

## Utilização de análise por componentes principais (ACP) no diagnóstico das alterações da cobertura vegetal densa na bacia do rio Natuba - PE

Sara Fernandes de Souza, Mestranda do programa de Pós-graduação em Geografia – UFPE, sarinhafs@hotmail.com

Cristiana Coutinho Duarte, Mestranda do programa de Pós-graduação em Geografia – UFPE, crisdat@hotmail.com

Maria do Socorro Bezerra de Araújo, Prof. Dr. do Departamento de Geografia – UFPE, socorroaraujo@pq.cnpq.br

Josiclêda Domiciano Galvêncio, Prof. Dr. do Departamento de Geografia – UFPE, josiclea@hotmail.com

**Abstract.** Use of remote sensing and geoprocessing techniques in environmental analysis has become very frequent. Regarding land-use and vegetation cover there has been a sensible contribution towards increased velocity, efficiency and reliability of data analysis of the several studied objects. The aim of this study was analyze changes in land-use in the watershed Natuba river, State of Pernambuco, using PCA (Principal Components Analysis) technique. This technique is a statistical method which may be easily applied to establish correlations amongst satellite images. Digital format TM Landsat 5 images were used, from orbit 214, point 66 from July 10, 1989 and August 28, 2007. The vegetation cover increased 5,33% between 1989 to 2007 period. These changes occurred because the increase of the vegetation density in areas already covered and by the expansion of agriculture in areas previously uncovered. PCA has provided good results on evaluation of changes in vegetation cover, permitting its quantification and seasonal analysis.

**Palavras-chave:** remote sensing, Northeastern Brazil, vegetal cover, sensoriamento remoto, Nordeste do Brasil, cobertura vegetal.

### 1.0. Introdução

O uso do solo requer cuidados essenciais no seu manuseio, uma vez que essas características, somadas à intensa atividade humana, originam uma região com solos altamente susceptíveis à erosão (BERTONI e NETO, 1990).

O monitoramento e análise dos impactos do uso da terra sobre as regiões naturais são de primordial importância para que se possa gerar um planejamento aplicável às áreas afetadas. O sensoriamento remoto é de fundamental importância nos estudos sobre o uso da terra, pois oferece viabilidade e agilidade nos dados adquiridos pelas imagens de satélite (GOMES e MALDONADO, 1998). A utilização de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento em análises ambientais têm se tornado uma prática cada vez mais freqüente. Há na literatura um vasto número de trabalhos que utilizam à aplicação de dados orbitais na caracterização do uso da terra: Rosendo e Rosa (2007) estudaram a detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal; Franco *et al.* (2007) utilizaram imagens landsat-5 para estudo de degradação ambiental no nordeste brasileiro; Barbalho *et al.* (2007) estudaram o uso da terra a partir de imagens landsat-5 em região sub-úmida no centro-oeste brasileiro; Maldonado *et al.* (2001) aplicaram análise por componentes principais para detecção de mudanças em região do semi-árido. Em relação ao uso da terra e da cobertura vegetal, há uma contribuição de modo expressivo para a rapidez, eficiência e confiabilidade dos dados das análises dos diversos processos de modificação dos objetos estudados (ROSENDO e ROSA, 2007). Contudo, apesar de ser um método rápido, viável e de grande importância ao monitoramento ambiental, torna-se essencial um processamento digital de imagens para que seus dados sejam utilizados com maior precisão. Portanto, varias métodos

estatísticos e matemáticos são direcionados para aplicação com sensoriamento remoto, entre eles, a análise por componentes principais (ACP), que é um método estatístico que pode ser usado facilmente para fazer correlações entre imagens de satélite.

