

Avaliação da cobertura vegetal densa na sub-bacia do rio Natuba no Estado de Pernambuco

Sara Fernandes de Souza¹

Maria do Socorro Bezerra de Araújo¹

¹Universidade Federal de Pernambuco – Avenida Acadêmico Hélio Ramos, SN 6º andar

Cidade Universitária – Recife/CEP: 50740-520, PE – Brasil

sara.ufpe@gmail.com

Abstract. Remote sensing is a mechanism that offers viability and agility in the data acquired by satellite images and are therefore of great importance in environmental monitoring. We evaluated the changes in vegetation cover in this watershed of the river Natuba (PE) by Principal Component Analysis (PCA), it is an efficient and simple statistical method to investigate correlations between satellite images. In the sampling were used Landsat 5 TM digital, orbit 214, point 66, July 10 (1989) and August 28 (2007). We concluded that between 1989 and 2007 there was an average increase of 5.82% of the vegetation in the watershed of river Natuba. Despite the 4.23% area not accounted due the presence of clouds and shadows, the area in the watershed of river Natuba still shows a considerable increase in dense vegetation.

Keywords: remote sensing, principal component analysis, image processing, environmental monitoring.

1. Introdução

A cobertura vegetal desempenha um papel indispensável à proteção e conservação dos solos pois é o fator, que isoladamente, mais influência a intensidade do processo erosivo, uma vez que age como uma capa protetora do solo contra a erosão (Bertoni e Neto, 1990) Assim, os solos tornam-se mais susceptíveis a erosão à medida que a cobertura vegetal é retirada (Centurion et al., 2001).

Dentre as técnicas para a avaliação de cobertura vegetal, o sensoriamento remoto, é atualmente de grande importância no monitoramento ambiental, pois oferece viabilidade e agilidade nos dados adquiridos pelas imagens de satélite (Gomes e Maldonado, 1998), uma vez que possui capacidade de gerar imagens com resoluções que permitem uma interpretação rápida e em detalhe dos objetos, espaço ou fenômenos analisados. Contudo é necessário o processamento digital das imagens para que seus dados sejam utilizados com maior precisão. Portanto, formas de processamento através de métodos estatísticos e matemáticos são direcionados para essa aplicação, entre eles, a análise por componentes principais. A análise por componentes principais (ACP) que também é conhecida como transformação por principais componentes, ou ainda como transformada de Karhunen-Loeve, é considerada como uma das funções mais poderosa de processamento de imagens em relação à manipulação de dados multitemporais. ACP é definida como um método estatístico que pode ser usado facilmente para fazer correlações entre imagens de satélite (Crosta, 1992).

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. Assim, o método de análise por componentes principais elimina essa repetição de dados, resumindo as informações que interessam em um conjunto menor de bandas a partir de combinações lineares das bandas originais, consistindo na geração de novas bandas, não correlacionadas (Sena et al., 2000).

A principal função da ACP é determinar a extensão da correlação existente entre as bandas e, através de uma transformação matemática apropriada, remover esta correlação. 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 conterá a feição espectral mais significativa do conjunto. As CPs seguintes conterão feições espectrais cada vez menos significativas, até a última CP, que conterá 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 imagens apenas as bandas de interesse para o objeto da pesquisa, que no referido trabalho se resume às bandas que melhor expressam as respostas da 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).

A área de estudo referente a pesquisa é a sub-bacia do rio Natuba, a qual apresenta como principal atividade econômica local a produção de hortaliças em larga escala, abastecendo o todo o Grande Recife e chegando a ser responsável por 60% do consumo de hortaliças na região. Essas características constituem-se em oportunidade para o desenvolvimento local, porém, trazem elementos de pressão e risco de degradação ambiental. Dessa forma, o objetivo deste trabalho é caracterizar e analisar as mudanças ocorridas na cobertura vegetal no período de dezoito anos, na sub-bacia do rio Natuba.

