

## **Rotação Espectral Controlada como alternativa em Análise por Componentes Principais para detecção de mudanças em região do semi-árido.**

Francisco Darío Maldonado<sup>1, 2</sup>  
João Roberto dos Santos<sup>1</sup>  
Vitor Celso de Carvalho<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Av. dos Astronautas, 1758 12.201-970 São José dos Campos – SP.  
{ francis, jroberto, vitor@ltid.inpe.br } .

<sup>2</sup> Universidad Nacional de San Juan – UNSJ  
Laprida 1130(o) CP 2400–San Juan, Argentina.

### **Abstract**

At the Brazilian semi-arid region, the pressure of human occupation changes is shown by non-sustainable land use forms. The multi-temporal analysis of changes from the Caatinga Land Cover, provides sufficient information about the dynamics of this typical land use. Within this frame, the Principal Component Analysis (PCA) and one alternative was applied in combination with field survey data, which permitted to estimate point samples of new recovery / degradation. The selected area for this study is located at the central-southern semi-arid section of Pernambuco State, NE Brazil. It covers an area of about 190 km<sup>2</sup> and is located between geographical coordinates 8° 00' S and 8° 07' S latitude and 39° 45' and 39° 53' W. Based on the analysis of the results and errors in a confusion matrix, an alternative PCA method was proposed. This method is based on the rotative analogy of the PCA transformation, where a smaller angle of rotation was applied.

**Keywords:** caatinga, remote sensing, principal components analysis, change detection, land use, land cover, semi-arid region.

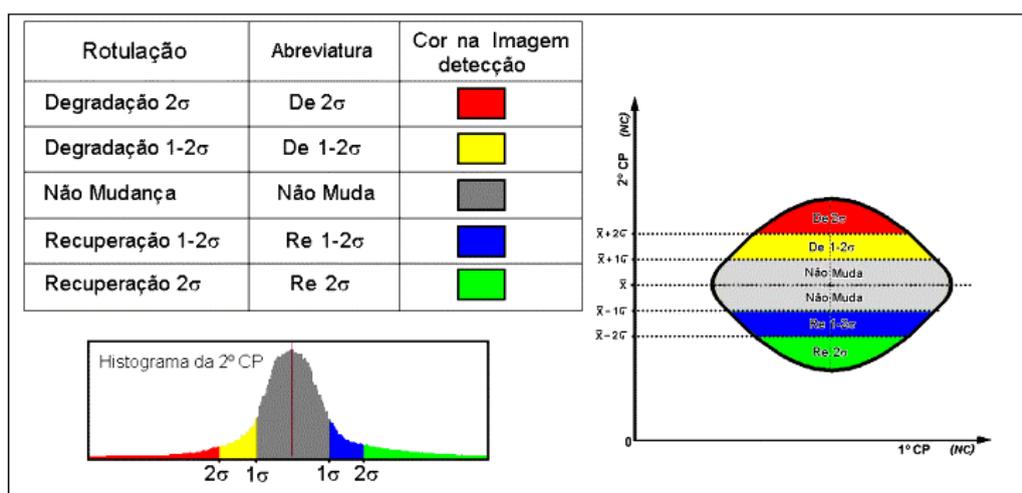
### **1 Introdução**

Uma das ferramentas mais importantes para o monitoramento das mudanças de cobertura e uso do solo é oriunda das imagens satelitárias. No caso de regiões semi-áridas, as condições climática, edáfica e de degradação da paisagem tem importante influência na resposta espectro-textural da cobertura e uso do solo, quando observados em dados sensorizados. Técnicas mais apuradas no tratamento de dados de satélite têm merecido maior atenção, sobretudo quando se trabalha com uma diversidade de fácies, como é o caso da caatinga, que reflete variações intrínsecas do próprio local onde se apresentam. Uma das técnicas que tem apresentado adequado desempenho é a Análise de Principais Componentes - ACP segundo Chavez e McKinnon (1994), Easman e Fulk (1993), na tarefa de avaliar o grau de modificação, provocado pela ação humana, na paisagem de domínio da caatinga segundo Maldonado et al., (*in press*). Neste contexto, no avanço do conhecimento até então adquirido, este trabalho tem como objetivo efetuar a avaliação descritiva acerca de uma

