

RECONHECIMENTO E MAPEAMENTO DOS AMBIENTES SEDIMENTARES RECENTES AO LONGO DA BAÍA DE CURUÇÁ ATRAVÉS DE IMAGENS LANDSAT TM, ETM⁺ E CBERS 2B.

Suzan Waleska Pequeno Rodrigues¹; Pedro Walfir Martins e Souza Filho¹

{Suzan, walfir}@ufpa.br

¹ Universidade Federal do Pará- UFPA

Palavras-chave: Baía de Curuçá, Sensoriamento Remoto, Ambientes costeiros, Imagens ópticas

1. INTRODUÇÃO

A partir da década de 80, com o lançamento da série de satélites Landsat TM, imagens orbitais começaram a ser extensivamente utilizadas no mapeamento geológico e geomorfológico costeiro. Esses produtos de sensores remotos são fontes de informações geográficas, fornecendo importantes subsídios para análises no domínio do espaço e do tempo. Nesse contexto, Silva (1998), El Robrini (2004), Souza Filho & Paradella (2002), Gonçalves et al.(2009), Souza Filho et al.(2009), entre outros, utilizaram essa ferramenta metodológica para o mapeamento de diversos setores da costa paraense, principalmente no que se refere às aplicações em geomorfologia e distribuição dos ecossistemas costeiros, assim, a lacuna cartográfica que antes era grande correspondendo a um dos mais graves empecilhos às corretas estratégias e ações de planejamento de uso e ocupação do espaço costeiro, encontra-se em declínio. O objetivo deste trabalho foi reconhecer os ambientes costeiros ao longo da Baía de Curuçá a partir de imagens Landsat TM e ETM⁺, CBERS 2B CCD e dados de elevação do SRTM. Esta área é considerada uma área prioritária para conservação de estuários, manguezais, lagoas de praias, dunas, quelônios marinhos, mamíferos marinhos, aves costeiras e marinhas (MMA, 2002).

2. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo abrange a baía de Curuçá (Figura 01) em que é dominada por macro-maré semi-diurna, com altura máxima de 4m. As ondas atingem este setor com altura média em torno de 2,1m e os ventos alísios de NE atingem uma velocidade média de 6,6m/s. O clima é tropical chuvoso (úmido), com estações bem definidas secas e chuvosas e precipitações anuais em torno de 3.000mm.

