

Variação temporal da assinatura espectral da baía de Chacororé no Pantanal de Mato Grosso

Jeziel André Ferreira Sobrinho
Marcelo de Carvalho Alves

Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAMEV
Departamento de Solos e Engenharia Rural – DSER
Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoinformação – SERGEO
jeziel.andre@hotmail.com; mdecalves@gmail.com

Abstract. The Pantanal is one of the richest biomes of Brazil in relation to its beauty and diversity of fauna and flora. Pantanal has many landscapes like the bays. In the Pantanal of Mato Grosso, one of the most prominent bays is the one called Chacororé. This bay receives sediments from the highlands of their surroundings and over these sediments can harm water quality and aquatic life in water bodies. Remote sensing support for monitoring the behavior of these sediments. Therefore, the objective of this work is to determine the spectral variation due to the sediments in the Chacororé bay. We collected four images of Landsat-5 TM sensor of the years 2004, 2007, 2008 and 2009. Then, five sampling points were established to obtain the spectral signatures. We calculated the mean reflectance at all points. By having the data, it was observed a gradual reflectance increase in the range between 0.5 - 0.7 μm , considering the overall mean of all points of each year. In 2009, there was an extension of the spectral signature in the region of 0.6 to 0.9 micrometers indicating a higher concentration of sediment. Based on the results, we conclude that, in general, the spectral characteristics of the sediments of Chacororé bay increased during the evaluated years.

Palavras-chave: remote sensing, sediments, pantanal, spectral signature, sensoriamento remoto, sedimentos, pantanal, assinatura espectral.

1. Introdução

O Pantanal é a maior planície alagada do mundo com uma área de, aproximadamente, 250 mil km^2 , comparado a um dos biomas mais ricos do Brasil, seja no contexto ambiental ou biológico, com diversas espécies da fauna e flora. Entre os diversos tipos de paisagens existentes no Pantanal, destacam-se as famosas baías. As baías são corpos d'água que surgem devido à sazonalidade dos níveis de chuva e possuem ligamentos permanentes ou temporários com os rios do entorno chamados de corixos.

Em Mato Grosso, entre as diversas baías existentes no Pantanal, destaca-se a baía de Chacororé devido a sua beleza e relevante biodiversidade aquática, principalmente de peixes onde existem mais de 260 espécies no pantanal (Britiski et al., 1999) incentivando a ação do homem que já se faz presente no local por meio do turismo, pesca esportiva, profissional ou de subsistência na região (Oliveira e Nogueira, 2000).

O Pantanal esta situado em uma área deprimida que ainda está em processo de formação, recebendo sedimentos dos planaltos da região norte do estado de Mato Grosso (Mercante, 2010). O excesso de sedimentos em corpos d'água pode afetar a biodiversidade e o desenvolvimento e reprodução de animais aquáticos (EPA, 2003), como também a qualidade da água, seja para consumo humano ou recreação (JENSEN, 2009). Com isso, fica evidente o uso de alternativas que possibilitem o acompanhamento do comportamento dos sedimentos, tais como o sensoriamento remoto.

O sensoriamento remoto para fins de estudo dos recursos hídricos, entre eles os relacionados com os sedimentos, apresenta certas dificuldades relacionadas ao grande número de variáveis envolvidas, como também as possíveis interferências no meio aquático ou na obtenção dos dados orbitais. No entanto, vários autores mostraram a eficiência do sensoriamento remoto quando se objetiva estudar os sedimentos em corpos d'água (Dias et al., 2005; Haykawa, 2007; Alves Costa et al., 2009).

Devido a sua localização, a baía de Chacororé recebe sedimentos de diversas regiões através do corixo do mato que faz ligação com o rio Cuiabá. Dentro do importante contexto ambiental e turístico, torna-se importante monitorar a variação sedimentológica da baía de Chacororé. Sendo assim, objetivou-se neste trabalho, apresentar a variação do comportamento espectral em decorrência dos sedimentos presentes na baía de Chacororé.