2. Materiais e Métodos

A sub-bacia do rio Natuba foi a área de estudo referente aplicação da técnica da ACP para a detecção de mudanças na cobertura vegetal. Optou-se por analisar toda a área, uma vez que a localização geográfica do Alto Natuba entre a Zona da Mata e o Agreste propicia imagens quase sempre carregadas de nuvens, assim não havendo possibilidade de analisá-la isoladamente, pois uma das imagens disponíveis, do ano de 1989, apresenta a interferência de nuvens e sombras. Para a avaliação da cobertura vegetal foi utilizada a técnica da Análise por Componentes Principais – ACP, segundo a metodologia descrita por Maldonado (1999). A ACP foi aplicada sobre a composição das bandas 3 e 4 de cada imagem para se obter a quantidade de vegetação densa existente na área. As bandas 3 e 4 foram escolhidas por apresentarem o menor e maior pico de reflectância para a vegetação densa e sadia.

2.1 Análise por componentes principais

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. Por serem do período chuvoso, a vegetação apresentou seu pico máximo de reflectância encontrando-se verde e sadia. A imagem de 1989 apresentou 4,23% de sua área com interferência de nuvens e sombras e a imagem de 2007 apresentou visibilidade total (Figura 1).

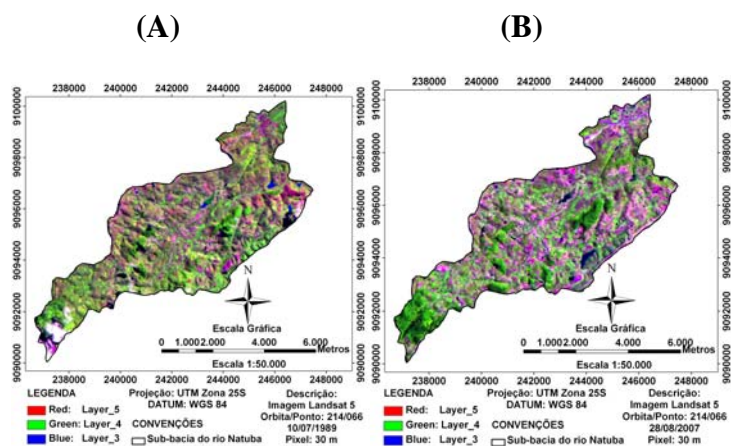


Figura 1 – Imagem (A) Landsat 5-TM 214.66 de 10/07/1989 com 4,23% de interferência de nuvens e sombras. Imagem (B) Landsat 5-TM 214.66 de 29/08/2007 com visibilidade total, da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco.

O *software* manipulado no processamento digital foi o *ERDAS IMAGE 9.1*, disponibilizado na versão demonstrativa, o qual executou as seguintes funções: empilhamento das bandas correspondentes; reprojeção das imagens; registro das imagens; recorte da área de estudo; mascaramento das nuvens; aplicação da análise por componentes principais; classificação das imagens. Para registro das imagens e a confecção dos mapas utilizou-se o *software ARC GIS 9.3*, disponível no Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco. As imagens tiveram suas bandas 3 e 4 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*. A seguir a imagem foi registrada através de um vetor de pontos de GPS no programa *ARC GIS 9.1* na extensão *Georeferencing*, ferramenta *Add Control Point*, a qual tem como função o georreferenciamento da imagem por vetor, e por fim na ferramenta *Rectify* criou-se um novo arquivo para salvar a nova imagem registrada.

2.1.1 Identificação da cobertura vegetal em cada imagem composta

Para a aplicação da ACP foi necessário primeiramente o empilhamento das imagens das bandas selecionadas. O empilhamento foi feito através da sobreposição das bandas 3 e 4 de cada data, produzindo assim sobreposição que gerou uma única imagem para 1989 e outra para 2007. O empilhamento foi efetuado no módulo *Image Interpreter*, nas funções *Utilities* e *Layer Stack*. Em seguida, foi efetuado o recorte da área de estudo, com os seguintes procedimentos: O mapa da área da bacia do rio Natuba foi sobreposto sobre a imagem e depois efetuado o recorte da sub-bacia do Alto Natuba. O recorte foi realizado no módulo *Data Preparation* na função *Subset Image*.

Para efetuar o processamento da análise de componentes principais, as imagens compostas de cada data 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 pela imagem 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.

