

Extração de feições de áreas urbanas a partir de imagens orbitais por técnica GEOBIA: Uma análise comparativa entre bandas do satélite RapidEye

Andrea Amaziles Antunes Carvalho¹
Leandro da Silva Gregorio^{1,2}
Marcos Roberto Farias Ferreira¹
Rodrigo de Souza Couto¹
Wallas Castro¹

¹Instituto do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Distrito Federal-IBRAM/DF
SEPN 511 - Bloco C - Edifício Bittar - CEP: 70.750-543
Telefone: 3214-5682 | E-mail ascomambiental@gmail.com.br

²Universidade de Brasília –Unb/Programa de Pós Graduação em Geografia/Depto° de Geografia/Laboratório de Geografia, Ambiente e Saúde - LAGAS
Campus Universitário Darcy Ribeiro | Universidade de Brasília- UnB | Departamento de Geografia - GEA - ICC Norte CEP 70910-900 Brasília – DF Telefone: (61) 3107 - 7253

Abstract. The expansion of urban areas is the process that further modifies the natural environment and reflects the historical, economic and cultural context of the territory. This process has been intense at Federal District of Brazil. The aim of this article is to demonstrate the capability of extracting urban areas through object-based analysis (GEOBIA), through InterIMAGE software and the operator Brec Urban focus, using comparative tests between bands of RapidEye image, in a case study on the central area of the Federal District of Brazil.

Palavras chaves: GEOBIA, Urban Focus, Extração.

1. Introdução

A expansão das áreas urbanas é indubitavelmente o processo que mais modifica o ambiente natural e reflete o contexto histórico, econômico e cultural do território. No Brasil, especialmente no Distrito federal, esse processo tem ocorrido de forma muito acelerada, materializado não só pela expansão do tecido urbano das áreas urbanas consolidadas, como também pelo surgimento de núcleos urbanos em áreas outrora de uso rural (urbanização em saltos) ou de proteção ambiental. O monitoramento desse processo é de suma importância para os gestores públicos no planejamento e gestão urbana, como também para a logística e análise de fluxos. Para isto, o uso de imagens orbitais de alta resolução espacial e temporal, associada à técnicas de extração de bandas de feições urbanas se tornam um importante instrumento de gestão pública.

Partindo dessa premissa, o sistema *RapidEye*, composto por uma constelação de cinco satélites, se destaca pela sua alta resolução espacial e a possibilidade de revisita em escala temporal diária. A órbita do sistema *RapidEye* é síncrona ao sol, e o espaçamento entre cada satélite é igual. Esta configuração permite estabelecer novos padrões de eficiência relacionados à repetitividade de coleta e a exatidão das informações geradas sobre a superfície da Terra, sendo capaz de produzir imagens de qualquer ponto do globo, em qualquer dia, todos os dias, assumindo uma postura pró-ativa ao capturar imagens de regiões relevantes e torná-las disponíveis mais rapidamente e com maior eficácia.

A resolução espacial original de cada banda é de 6,5 metros, e após ortorretificação a resolução melhora para 5m, resultando em imagens corrigidas com precisão de detalhes compatível com escala 1:25.000, Tabela 1.

TABELA 1 - ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS GERAIS DO SISTEMA RAPIDEYE.

Número de Satélites	5
Altitude da Órbita	630 km, órbita síncrona com o Sol
Hora de Passagem no Equador	11:00 hs (aproximadamente)
Velocidade	27.000 km/h
Largura da Imagem	77 km
Tempo de Revisita	Diariamente (<i>off-nadir</i>); 5,5 Dias (<i>nadir</i>)
Capacidade de Coleta	4,5 milhões de Km ² /dia
Tipo do Sensor	Multiespectral (<i>pushbroom imager</i>)
Bandas Espectrais	5 (<i>Red, Green, Blue, Red-Edge, Near IR</i>)
Resolução Espacial (<i>nadir</i>)	6,5 m
Tamanho do Pixel (ortorretificado)	5 m
Armazenamento de Dados a Bordo	1.500 km de dados de imagens por órbita
Resolução Radiométrica	12 bits
Velocidade de Download (banda X)	80 Mbps

Fonte: adaptado de RapidEye (2013).