Segundo Centeno (2004), o sensoriamento remoto utiliza bandas espectralmente próximas e altamente correlacionadas entre si. Por isso, parte da informação contida em um conjunto de bandas pode ser redundante. A partir disso o método de análise por componentes principais elimina essa repetição de dados resumindo as informações de interesse em um conjunto menor. A análise por componentes principais que também é conhecida como transformação por principais componentes, ou ainda como transformada de *Karhunen-Loeve*, é considerada uma das funções mais poderosa de processamento de imagens em relação à manipulação de dados multitemporais (CROSTA, 1992). A principal função da ACP é determinar a extensão da correlação existente entre as bandas e, através de uma transformação matemática apropriada, remover a correlação existente entre as bandas. Assim, a ACP é aplicada da seguinte forma: um conjunto de N imagens de entrada, depois de processadas pela ACP, vai produzir um outro conjunto de N imagens de saída com nenhuma correlação entre si. O primeiro conjunto de saída será chamado de primeira componente principal ou CP1, o segundo conjunto de saída será chamado de CP2, o terceiro, de CP3, e assim por diante. A primeira componente principal ou CP1 irá conter a informação que é comum a todas as bandas N originais. A CP2 conterà a feição espectral mais significativa do conjunto. As CPs seguintes conterão feições espectrais cada vez menos significantes, até a última CP, que conterà a informação que sobrar, ou seja, a menos significativa (CROSTA, 1992). Para a aplicação da ACP não há necessidade da utilização de um conjunto com todas as bandas da imagem, podendo-se selecionar e compor apenas as bandas de interesse para o objeto da pesquisa, que no referido trabalho se resume às bandas que melhor expressam as respostas dos alvos solo e vegetação. Portanto, nos estudos de detecção de mudanças, pode-se desenvolver a aplicação do método somente com duas imagens de duas datas diferentes, na mesma faixa espectral. Desta forma, a CP1 possuirá as informações comuns entre as bandas, que em geral diminui à medida que a o período de tempo entre as imagens aumenta. A CP2 terá a expressão das mudanças ocorridas de uma data para outra, sendo assim, o conjunto de componentes de maior importância para análise de mudanças na cobertura do terreno (MALDONADO, 1999).

O objetivo desse estudo foi analisar mudanças ocorridas no uso da terra na bacia do rio Natuba – PE, utilizando Análise Por Componentes Principais (ACP). Os resultados gerados poderão subsidiar um planejamento mais adequado do uso da terra local.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Localização e caracterização da área de estudo**

A bacia do rio Natuba localiza-se na zona da mata centro do estado de Pernambuco, abrangendo parte dos municípios de Vitória de Santo Antão e Pombos, situando-se ao norte com a margem direita do rio Tapacurá e ao sul com o município de Vitória de Santo Antão (Figura 1).

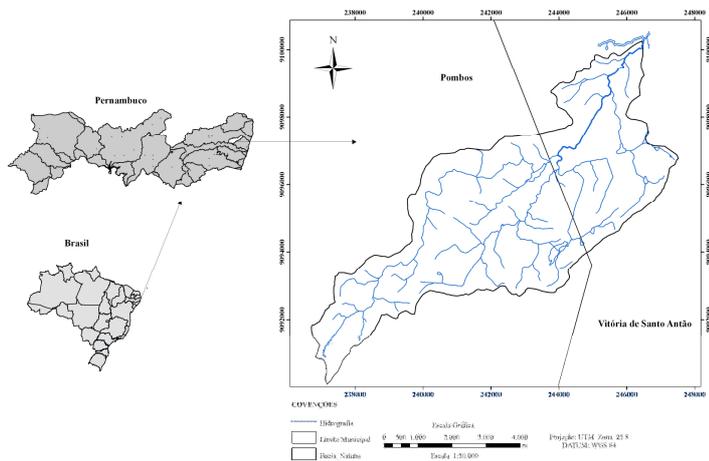


Figura 1. Mapa de Localização da área de Estudo.

De acordo com os dados pluviométricos dos postos de Vitória de Santo Antão e Engenho Serra Grande a área apresenta uma precipitação média anual entre 1.008 mm e 1395 mm e o período chuvoso nos meses de março a julho, ou seja, chuvas de outono-inverno, concentrando-se nessa temporada em torno de 70% da precipitação média anual (LAMEPE 1994 *apud* Braga 1998). A vegetação da sub-bacia do Rio Natuba apresenta-se com áreas de remanescentes de mata atlântica denominado de Mata do Ronda e situado ao norte e sul do município de Pombos, e áreas de Caatinga encontradas nas escarpas da Serra das Russas, ao oeste da cidade de Pombos (BRAGA, 2005). De acordo com os dados do Zape (2001) o Rio Natuba é representado originalmente por uma vegetação de Floresta Estacional Semidecidual. De acordo (ZAPE, 2001), os principais tipos de solos ocorrentes na bacia do Natuba são o Latossolo Amarelo, Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho e o Gleissolo.

