

Uso de Change Detection para analisar Processos de Erosão e Deposição sedimentar na Desembocadura da Lagoa dos Patos – RS

Caroline Bergamo Gonçalves
Sydney de Oliveira Dias

Universidade Federal do Paraná
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas
Caixa Postal 515 – Centro Politécnico – Jardim das Américas
12201-970 Curitiba PR – Brasil

Resumo: Na região da desembocadura da Lagoa dos Patos é comum ocorrer processos erosivos e deposicionais. Esses processos podem ser estudados com o uso de imagens de satélite em diferentes datas. O presente trabalho utilizou-se de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, na data de 6 de julho de 1987 e do sensor ETM+, à bordo do satélite Landsat 7, datada de 12 de novembro de 2002. O processamento foi realizado executando os métodos de detecção de mudança temporal com função de inserção na memória, composição de imagens multi-datas e análise de vetores de mudanças espectrais. O resultado da utilização desses métodos foi satisfatório, pois todos detectaram mudanças e as imagens produzidas por cada método possuem coerência entre si.

Palavras chaves: Detecção de mudanças, Sensoriamento Remoto, Processamento Digital de Imagens.

Abstract: In the region of Lagoa dos Patos it is common occur erosive and deposition processes. These processes can be studied with the use of satellite images on different dates. This work used images from the Landsat 5 satellite, sensor TM, on the date of July 6, 1987 and ETM + sensor, on board of the satellite Landsat 7, dated November 12, 2002. The processing was performed running methods for the detection of change with time of insertion in memory function, composition of multi-time pictures and analysis of spectral change vectors. The result of the use of such methods was satisfactory because all detected changes in the images produced by each method are consistent.

Keywords: Change detection, Remote Sensing, Digital Image Processing

1 Introdução

O litoral do Rio Grande do Sul é constituído por grandes sistemas lagunares formados pelos movimentos de avanço e regressão do nível do mar, somados a grande extensão de planície costeira de baixa declividade e ao grande aporte de sedimentos. A grande quantidade de carga sedimentar que a bacia receptora (lagoa) recebe e a pouca energia para retrabalhar o sedimento dá uma tendência da lagoa a se tornar mais rasa e espalhar-se para suas margens. A Lagoa dos Patos, a maior lagoa do Brasil, é um bom exemplo de um sistema com essas características, recebendo sedimentos da Bacia Hidrográfica Patos. Tem comprimento de 265 km e uma superfície de aproximadamente 10.000 km². Sua desembocadura, na porção mais ao sul, liga a lagoa ao mar.

Assim, A Lagoa dos Patos é um ambiente com alta taxa de sedimentação (Harmann & Scheitini, 1991). Inversamente, a face do cordão arenoso voltada para o mar, próximo a desembocadura da lagoa dos patos, sofre com processos de erosão como declaradas por Dillenburg et.al.(2004).

Com o objetivo de verificar as mudanças devido à erosão e deposição em áreas próximas à desembocadura da Lagoa dos Patos, utilizaram-se imagens dos sensores TM e ETM+, de datas diferentes, em conjunto com técnicas de processamento digital de imagens para detecção de mudanças (*change detection*).

2 Revisão Literária

Detecção de mudança é uma técnica utilizada para identificar diferenças no estado de um objeto ou fenômeno através de sua observação em tempos diferentes (Verona, 2002).

Silva (2003) utilizou imagens periódicas de satélite e técnicas de processamento digital de imagens integradas com Sistemas de Informações Geográficas para detectar e delimitar as áreas de florestas exploradas pela atividade madeireira como ferramenta para subsidiar o monitoramento, o controle e a fiscalização dos processos de degradação ambiental na Amazônia. Utilizou para tanto imagens do ano de 2001 e 2002 e análise do Vetor de Mudança para detectar mudanças na cobertura vegetal. O objetivo principal foi detectar a intensidade e a natureza da mudança ocorrida na cobertura vegetal e uso da terra.

