

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA DEGRADAÇÃO DA CAATINGA DO MUNICÍPIO DE CABROBÓ-PE USANDO NDVI

RENNAN CABRAL NASCIMENTO¹

ANA CRISTINA CAVALCANTI DE MORAIS¹

HUGO RANIELE DE FARIAS FEITOSA¹

SIMONE SAYURI SATO²

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE^{1,2}

Centro de Filosofia e Ciências Humanas – CFCH¹

Centro de Tecnologia e Geociências – CTG²

Departamento de Geografia¹, Recife, PE

Departamento de Engenharia Cartográfica², Recife, PE

rennancabral2@yahoo.com.br, anacristinamoraes@hotmail.com, hugofeitosasport@gmail.com, simone.sato@ufpe.br

RESUMO - Este artigo apresenta uma metodologia de análise espaço temporal de degradação da caatinga do Município de Cabrobó- PE, que possibilita comparar a evolução da vegetação da área através do uso do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI a partir de técnicas de sensoriamento remoto. Neste estudo foram extraídos os NDVI de duas imagens de satélite do Landsat 5 TM de dois períodos: 1985 e 2010. São gerados dois mapas temáticos a partir de conceitos de cartografia temática a qual se pode constatar visualmente a informação sobre a degradação da área de vegetação da caatinga.

ABSTRACT - This article introduces a methodology for analyzing space temporal the degradation of caatinga of the Municipality Cabrobó-PE, which allows comparing the evolution of the vegetation of the area through the use of the NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) from remote sensing techniques. In this study were extracted from two NDVI satellite images from Landsat 5 TM two periods: 1985 and 2010 two thematic maps are generated from concepts of thematic cartography which can visually verify the information on the degradation of vegetation area caatinga.

1 INTRODUÇÃO

O bioma da caatinga ocupa grande extensão de terras do semiárido do Nordeste brasileiro. A caatinga, palavra originária do tupi-guarani, que significa “mata branca”, é o único sistema ambiental exclusivamente brasileiro. Conforme Prado (2003), é caracterizada como floresta arbórea ou arbustiva, a Caatinga é composta de árvores e arbustos baixos com algumas características xerofíticas Assim como as diversas matas secas tropicais, a vegetação da Caatinga também é alvo de grande exploração humana, pela atividade agrícola desenvolvida, pelo extrativismo na extração de madeira e lenha e pelo uso da pecuária extensiva.

As áreas de Caatinga apresentam um regime de chuvas cuja deficiência hídrica ocorre na maior parte do ano, e abrangem uma considerável área, cerca de 735.000km² e segundo Menezes & Sampaio (2000), com grande heterogeneidade espacial e temporal. A zona semiárida apresenta irregularidade de distribuição de chuvas e altas taxas de evapotranspiração, que influenciam marcadamente a disponibilidade e a qualidade da forragem nessas áreas.

As temperaturas médias anuais são elevadas, oscilam entre 25°C e 29°C. O clima é semiárido; e o solo, raso e pedregoso, é composto por vários tipos diferentes de rochas.

Na região deste estudo, Município de Cabrobó, Estado de Pernambuco, se apresenta um regime de chuvas cuja deficiência hídrica ocorre na maior parte do ano e nas últimas décadas, milhares de hectares de sua vegetação natural foram devastados, sobretudo pela ação do homem, que utiliza o espaço alterado para a produção de lenha e para atividades agrícolas. A principal atividade econômica desenvolvida nesta região é a agropecuária, especialmente no rebanho de caprinos. A agricultura se destaca na produção de frutas, além das lavouras temporárias, porém normalmente, após a retirada da vegetação, o material vegetal é queimado, e o local é posteriormente abandonado.