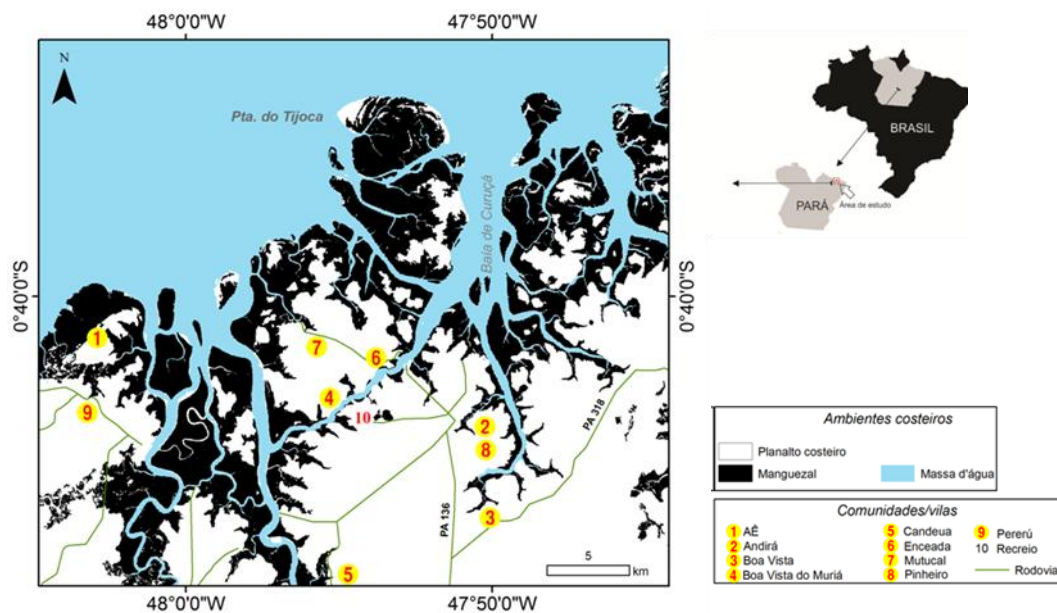


Figura 1. Mapa de localização

3. MATERIAIS E MÉTODOS

As imagens Landsat utilizadas neste trabalho, representadas na tabela 1 pertencem as órbitas/pontos 223/60 e 223/61, foram adquiridas na Base GeoCover (<http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080/esdi/index.jsp>), e as imagens CBERS da órbita/ponto 223/60 no catálogo do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>) e o Modelo Digital de Elevação (MDE) do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) no <http://dds.cr.usgs.gov/srtm/>.

Tabela 01 – características das imagens utilizada

Plataforma	Sensor	Data de aquisição	Angulo de incidência	Condição de maré	Resolução espacial(m)	Tamanho do Pixel(m)
Landsat-5	TM	27 jul,1984/22 jul,1988 12 jul,1996/05 jul,1999 09 jul,2008	---	Alta	30	30
Landsat-7	ETM+	05 Ago,2001	---	Alta	30 – mult. 15 - pan	30- mult. 15-pan
CBERS 2B	CCD	01 Set, 2004	---	Alta	20	20
SRTM	InSar	Fev,2000	17° - 65°	---	90	90

As imagens do TM foram ortoretificadas a partir das imagens do sensor ETM⁺ juntamente com o Modelo Digital de Elevação (MDE) do SRTM, através da ferramenta OrtoEngine do software PCI geomatics V10.1. A ortoretificação baseou-se na coleta de pontos via tela, a partir das imagens ETM⁺ georreferenciadas. O método de reamostragem foi o vizinho mais próximo, em que foram coletados 25 pontos de controle com um erro remissivo de RMS 1,0

para cada uma das cenas. Posteriormente as imagens passaram pela correção atmosférica, para a subtração dos pixel's escuros através do método Chavez (1988) para melhor visualização das feições estudadas, seguidamente estas imagens foram realçadas com um realce obtido por uma transformação linear na edição do LUT presente na pasta do *Algorithm Librarian* do software PCI Geomatics 10.1, em que são alterados os histogramas representativos de cada banda e salvos posteriormente com sua nova apresentação, melhorando o contraste da cena. Posteriormente a imagem mais atual foi classificada automaticamente através da classificação não supervisionada pelo algoritmo ISODATA, foram classificados previamente dezesseis classes, após análise estas classes foram reagrupadas em 9 (planalto costeiro, manguezal, pântano salino, pântano de água doce, dunas, planície de maré arenosa, praia de macro-maré, água com sedimento em suspensão e sem sedimento em suspensão) devido a correspondência espectral semelhante em diversos ambientes classificados. Para acurácia da classificação foi gerado o índice kappa que norteou se a classificação foi muito boa a ruim de acordo com Cohen (1960). Os levantamentos de campo foram executados a partir de carta-base gerada através de interpretação prévia das imagens. Nesta etapa foi efetivada a verdade-terreno com coleta de pontos de controle utilizando GPS de navegação, caminhamentos (*tracking*) e cheque de campo das unidades morfológicas.

4. RESULTADOS

4.1 Reconhecimento dos ambientes costeiros ao longo do estuário do Rio Curuçá utilizando dados de sensores remotos TM, ETM+ e CCD.

