F.; Niu, Z.; Sun, G. Y.; Wang, C. Y.; Teng, J. *Using low-spectral resolution images to acquire simulated hyperspectral images*. **International Journal of Remote Sensing**, v. 29, n. 10, p. 2963-2980, 2008.

Digital Globe. **QuickBird Data Sheet**. DS-QB Rev 12/09. 2009. Disponível em: <http://www.digitalglobe.com/downloads/QuickBird-DS-QB-Web.pdf>.

Digital Globe. **Spectral Response for DigitalGlobe Earth Imaging Instruments**. 2011. Disponível em: <http://www.digitalglobe.com/downloads/DigitalGlobe_Spectral_Response.pdf> Acessado em: 21 dez 2011.

Digital Globe. **Spectral Response for DigitalGlobe WorldView 1 and WorldView 2 Earth Imaging Instruments**. 2010. Disponível em: <http://www.digitalglobe.com/downloads/spacecraft/WV1_WV2_SpectralResponse.pdf> Acessado em: 12 fev 2010.

Digital Globe. **WorldView-2 Data Sheet**. DS-QB Rev 6/12. 2012. Disponível em: <http://www.digitalglobe.com/downloads/WorldView2-DS-WV2-Web.pdf>.

Ehlers, M. *Sensoriamento remoto para usuários de SIG – Sistemas sensores e métodos: entre as exigências do usuário e a realidade*. In: Blaschke, T.; Kux, H. (eds.) **Sensoriamento Remoto e SIG Avançados - novos sistemas sensores: métodos inovadores**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 2ª ed. 303 p. Cap. 2, p. 19-38.

GeoEye. **GeoEye Product Guide**. Dulles, Virgínia, United States of America: Printed by GeoEye. Version 2. Disponível em: <http://www.spaceimaging.com.br/novosite11/pdf/GeoEye_Product_Guide.pdf>.

Mascarenhas, N. D. A.; Banon, G. J. F.; Fonseca, L. M. G. *Simulation of a Panchromatic band by spectral linear combination of multispectral bands*. In: IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). Remote Sensing: Global Monitoring for Earth Management. Espoo, Finland. **Proceedings...** New York: IEEE, 1991. p. 321-324.

Mathworks Inc. **Matlab, Version 7.9 (R2009b)**. Natick, Massachusetts, EUA, 2009.

Meister, G. **Bidirectional Reflectance of Urban Surfaces**. 186 p. Tese (Doutorado em Física). Institut für Experimentalphysik, University of Hamburg, II, Alemanha, 2000. Disponível em: <http://www.sub.uni-hamburg.de/opus/volltexte/2000/253/pdf/Diss.pdf>

PCI Geomatics Enterprises Inc. **PCI Geomatica-10, version 10.3.1**. Richmond Hill, Ontário, Canadá, 2010.

Ribeiro, B. M. G. **Avaliação das imagens WorldView-II para o mapeamento da cobertura do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE**. 2010. 177 p. INPE-16761-TDI/1689. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2010. Disponível em: <http://urlib.net/8JMKD3MGP7W/3826JHA>.

Ribeiro, B. M. G.; Fonseca, L. M. G. Evaluation of WorldView-2 *Imagery for Urban Land Cover Mapping Using the InterIMAGE System*. In: International Conference On Geographic Object-Based Image Analysis, 4. (GEOBIA), 2012, Rio de Janeiro. **Proceedings...** São José dos Campos: INPE, 2012. p. 431-436. On-line. ISBN 978-85-17-00059-1. p. 206-210. Disponível em: <http://mtc-m18.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m18/2012/05.18.16.56/doc/060.pdf>.

Ribeiro, B. M. G.; Fonseca, L. M. G.; Kux, H. J. H. *Mapeamento da cobertura do solo urbano utilizando imagens WorldView-II e o sistema InterIMAGE*. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 63, n. Edição Especial, p. 51-63, fev. 2011. Disponível em: <http://www.rbc.ufrj.br/_pdf_63_2011/63_ANIV_6.pdf>.

Santos, A. C. **Simulação de Imagens de Sensores com Largo Campo de Visada a partir de Imagens de Sensores com menor Campo de Visada - O caso SSR/TM**. 1992. 142 p. INPE-5378-TDI/473. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1992. Disponível em: < http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.19.22.58.34>.

Souza, U. D. V.; Alfaya, F. A. V. S.; Kux, H. J. H. *Contribuição das novas bandas espectrais do satélite Worldview-II para a classificação de tipos vegetais em habitats costeiros: resultados iniciais*. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 9040-9047. ISBN 978-85-17-00056-0 (Internet). Disponível em:<http://urlib.net/3ERPFQRTRW/3A58J35>.

Zetian, Y.; Xingfa, G.; Xianlin, L.; Zhimin, W. *Analysis of spectral characteristics among different sensors by use of simulated RS images*. **Geo-Spatial Information Science**, v. 3, n. 2, p. 35-40, 2000.