A Caatinga o único e exclusivo bioma brasileiro, se tem a necessidade da sua conservação, tendo em vista a manutenção do seu alto grau de endemismo e riqueza de espécies (Queiroz, 2009), pois, ao longo do processo de uso e ocupação do espaço semiárido, este bioma vem passando por intensos processos de degradação devido às práticas

agropecuárias e o extrativismo vegetal, realizados de forma intensiva, inadequada, e, em muitos casos, de forma predatória; resultando na perda da cobertura vegetal.

Além disso, segundo Albuquerque (1999), fatores abióticos como o clima, que tem grande influência sobre a vegetação. Esse autor observou, ao estudar a dinâmica da Caatinga submetida a diferentes intensidades de uso por bovinos, que a mortalidade das espécies arbustivas se deu mais em consequência da seca prolongada ocorrida no período do experimento, do que pela intensidade de uso.

Um conhecimento mais detalhado da manipulação da vegetação da Caatinga pode contribuir no contexto de potencializar seu uso para a produção animal e agrícola (com uso de irrigação artificial), resultando, por exemplo, num aumento da produção de forragem (Araújo Filho *et al.*, 2002). Este conhecimento poderá indicar formas de manejo dessa vegetação, de forma a melhorar a sua utilização.

Partindo deste pressuposto de aquisição de conhecimento, este trabalho usa a geotecnologia como auxílio para analisar a degradação da Caatinga no município de Cabrobó - PE, uma área do sertão do São Francisco, que vem passando por diversos processos de deterioração ambiental desde o início da colonização, conforme constatado nos trabalhos efetuados por Koechlin (1980), Sousa (2007), Nascimento (2013), dentre outros estudos voltados para a análise da questão ambiental na área de abrangência do bioma Caatinga.

Um das geotecnologias utilizadas é o sensoriamento remoto que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (FLORENZANO, 2007). Este assume um papel importante no monitoramento e na estimativa de diversos fenômenos meteorológicos e ambientais, fornecendo subsídio para o planejamento e gestão territorial (RAMOS *et al.*, 2010).

Por meio dos avanços tecnológicos advindos dos sensores remotos, através de imagens de satélites, é possível analisar a distribuição espacial da cobertura vegetal, bem como suas possíveis modificações em diferentes períodos, possibilitando o monitoramento do ambiente. Nesse sentido, os índices de vegetação têm sido largamente utilizados na determinação e estimativa do índice de área foliar, biomassa e radiação fotossintética ativa. Segundo Moreira (2003), podemos encontrar na literatura mais de 50 índices de vegetação, porém, os mais utilizados são o Razão Simples (RVI) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN), cuja sigla em inglês é NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Rocha *et al.* (2013) também utilizaram o NDVI no intuito de identificar classes de uso do solo, e apontaram o método como otimizador no processo de identificação de classes da cobertura vegetal. Ramos *et al.* (2010), utilizaram o NDVI para analisar a degradação no interior do parque Nacional Boqueirão de Onça (PNBO), no sub-médio da Bacia do Rio São Francisco e aponta este índice de vegetação como sendo mais sensível a vegetação esparsa, como é o caso da caatinga.

1.1 Caracterização da Área da Pesquisa

O presente trabalho foi realizado no município de Cabrobó, Município do Estado do Pernambuco cuja as coordenadas geográficas são Latitude 08° 30' 51"S e Longitude 39° 18' 36"O. O mesmo possui área territorial de aproximadamente 1.666 km². Localiza-se no sertão do São Francisco, inserido no estado de Pernambuco. Segundo o censo do IBGE (2010), o município possui cerca de 30.800 habitantes. A Figura 1 apresenta o mapa de localização.