## 2.2. Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento do referido estudo, foram utilizadas imagens *Landsat – 5 TM* em formato digital, órbita 214, ponto 66 de 10 de julho de 1989 e 29 de agosto de 2007. Foram escolhidas essas imagens por terem sido as que possuíam as melhores condições de visibilidade, visto que a imagem de 1989 obtinha em torno de 5% de áreas de nuvens e sombras e a imagem de 2007 com visibilidade total, ou seja, com área totalmente limpa de interferências de nuvem e sombra, (Figura 2).

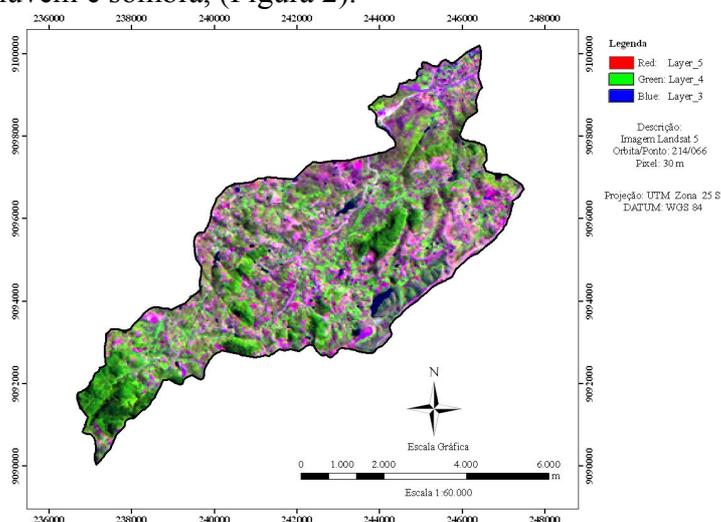


Figura 2. Recorte da imagem 214.66 da bacia do rio Natuba.

O programa utilizado para o processamento digital foi o *ERDAS IMAGE 9.1* (VERSÃO DEMONSTRATIVA), o qual executou as seguintes funções: Empilhamento das bandas correspondentes; Reprojeção das imagens; Recorte da área de estudo; Registro das imagens; Mask (retirada de nuvens); Aplicação da Análise por Componentes Principais; Classificação das imagens. Para a confecção dos mapas e registro das imagens utilizou-se o programa *ARC GIS 9.1*, disponível no Observatório do Departamento de Ciências Geográficas. Foi utilizado o método de Análise por Componentes Principais (ACP) para o processamento dos dados digitais. As imagens foram reprojetadas para as coordenadas *UTM WGS 84 South* – zona 25. Esse processo de reprojeção foi executado pelo módulo *Data Preparation* na função *Reproject Images* do programa *ERDAS IMAGE 9.1*. Em seguida as imagens foram registradas através de um vetor de pontos de GPS no programa *ARC GIS 9.1* na extensão *Georeferencing* e ferramenta *Add Control Point* que tem como função o georreferenciamento da imagem por vetor, e por fim na ferramenta *Rectify* criou-se um novo arquivo para salvar cada nova imagem registrada.

A próxima etapa foi a aplicação da ACP para identificar a cobertura vegetal e para identificar as mudanças ocorridas entre os períodos 1989 e 2007.

## **2.2. Identificação da cobertura vegetal em cada imagem composta**

Para a aplicação da ACP foi necessário primeiramente o empilhamento das imagens das bandas selecionadas. Esse empilhamento foi feito através da sobreposição das imagens das bandas 3 e 4, assim produzindo uma imagem. O empilhamento foi efetuado no módulo *Image Interpreter*, com as funções *Utilities* e *Layer Stack*. Em seguida, foi efetuado o recorte da área de estudo, com os seguintes procedimentos: A *shap* da área da bacia do rio Natuba foi sobreposto sobre cada imagem composta, separadamente, e depois efetuado o recorte. Esse processo foi gerado no módulo *Data Preparation* na função *Subset Image*. Antes de efetuar o processamento da Análise de componentes principais, foi necessário gerar uma máscara na imagem de 1989 devido a presença de nuvens e sombras. Esse processo retira os referidos alvos da imagem e é necessário porque eles produzem alteração nos resultados gerados pela CP2, pois as nuvens e sombras são interpretados pelo *software* como vegetação densa, assim interferindo nos resultados dados. A *Mask* foi executada no módulo *Interpreter* na função *Utilities* e *Mask*.