Os cinco satélites são equipados com sensor multiespectral composto de scanners de linha com 12.000 pixels cada, cinco bandas espectrais, comprimento de onda entre 440 µm e 850 µm. É o primeiro sistema orbital a incluir a banda *Red Edge*, específica para o monitoramento da atividade fotossintética da vegetação, Tabela 2.

TABELA2 - BANDAS ESPECTRAIS DOS SATÉLITES DO SISTEMA RAPIDEYE.

440 – 510 µm	Azul
520 – 590 µm	Verde
630 – 685 µm	Vermelho
690 – 730 µm	<i>Red-Edge</i>
760 – 850 µm	Infravermelho próximo

Fonte: adaptado de RapidEye (2013).

Com isto, o objetivo desse artigo é demonstrar a potencialidade da extração de áreas urbanas por meio da análise baseada em objetos (GEOBIA), utilizando o software InterIMAGE e o operador *Brec Urban focus*, e comparar os resultados entre as bandas da imagem do satélite *RapidEye*, em um estudo de caso aplicado ao Distrito Federal. Com os resultados obtidos serão apontadas formas de utilização na gestão pública.

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde a área central do Distrito Federal, abrangendo as regiões administrativas de Brasília, Taguatinga, Vicente Pires, Águas Claras, Lago Norte, Guará, SAI e SCIA. Esta região foi escolhida para realização dos testes por ser uma área que engloba áreas urbanas consolidadas, rurais e em processo de urbanização e de proteção ambiental, justamente para testar a eficácia do operador. O Distrito Federal localiza-se na região centro-oeste do território nacional, compreendendo uma área de 5.788,25 Km². Figura 1.

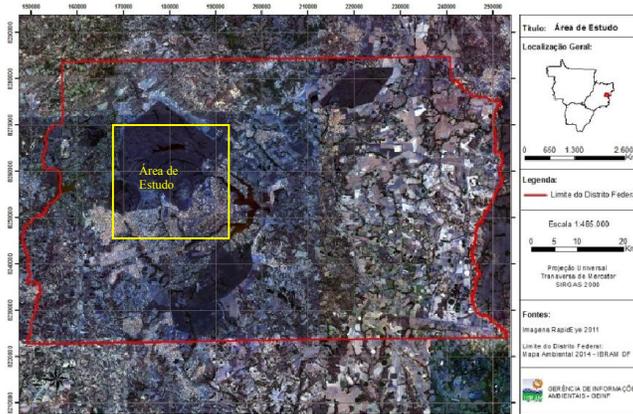


Figura 1- Área de Estudo: Distrito Federal.

3. MATERIAL E METODOS

3.1 – Material

O presente trabalho utilizou para a realização dos testes uma cena do sistema *RapidEye*, cujas bandas 3 (vermelho), 4 (red edge) e 5 (infra vermelho) foram utilizadas, individualmente, para análise e comparação de resultados; o software InterIMAGE juntamente com o operador *brec urban focus* para extração das áreas urbanas; e o software Arc GIS para elaboração do layout final.

3.2 – Métodos

Foram escolhidas para os testes as bandas 3, 4 e 5 do *RapidEye* de acordo com os critérios de maior reflectância das áreas construídas e contraste entre áreas de vegetação natural e áreas antrópicas. Estas três bandas tiveram melhor comportamento quando comparadas às bandas 1 e 2. A figura 2 mostra o comportamento espectral das bandas do satélite *RapidEye* e a figura 3 mostra o contraste dos objetos nas bandas 3, 4 e 5, respectivamente.