Comenta ainda que a técnica de Análise do Vetor de Mudança demonstrou ser eficiente na detecção dos níveis de grande mudança, mudança sutil e na detecção das áreas que não tiveram mudanças significativas entre os anos 2001 e 2002. Além disso, foi estimada a área de floresta afetada pela exploração madeireira que apresentava cicatrizes de exploração por meio da identificação automática e visual dos pátios de estocagem e através da criação de zonas de *buffer*.

Lorena (2001) citada por Silva (2003) utilizou duas técnicas de processamento digital de imagens para detectar mudanças em Pedro Peixoto no Estado do Acre. Foram empregadas as técnicas Análise do Vetor de Mudança e a técnica de classificação por regiões Battacharyya. O resultado da comparação entre as duas técnicas mostrou coerência na identificação e detecção de mudanças temporais nas áreas de cobertura vegetal e uso da terra.

Santos et. al (2005) utilizou conjunto de imagens ETM+/LANDSAT e CCD/CBERS-2 com objetivo de elaborar de um procedimento metodológico em detecção de mudanças do uso e cobertura da terra. O método utilizou as bandas correlatas e técnica de rotação radiométrica controlada por eixo de não-mudança (RCEN). Destacou a utilização de imagens obtidas a partir de sensor CCD do CBERS, que é um projeto entre Brasil e China e que disponibiliza gratuitamente a usuários brasileiros uma grande quantidade de imagens e concluiu que o método, para a região de estudo, apresentou bons resultados na detecção e delineamento das transformações da paisagem.

3 Metodologia

Diante da grande ocorrência de processos de erosão e deposição sedimentar na desembocadura da Lagoa dos Patos, essa área foi escolhida para o estudo de detecção de mudanças utilizando imagens do sensor TM, a bordo do satélite Landsat 5, nas datas de 6 de julho de 1987 e imagens do sensor ETM+, à bordo do satélite Landsat 7, datada de 12 de novembro de 2002.

Um problema associado a dados temporais de sensoriamento remoto para a detecção de mudanças é a diferença dos ângulos de incidência solar, que causa diferentes respostas radiométricas, se as imagens utilizadas não possuírem a mesma data (dia/mês). Além disso, problemas de sazonalidade quanto às condições atmosféricas, umidade do solo, ciclos de vida da vegetação e efeitos de maré também podem causar problemas indesejáveis quando se deseja trabalhar com detecção de mudanças.

Idealmente, dados temporais devem ser normalizados para que estes efeitos sejam minimizados ou eliminados (Eckhardt et. al., 1990 apud Jensen 1996). Para isso normalmente aplica-se um processamento simples na imagem, que consiste de um ajuste de histogramas, onde em que a distribuição de intensidades de uma das imagens é aplicada na outra imagem, assim a distribuição dos tons de cinza de ambas as datas são semelhantes. Esse processo foi realizado no programa ENVI 4.0.

No processamento para detecção de mudança foram usados os métodos:

1. Detecção de mudança temporal usando uma função de inserção na memória.
2. Composição de imagens multi-datas.

Análise de vetores de mudanças espectrais.

4 Resultados e Discussão

Observando a banda 3 de 6 de julho de 1987 e 12 de novembro de 2002 (Figura 1) é possível notar mudanças na espessura dos cordões arenosos, evidenciando padrões de deposição sedimentar.

Para a aplicação do método de detecção de mudança temporal usando uma função de inserção na memória, que compõe uma única imagem, foram usadas a banda 1 de 6 de julho de 1987 nas cores verde e azul e a banda 1 de 12 de novembro de 2002 no vermelho.

Analisando a composição formada (Figura 2) é possível visualizar as áreas de mudança e não mudança. É possível ainda dizer que as áreas que não sofreram mudança encontram-se em branco e as áreas de mudanças em vermelho e ciano.