As imagens compostas de cada sensor foram processadas no módulo *Image Interpreter* e funções *Spectral Enhancement* e *Principal Components* para fazer correlações entre as bandas de cada imagem. A primeira correlação resultou numa imagem contendo as informações comuns entre as bandas da imagem composta, que foi denominada de primeira componente principal ou CP1. A segunda correlação resultou numa imagem contendo as informações distintas entre as bandas da imagem composta, que foi denominada segunda componente principal ou CP2. Somente são utilizadas as CP2 de cada imagem para análise da cobertura vegetal existente, pois são nelas onde estão contidas as informações não correlacionadas entre as bandas.

Para identificar a quantidade de cobertura vegetal densa apresentada pelas imagens CP2 de cada período, foi efetuada uma divisão das imagens em três classes, executada pelo módulo *Data Preparation* na função *Unsupervised Classification*. A terceira classe é a que representa a vegetação densa. A partir dessa classificação pôde ser determinada a porcentagem de vegetação existente na CP2 de 1989 e na CP2 de 2007.

## **3.0. Resultados e Discussão**

A área de estudo encontra-se em uma zona de transição entre a mata pernambucana e o agreste, assim apresentando características mais úmidas ao leste e mais secas ao oeste da região. As imagens analisadas possuem diferença de aproximadamente de dois meses

sazonais (10/07/1989 e 29/08/2007), contudo suas respostas são válidas, pois segundo Braga (2003) a cobertura vegetal possui um tempo de resposta temporal de um mês, para as regiões semi-áridas do Nordeste (vegetação de caatinga) e de dois meses para as áreas no oeste e a costa leste da região Nordeste (vegetação de floresta perenifólia, de cerrado e de elemento de cerrado). Assim para a área de estudo identificou-se a ocorrência da resposta da vegetação mediante a precipitação para dois meses.

As Figuras 3 e 4 apresentam a variação da precipitação média mensal do posto pluviométrico de Vitória de Santo Antão para o ano de 1989 e 2007. Escolheu-se usar os dados desse posto devido a sua homogeneidade com a bacia do rio Natuba. Observam-se duas estações climáticas bem definidas, uma entre março a agosto (período chuvoso) e outra entre setembro a fevereiro (período seco). No período chuvoso o pico de precipitação ocorre no mês de julho para o ano de 1989 e em junho para o ano de 2007. Os resultados da precipitação apresentados nas Figuras 3 e 4 confirmam a boa escolha das imagens trabalhadas, pois as mesmas encontram-se em épocas próximas ao final do período úmido, dessa forma já apresentando alta capacidade de resposta da cobertura vegetal às precipitações ocorridas, gerando resultados favoráveis a aplicação da ACP, pois segundo Carvalho (1986) a época úmida é considerada a mais apropriada para discriminação entre solo exposto e vegetação, uma vez que nesse período a cobertura vegetativa da terra se apresenta com elevado potencial de reflectância, dessa forma havendo boa distinção entre o solo e a vegetação.

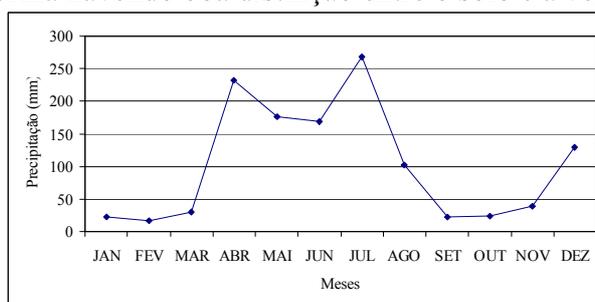


Figura. 3: Precipitação de 1989. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