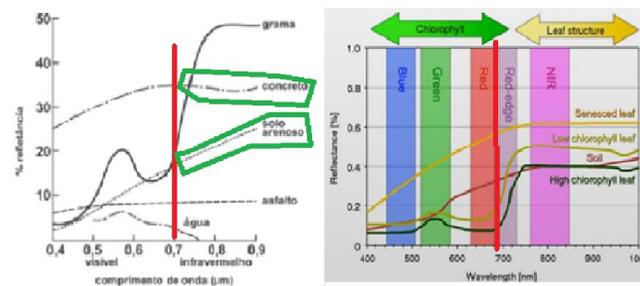


Figura 2 - Espectrograma das bandas RedEdge (dir.) e comportamento espectral de alvos (esq.) Fonte: Darco, 2009 e Silva

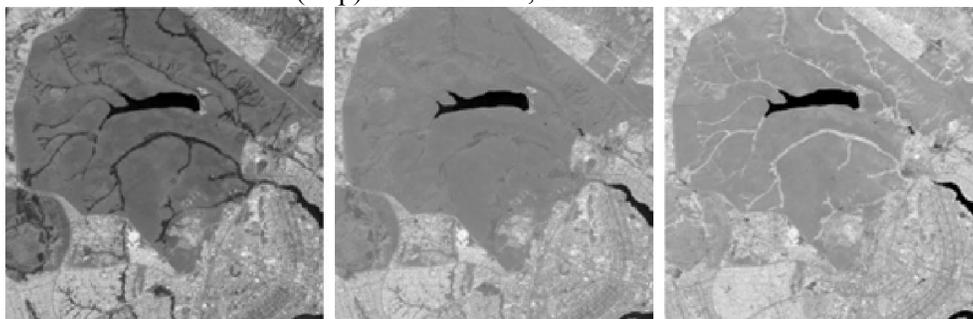


Figura 3 - Banda 3 (esq.) Banda 4 (centro) e Banda 5 (direita) do Satélite *RapidEye*

Observa-se no espectrograma (figura 2) que elementos típicos de área construída, tais como solos e concreto, possuem maior reflectância a partir da faixa de comprimento de onda superior a 700 nm, correspondente ao limite das bandas do vermelho e *Red Edge*.

Ao analisar as imagens das três bandas, observou-se que a banda 3 (vermelho) apresenta um bom contraste entre as áreas construídas e a vegetação natural, onde há um realce das matas de galerias devido a absorção de clorofila nessa faixa. Na banda 5, a reflectância das matas de galeria mostrou-se elevada juntamente com as áreas construídas, pois na faixa do infravermelho a vegetação com maior concentração de clorofila apresenta maior reflectância, tal como feições com concreto e solos expostos. A banda 4 (*Red Edge*) mostra um bom contraste entre a vegetação natural e as áreas construídas, porém sem realçar as matas de galeria. Para realização dos testes, as três bandas foram processadas no software InterIMAGE, no qual foi utilizado o operador *brec urban focus* para extração das áreas urbanas.

O InterIMAGE, sistema de código aberto desenvolvido pelo Laboratório de Visão Computacional do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-RIO do Rio de Janeiro e pelas divisões de Processamento de Imagens e de Sensoriamento Remoto do INPE. Já o *brec urban focus* faz parte de um conjunto integrado de ferramentas denominado BREC. Este pacote de softwares desenvolvido, pela Universidade de Pavia na Itália, trabalha especificamente para a análise de cenas urbanas, tanto em imagens de radar como óticas de alta resolução. O sistema BREC, permite a obtenção de uma representação dos objetos principais na cena, incluindo uma interface de GIS.

O operador *brec urban focus* utiliza como parâmetros para detecção das áreas urbanas: filtro de passa baixa (*low-Pass filter kernel*) que realça as feições com maior reflectância; *threshold* que é o limiar do número digitais que são considerados “urbano” ou não; resolução espacial da imagem (*label image resolution*) e *reliability* que é o grau de prioridade para processamento do nó.

Para as três bandas foram utilizados os seguintes valores (figura 4) no “nó” UF para o processamento.