2. Metodologia de Trabalho

A Baía de Chacororé (figura 1) esta localizada no município de Barão de Melgaço entre as coordenadas $16^{\circ} 14'$ a $16^{\circ} 16'$ de latitude sul e $55^{\circ} 55'$ a $55^{\circ} 58''$ de longitude Oeste. Apresenta extensas áreas alagáveis que após a grande cheia de 1974 ocorrida na região ficaram permanentemente alagadas (DA SILVA e SILVA, 1995). A baía é alimentada no período das cheias do Pantanal, através dos corixos, entre os meses de outubro a abril. Segundo Pinto-Silva (1980), a baía de Chacororé possui águas com elevada turbidez (barrentas), apresenta formato semicircular com, aproximadamente, 125,20 metros de altitude que deságua no rio Cuiabá e que apresenta as seguintes características morfométricas medidas em 1978 (tabela 1).

Tabela 1. Valores morfométricos da baía de Chacororé.

Área (km ²)	Volume (m ³)	Profundidade Média (m)	Profundidade Máxima (m)	Comprimento Máximo (km)	Largura Média (km)	Largura Máxima (km)
11,25	178x10 ⁶	2,75	4,00	8,75	6,00	9,88

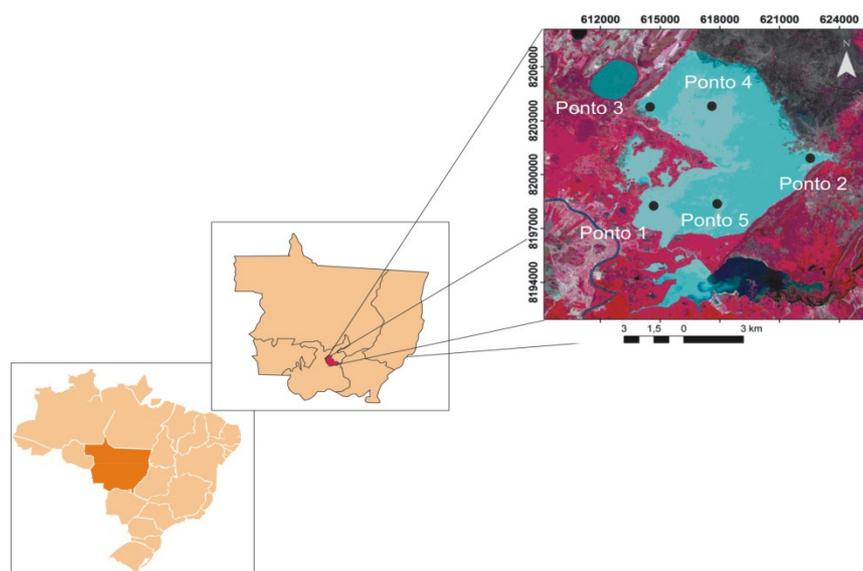


Figura 1. Localização da área de estudo e dos pontos amostrais.

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se imagens ortorretificadas do satélite Landsat-5 disponíveis no *website* do *United States Geological Survey* (<http://glovis.usgs.gov/>) conforme as informações abaixo (tabela 2).

Tabela 2. Características das imagens utilizadas.

Satélite	Sensor	Órbita-Ponto	Data
Landsat-5	TM	226-71	22/08/2009
Landsat-5	TM	226-71	19/08/2008
Landsat-5	TM	226-71	16/07/2007
Landsat-5	TM	226-71	18/09/2004

O motivo da escolha das imagens citadas acima se deve ao fato de que na época de seca do Pantanal, de junho a outubro, as águas da baía de Chacororé estão carregadas de sedimentos (DOMINGUES, 2003) facilitando assim a sua análise espectral. Foram escolhidos 5 pontos distintos na baía para obter as respectivas assinaturas espectrais. As imagens do ano de 2005 e 2006 não foram utilizadas devido a alta quantidade de nuvens sobre a baía. Todas as imagens utilizaram a composição 4 (vermelho) – 3 (verde) – 2 (azul).

Para as análises das imagens, utilizou-se o software ERDAS[®] IMAGINE para obtenção das assinaturas espectrais e correção atmosférica. A correção atmosférica é uma variável importante a ser considerada visto que a interferência da atmosfera degrada e distorce os dados provenientes dos satélites (ANTUNES et al., 2003).

Em seguida, calcularam-se as médias referentes aos valores de reflectância de todas as bandas em cada ano e também a média de cada banda em cada no período de 2004, 2007, 2008 e 2009 utilizando o software Microsoft[®] Excell.