2.2 Precipitação

Há duas estações climáticas bem definidas, uma de março a agosto (período chuvoso) e outra de setembro a fevereiro (período seco), na sub-bacia do rio Natuba, de acordo com a variação mensal da precipitação do posto pluviométrico de Vitória de Santo Antão para os anos de 1989 e 2007 (Figuras 2 e 3).

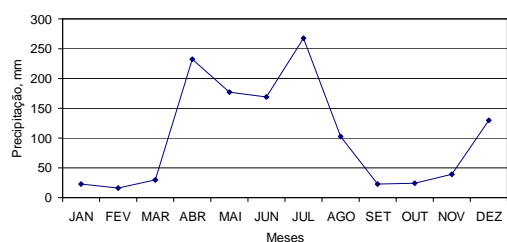


Figura 2 – Precipitação de 1989 da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

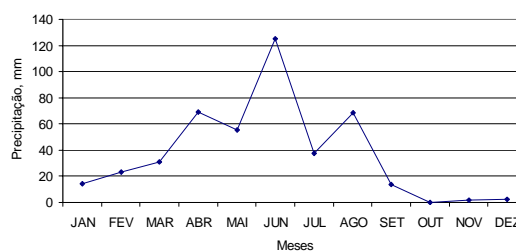


Figura 3 – Precipitação de 2007 da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco. Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA.

3. Resultados e Discussão

A resposta da vegetação na área é diretamente correlacionada com as precipitações ocorridas no período da passagem do satélite no início do mês de julho 1989 e do final do mês de agosto de 2007. A imagem processada é do período úmido, segundo Carvalho (1986) a época úmida é considerada a mais apropriada para discriminação entre solo exposto e vegetação. Nesse período a cobertura vegetal se apresenta com elevado potencial de reflectância, havendo boa distinção entre o solo e a vegetação.

A Figura 4 é representada pela CP2 da imagem de 1989 que indica a quantidade de vegetação densa existente nesse período classificada em duas classes distintas. A primeira identificou-se como área não classificada que se destina aos espaços que não possui vegetação densa e área de nuvens e sombras, que ocupou 71,85% do total da bacia; a segunda classe corresponde as áreas de cobertura vegetal densa com 28,15%, 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) e fragmentos florestais (Braga, 2001).

A Figura 5 apresenta a CP2 da imagem de 2007. Nota-se que a cobertura vegetal densa deste período foi de 33,97% do total da região. A vegetação densa aumentou em 5,82% entre

1989 a 2007. 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 ambientais, corroborando com os resultados apresentados por Silva, (2006), no estudo intitulado de onde uso e ocupação do solo em áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Natuba, afluente do Tapacurá – PE, onde foi diagnosticado que as principais atividades econômicas na área são a agricultura e pecuária e detecção de áreas de preservação de fragmentos florestais, 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).

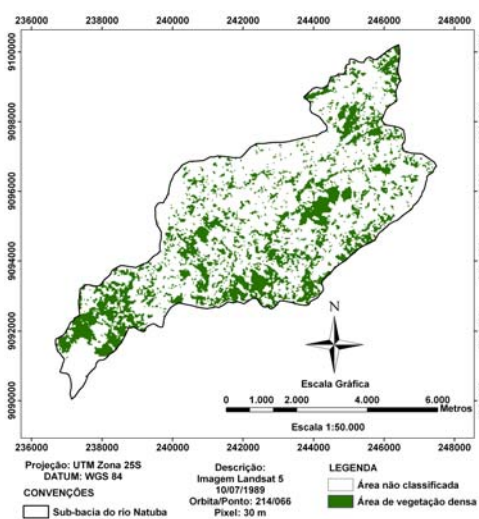


Figura 4 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 10/07/1989 da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco, resultante da ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