Figura 1: Bandas 3 de 6 de julho de 1987, do Satélite Landsat 5, sensor TM e 12 de novembro de 2002, sensor ETM+, do Satélite Landsat 7

Regiões que apresentam tons de vermelho representam as áreas com acréscimo de sedimentos, mudança de marés e ainda desenvolvimentos urbanos. Em ciano os processos de erosão e mudanças de marés.

Como o objetivo aqui é estudar processos erosivos e de sedimentação, devemos concentrar nas áreas de transição mar-terra e mar-lagoa. Claro que é impossível não observar as mudanças urbanas, mas essas não são foco de estudo.

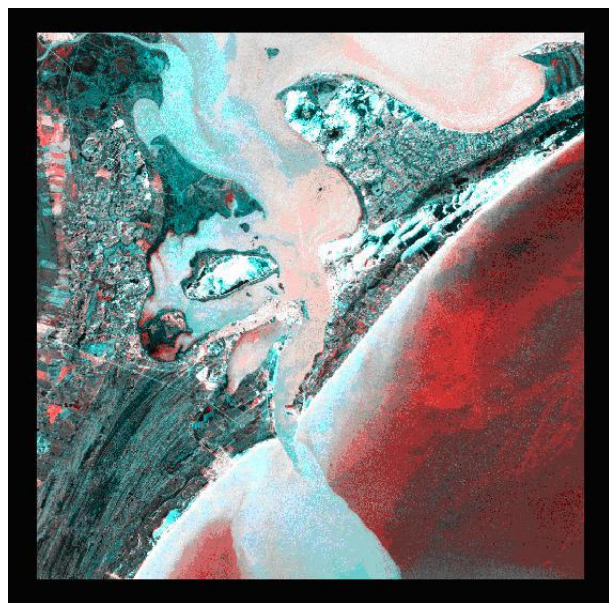


Figura 2: Composição formada pela banda 1 de 6 de julho de 1987 nas cores verde e azul e a banda 1 de 12 de novembro de 2002 no vermelho. A cor branca representa áreas em que não ocorreram mudanças, e a vermelha e ciano áreas que houve mudança

Na realização da composição, seria possível colocar em cada uma das bandas imagens de data diferente, analisando assim as mudanças de três datas ao mesmo tempo. Seria possível também não colocar nenhuma banda no verde ou no azul, mas o software utilizado, o ENVI 4.0, não permite a composição sem uma das bandas.

Esse método é um método apenas de visualização, ou seja, qualitativo, por isso normalmente após a realização deste realizam-se outros métodos, que podem ser, por exemplo, uma análise das componentes principais, digitalização em tela, ou uma classificação tradicional. Esta última será o passo seguinte neste trabalho.

Foram realizadas quatro classificações, todas realizadas no software ENVI 4.0. Essas classificações foram feitas de maneira supervisionada com a criação de 3 classes a partir da composição exposta na Figura 2.

Dentre as classificações representadas na Figura 3, a que melhor representou as mudanças ocorridas foi a realizada pelo método de distância de Mahalanobis mostrada novamente na figura 4. Lembrando que para todas as imagens o vermelho esta representando as áreas com acréscimo de sedimentos, mudança de marés e ainda desenvolvimentos urbanos; o verde os processos de erosão e mudanças de marés; e por fim o azul e o preto áreas de não mudança.

A vantagem do método de classificação a partir da composição de imagem multi-datas é que uma única classificação é requerida. Sendo ela supervisionada facilita bastante a análise, já que numa classificação não supervisionada, quando aparecem muitas classes de mudanças, é muito difícil de rotulá-las.

