

DETECÇÃO DE ALTERAÇÕES NA LINHA COSTEIRA DA ILHA DO MEL UTILIZANDO IMAGEM LANDSAT

Alex Pinto Babinsck
Claudia Pereira Krueger
Jorge Antonio Silva Centeno

1- Aluno e Professores do curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - UFPR – babinsck@ufpr.br
ckrueger@ufpr.br e centeno@ufpr.br

RESUMO - O presente artigo mostra os resultados alcançados num experimento realizado visando a detecção de alterações na linha de costa da região do município de Pontal do Paraná (PR), especificamente da Ilha do Mel, utilizando uma imagem do sensor orbital LANDSAT TM, técnicas em Sensoriamento Remoto e um Mapa do Pontal do Paraná, confeccionado pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), datado de 1982. Inicialmente fez-se a correção geométrica da Imagem LANDSAT, e visando a delimitação de corpos de água, utilizando-se da razão entre as bandas do Infravermelho Próximo e do Visível (azul), Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI), para se avaliar a viabilidade desta nova composição. O passo seguinte, foi a vetorização manual da linha de costa, utilizando-se o software ARC VIEW 3.2, na imagem LANDSAT. Em seguida, obteve-se uma imagem no formato “raster” da Ilha do Mel, scaneada do Mapa, tendo sua linha de costa vetorizada de maneira análoga e corrigida geometricamente com pontos do grid do próprio Mapa. A superposição de ambas as linhas mostrou que algumas regiões no lado leste da ilha sofreram deposição de sedimentos enquanto a costa do lado oeste está sendo erodida.

ABSTRACT – In the paper we present the results of an experiment aimed at the detection of the coastline based on remote sensing imagery. The experiment was carried out at the Ilha do Mel island in the Pontal do Paraná, Brazil. A Landsat TM image was used to detect the coastline and the obtained line was compared to the existing map, produced by IBGE (Brazilian Institute by Geography and Statistics) in 1982. The first step was to perform the geometric correction of the image. This task was done using ground control points. Then, the discrimination of the water/island border was performed using the NDWI (Normalized Difference Water Index), which is a ratio of a visible band (blue) and the NIR (Near Infrared) – band. The next step was to digitize the coastline in the ARC VIEW environment. The resulting polygon was then compared to the borders derived from the topographic map. The overlay of both lines showed that some regions on the western side of the island suffer deposition, while the eastern coast is being eroded.

PALAVRAS CHAVE: Linha de Costa; Índice de Diferença Normalizada da Água; Ilha do Mel;

1 INTRODUÇÃO

Segundo o relatório da Comissão Mundial Independente sobre os Oceanos (1999), citado por NOERNBERG(2001), as regiões costeiras são ambientes extremamente dinâmicos, complexos e densamente povoados. As águas costeiras representam cerca de 8% da superfície da terra, 25% da produtividade mundial e 90% da captura mundial de peixes, constituindo, assim, um sistema de magnitude considerável.

Estima-se que na superfície da terra existam 440.000 Km de linha de costa (INMAN e NORDSTROM, 1971) e que ao longo desta linha, onde a superfície de

oceanos e mares encontra as massas da terra, situam-se 65% das cidades com mais de 2,5 milhões de habitantes, daí a necessidade do conhecimento dessa região e conseqüentemente a existência de diversos projetos de pesquisa sobre o assunto.

Os dados provenientes de sensores espaciais são uma importante fonte de informações para o monitoramento dos processos costeiros. Estas informações espectrais, espaciais e temporais de satélites como o “LANDSAT” tem sido usadas com sucesso em diversos ramos do conhecimento e pesquisa como por exemplo a progradação ou a retrogradação da linha de costa.

O objetivo deste estudo consiste em detectar alterações na linha costeira do município de Pontal do

Paraná (PR), especificamente da Ilha do Mel, no litoral paranaense, utilizando uma imagem do satélite "LANDSAT TM".

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A técnica consagrada em sensoriamento remoto para evidenciar pequenas variações espectrais da cobertura do terreno, que de outra maneira encontra-se mascarada pelas pequenas variações dos níveis de cinza, é chamada de contraste entre bandas. O exemplo clássico do uso da razão entre bandas é a combinação de uma banda na faixa do visível, mais precisamente no vermelho, e uma segunda no infravermelho próximo. Segundo LILLESAND e KIEFER (1994) o contraste entre estas duas bandas fornece fortes indícios a respeito do estado da vegetação, visto que a vegetação sadia reflete intensamente no infravermelho próximo e sua absorção no vermelho é alta. A razão entre as bandas do infravermelho próximo (IP) e do Vermelho (V) é conhecida como índice de vegetação normalizado (NDVI – Normalized Difference Vegetation Index). Além deste, existem outros índices como o índice de diferença normalizada da água (NDWI – Normalized Difference water Index) proposto por McFEETERS (1996) e que é utilizado para delinear feições de água e realçar sua presença através do imageamento por sensores remotos.