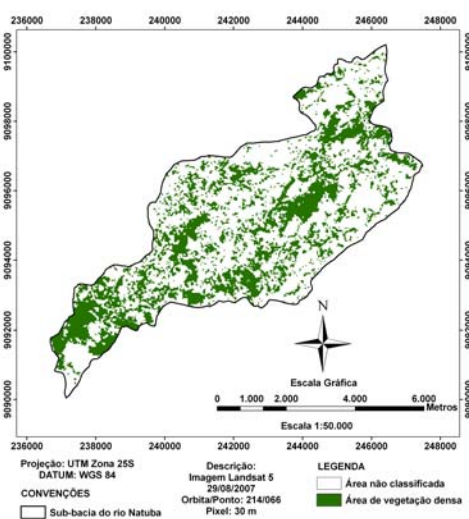


Figura 5 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 29/08/2007 da sub-bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco, resultante da ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

Outros fatores também estão relacionados a esse aumento de cobertura vegetal durante esse período de dezoito anos, tais como: 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 6).

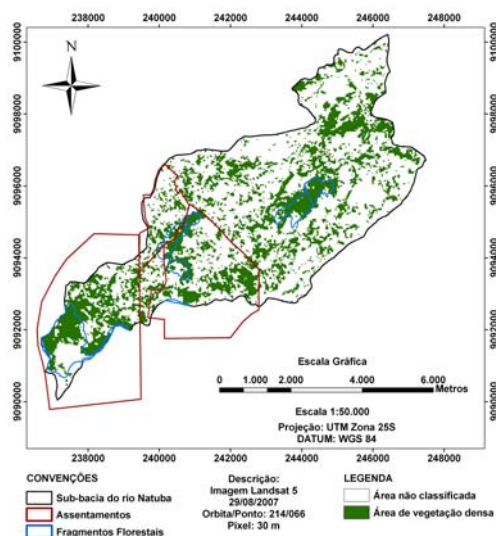


Figura 6 – Mapa de vegetação densa da bacia do rio Natuba, Zona da Mata Centro do Estado de Pernambuco, da imagem 2007 com assentamentos e fragmentos florestais demarcados.

Após a análise de toda a sub-bacia do rio Natuba, avaliaram-se separadamente suas três regiões: Alto, Médio e Baixo Natuba, que representam: 15,34%, 61,15%, 23,51% da área total do Natuba, respectivamente. O Alto no ano 1989 continha 38,89 (Figura 7). Na Figura 8, a área de vegetação densa foi de 50,02% em 2007, ou seja, um aumento de 11,13% em relação ao período de 1989. No Médio Natuba, no ano de 1989, a vegetação densa representou 26,68% (Figura 9). Para o ano de 2007 o Médio Natuba (Figura 10) obteve um aumento de 3,01% de vegetação densa (29,69%). Na Figura 11 a vegetação densa existente indicou 24,84% da área do Baixo Natuba. Nele foi gerado um pequeno acréscimo de 3,41% de vegetação, entre 1989 e 2007 (28,25%) (Figura 12).

As áreas não contabilizadas de nuvens e sombras poderão ocasionar possível variação de 4,23% no percentual de área de vegetação densa na sub-bacia do rio Natuba. Onde 2,76% encontram-se no Alto Natuba, 0,54% no Médio Natuba, e 0,93% no Baixo Natuba. No entanto, apesar dessa possível variação, a sub-bacia do rio Natuba ainda apresenta um aumento considerável de área de cobertura vegetal densa.

Diante do exposto é evidente que a sub-bacia do rio Natuba apresenta bons índices de vegetação, dessa forma contribuindo para a amenização do processo erosivo sobre o solo. Isso ocorre porque, segundo Guerra et al., (2005) a vegetação é a defesa natural do solo, pois atua como agente de proteção do solo contra os efeitos degradadores da precipitação e temperatura, além de fornecer matéria orgânica, seja por deposição de seus resíduos ou renovação do sistema radicular, que atuam como agente de formação e estabilização de agregados do solo.