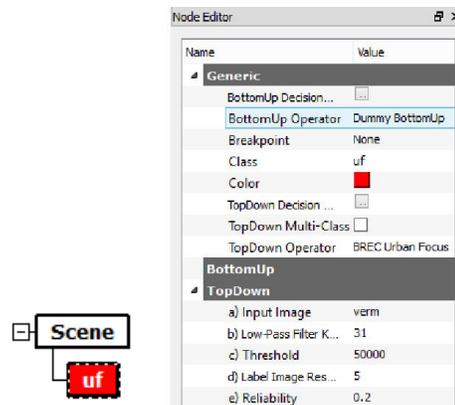


Figura 4 - Regra de Decisão para o operador *brec urban focus*

A utilização de valores iguais nos parâmetros do operador foi justamente para permitir a comparação os resultados entre as bandas.

Após o processamento do *brec urban focus*, foi criado um segundo nó de segmentação, no qual o objetivo é a partir do resultado obtido no “nó pai” UF, detectar e segmentar as áreas de fato construídas ou mais densamente urbanizadas, uma vez que operador também detecta áreas antropizadas como estradas não pavimentadas, solo exposto e

vegetação antropizada. O segmentador utilizado foi o TA Baatz sementer (figura 5) sendo atribuído maior peso para segmentar o parâmetro cor e parâmetro de escala foi de 450. Para cada nó foi atribuído uma regra de decisão nas etapas *bottom-up* (BU) e *top-down* (TD) (figura 6) Para o nó *segmentation*, a regra td seleciona os pixels com ND acima de 4000.

Para o nó UF, a regra TD seleciona áreas com mais de 100 metros quadrados e a regra BU é feita a contagem de construções dentro da cada segmento. Por fim, para regra BU do nó *scene*, é feita seleção dos segmentos com mais de 100 construções dentro da cada polígono. Após o processamento os Resultados foram exportados para o ArcGIS para layout.