3. Resultados e Discussão

Com base nos gráficos de reflectância obtidos dos 5 pontos amostrais escolhidos, foi possível constatar o aumento de sedimentos na baía de Chacororé no período de 2004, 2007, 2008 e 2009. A figura 2 apresenta a média de reflectância de todas as bandas em todos os pontos amostrais de cada ano em questão de onde foram extraídas as assinaturas espectrais

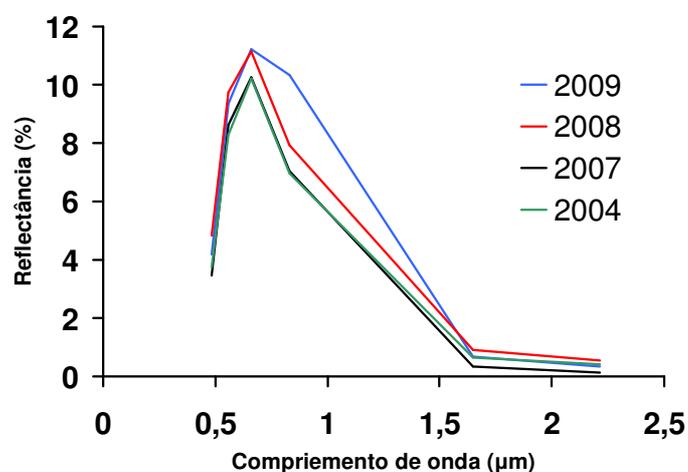


Figura 2. Assinatura espectral das médias dos valores de reflectância de todas as bandas em todos os pontos amostrais de cada ano.

Segundo Centeno (2003), a reflectância de um alvo no meio aquático é proporcional à turbidez entre 0,5 e 0,7 μm (verde e vermelho), ou seja, quanto maior a reflectância nesta faixa do espectro eletromagnético maior será a presença em suspensão de sedimentos. A figura 2, com base na afirmação acima, representou de maneira bem definida o comportamento espectral geral da baía de Chacororé por contemplar todos os pontos amostrais.

Na figura 2, observou-se que, dentre todos os anos, a assinatura espectral de 2009 apresentou maior pico de reflectância. Os valores numéricos de reflectância e comprimento de onda são representados na tabela abaixo.

Tabela 3. Valores numéricos médios de reflectância (%) em relação com o comprimento de onda médio de cada banda nos anos avaliados.

Anos	Banda 1 (0,49 μm)	Banda 2 (0,56 μm)	Banda 3 (0,66 μm)	Banda 4 (0,83 μm)	Banda 5 (1,65 μm)	Banda 7 (2,22 μm)
2009	4,1859	9,3629	11,2272	10,3483	0,6724	0,3391
2008	4,8432	9,7381	11,1506	7,9105	0,9099	0,5429
2007	3,4573	8,6167	10,2492	7,0284	0,3431	0,1275
2004	3,7472	8,2810	10,2082	6,9662	0,6538	0,4167

A média de reflectância da banda 3, por estar entre a faixa espectral em que a reflectância é proporcional a turbidez, foi a que apresentou maior reflectância dentre os anos em estudo (tabela 3). Centeno (2003) faz uma observação ao afirmar que, dependendo do grau de turbidez, a faixa de comprimento de onda que possibilita a análise de sedimentos (0,5 – 0,7 μm) pode ser estendida até 0,9 μm , ou seja, a reflectância na banda 4 pode aumentar conforme a presença de sedimentos em suspensão. Observou-se esse comportamento com o valor de reflectância da média da banda 4 que, em comparação com os demais anos, apresentou maiores valores de reflectância.

Este comportamento da banda 4 também pôde ser visualizado por meio da média dos valores de reflectância de cada banda ao longo dos anos em estudo (figura 3).

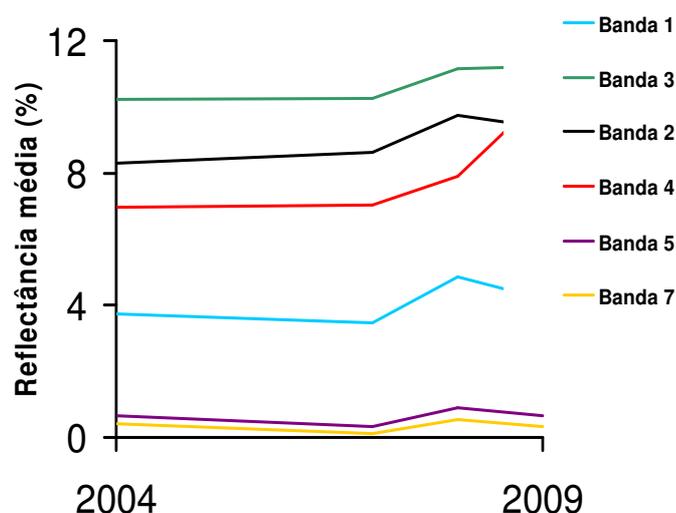


Figura 3. Valores de reflectância média em cada banda no período de 2004/2009.