NOERNBERG (2001) utilizou 6 imagens do sensor TM Landsat 5 e duas do sensor TM Landsat 7, das seguintes datas: 25/05/85, 14/09/86, 14/05/88, 09/09/90, 18/07/94, 24/06/97, 26/09/99 e 07/05/00, para determinar a região limite entre terra e água, usando o NDWI. A imagem de 1994 foi georreferenciada utilizando-se um grande número (mínimo de 30) de pontos de controle bem distribuídos, obtidos *in situ* a partir de GPS, com erro menor que 1 pixel e cartas topográficas de escala 1:50.000. No registro das imagens foi utilizado como modelo geométrico um polinômio de 2ª ordem, e o método de amostragem por interpolação utilizado foi o método bilinear, o qual é uma média ponderada dos quatro pixels vizinhos, segundo CRÓSTA (1993). O datum horizontal foi o SAD-69. As demais imagens foram georreferenciadas em relação à imagem de 1994, onde o número de pontos de controle, o erro menor que 1 pixel, o datum horizontal e o método de interpolação foram os mesmos adotados na imagem de 1994.

Com o objetivo de delimitar áreas com água e sem água (solo e vegetação terrestre), foi utilizado o Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI). Este Índice é derivado e utiliza os princípios similares aos utilizados no NDVI. O NDWI é calculado da seguinte maneira:

$$NDWI = (b2 - b4) / (b2 + b4) \quad (1)$$

onde

b2 = banda correspondente à radiação refletida na faixa do verde (0,52 – 0,60 μm) e

b4 = banda correspondente à radiação refletida no infravermelho próximo (0,76 – 0,90 μm).

A seleção destas bandas espectrais destina-se a: i) maximizar a reflectância de feições de água, utilizando a faixa verde do espectro da luz visível; ii) minimizar a baixa reflectância da água no infravermelho; e iii) tirar proveito da alta reflectância da vegetação terrestre e do solo na faixa do infravermelho próximo.

Segundo McFEETERS (1996), para a delimitação de corpos aquosos, a aplicação do método de razão de bandas é mais vantajoso que o método de uma única banda no infravermelho, visto que, o uso do NDWI realça as diferenças entre terra e água. Isto reduz a possibilidade de erro na escolha do valor do nível digital que definirá o limite entre as regiões com água e sem água, principalmente quando esta escolha for realizada por diferentes analistas.

Como a transição entre água e terra em praias arenosas sofre a ação da zona de arrebentação e do espraiamento, o valor do Nível Digital (ND) correspondente ao limiar entre água e terra foi determinado a partir da análise visual. Estas imagens binárias foram vetorizadas, obtendo-se desta forma, a linha divisória entre água e terra. Com a vetorização, estas linhas puderam ser visualizadas e analisadas em um Sistema de Informações Geográficas (SIG).

3 METODOLOGIA E RESULTADOS

Neste trabalho foi utilizada uma imagem do sensor TM Landsat 7, de setembro de 2002. Esta imagem foi georreferenciada utilizando-se 11 pontos de controle, obtidos de uma carta topográfica do IBGE, na escala de 1:50.000, da região do Pontal do Paraná, datada de 1982, o Datum horizontal foi o SAD-69.

Durante as etapas da correção geométrica no software ENVI 3.6, todos os pontos de controle ficaram com o erro médio quadrático (RMS – root mean square error) menor do que um pixel. No registro da imagem foi utilizado como modelo geométrico um polinômio de primeiro grau e o método de amostragem por interpolação foi o bilinear, o qual é uma média ponderada dos quatro pixels vizinhos. A Tabela 1 apresenta o RMS das coordenadas (UTM) dos pontos de controle.

Ponto	Coord. de Mapa (UTM)		Coord. de imagem		RMS
	X	Y	Y	X	
1	773500	7175100	5528,5	1968,5	0,13
2	769500	7167625	5395,5	2219,2	0,32
3	763950	7170600	5219,4	2132,4	0,67
4	759700	7164400	5078,0	2337,0	0,25
5	763425	7171345	5202,6	2109,6	0,54
6	765725	7169900	5276,0	2151,9	0,55
7	758650	7165450	5045,4	2305,7	0,75
8	758250	7162800	5030,5	2389,5	0,32
9	759600	7171350	5079,0	2115,2	0,61
10	761900	7169050	5151,2	2185,0	0,82
11	770280	7175800	5425,0	1952,2	0,30

Tabela 1. RMS das coordenadas (pixel) dos pontos de controle.