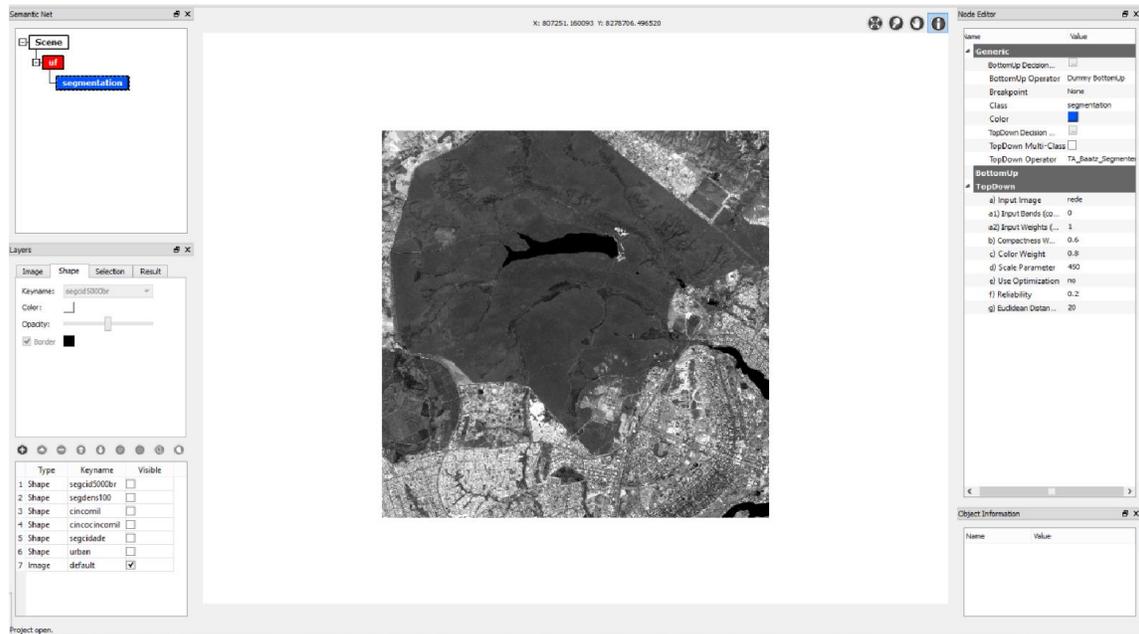


Figura 5 - Regra de decisão para o TA Baatz Segmenter

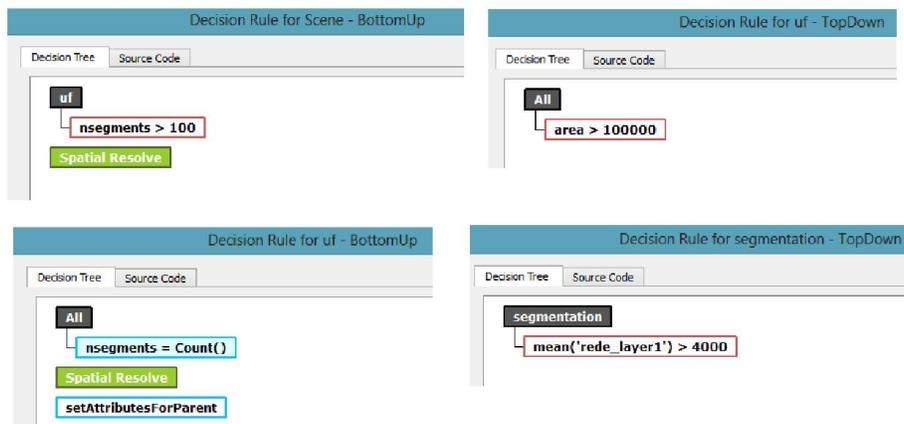


Figura 6 - Regra de decisão para os nós UF, segmentation e scene

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparando o resultado da extração entre as três bandas (figura 7), observa-se que a banda 5(infra-vermelho) apresentou mais inconsistências. Verifica-se que as matas de galeria foram classificadas como área urbana. Isto provavelmente ocorreu pelo fato da reflectância da vegetação ser elevada na faixa do infra-vermelho próximo, assim como as áreas construídas, portanto para esse tipo de análise a banda do infravermelho não é recomendada para utilização em extração de áreas urbanas.

