

AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DO SENSOR CCD CBERS II PARA A MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DE CAVAS DE EXTRAÇÃO DE AREIA

Renata de Aquino Sedano ¹
Mathias Luiz Mafort Ouverney ²
Mauro Antonio Homem Antunes ³
Marlene Salete Uberti ³

¹ Aluna de Engenharia de Agrimensura-UFRRJ

² Aluno de Engenharia de Agrimensura-UFRRJ- Bolsista CNPq

³ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

IT/Departamento de Engenharia

Br 465, km 7, 23890-000 - Seropédica - RJ, Brasil

{renata_ufrj, mathiasmafort }@yahoo.com.br

{mantunes, msuberti }@ufrj.br

Abstract. Remote sensing is a valuable tool for monitoring dredging sand pits and for modeling changes through time. However, in previous sensors and noncommercial ones the spatial resolution is not comparable to those high resolution commercial available these days. The objective of this research is to evaluate the accuracy of CCD CBERS II calculated areas of pits used for dredging sand, using an image from the Quickbird sensor as a reference. The results show that the differences are not significant even at 95% confidence interval. This result means that despite the much lower spatial resolution of the CCD CBERS II sensor, the differences in spectral reflectances between the sand and the water of the pits allowed a sufficient estimate of the areas. We conclude that CCD CBERS II can be used to monitoring pit expansion and to model their expansion over time. We recommend that this evaluation be performed for other sensors like the TM and ETM+ from Landsat.

Palavras-chave: Sand pit, environmental monitoring, extração de areia em cava, monitoramento ambiental, sensor CCD CBERS II.

1. Introdução

O monitoramento de determinados recursos naturais renováveis e não renováveis é de suma importância para o planejamento e gestão da utilização sustentável destes. Este processo consiste em acompanhar a dinâmica de sua utilização por meio da comparação multi-temporal de suas representações espaciais instantâneas.

Uma das melhores formas de obtenção de dados para a elaboração precisa de monitoramentos ambientais é o sensoriamento remoto. No Brasil, uma opção bastante viável para obtenção destes dados é, sem dúvida, o sensor CCD-CBERS 2 (China-Brasil Earth Resources Satellite), pelo fato de possuir características adequadas para a elaboração destes estudos em escalas regionais. Porém, para que seja possível conhecer a confiabilidade de estudos com séries históricas de imagens, é de importância fundamental conhecer empiricamente o nível de confiança dos dados provenientes deste sensor, por meio de uma validação de seus produtos.

Validação de dados de sensoriamento remoto é o processo de avaliação da acurácia de produtos dos dados por meios independentes (Justice et al., 2000, Privette et al., 2002). Em geral, a validação se refere à avaliação das incertezas dos produtos derivados dos satélites através de comparações analíticas com dados de referência (por exemplo, dados coletados *in situ*, por aeronave ou por dados de sensores de alta resolução), que são presumidos apresentarem os valores do alvo (Justice et al., 2000).

Atualmente, as imagens dos sensores Ikonos II e Quickbird, constituem excelentes opções como dados de referência para a elaboração de validações de sensores de escalas regionais, como por exemplo os sensores CCD-CBERS II e Landsat 7 ETM+.

2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é determinar, com base na análise multi-sensor, o nível de confiabilidade das imagens CCD-CBERS II para o monitoramento e quantificação de áreas com degradação ambiental. Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Determinar o crescimento das áreas de extração de areia em ambiente de cava no município de Seropédica;
- Comparar estatisticamente as áreas obtidas através do sensor CCD CBERS II com aquelas obtidas com o sensor Quickbird.