Após a correção geométrica, foram utilizados 4 pontos de verificação e a média do erro médio quadrático foi de 25,79 m, portanto menor do que 1 pixel. A figura 1 apresenta a imagem corrigida geometricamente.



Figura 1. Imagem da Ilha do Mel corrigida geometricamente.

Com o objetivo de delimitar áreas com água e sem água, foi aplicado o Índice de Diferença Normalizada da Água (NDWI), tal qual na equação (1), porém com uma alteração na banda b2 (0,45 – 0,52µm) que corresponde à radiação refletida na faixa do azul.

Pela escolha da banda azul para compor o novo Índice, visou-se verificar se é possível utilizar essa composição para separar corpos d'água de terra (solo e vegetação), visto que as principais aplicações da banda azul do sensor TM, numa imagem Landsat são na discriminação de solo, vegetação e profundidade de corpos d'água, segundo BLANCHARD e WEINSTEIN (1980) citado por NAPOLEÃO (2001,p.8).

Após a aplicação do Índice de Diferença Normalizada da água (NDWI), obteve-se a imagem da figura 2.



Figura 2. Imagem da Ilha do Mel após a aplicação do NDWI.

Observou-se que os corpos de água também ficam bem delimitados em relação a região de solos com a alteração da banda b2 na equação (1) para a faixa do visível, neste caso utilizou-se a radiação refletida na faixa do azul.

O passo seguinte foi a digitalização de uma parte do mapa (Ilha do Mel), a partir de uma imagem no formato raster, que também foi corrigida geometricamente utilizando o *grid* de coordenadas do próprio mapa, ou seja, foi realizada a correção geométrica da imagem raster do mapa, como mostra a figura 3. Em seguida reamostrou-se os pixels do mapa para as dimensões de 30 x 30 metros de modo a possibilitar uma nova correção geométrica da imagem da

figura 2 em relação ao mapa apresentado na figura 4. No registro da imagem originada do mapa, utilizou-se 6 pontos. A Tabela 2 apresenta as coordenadas utilizadas e os respectivos erros médios quadráticos alcançados.

A linha de costa da Ilha do Mel foi vetorizada nas duas imagens (Figuras 2 e 3) e depois elas foram superpostas para que a progradação ou a retrogradação da linha de costa pudesse ser analisada, figura 4. O software utilizado para tal foi o ArcView 3.2.

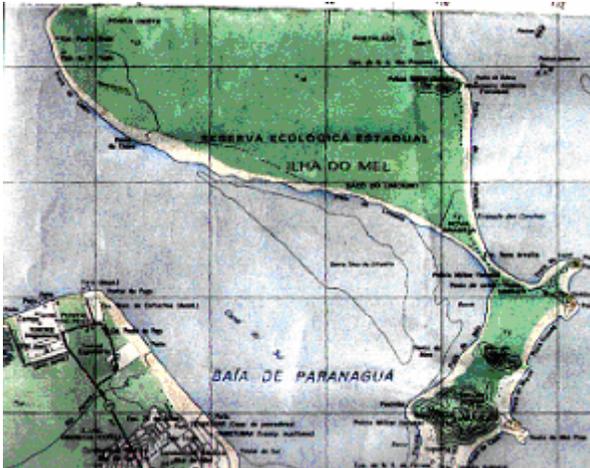


Figura 3. Imagem do Mapa da Ilha do Mel.

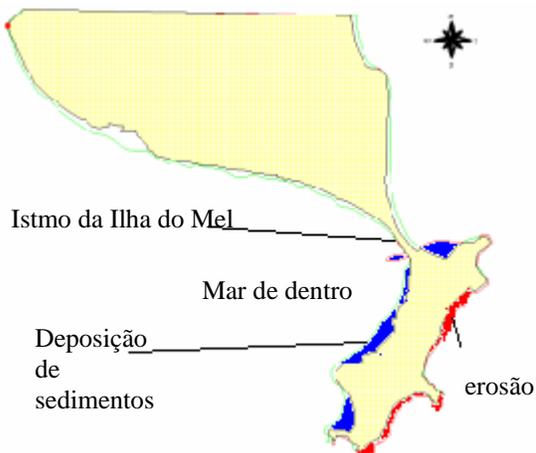


Figura 4. Diferença entre limites costeiros.