Mapa do Município de Cabrobó - PE

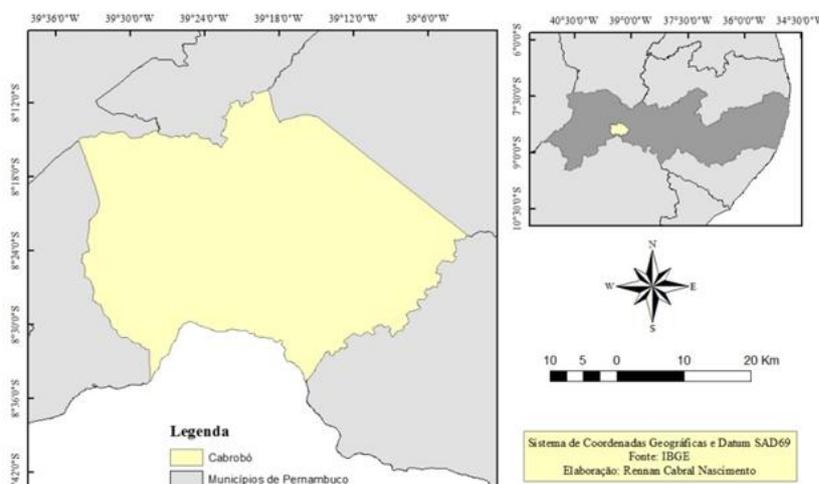


Figura 1. Mapa de Localização do Município de Cabrobó – PE.

A partir da classificação climática de Köppen, pode-se inferir que o município apresenta clima do tipo BShw', isto é, semiárido quente, com temperatura média anual de 25°C, com baixa precipitação pluvial, apresentando média anual de 500mm. As chuvas se concentram nos meses do verão, prolongadas até o início do outono. Na região desenvolvem-se solos rasos e secos, com bastante susceptibilidade a erosão laminar e linear. A vegetação predominantemente é Caatinga do tipo arbustiva hiperxerófila, bastante espaçada. O relevo da região é composto por pediplanos, fisionomias geomorfológicas aplainadas bastante monótonas. A altitude varia entre 300 e 500 metros. A rede de drenagem é constituída por riachos temporários afluentes do São Francisco.

2 METODOLOGIA DO TRABALHO

Para realizar uma análise comparativa dos índices de vegetação (NDVI) e posteriormente determinar os níveis de desmatamentos do município de Cabrobó – PE, foram utilizados imagens de satélites LANDSAT 5 TM dos anos de 1985 e 2010, englobando assim o avanço das atividades agrícolas da área de estudo configurada nos dois períodos, entre a década de 80 e o ano de 2010. A assimilação dos dados referentes a essas atividades foram adquiridas no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

As imagens de satélites, adquiridas no catalogo de imagens LANDSAT do site do Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE) foram processadas através dos softwares ERDAS IMAGINE 9.1 e ARCGIS 10.1 que possui ferramentas de registro, recortes, composição das bandas espectrais utilizando os algorítmicos matemáticos que possibilitam a determinação de índices de vegetação NDVI. O processamento no software ERDAS, consiste no uso de ferramentas como o *Model Maker*, cujas etapas são:

- a) Radiância: medição radiométrica mais precisa no método do sensoriamento remoto, e consiste na intensidade radiante por unidade de área-fonte projetada numa direção específica, ou seja, é a conversão do número digital (ND) de cada pixel da imagem em radiância monocromática espectral conforme a Equação 1, proposta por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND \quad (1)$$

Onde: a e b são as Radiância mínimas e máximas ($W m^{-2} sr^{-1} m^{-1}$), detectada pelo sensor TM do Landsat, ND é os números digitais da imagem que corresponde a um intervalo de 0 á 255 e i corresponde as bandas do satélite em estudo.

- b) Reflectância: consiste na razão do fluxo da radiância refletida e o fluxo de radiação incidente como mostra a Equação 2 proposta por Allen et al.,(2002):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{K_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_i} \quad (2)$$

Onde: $L_{\lambda i}$ é a Radiância espectral de cada banda, K_i é a irradiância espectral solar de cada banda no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital solar e d_i é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol.