A partir do processamento das imagens TM e ETM⁺ composição 453 RGB, CCD composição 345 RGB, dados de elevação do MDE do SRTM, estudos anteriores (El Robrini, 2004) e campo referente á baía de Curuçá foi gerada a classificação não supervisionada produzindo um mapa (figura 2B) com nove ambientes costeiros, contudo, para garantir a acurácia destes ambientes foi gerado o índice kappa para avaliar o grau de classificação. O índice foi de 0,873 que corresponde na avaliação de Cohen (1960) a denominação de muito bom, o que garante uma boa classificação. A tabela 2 representa as classes e a distribuição dos pixels amostrados na imagem identificando quantos pixels foram comissionados a outras classes e quantos pixels foram bem classificados.

Em relação aos ambientes classificados, a classe planalto costeiro obteve a menor comissão (2,93%) e omissão (4,33%) para outras classes, mostrando que esta teve uma boa classificação, diferentemente da classe pântano salino que comissionou a outras classes 57,14%, ou seja, devido a proximidade espectral com outras classes este pode ter favorecido ao erro, sendo classificado como outras classes.

A partir da classificação automática, os demais ambientes que não conseguiram ser classificados foram reclassificados separando classes antes aglutinadas e a partir daí foi

possível uma análise dos diferentes ambientes sedimentares da área estudada, sendo identificados os seguintes domínios: Planalto costeiro, Planície costeira, Planície estuarina e Planície aluvial, em que a partir destas informações foi gerado o mapa dos ambientes costeiros (figura 2 B).

Tabela 2. Matriz de confusão e índice kappa das classes geradas

CLASSES	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Total	Comissão (%)
A	3	0	0	0	1	0	0	0	0	4	25,00
B	0	106	11	0	1	0	0	0	0	118	10,17
C	2	4	265	0	1	0	0	0	1	273	2,93
D	0	1	1	97	0	15	0	0	0	114	14,91
E	0	2	0	0	3	1	0	0	1	7	57,14
F	0	0	0	5	0	39	4	0	0	48	18,75
G	0	1	0	1	0	0	22	1	0	25	12,00
H	0	0	0	0	0	0	0	5	1	6	16,67
I	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0,00
Total	5	114	277	103	6	55	26	6	8	600	
Omissão (%)	40,00	7,02	4,33	5,8	50,0	29,09	15,38	16,67	37,50		

INDICE KAPPA= 0,871 **EXATIDÃO GERAL= 90,83**

A= Pântano de água doce; B= Manguezal; C= Planalto Costeiro; D= Água sem sedimento em suspensão; E= Pântano salino; F= Água com sedimento em suspensão; G= Planície de maré arenosa/Barras arenosas; H= Praias de macromarés e I= Praias de macromarés.