3. Sensores CCD-CBERS II e QUICKBIRD:

O programa CBERS nasceu de uma parceria entre Brasil e China com o objetivo de unir esforços para o desenvolvimento de tecnologias espaciais. Este programa foi criado para atender as necessidades dos dois países, bem como exercer função estratégica para o país, uma vez que o programa Landsat pode se tornar parcialmente ou inteiramente comercial no futuro. O CBERS II foi lançado com sucesso no dia 21 de outubro de 2003, partindo do Centro de Lançamento de Taiyuan, na China. É constituído por uma câmara CCD multiespectral, uma câmara infravermelha de varredura (IRMSS) e uma câmara de ângulo de visada largo (WFI).

O Quickbird foi desenvolvido pela DigitalGlobe sendo um satélite comercial que produz imagens de alta resolução espacial da Terra. Lançado no dia 18 de outubro de 2001, ele tem a capacidade de fornecer imagens com resolução de 61 centímetros pancromática (preto e branco) e com 2,44 metros multiespectral (três bandas no visível mais uma no infravermelho próximo). A **Tabela 1** mostra as características dos sensores CCD-CBERS II e Quickbird.

Tabela 1 – Características dos sensores CCD-CBERS II e Quickbird.

Região do Espectro	CCD-CBERS II			QUICKBIRD		
	Banda	Faixa	Resolução Espacial	Banda	Faixa	Resolução Espacial
Azul	B1	0,45 - 0,52 μm	20 m	QSD1	0,45 - 0,52 μm	2,44 m
Verde	B2	0,52 - 0,59 μm	20 m	QSD2	0,52 - 0,60 μm	2,44 m
Vermelho	B3	0,63 - 0,69 μm	20 m	QSD3	0,63 - 0,69 μm	2,44 m
IVP	B4	0,77 - 0,89 μm	20 m	QSD4	0,76 - 0,90 μm	2,44 m
Vis-IVP	Pan	0,51 - 0,73 μm	20 m	Pan	0,45 - 0,90 μm	0,61 m

4. Materiais e Métodos

A área de estudo localiza-se na bacia sedimentar de Sepetiba - RJ, entre as coordenadas E 635.208,600 e E 638.307,538 e N 7.474.468,199 e N 7.478.062,128, compreendendo uma área dentro do município de Seropédica. Uma das principais atividades econômicas da região é a extração de areia em ambiente de cava, sendo a principal fornecedora de areia para a construção civil na área metropolitana do Rio de Janeiro.

Essa área foi escolhida por apresentar processos bastante dinâmicos de degradação ambiental devido à retirada das camadas superficiais de areia, fazendo com que o lençol freático aflore, preenchendo as cavas resultantes do processo de extração. As diferenças espectrais entre a água com sedimentos e a areia e parcelas de vegetação no entorno apresentam um quadro adequado para uma validação de imagens quando aplicadas a monitoramentos ambientais.



Figura 1 - Mapa de situação do município de Seropédica, onde está localizada a região de estudo.

Para tal estudo, foram utilizadas duas imagens do sensor CCD-CBERS 2 com dois anos de diferença de obtenção, e uma imagem do sensor Quickbird. A **Tabela 2** mostra as principais características das imagens utilizadas.

Tabela 2–Imagens utilizadas na pesquisa.

	CCD-CBERS II		QUICKBIRD
Cena	151_126	151_125	-
Data	10.07.2004	08.07.2006	14.09.2004
Bandas	2, 3 e 4	2, 3 e 4	1, 2 e 3

A imagem do Quickbird foi ortoretificada pelo modelo exato de Toutin (PCI GEOMATICS, 2003). Para isso utilizou-se um modelo digital de elevação (MDE) de cinco metros de resolução oriundos de dados altimétricos extraídos de cartas topográficas na escala de 1:10.000 confeccionadas pela FUNDREM (Atual Fundação CIDE). Todo o processamento da imagem Quickbird foi executado no software PCI GEOMATICA 9.0, módulo OrthoEngine.

As imagens CCD-CBERS II foram georeferenciadas por meio de coordenadas obtidas na imagem Quickbird, depois passaram por processos de melhoria de contraste e filtragem lineares no software SPRING 4.3 (Câmara et al., 1996) desenvolvido pelo INPE. Para esta aplicação foram utilizadas as bandas 2,3 e 4 nas cores RGB 432.