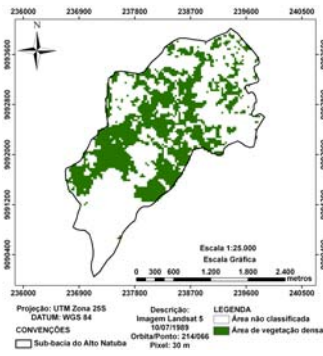


Figura 7 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 10/07/1989 da sub-bacia do Alto Natuba, ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

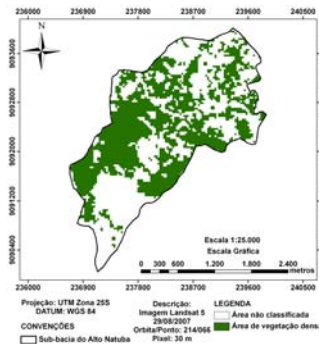


Figura 8 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 29/08/2007 da sub-bacia do Alto Natuba, ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

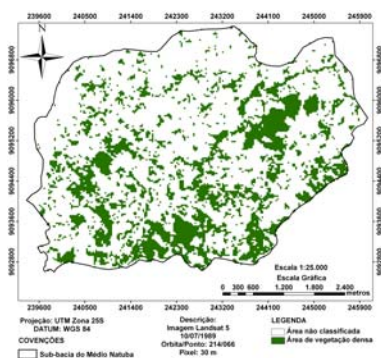


Figura 9 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 10/07/1989 da sub-bacia do Médio Natuba. ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

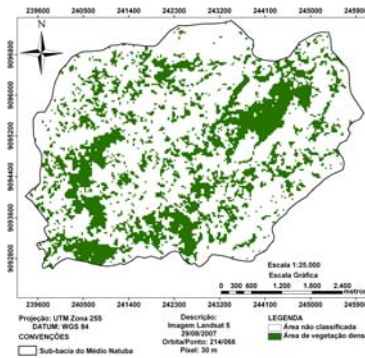


Figura 10 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 29/08/2007 da sub-bacia do Médio Natuba. ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

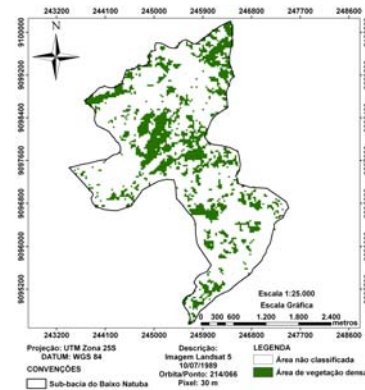


Figura 11 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 10/07/1989 da sub-bacia do Baixo Natuba. ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

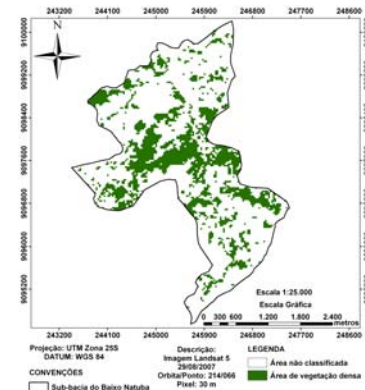


Figura 12 – Imagem CP2 Landsat-5 TM de 29/08/2007 da sub-bacia do Baixo Natuba. ACP da soma das bandas 3 e 4, com a classificação da vegetação densa.

4. Conclusões

Houve aumento de 5,82% da cobertura vegetal na sub-bacia do rio Natuba, entre o período de 1989 a 2007. O Alto Natuba foi a área da sub-bacia do rio Natuba que apresentou a maior quantidade de vegetação densa para a imagem de 2007, com 50,02%. O médio

Natuba apresentou um aumento de 3,01% de vegetação densa para o período de dezoito anos (1989 e 2007) analisado. A sub-bacia do Baixo Natuba apresentou alteração de 3,41% vegetação densa entre 1989 e 2007. Apesar de haver 4,23% de áreas não contabilizadas de nuvens e sombras que poderá ocasionar possível variação do percentual de área de vegetação densa, a área da sub-bacia do rio Natuba ainda apresenta um aumento considerável de cobertura vegetal densa.

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, R. A. P. **Gestão Ambiental da Bacia do Rio Tapacurá – Plano de Ação**. Universidade Federal de Pernambuco/ CTG/ DECIVIL / GRH; Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2001. 101p.

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.

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.

GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (organizadores). **Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações**. 2º ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 340p.

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.

PERNAMBUCO. **Atlas da Biodiversidade de Pernambuco**. 2002.