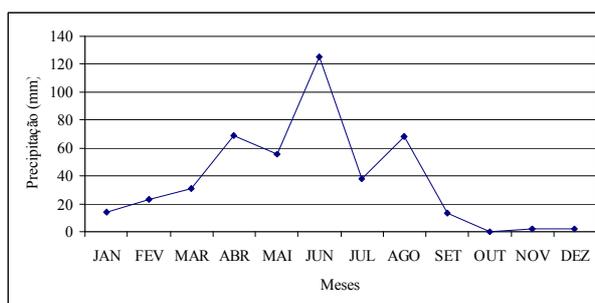


Figura. 4: Precipitação de 2007. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

A Figura 5 é representada pela CP2 da imagem de 1989 que indica a quantidade de vegetação densa existente nesse período. A CP2 de 1989 foi classificada em três classes distintas. A primeira identificou-se como área não classificada que se destina aos espaços que não possui vegetação densa, as quais obtiveram 67,64% do total da bacia; a segunda classe corresponde às áreas de nuvem e sombra que representaram 4,24%; e a terceira indicou as áreas de cobertura vegetal densa com 28,12% que se apresenta em sua maior parte de forma concentrada em vários pontos da imagem, representando as terras de cultivo de cana-de-açúcar (a região possuía nessa época engenhos de produção de cana-de-açúcar, como o Engenho Serra Grande localizado no Alto Natuba e outros próximos à bacia, como o Engenho Cachoeirinha e o Engenho Sítio) e de matas nativas.

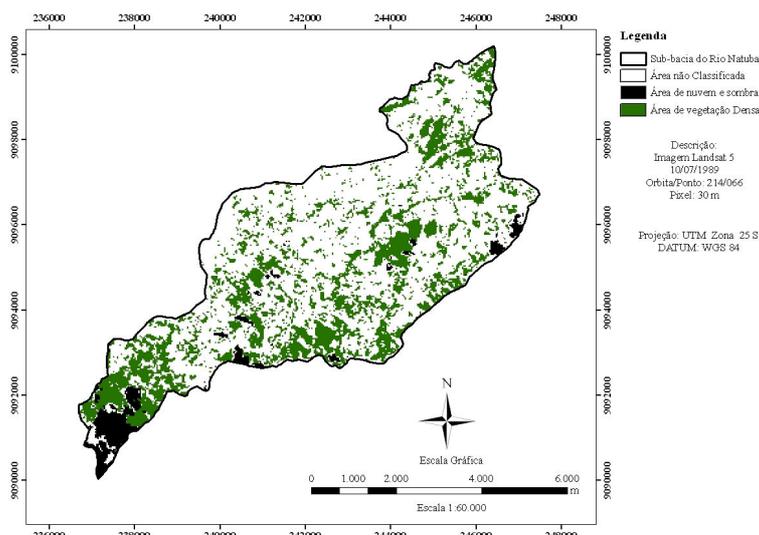


Figura 5. Mapa de vegetação densa da bacia do rio Natuba, obtido da imagem de 1989.

A CP2 da imagem de 2007 é representada pela Figura 6 que mostra a cobertura vegetal densa deste período indicada por 33,45% do total da região. A CP2 de 2007 possui um aumento de 5,33% em relação a CP2 de 1989. É perceptível que a cobertura vegetal de 2007 se apresenta mais concentrada, ou seja, houve o aumento das áreas já vegetadas, identificadas em 1989, e pouco aparecimento de novas áreas verdes. Desta forma, esse crescimento da vegetação concentrado nessas áreas pode estar provavelmente relacionado com as atividades econômicas locais ligadas ao uso da terra (agricultura, pecuária, silvicultura) e ao surgimento de áreas de reserva ambiental.