- c) Índice de vegetação da diferença normalizada ou NDVI: são valores que indicam a sensibilidade e a condição da vegetação verde numa determinada área. Os valores variam de -1 a +1. Em superfícies com vegetação, o NDVI varia de 0 (quase sem vegetação) a 1 (totalmente ou na sua maioria vegetada). Para água e nuvens o NDVI é menor que 0. Obtido pela razão da diferença da banda do vermelho com a banda do infravermelho próximo pela soma da mesma de acordo com a Equação 3 de Allen *et al* (2002).

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (2)$$

Onde: ρ_v é refletância na banda do vermelho e a ρ_{iv} refletância na banda do infravermelho próximo.

As medidas de índice de vegetação têm, na maioria das vezes, ligação direta com o valor de biomassa, área foliar, cobertura do solo e rendimento agrícola (Antunes *et al.*, 1993).

Após a geração do NDVI, as imagens são inseridas no software ArcGis 10.1 para realização da classificação. A partir desta atividade são gerados os mapas com 6 classes, sendo cinco correspondentes a variação fitofisionômica da vegetação.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

A tabulação dos dados econômicos do IBGE (2010) da área de pesquisa resulta em dois gráficos, no Gráfico 1, Figura 2, refere-se ao efetivo de rebanho de caprinos e no Gráfico 2, Figura 3, são tabuladas as áreas destinadas as lavouras permanentes.

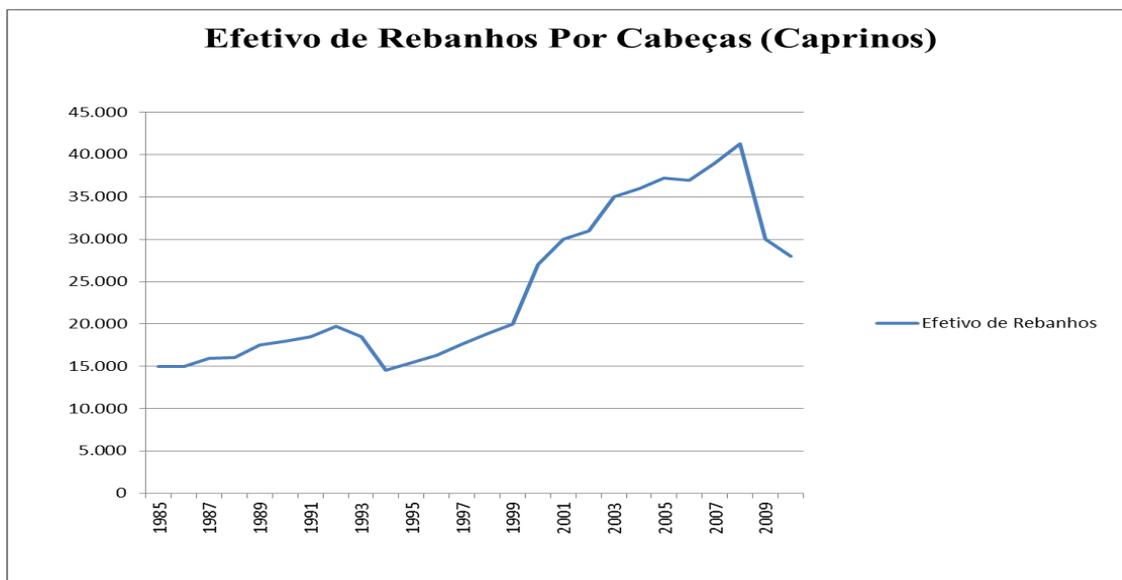


Figura 2 – Gráfico 1 representando o Efetivo de Rebanhos por Cabeças (Caprinos).
Fonte: IBGE.

O Gráfico 1, Figura 2, apresenta o efetivo de rebanhos de caprinos bastante difundido no município de Cabrobó e que são considerados como um dos causadores da devastação do bioma caatinga. Os dados mostram que desde o ano de 1985 a atividade vem crescendo, porém não uniformemente, pois logo após o ano de 1991 o rebanho de caprinos no município de Cabrobó sofreu uma ligeira queda, e apenas no ano de 1995 que o rebanho começou a aumentar novamente. Logo após essa derrocada em 1995 e um retorno ao crescimento, observa-se ainda leves quedas, mas sempre em quantidades maiores em relação há anos anteriores, e só a partir de 2008 que o rebanho no município sofreu uma significativa queda. Isso se dá principalmente devido a seca na região e a degradação da caatinga que afeta a quantidade de animais e, além disso, o processo de desertificação, que em Cabrobó caminha a 'passos largos'.