Para a análise por vetores espectrais, o método seguinte a ser aplicado, observou-se as variâncias espectrais de duas imagens e essas posteriormente plotadas formando um vetor. O vetor descreve a direção e magnitude de mudança do primeiro para o segundo dia. O valor total da mudança por o pixel é computado pela distância determinante

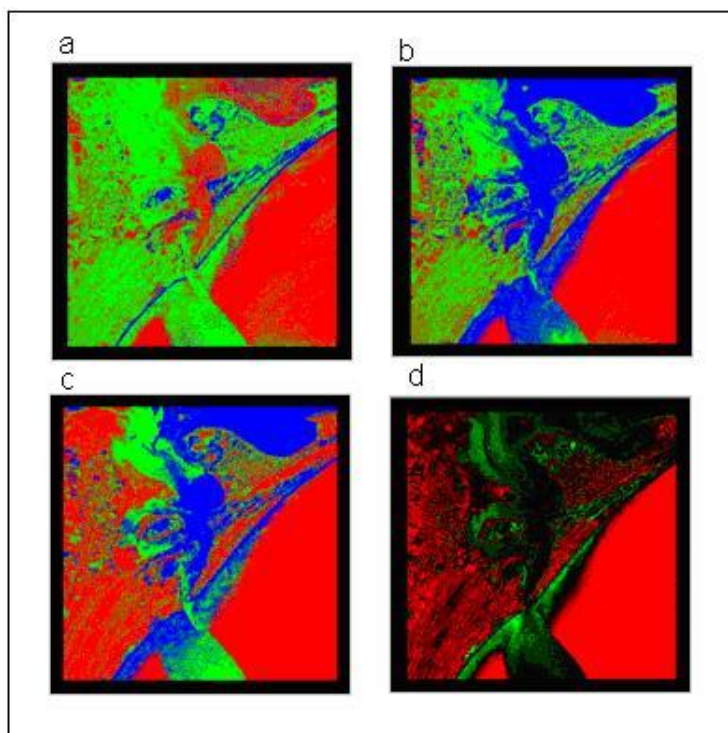


Figura 3: Classificações realizadas: a) pelo algoritmo Binary Encode, b) Distância Mahalanobis, c) Distância Mínima e d) Paralelepípedo. O vermelho representa áreas com acréscimo de sedimentos, mudança de marés e ainda desenvolvimentos urbanos; o verde os processos de erosão e mudanças de marés; o azul e o preto áreas de não mudança

entre pontos de extremidade (Jensen, 1996).

Nesse método utilizou-se as bandas 3 e 4 de ambas datas, formando assim uma imagem com a magnitude de mudança. A partir dessa foi criada uma imagem binária (Figura 5) admitindo-se que os pixels que tivessem magnitude maior que 100 seria os pixels onde as mudanças foram detectadas. Esses pixels estão representados pela cor branca na figura 5.