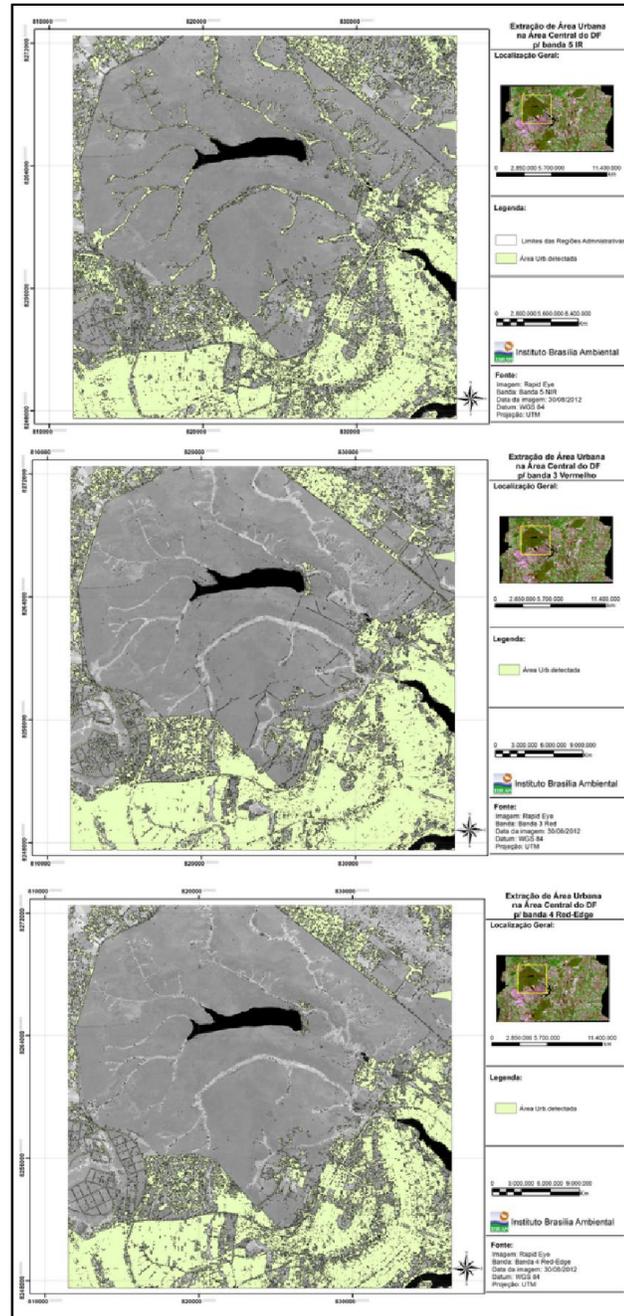


Figura 7 - Resultados comparativos entre bandas Rapideye

Comparando as bandas 3 (vermelho) e 4 (Red-Edge) observou-se que estas apresentaram melhor comportamento que a banda 5, apresentando maior fidedignidade do resultados obtidos. Comparando as bandas 3 e 4 entre si, os resultados das duas bandas foram muito parecidos. Vale ressaltar que ambas as bandas, detectaram além das áreas construídas, áreas antropizadas como solo exposto, vegetação nativa, pastos, inclusive algumas estradas sem pavimentação. A principal diferença (figura 8) entre as duas bandas detectada foi que em áreas com menor densidade de construção, a banda 4 Red-Edge detectou melhor as áreas antropizadas, enquanto que a banda 3 vermelho, apresentou maior confusão detectando fragmentos de vegetação nativa. Já em áreas com maior densidade de construção, a banda 3 (vermelho), detectou mais áreas antropizadas do que a banda Red-Edge.



Figura 8 - Detalhe comparativo entre as bandas 3 e 4

A etapa de segmentação mostrou-se bastante eficaz na extração da área urbana propriamente dita, principalmente nas áreas urbanas mais densas. Isto permite realizar uma máscara entre o resultado 1 e o resultado da segmentação, separando as áreas urbanas de outras áreas antropizadas (figura 9).