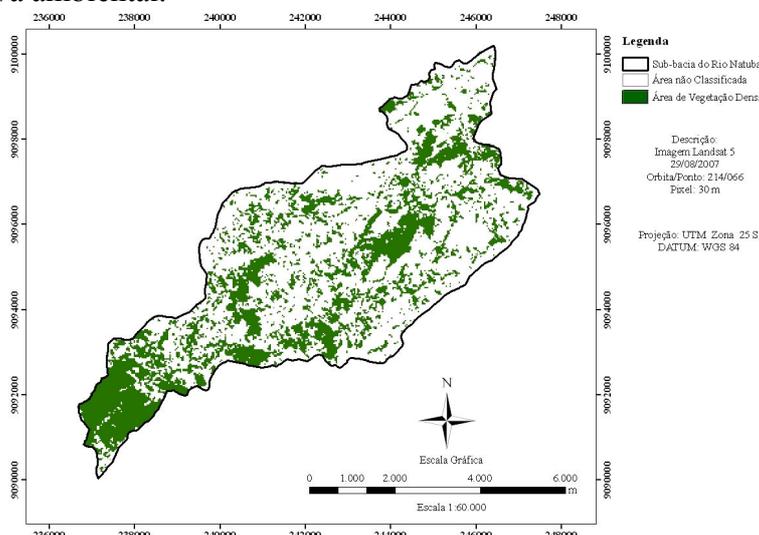


Figura 6. Mapa de vegetação densa da bacia do rio Natuba, obtido da imagem de 2007.

A Figura 7 mostra que os anos de 1989 e 2007 apresentam praticamente o mesmo período chuvoso, com exceção de um evento isolado em dezembro de 1989. No geral o ano de 1989 obteve uma precipitação mais intensa que 2007 durante a época chuvosa. Diante disso, é fato que a precipitação não influenciou nos resultados da CP2 de 2007.

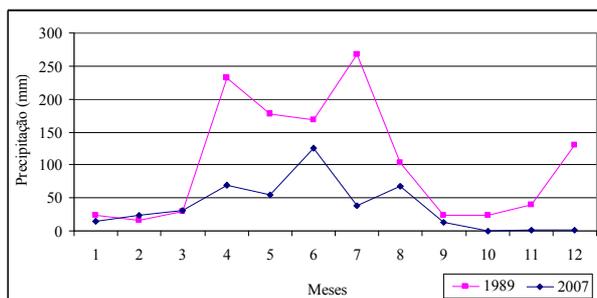


Figura 7. Precipitação de 1989 e 2007. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

Outros fatores também estão relacionados a esse aumento de cobertura vegetal durante esse período de dezoito anos, os quais foram: a implantação de áreas de reservas ambientais, como a Mata do Ronda localizada no Alto Natuba que possui um remanescente de Mata Atlântica considerado de grande importância biológica pelo Atlas da Biodiversidade de Pernambuco, (PERNAMBUCO, 2002); o aumento da agricultura familiar, proveniente da criação de três assentamentos implantados pelo INCRA denominados de Chico Mendes, Divina Graça e Serra Grande, e que incluem 240 famílias; o desenvolvimento da agricultura em toda a área da bacia, com crescimento da produção de hortaliças (cultivo orgânico e convencional), mas principalmente na região do baixo Natuba que se tornou uma área de grande cultivo que abastece praticamente 60% do mercado da região metropolitana do Recife – PE, (Figura 8).

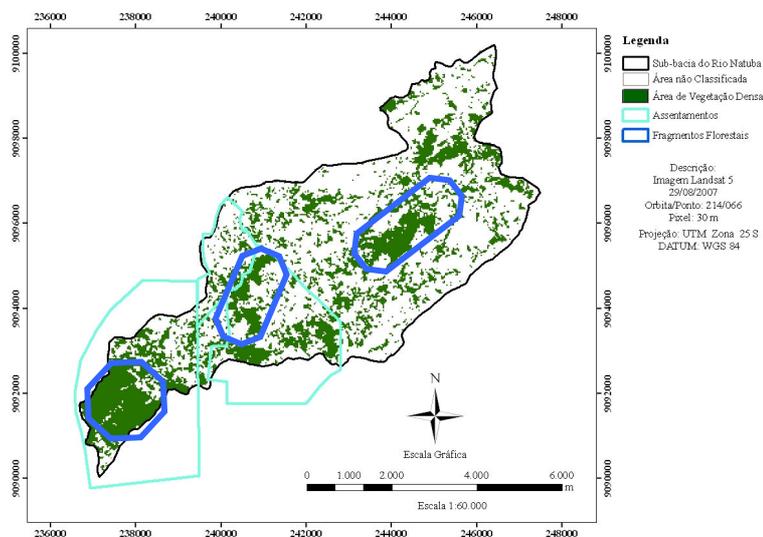


Figura 8. Mapa de vegetação densa da bacia do rio Natuba de 2007 com assentamentos e fragmentos florestais demarcados.