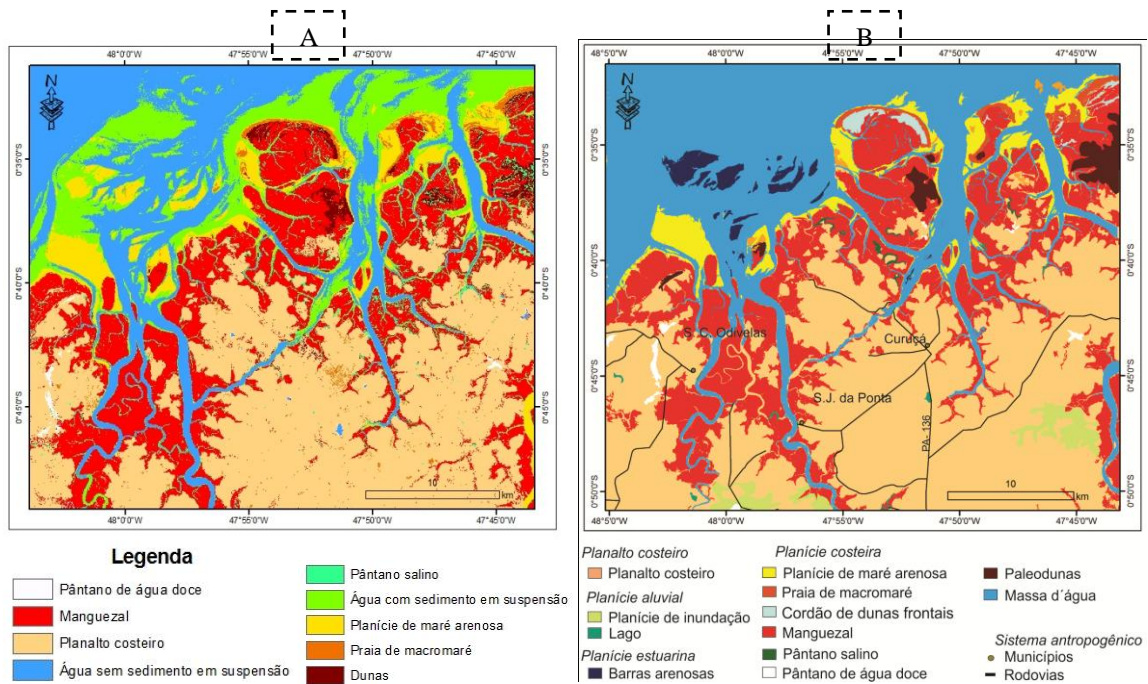


Figura 2. (A) classificação automática dos ambientes (B). Reclassificação das classes da figura A

5. CONCLUSÕES

A partir da utilização do processamento em imagens de sensores ópticos foi possível a identificação dos principais ambientes costeiros que contornam a Baía de Curuçá. Através desses processamentos foi admissível a produção de um mapa semi-detalhado especializando e quantificando estes ambientes, além de fornecer informações valiosas para trabalhos posteriores como: produção de índices de sensibilidade ambiental para derramamentos de carga de risco que venham contaminar os ambientes litorâneos, assim como a implantação de medidas de precaução.

O que podemos constatar com o emprego dos dados de sensores remotos orbitais usados é que permitiram a produção de mapas que podem atingir a escala de 1:50.000 da disponibilização de ambientes costeiros, com maior rapidez, acurácia e menor custo. Além disso, a utilização desses sensores possibilitou a análise das relações espaciais integradas, permitindo o reconhecimento dos ambientes em campo e seu mapeamento a partir dos dados de sensores remotos e dados de campo.

REFERÊNCIAS

- Chavez, P. S. 1988. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, v. 24, p. 450-479.
- Cohen J. A coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas.* 1960;20:37– 46.
- EL Robrini & Mácola, G. 2004, “ilha dos guarás (Mariteua) - município de Curuçá (NE do Pará): aspectos físicos, meteorológicos. & oceanográficos”. Relatório Final, Companhia docas do Pará. Disponível em: http://www.cdp.com.br/images/espardarte/espardarte_estudo_figuras.pdf
- Gonçalves F.D., P.W.M. Souza Filho, W.R. Paradella, F.P. Miranda. Fusão de dados multisensor para a identificação e o mapeamento de ambientes flúvio-estuarinos da Amazônia. *Revista Brasileira de Geofísica.* 27: 57-67.2009.
- MMA. 2002. Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo (cartas SAO). Rio de Janeiro:MMA, 22p.
- Silva, C.A. da. 1998. *Análise Morfoestratigráfica do Estuário do Rio Marapanim – NE do Pará.* Belém, Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 133p. (Dissertação de Mestrado).
- Souza filho, P. W. M. & Paradella, W.R. 2002. Recognition of main geobotanical features in the in the Bragança mangrove coast (Brazilian Amazon Region) from Thematic Mapper and RADARSAT-1 Data. *Wetlands Ecology and Management* 1:103012,1
- Souza Filho P.W.M, F.D. Gonçalves, S.W.P. Rodrigues, F.R. Costa, and F.P. Miranda. 2009. Multi-sensor data fusion for geomorphological and environmental sensitivity index mapping in the Amazonian mangrove coast, Brazil. *Journal of Coastal Research* 56:1592-1596.