rotação espectral controlada, como alternativa à análise de componentes principais, para subsidiar procedimentos de detecção de mudanças, em região do semi-árido brasileiro. A área de estudo compreende uma superfície de 190,37 Km<sup>2</sup>, entre as coordenadas 8° 00' - 8° 07'S e 39° 45' - 39° 53'W, localizada na porção central do semiárido brasileiro, estado de Pernambuco. A região apresenta uma homogeneidade térmica, em torno de 27 °C, mas com grande variabilidade interanual de chuvas, com valores de 600 mm concentrados em época úmida e 7 a 8 meses de estação seca, com precipitação zero. Apresenta solos pedregosos, ricos em sílica e argilas, porém pobres em nutrientes, onde se desenvolve uma vegetação estépica arbustiva-arbórea esparsa e baixa, segundo Sobrinho (1986). O presente trabalho contempla a otimização do método de Análise por Componente Principais através do controle do ângulo de rotação.

## 2 Material e Métodos

O procedimento de análise da dinâmica de cobertura e uso do solo tem utilizado imagens digitais TM/Landsat (órbita 217/66), de duas datas num intervalo de 12 anos. Cartas topográficas, dados pluviométricos, carta dos tipos estruturais da vegetação e extensivo trabalho de campo, conforme relatado em Maldonado (1999) e Maldonado et al., (*in press*), têm suportado a análise de detecção de mudanças da paisagem local. Inicialmente, o procedimento metodológico constou da aplicação da Análise por Componentes Principais nas imagens multitemporais TM/Landsat, numa faixa espectral (banda TM 3), com as fases de fatiamento, rotação da 2ª componente (Figura 1), geração de imagem detecção e cálculo de desempenho do mapeamento. Baseado no ângulo de rotação resultante da ACP foram determinadas novas rotações controladas, com variações empíricas para ângulos menores e maiores e, posteriormente, está em andamento, o desenvolvimento complementar de um programa para cálculo e análise comparativa do(s) novo(s) índice(s) de exatidão, razão da existência de imagens-detecção das diferentes rotações executadas, sendo escolhida por testes estatísticos, aquela de melhor desempenho.

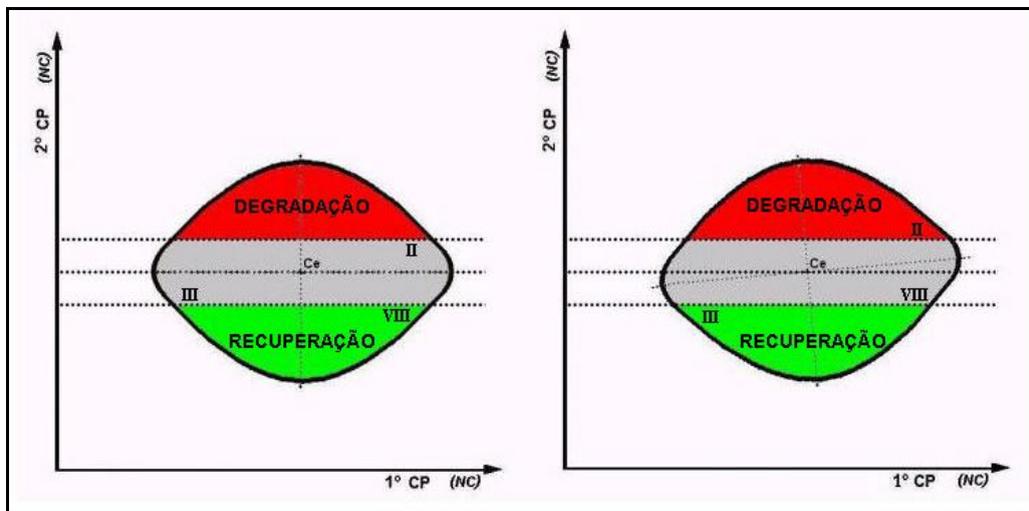


**Fig. 1.** Diagrama ilustrando o fatiamento e rotação da 2ª componente.

Fonte: Maldonado (1999)