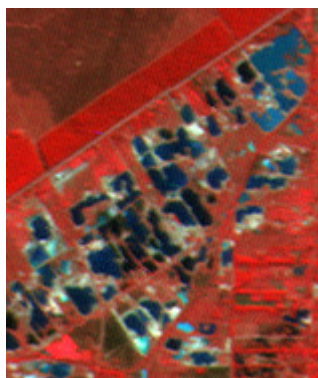


Figura 2 – Composição colorida RGB432 do sensor CCD-CBERS II de 07/2004.

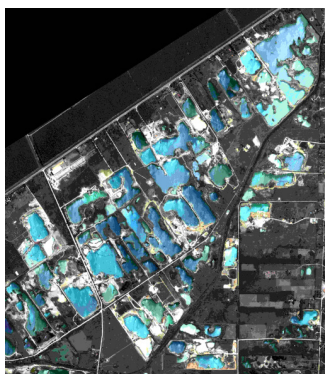


Figura 3 – Composição colorida RGB321 do sensor Quickbird de 07/2004.

Foram aleatoriamente selecionados 13 areas para serem vetorizados nas três imagens. As áreas destes areas foram vetorizadas e depois calculou-se a área de cada um deles em cada uma das imagens. A **Figura 4** mostra a relação multi-sensor e multi-temporal dos vetores extraídos das imagens utilizadas.

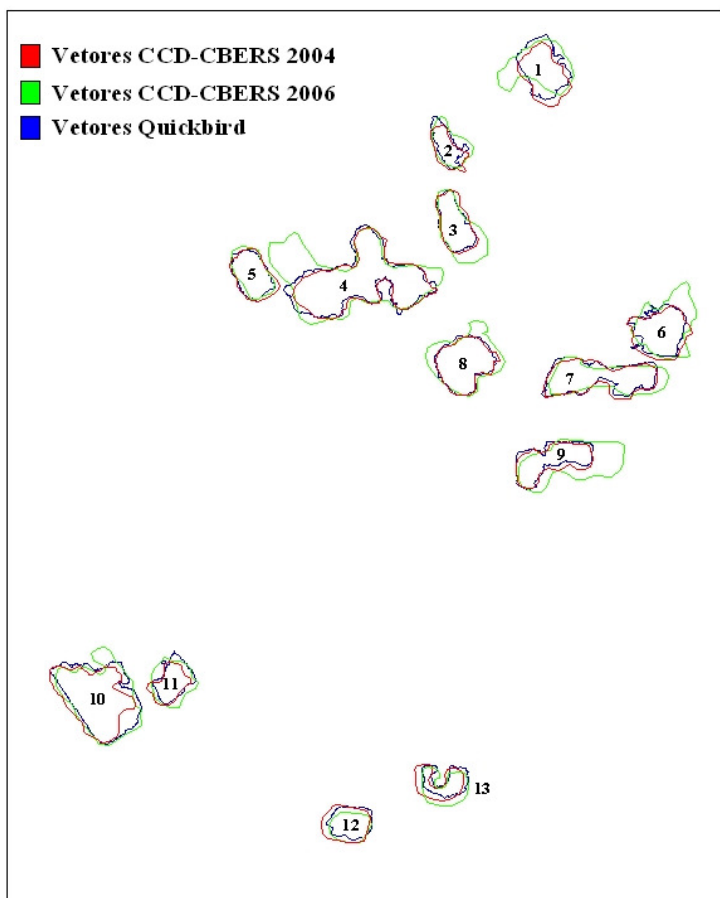


Figura 4 - Representação vetorial dos areas nas imagens Quickbird 2004, CCD-CBERS II 2004 e CCD-CBERS II 2006.