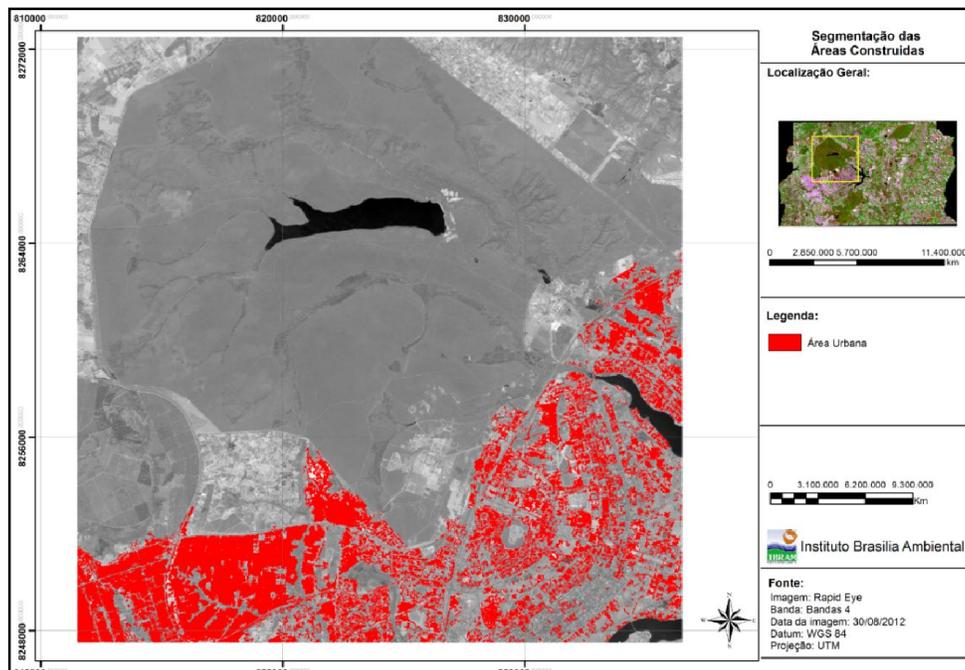


Figura 9 - Resultado da Segmentação das áreas urbanas

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da suite BREC e o software InterIMAGE se mostraram bastante eficientes na extração de áreas construídas e áreas antropizadas nas imagens *RapidEye*. Isso demonstrou o potencial desse tipo de imagem e dessa técnica em aplicações como estudos de expansão de áreas urbanas em séries temporais, detecção de áreas degradadas, planejamento logísticos, além de ser uma importante fonte de dados para a gestão pública em ações que envolvam planejamento e gestão urbano-territorial. Os resultados também demonstram a importância do uso das geotecnologias nessa temática e o quanto isto representa em economia de recursos humanos e financeiros na elaboração de estudos e no subsídio à tomada de decisão. A

perspectiva futura desse trabalho é refinar os parâmetros de extração, fazer estudos de expansão de áreas urbanas no Distrito Federal em séries temporais e aplicação de operador para extração de vias de ligação (estradas pavimentadas e não pavimentadas) o que representará um avanço maior na área de logística no Distrito Federal e a metodologia desenvolvida nas imagens Rapid Eye poderão se replicadas em outros tipos de imagem, considerando os ajustes necessários dos parâmetros de extração.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIAS, E. S.; BRITES, R. S.; SANTA ROSA, A. N. C.: Imagens de Alta Resolução Espacial. In: Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto. Org. Paulo Roberto Menezes e Tati de Almeida. CNPq/UnB, Brasília, 2010, p. 242-261.

BLASCHKE, T.; STROBL, J. What's wrong with pixels?: Some recent developments interfacing remote sensing and GIS. *GeoBIT* 6 (6), 12-17. 2001

BLASCHKE, T.; LANG, S.; HAY, G. J. Object based Image Analysis – Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications, Lecture Notes in Geoinformation and Cartography. Springer-Verlag, Berlin, 818p, 2008.

COSTA, G. A. O. P.; PINHO, C. M. D.; FEITOSA, R. Q.; ALMEIDA, C. M., KUX, H. J. H.; FONSECA, L. M. G.; OLIVEIRA, D. A. B. INTERIMAGE: Uma Plataforma Cognitiva Open Source para a Interpretação Automática de Imagens Digitais. *Revista Brasileira de Cartografia* 60, 331-337. 2008.

CARVALHO, A. A. A. A.; GREGÓRIO, L. S.; FERREIRA, M. R. F.; COUTO, R. S.; CASTRO, W. O.; ALVES, W. F.; COSTA, G. O. A. P.; BRITES, R. S.; BIAS, E. S. Análise de Classificação de Imagem RapidEye por Meio dos Softwares InterImage e Spring. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), 2014, Gramado. Anais do XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia (CBC), Gramado: SBC, 2014. On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: < http://www.cartografia.org.br/cbc/anais_listagem_4_fotogrametria-e-sensoriamento-remoto.html >. Acesso em: set. 2014.

DELL'ACQUA, F. IANNELLI, G. GAMBÀ, P. Comparing different textural approaches to extract human settlement from CBERS-2B data in Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE

GEOCATALOGO, Sobre o Projeto. Disponível em: < <http://geocatalogo.ibama.gov.br/> >. Acesso em set. 2014.

RAPIDEYE, Satellite imagery product specifications. Disponível em: <www.rapideye.com>. Acesso em out. 2013.

TOLOMEO PROJECT, Sobre o Projeto. Disponível em <http://tolomeofp7.unipv.it/>

WALTER, V. Object-based classification of remote sensing data for change detection. *Int. Journal of remote sensing* 58:225-238, 2004.