### 3 Resultados e considerações finais.

Depois de se obter a imagem de detecção foram analisadas duas classes de degradação, duas de recuperação e uma outra de não-mudança, as quais foram investigadas de acordo com critérios de forma, padrão e relações de contexto. A caracterização dessa análise foi baseada em 73 pontos de campo, com 20 desses referentes a coleta de parâmetros fisionômico-estruturais da vegetação de caatinga, através de transectos, conforme descritos em Maldonado (1999). O uso conjunto de observações pontuais e aquelas de descrições fitossociológicas permitiram construir uma matriz de confusão, para determinar o desempenho para a estratificação de mudanças geradas pela imagem de detecção. A ACP mostrou uma coincidência temática de 68% entre a imagem de detecção e as observações de campo, sendo: recuperação 1-2 $\sigma$  (32%), degradação 1-2 $\sigma$  (22%) e o percentual restante (46%), como classe de não-mudança. Na análise dessa matriz foram identificados os erros mais frequentes, conforme o esquema da Figura 2a, assim descritos: *degradação em caatingas abertas* discriminadas como *não-mudança* (erro tipo II); *recuperação em áreas de caatinga densa* discriminadas como *não-mudança* (erro tipo III); *não-mudança em caatingas abertas* discriminadas como *recuperação* (erro tipo VIII). As classes de elevada recuperação (Re 2 $\sigma$ ), associada com atividades agrícolas e de elevada degradação (De 2 $\sigma$ ), correspondente às áreas de caatinga herbácea-arbustiva rala (associada historicamente pelo impacto extensivo de atividades humanas), foram significativamente discriminadas, com um desempenho próximo a 90%.



**Fig. 2.** Esquema de erros de detecção (a), diagramados sobre a nuvem de pontos da ACP e rotação proposta (b) em análise da paisagem do semi-árido brasileiro.

A partir desse estudo sinóptico da paisagem e suas mudanças características ocorridas nesta área do semi-árido pode-se propor uma modificação no método de ACP. Este procedimento deve considerar como resultante uma transformação análoga a transformação por componentes principais, contudo tendo um ângulo de rotação de menor grau, reduzindo a ocorrência de certos tipos de erros de detecção (Figura 2b), principalmente quando as características espectrais da paisagem são fortemente influenciadas pelas chuvas, mesmo em pequenos índices pluviométricos, como ocorre na região semi-árida. A simplicidade e

agilidade desse procedimento de rotação controlada oferece a possibilidade de otimizar os resultados da detecção mediante um software de iteração automática que obtenha o resultado ótimo da comparação com os dados obtidos em campo. Novas abordagens no tratamento digital de imagens estão em desenvolvimento de forma a explorar mais detalhadamente os dados sensorizados em estudos da paisagem estépica.

### **Referências bibliográficas**

- Chavez, P.S., McKinnon, D.J. 1994. *Automatic detection of vegetation changes in Southwest United States using remotely sensed images*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v.60, n.5, p.571-583, Maio 1994.
- Eastman, J.R., Fulk, M. 1993. *Long sequence time series evaluation using standardized principal components*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, v.59, n.6, p.991-996, 1993.
- Maldonado, F.D.. **Análise por componentes principais (ACP) na caracterização da dinâmica do uso da terra em área do semi-árido brasileiro: Quixaba – PE. Brasil.** São José dos Campos, INPE. (Dissertação de mestrado em Sensoriamento Remoto - INPE). PI(INPE-7180-TD/680).116 p. , 1999.
- Maldonado, F.D; Santos, J. R., Carvalho, V. C.. Land Use Dynamics in The Semi-arid region of Brazil (Quixaba – PE): Characterization by Principal Components Analysis (PCA). **International Journal of Remote Sensing**. (*in press*)
- Sobrinho, J. V. 1986. *O Grave problema ecológico da desertificação*. Estudos Nordestinos de Meio Ambiente. Recife: Massangana ed. p.128-146.