Como pôde ser observado na figura 3, a reflectância média na banda 4 apresentou aumento considerável entre os anos 2008 e 2009. A banda 3 também apresentou significativo aumento de reflectância entre os anos 2008 e 2009.

Analisando os resultados também foi possível identificar, entre os cinco pontos amostrais escolhidos, o ponto de maior reflectância na baía (figura 4).

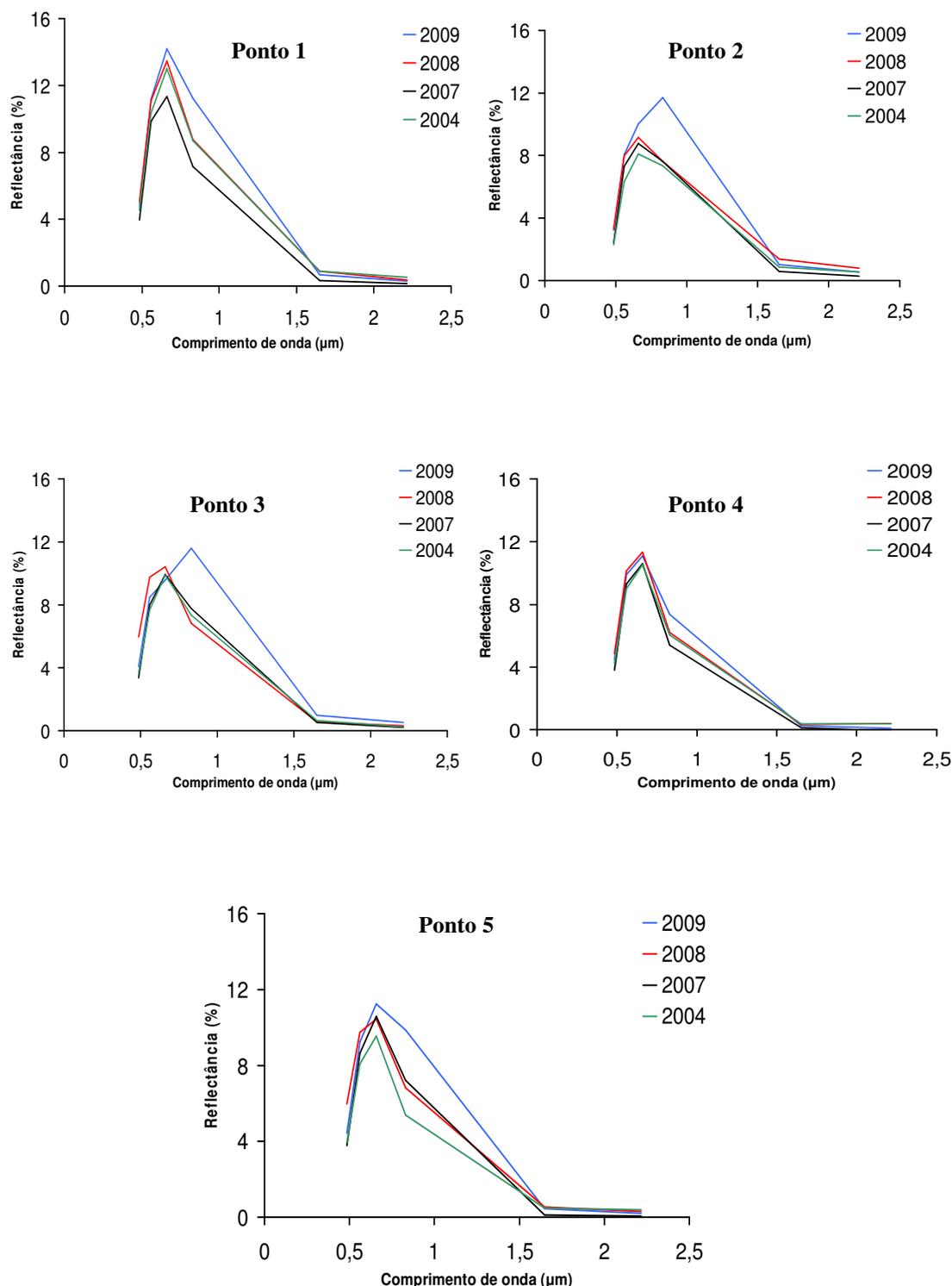


Figura 4. Assinaturas espectrais de cada ponto amostral dos anos em estudo.

