



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA E
GEOQUÍMICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DO PADRÃO ESPECTRO-TEMPORAL DE
AMBIENTES COSTEIROS COM IMAGENS LANDSAT, ILHA
DE MARAJÓ/PA**

Dissertação apresentada por:

GUSTAVO FREITAS CARDOSO

Orientador: Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho

Coorientador: Dr. Carlos Moreira de Souza Junior.

**BELÉM
2010**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação(CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

C268a Cardoso, Gustavo Freitas
Análise do padrão espectro-temporal de ambientes costeiros com
imagens Landsat, Ilha de Marajó/PA / Gustavo Freitas Cardoso;
Orientador: Pedro Walfir Martins e Souza Filho; Coorientador: Carlos
Moreira de Souza Junior – 2010
xiv, 61 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós-
Graduação em Geologia e Geoquímica, Instituto de Geociências,
Universidade Federal do Pará, Belém, 2010.

1. Sensoriamento remoto. 2. Análise espectral. 3. Zonas úmidas
costeiras. 4. Detecção de mudanças. I. Souza Filho, Pedro Walfir
Martins e, *orient.* II. Souza Junior, Carlos Moreira de, *coorient.* III.
Universidade Federal do Pará. IV. Título.

CDD 20. ed.: 547.346



Universidade Federal do Pará

Instituto de Geociências

Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica

**ANÁLISE DO PADRÃO ESPECTRO-TEMPORAL DE
AMBIENTES COSTEIROS COM IMAGENS LANDSAT, ILHA
DE MARAJÓ/PA**

DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR

GUSTAVO FREITAS CARDOSO

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Ciências na Área de
GEOLOGIA.

Data de aprovação: 06 / 10 / 2010

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Pedro Walfir Martins e Souza Filho
(Orientador - UFPA)

Prof. Dr. Ulf Mehlig
(Membro - UFPA)

Prof. Dr. Yosio Edemir Shimabukuru
(Membro - INPE)

RESUMO

O conhecimento da distribuição espacial e temporal e o acompanhamento da sua evolução dinâmica são os fatores mais importantes para o estudo e da gestão de zonas úmidas. O objetivo deste trabalho foi caracterizar, mapear, comparar a resposta espectral de zonas úmidas costeiras, assim como detectar suas mudanças na margem leste da Ilha de Marajó, no Estado do Pará, através de imagens reflectância do TM Landsat-5. Para tanto, as imagens foram corrigidas geométrica e radiometricamente. Coletaram-se na imagem de referência (2008), no mínimo, 20 amostras poligonais (5x5 pixels) para cada tipo de cobertura do solo. A análise de variância (ANOVA), o Teste de Tukey HSD e um índice de separabilidade espectral de pares de regiões de interesse (ROIs) foram calculados. O mapeamento foi gerado a partir do classificador supervisionado *Spectral Angle Mapper*, e a validação dos dados, delineados pela Matriz de Confusão. Desta forma foram reconhecidos as seguintes unidades: MAN - manguezal, MAD - manguezal degradado, PRD - praias e dunas, VSI - vegetação secundária inicial, VSA - vegetação secundária avançada, ACS - água com sedimento, ASS - água sem sedimento, OCH - ocupação humana e CAM - campos. O resultado da ANOVA mostrou que há diferenças significativas entre as reflectâncias médias em todas as classes, em no mínimo um par de médias, para todas as bandas (1-5 e 7) da imagem. O Teste de Tukey HSD verificou que a menor diferença entre duas médias nas bandas 1 e 2 ocorre no par VSA-MAN, na banda 3, VSI-MAN, na banda 4, OCH-MAN, na banda 5, OCH-PRD, e na banda 7, ACS-ASS. A função de separabilidade espectral de pares de ROIs destacou um baixo valor para o par de classes OCH-CAM. O cálculo da exatidão do mapeamento apresentou valores aceitáveis. Foi aplicada também a técnica do modelo de mistura espectral para determinar as frações - vegetação, água e/ou sombra, solo e vegetação não fotossinteticamente ativa - nas imagens reflectância dos anos de 1988, 1994, 1998, 2004, 2006 e 2008. A detecção de mudanças ao longo destes anos foi feita com o auxílio do diagrama tri linear de Thompson, usado para analisar a evolução dos ambientes Manguezal, Campos Salinos com predomínio de solos, Campos Salinos com vegetação campestre, Praias e Dunas, Sedimentos Úmidos, Água com Sedimento e Água sem Sedimento. Os resultados mostraram que 80% das amostras do ambiente Manguezal, mantiveram suas características espectrais, ou seja, o ambiente não sofreu alterações ao longo do tempo, e que 15% das trajetórias possíveis indicaram uma mudança gradativa para formação de Manguezal até o ano de 2008. Do total dos pixels analisados para este ambiente, 93% corresponderam ao próprio Manguezal, confirmando uma relativa estabilidade deste ambiente na área de estudo. Os Campos Salinos indicaram uma