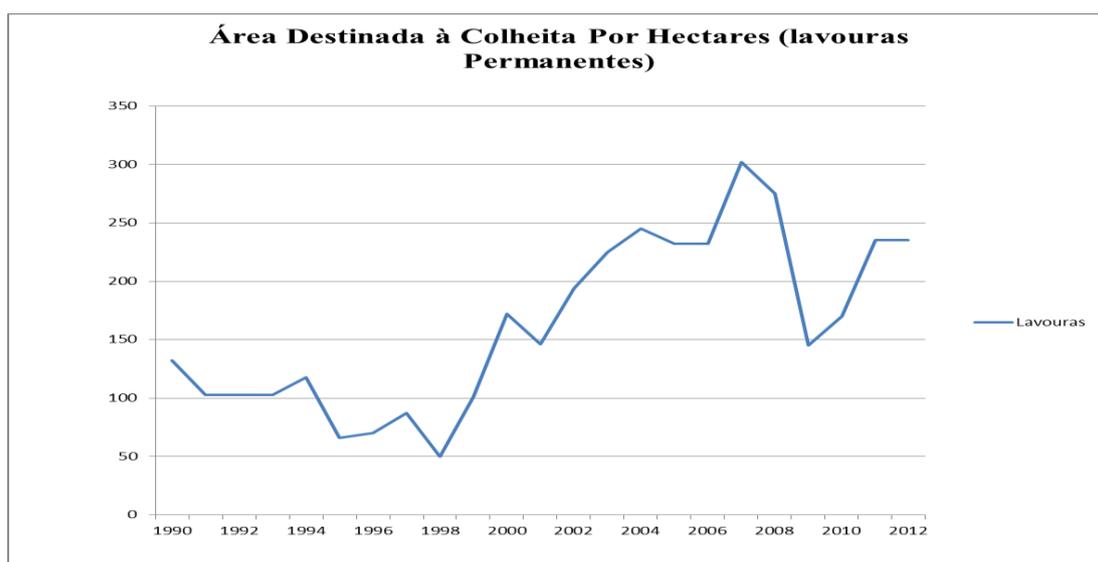


Figura 3 – Gráfico 2 representando a área destinada à colheita, por hectares (Lavouras Permanentes).
Fonte: IBGE.

Considera-se que outra razão para a alta degradação tanto da vegetação quanto do solo no município de Cabrobó é agricultura, caracterizada por lavouras permanentes e temporárias. As plantações permanentes tratam-se da produção de frutas, tais como: Banana, Maracujá, Goiaba, Coco da Baía, Laranja e Mamão. A partir do gráfico abaixo vemos que as áreas destinadas à colheita em Cabrobó não seguem um padrão, ou seja, durante os anos aumentam e diminuem num curto espaço de tempo. A partir desta constatação percebe-se claramente que o bioma em que o município encontra-se localizado é bastante frágil. No ano de 1990 havia pouco mais de 130 hectares disponíveis para colheita e até o ano de 1998 manteve um certo padrão, mas com poucos hectares destinados a agricultura. Porém logo após 1998, o número de terras destinadas a agricultura subiu exacerbadamente e manteve esse crescimento até 2008 onde a partir desse ano houve uma ligeira queda e em 2010 um ligeiro aumento no número de terras destinadas à agricultura, conforme apresentado no Gráfico 2, Figura 3.