Para a elaboração da análise de confiabilidade de utilização das imagens CCD-CBERS II, os dados obtidos das áreas dos areais nas imagens CCD-CBERS II e Quickbird, ambos de julho de 2004, foram submetidos à análise estatística do tipo Teste t para variâncias diferentes, com a hipótese nula de que as áreas obtidas pelos dois sensores são iguais.

5. Resultados e Discussões

Como um dos objetivos foi a determinação das diferenças de áreas obtidas pelo CCD-CBERS II e Quickbird, realizou-se a análise entre estes, conforme a **Tabela 4**. Os valores obtidos nos cálculos das áreas dos areais nas imagens CCD-CBERS II 07/2004 e Quickbird 07/2004, bem como algumas análises estatísticas são mostradas na **Tabela 4**. As diferenças entre as áreas dos sensores CCD CBERS II e Quickbird no ano de 2004 alcançaram valor máximo de 8199,2 m², que representa 13,9 % na medida do areal nº 10 com relação a sua representação na imagem Quickbird. Para o areal nº 13, o valor máximo percentual foi de 27,3, também em relação à sua representação na imagem Quickbird, o que significa diferença de 3.171,2 m². As menores diferenças ocorreram nas medidas do areal nº 9, com diferença de apenas 364,2 m² que expressa 1,4 % de sua representação na imagem Quickbird. As médias das áreas calculadas dos 13 areais, nas duas imagens, obtiveram valores bem próximos, com diferença de 535,5 m². A média das diferenças ocorridas foi igual à 2.721,9 m² com desvio padrão de 2.102,6, que significa média de 11,9% e desvio padrão de 8,8% com relação aos dados vetoriais da imagem Quickbird.

Tabela 4 - Áreas das cavas e análises estatísticas entre CCD-CBERS II e Quickbird.

Cava	CCD-CBERS 2004 (m ²)	Quickbird 2004 (m ²)	Diferença (m ²)	Diferença Percentual*	Resíduo Percentual**
1	26.337,7	27.023,1	685,4	2,5	9,4
2	12.404,7	10.969,7	1.435,0	13,1	1,2
3	21.392,0	18.657,9	2.734,2	14,6	2,7
4	76.854,0	79.848,3	2.994,3	3,7	8,2
5	21.596,3	18.575,8	3.020,5	16,3	4,4
6	30.650,8	26.064,3	4.586,5	17,6	5,7
7	39.820,0	38.021,3	1.798,7	4,7	7,2
8	31.154,7	31.899,8	745,1	2,3	9,6
9	25.500,5	25.136,3	364,2	1,4	10,5
10	50.746,8	58.946,0	8.199,2	13,9	2,0
11	13.629,9	15.217,8	1.587,9	10,4	1,5
12	19.231,5	15.168,8	4.062,7	26,8	14,9
13	14.786,6	11.615,4	3.171,2	27,3	15,4
Média	29.546,6	29.011,1	2.721,9	11,9	-
Desvio Padrão	-	-	2.102,6	8,8	-

*Diferença percentual em relação à imagem Quickbird 07/2004.

**Resíduo percentual em relação à média da diferença percentual.

A análise estatística utilizando o teste t em pares de amostras (Steel and Torrie, 1980) mostrou que os resultados são iguais mesmo para intervalos de confiança de 50%. Neste caso, o intervalo de confiança menor se justifica uma vez que se deseja provar a igualdade dos

tratamentos. Para o teste t em pares o valor de t calculado foi de 0,554 enquanto que o valor de t crítico é de 0,695. Deste modo, aceita-se a hipótese nula de que as áreas das cavas de extração de areia estimadas pelo CCD CBERS II são semelhantes às aquelas estimadas através das imagens do Quickbird.