condição atípica nas análises da imagem do ano de referência (2008), com comportamento espectral similar ao do solo, característica esta não verificada nos anos pretéritos. Nestes anos, houve o predomínio de Campos Salinos com Vegetação Campestre. Já para o ambiente Praias e Dunas detectou-se um considerável aumento de sua superfície (66,7%) no período de 20 anos (1988-2008). De modo geral, os resultados alcançados sugerem que a área em estudo, vem sofrendo o processo de progradação de sedimentos ao longo da linha de costa e uma estabilização no aumento da superfície de Manguezal desde 2006. Para os Campos Salinos detectaram-se as variações nos valores de abundância entre as três frações (Vegetação Verde, Sombra/Água e Vegetação não fotossinteticamente ativa/solo) geradas pelo modelo de mistura espectral, devido principalmente a sazonalidade climática da região. O método de detecção de mudanças propiciou o desenvolvimento de um modelo de diagrama de dispersão espectral para ambientes úmidos costeiros. Este modelo deve auxiliar em futuras pesquisas acerca do monitoramento dos impactos dos ambientes úmidos costeiros oriundos do aumento do nível do mar, da localização e caracterização espectral, assim como detecção das mudanças no tempo.

Palavras-Chave: Sensoriamento remoto. Análise espectral. Zonas úmidas costeiras. Detecção de mudanças.

ABSTRACT

Knowledge of spatial and temporal distribution and monitoring of its dynamic evolution are the most important factors for the study and management of wetlands. The aim of this study was to characterize, to map, to compare the spectral response of coastal wetlands, as well as detect the changes on the eastern shore of Marajo, State of Pará, using images from TM Landsat-5 reflectance. To this end, the images were geometrically and radiometrically corrected. Were collected in the reference image (2008), at least 20 polygonal samples (5x5 pixels) for each type of land cover. The analysis of variance (ANOVA), Tukey HSD Test and an index of spectral separability of pairs of regions of interest (ROIs) were calculated. The mapping was generated from the supervised classification Spectral Angle Mapper, and validating data, outlined by the Confusion Matrix. Thus were recognized the following units: MAN - mangrove, MAD - degraded mangrove, PRD – beaches and dunes, VSI - initial secondary vegetation, VSA - advanced secondary vegetation, ACS – water with sediment, ASS - water without sediment, OCH - human occupation and CAM – marshes. The result of ANOVA showed that there are significant differences between the average reflectance in all classes and at least one pair of means, for all bands (1-5 and 7) image. The Tukey HSD test found that the smallest difference between two means of bands 1 and 2 occurs in pair VSA-MAN, the band 3, VSI-MAN, the band 4, OCH-MAN, the band 5, OCH-PRD, and band 7, ASS-ACS. The function of spectral separability of pairs of ROIs highlighted a low value for the pair of classes OCH-CAM. The calculation accuracy of the mapping showed acceptable values. Was also applied the technique of spectral mixture model to determine the fractions – green vegetation, water and/or shade, soil and vegetation not photosynthetically active - in reflectance images in years from 1988, 1994, 1998, 2004, 2006 and 2008. The detection of changes over the years was done with the help of the tri-linear diagram of Thompson, used to analyze the evolution of Mangrove environments, Salt Marshes with a predominance of soils, Grassland Salt Marshes, Beaches and Dunes, Wet Sediment, Water with Sediment and Water without Sediment. The results showed that 80% of the samples from mangrove environment, maintained their spectral characteristics, ie, the environment has not changed over time, and that 15% of possible paths indicated a gradual change for the formation of mangrove until 2008. Of the total number of pixels analyzed for this environment, 93% corresponded to the actual mangrove, confirming a relative stability of this environment in the study area. Salt Marshes showed an unusual condition in the analysis of the image of the reference year (2008), with spectral response similar to the soil characteristics, this is not checked in years

gone by. In recent years, there was a predominance of Grassland Salt Marshes. As for the environment Beaches and Dunes revealed a considerable increase of its surface (66.7%) in the 20-year period (1988-2008). Overall, the results suggest that the study area has undergone the process of progradation of sediments along the shoreline and stabilization in the increase of surface Mangrove since 2006. For the Salt Marshes detect the variations in the abundance values among the three fractions (Green Vegetation, Shade/Water, Non-photosynthetically Active Vegetation and Soil) generated by the spectral mixture model, mainly due to seasonal climate in the region. The method of change detection applied fostered the development of a model spectral dispersion diagram for coastal wetlands. This model should assist in future research about the monitoring of the impacts of the humid coastal environments from the increase in sea level, the location and spectral characterization, and change detection.

Keywords: Remote sensing. Spectral analysis. Coastal wetlands. Change detection.