#### 4.0. Conclusões

Houve aumento de 5,33% da cobertura vegetal da bacia do rio Natuba, entre o período de 1989 a 2007. Essas mudanças ocorreram em maior parte com a expansão e adensamento de áreas de matas nativas e também pelo avanço da agricultura na região atualmente.

A Análise por Componentes Principais mostrou-se um bom método para identificar a cobertura vegetal densa e avaliar mudanças na cobertura da terra, utilizando imagens do satélite Landsat, permitindo desta forma sua quantificação e análise sazonal.

Contudo, para explicar as mudanças ainda é preciso recorrer à outros tipos de estudo, que expliquem os fatores que as condicionaram: tipo de ocupação, criação de reservas florestais, entre outros.

## Referências Bibliográficas

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 16 de novembro de 2008.
- BARBALHO, M.G. da S.; BARBALHO, F.G.; ARAÚJO, M.A. de; FERREIRA, R.A.F. Análise Temporal do uso da terra no município de Cristalino-GO a partir da utilização de imagens Landsat-5TM. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Florianópolis, INPE. 2007.
- BERTONI, J.; NETO, F.L. 1990. **Conservação do Solo**. Editora: Ícone. São Paulo. 355p.
- BRAGA, C. C. et. al. Tempo de resposta da vegetação às variabilidades sazonais da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.11, n.1, p.149-157, 2003.
- BRAGA, R. A. P. *et al.* Gerenciamento Ambiental da Bacia do Tapacurá: Sub – Bacia do Rio Natuba. 1998. Artigo. **GRH – DECIV – UFPE**, Recife – PE.
- BRAGA, R. A. P. **Carta Consulta ao PROMATA – Projeto: Recuperação e Produção Agroflorestal no Assentamento de Ronda – Pombos**. Sociedade Nordestina de Ecologia. Recife 2005. 22p.
- CARVALHO, V.C. 1986. **Structure e dynamique de la vegetation en milieu tropical semi-aride. La Caatinga de Quixaba (Pernambouc, Brèsil): duterrain à l’analyse des donnèes MSS/LANDSAT**. Thèse e Doctorat de l’Université de Toulouse II – Le Mirail, Toulouse. 322p. (INPE-4049-RPE/524).
- CENTENO, J.A.S. 2004. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Curitiba: Ed. Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná. 219p.
- CROSTA, A.P. 1992. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas – SP: IG /UNICAMP. 170p.
- FRANCO, E.S.; LIRA, V.M. de; FARIAS, M.S.S. de; PORDEUS, R.V.; LIMA, V.L.A. de. 2007. Uso de imagens TM/Landsat-5 na identificação da degradação ambiental na microbacia hidrográfica em Boqueirão-PB. **Revista de geografia agrária**. v. 2, n. 3, p. 79-88.
- GOMES, A.R.; MALDONADO, F.D. 1998. Análise de Componentes Principais em Imagens Multitemporais TM/Landsat como Subsídio aos Estudos de Vulnerabilidade à Perda de Solo em Ambiente Semi-Árido. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Santos, INPE.
- MALDONADO, F.D. 1999. **Análise por Componentes Principais (ACP) na caracterização da dinâmica do uso da terra em área do semi-árido brasileiro: Quixaba-PE**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) INPE, São José dos Campos.
- MALDONADO, F.D.; SANTOS, J.R. do; CARVALHO, V.C. de C. 2001. Rotação espectral controlada como alternativa em Análise por Componentes Principais para detecção de mudanças em região do semi-árido. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Foz do Iguaçu, INPE.
- PERNAMBUCO. **Atlas da Biodiversidade de Pernambuco**. 2002.
- ROSENDO, J. dos S.; ROSA, R. Análise da detecção de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal utilizando a diferença de índices de vegetação. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais**. Florianópolis, INPE. 2007.
- ZAPE. **Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco** / Fernando Barreto Rodrigues e Silva.[*et al.*]. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária), 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos; no. 35). ZAPE Digital.