Após a constatação de que as imagens do sensor CCD-CBERS II podem ser utilizadas para a elaboração do estudo de monitoramento de extração de areia em ambiente de cava, foi possível a realização do levantamento das alterações ocorridas durante o período de dois anos, utilizando duas imagens CCD-CBERS II de 2004 e 2006. Este procedimento visou gerar os vetores capazes de indicar estas modificações, como já foi exposto na **Figura 4**. A **Tabela 5** mostra os valores das áreas dos areais nas imagens CCD-CBERS II de 2004 e 2006 e as alterações ocorridas ao longo deste período.

Segundo as análises, em dois anos de extração mineral, as 13 cavas ao todo cresceram 102.128,4 m² (aproximadamente 10,2 ha), ou seja, 26,6 % de crescimento superficial. A maior expansão superficial foi ocorrida sob o areal N°4, este cresceu 30.817,1 m² (aproximadamente 3,1 ha), ou seja, 40,1 % de crescimento. A média de expansão individual destes areais, nestes dois anos, foi de 7.856,0 m² (aproximadamente 0,8 ha) com desvio padrão correspondente a 9.822,8 m².

Tabela 5 - Valores de área dos areais nas imagens CCD-CBERS II de 2004 e 2006 e as alterações ocorridas neste período.

Cava	CCD-CBERS 2004 (m ²)	CCD-CBERS 2006 (m ²)	Alterações 2004-2006 (m ²)
1	26.337,7	33.886,5	7.548,8
2	12.404,7	15.782,7	3.378,0
3	21.392,0	27.608,6	6.216,6
4	76.854,0	107.671,1	30.817,1
5	21.596,3	19.426,7	-2.169,6
6	30.650,8	38.747,8	8.097,0
7	39.820,0	38.968,7	-851,3
8	31.154,7	43.927,7	12.773,0
9	25.500,5	45.959,3	20.458,8
10	50.746,8	63.280,7	12.533,9
11	13.629,9	20.869,0	7.239,1
12	19.231,5	13.177,3	-6.054,2
13	14.786,6	16.927,8	2.141,2
Σ	384.105,5	486.233,9	102.128,4

Os valores negativos encontrados nos cálculos das alterações ocorridas no período entre 2004 e 2006, como mostra a **Tabela 5**, podem representar areais desativados. Com isso o crescimento da vegetação na borda e na própria água leva a uma diminuição do contraste, o que é ainda agravado por possível de gradação do sensor, como por exemplo o aumento da PSF (*Point Spread Function* ou função de espalhamento do ponto) do sensor. Mesmo assim, observa-se que houve um aumento de aproximadamente 10 hectares nas áreas das 13 cavas monitoradas em apenas dois anos.

6. Conclusões

Os resultados deste trabalho permitem concluir que mesmo com as diferenças de resolução espacial, o sensor CCD CBERS II apresentou resultados estatisticamente satisfatórios para a estimativa das áreas de cavas de extração de areia. Isso se deve em grande parte à grande diferença de resposta espectral entre a água que enche a cava e a areia e/ou vegetação do entorno. Deste modo, sensores de menor resolução podem ser utilizados para o mapeamento destas áreas no passado recente e assim gerar dados para a utilização em modelos de crescimento e expansão destas áreas de extração de areia em ambiente de cava.

Referências

Câmara, G., R.C.M. Souza, U. M. Freitas e J. C. P. Garrido, "SPRING: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling." **Computers and Graphics**, v.15, n.6, p.13-22, 1996.

Justice, C., Belward, A., Morisette, J., Lewis, P., Privette, J., & Baret, F.(2000). Developments in the 'validation' of satellite sensor products for the study of the land surface. **International Journal of Remote Sensing**, 21(17), 3383– 3390.

PCI GEOMATICS, **OrthoEngine User guide version 9.0**. Canadá, 2003.

Privette, J. L., Myneni, R. B., Knyazikhin, Y., Mukufute, M., Roberts, G., Tian, Y., Wang, Y., & Leblanc, S. G. (2002), Early spatial and temporal validation of MODIS LAI product in Africa. **Remote Sensing of Environment**, 83: 232-243.