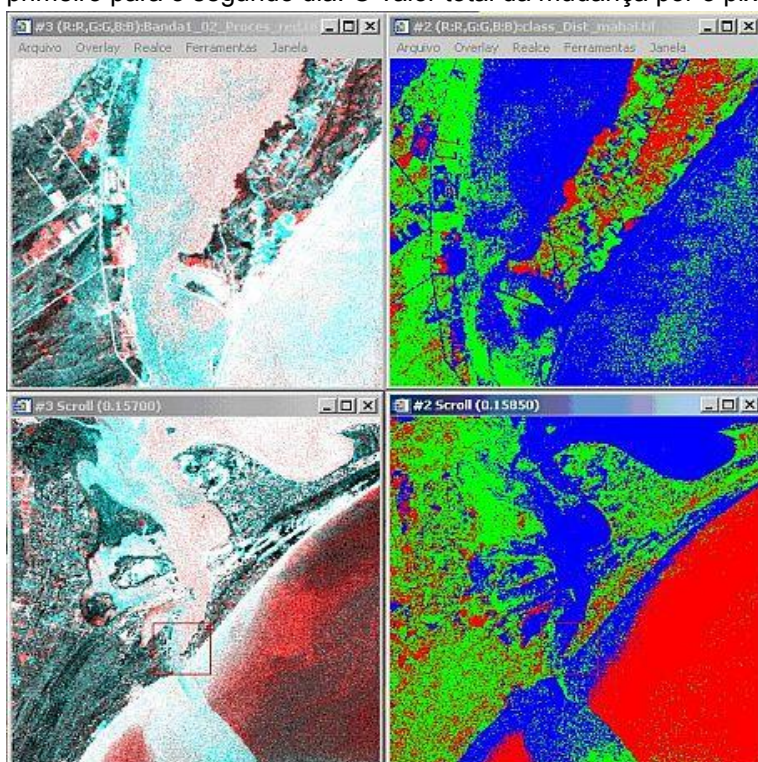


Figura 4: Composição formada pela banda 1 (6 de julho de 1987) nas cores verde e azul e a banda 1 de 12 (novembro de 2002) no vermelho e a classificação por distância de Mahalanobis, que melhor representou a composição.

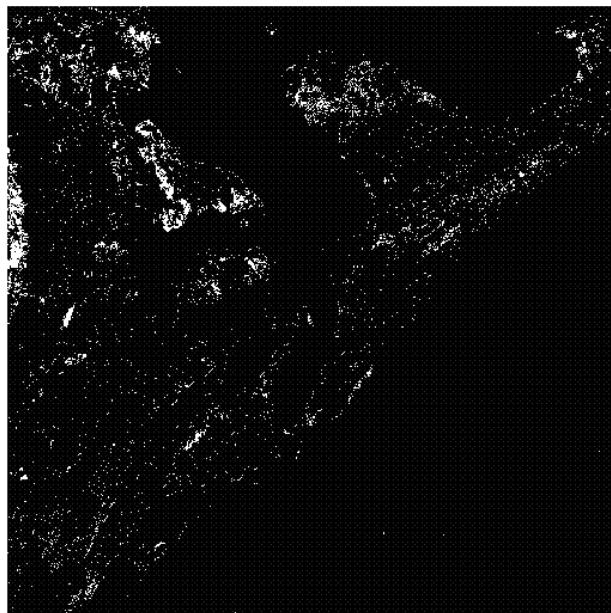


Figura 5: Imagem binária formada pelo método de análise dos vetores espectrais

5 Conclusões

Os métodos utilizados se mostraram eficientes para detecção de mudança. Em todas as imagens produzidas é possível observar as mudanças que ocorreram e as três técnicas mostraram coerência na detecção.

Como o enfoque desse trabalho está nas áreas de interface água e terra, e que as mudanças que podem ocorrer nesses locais são somente duas, os métodos de detecção de mudança temporal usando uma função de inserção na memória e composição de imagens multi-datas podem nos indicar o tipo de mudança que ocorreu: ou erosão e ou deposição sedimentar.

No método de análise de vetores de mudanças espectrais, a imagem binária formada pode ajudar o usuário a se concentrar somente nas áreas onde as mudanças foram detectadas, porém um estudo mais específico deve ser executado para saber que tipo de mudança ocorreu em cada pixel.

6 Referências Bibliográficas

- Jensen, J. R. *Introductory Digital Image Processing – A Remote Sensing Perspective*. Prentice Hall, 1996.
- Dillenburg, S. R.; Esteves, L. S. & Tomazelli, L. J. *A critical evaluation of coastal erosion in Rio Grande do Sul, Southern Brazil*. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Vol.76, nº3. Rio de Janeiro. Set. 2004.
- Hartmann, C. & Scheitini, C. A. F. *Aspectos hidrológicos na desembocadura da Laguna dos Patos, RS*. Revista Brasileira de Geociências. Volume 21, 1991.
- Lorena, R. B. *Espacialização da dinâmica do uso da terra em porção da Amazônia Ocidental (Acre), através de técnica de detecção de mudanças*. 92p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2001.
- Silva, P. G. *Detecção de mudanças em áreas de Florestas Tropicais sob exploração madeireira através da técnica análise do Vetor de Mudança*. 120p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2003.
- Santos, R. J., Francisco D. M., Paulo M. L. Alencastro, G. *Integração de imagens LANDSAT/ETM+ e CBERS-2/CCD para detecção de mudanças em área da Amazônia sob domínio da floresta de transição*. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2005.