O ponto amostral que obteve maior reflectância em relação aos outros pontos, de uma maneira geral, foi o ponto 1. Esse padrão espectral ocorreu em função da proximidade ao corixo do mato por onde passa as águas com sedimentos em suspensão do rio Cuiabá que abastece a baía.

Os pontos 2 e 3 apresentam comportamento espectral semelhante, indicando pouca variação de sedimentos entre eles. Em seu pico, o ponto 4 indicou um aumento na reflectância no ano de 2008, decrescendo em 2009. O ponto 5 apresentou aumento na reflectância entre 2004 e 2007, entre os anos de 2007 e 2008 observa-se certa estabilidade, entre 2008 e 2009 nota-se o aumento de reflectância inclusive com prolongamento maior na faixa de, aproximadamente, 0,7 - 0,9 μm .

4. Conclusões

Com base nos resultados obtidos concluiu-se que, provavelmente, o comportamento espectral da baía de Chacororé foi modificado em decorrência de sedimentos na água.

Houve, de forma geral, aumento dos valores de reflectância das bandas do sensor TM do satélite Landsat com o passar dos anos.

5. Referências Bibliográficas

Alves Costa, D. T. M.; Argento, M. S. F.; Reis, C. H. **Caracterização das plumas de sedimentos da Baía de Sepetiba como subsídio ao estabelecimento de planos amostrais em ambientes costeiros**. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.04.14.44/doc/2121.pdf>>. Acesso em: 03.out.2010.

Antunes, M. A. H.; Freire, R. M. B.; Botelho, A. S.; Tonioli, L. H. **Correções atmosféricas de imagens de satélites utilizando o modelo 6s**. Disponível em: <http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/174-SR21.pdf>. Acesso em: 15.out.2010.

Britski, H. A.; Silimon, K. Z. S.; Lopes, B. S. **Peixes do Pantanal, Manual de Identificação**. Brasília: Editora SPI, 1999. 184p.

Centeno, J. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Departamento de Geomática, Universidade Federal do Paraná, 2003.

Dias, N. W.; Batista, G. T.; Targa, M. S.; Catelani, C. S. **Análise da carga de sedimentos da represa de Paraibuna com base em dados multiespectrais**. Disponível em: <http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/58/1/Artigo_SBRH_Paraibuna_Dspace.pdf>. Acesso em: 11.out.2010.

Da Silva, C. J.; Silva, J. A. F. **No ritmo das águas do pantanal**. São Paulo: NUPUAB/USP, 1995, 210p.

Domingues, C. S. **Monitoramento da qualidade da água das baias Sia Mariana e Chacororé no município de Barão de Melgaço**. Cuiabá, 2003. 54 p. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Sanitária, 2003.

Hayakawa, E. H. **Análise da Variabilidade Espacial e Temporal dos Sedimentos Suspensos do Alto Rio Paraná Via Imagens Orbitais: Região de Porto São José – PR**. Disponível em: <<http://www.pge.uem.br/novo/teses/pdf/ehhayakawa.pdf>>. Acesso em: 28.set.2010.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Mercante, M. **Pantanal**. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/CienciasdoAmbiente/Semestre20081/BiomaPantanal.doc>>. Acesso em: 8.out.2010.

Oliveira, R. D.; Nogueira, F. M. B. **Characterization of the fishes and subsistence fishing in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil**. Revista Brasileira de Biologia, p. 443-445, 2000.

Pinto-Silva, V. Variações diurnas de fatores ecológicos em quatro lagos naturais do Pantanal Mato-Grossense e seu estudo comparativo com dois lagos da Amazônia central e um lago artificial. 1980. 281 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos. 1980.

United States Environmental Protection Agency (EPA). **What are Suspended and Bedded Sediments (SABS)?**. Disponível em: <<http://water.epa.gov/scitech/datait/tools/warsss/sabs.cfm>>. Acesso em: 10.out.2010.