A superposição das duas linhas revela a ocorrência de mudanças principalmente na região sul da ilha. Na margem esquerda (oeste) verifica-se intensas áreas de deposição e na margem direita (leste) áreas de erosão.

Segundo Soares, Angulo e Lessa (1977), no interior da baía de Paranaguá, na margem esquerda da

Ilha do Mel, existe uma intensa área rasa conhecida como Saco do Limoeiro ou Mar de Dentro, que apresenta evidências da ação de correntes de marés de enchente e foi justamente nesta região, de acordo com a figura 4, onde percebeu-se que houve uma progradação da linha de costa, constatada com a deposição de sedimentos. Já na região oriental da Ilha, por estar exposta ao mar aberto e sujeita às intempéries da natureza como o vento, ressacas, correntes de enchentes, houve justamente uma retrogradação da linha de costa, evidenciada pela erosão, figura 4.

No Istmo da Ilha do Mel pode-se notar a presença do processo erosivo ao se comparar com o Mapa de 1982 e a Imagem Landsat TM de 2002, ratificando os estudos de HOLLER, PITZ, KRUEGER e HECK (2003) nos quais a largura do Istmo era de 152m em 1954, 85m em 1980, 55m em 1985 chegando até 4m em 1992, evidenciando um processo erosivo intenso e que vem sendo noticiado pela imprensa há muitos anos.

4 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostraram ser possível determinar a linha da costa utilizando o Índice de Diferença Normalizada da Água com a componente da faixa do visível, na radiação refletida na faixa do azul, aumentando as opções para separação entre corpos de água e regiões de terra (vegetação e solos).

A dinâmica da região costeira evidenciou regiões com progradação e outras com retrogradação da linha costeira, o que permitiu calcular o seu deslocamento médio, que foi de 72m.

Para garantir um bom resultado neste tipo de estudo, é recomendado não escolher pontos de apoio na interface mar/continente, ao longo da linha de costa, pois ela pode estar desatualizada no mapa.

Outro fator a ser levado em conta no momento da coleta da imagem para a determinação da linha costeira é a situação da maré. Há regiões no litoral do nosso país onde as amplitudes de maré podem chegar a ter uma variação de até 6m, como no porto de Itaquí, no litoral do Maranhão, deve ser ressaltado que neste trabalho o fator maré não foi levado em consideração.

Ponto	Coord. lidas		Coord. calculadas		RMS
	X	Y	X	Y	
1	44,33	215,00	5198,67	2101,33	0,08
2	121,00	268,00	5276,00	2151,67	0,18
3	298,67	272,00	5451,67	2150,00	0,61
4	37,00	37,67	5187,67	1923,67	0,11
5	343,33	175,00	5497,33	2054,00	0,93
6	274,00	70,33	5426,00	1953,67	0,58

Tabela 2. Coordenadas da imagem da figura 2 usadas no registro em relação ao mapa da figura 3 e os respectivos erros médios quadráticos.

5 REFERÊNCIAS

- BLANCHARD, L. E.; WEINSTEIN, O. Desing challenges of the thematic mapper. IEEE v. GE-18, nº 2, p. 146-160. The Geoscience and Remote Science Society, NY-USA, 1980.
- CRÓSTA, Á. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas, 1992.
- HOLLER, W.; PITZ, C.; KRUEGER, C. P.; HECK, B. Análises temporais das variações da linha de costa e do istmo da Ilha do Mel. Anais do III Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas. Novos desenvolvimentos em ciências geodésicas, Curitiba, 2003, vol.1.
- INMAN, D. L.; NORDSTROM, C. E. On the tectonic and morphologic classification of coasts. Journal of Geology, Chicago, 1971,v. 79, p.1-21.
- LILLESAND, T. M. e KIEFER, R.W. Remote sensing and image interpretation, John wiley and Sons, Inc., New York, 1994.
- McFEETERS, S. K. The use of Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. International Journal of Remote Sensing, London,1996, vol.17, n. 7, p. 1425-1432.
- NAPOLEÃO, M.C. Fusão de imagens Landsat-5 TM e Spot pancromática aplicada ao mapeamento do uso da terra. Curitiba,2001.
- NOERNBERG, M. A. Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá. Curitiba, 2001.
- Tese(Doutorado em Geologia Ambiental) – Setor de Ciências da terra, Universidade Federal do Paraná.
- O OCEANO nosso futuro. (1999). Comissão mundial independente sobre os oceanos. Relatório. Rio de Janeiro. 247 p.