Na análise visual dos dois mapas gerados a partir das imagens de satélite extraído o NDVI (Índice de vegetação de diferença normalizada), Figura 4, em duas datas distintas, a primeira em 1985, e a outra em 2010 são possíveis verificar as alterações da vegetação da caatinga na região do município de Cabrobó – PE.

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) do Município de Cabrobó - PE, 1985 e 2010.

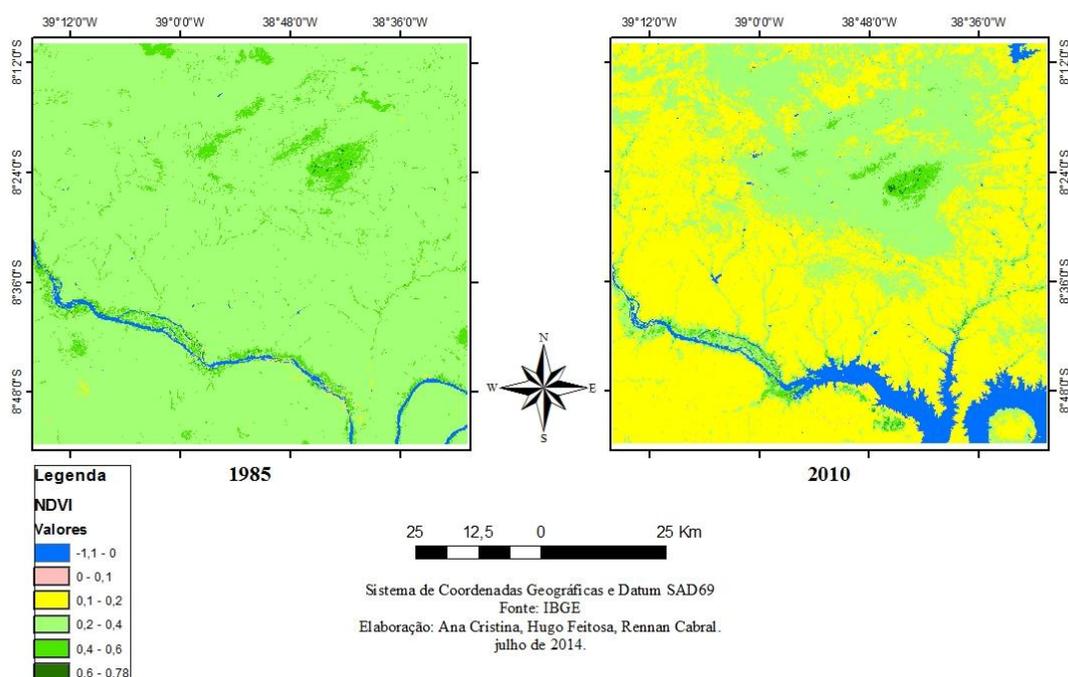


Figura 4 – Mapas Temáticos de NDVI Extraídos das Imagens de Satélite Landsat 5 TM, datada de 1985 e 2010.

Os índices NDVI dos mapas da Figura 4 variam de -1,1 a +0,78. Para as feições de água e de nuvens registradas nas imagens o NDVI é menor que 0, isto é, negativo, representado no mapa pela cor azul. Em superfícies com vegetação, o NDVI varia de 0 nas áreas quase sem vegetação a 0,78 para áreas com cobertura vegetal total ou na sua maioria vegetada. Então, quanto maior for o valor, maior será o porte da vegetação. Os índices entre 0 e 0,2 indicam áreas de vegetação quase nula ou de solo exposto. Entre 0,2 e 0,4 vegetação arbustiva aberta. Entre 0,4 e 0,6, vegetação arbustiva semi-aberta. E os índices entre 0,6 e 0,8 vegetação arbustiva-arbóreo.

Segundo Santos (2005), o processo de detecção de mudanças em imagens de satélite é definido como o reconhecimento de alterações nos padrões característicos de determinadas feições, em um determinado espaço de tempo.

Assim, o mapa correspondente ao ano de 1985, lado esquerdo da Figura 4, apresenta o predomínio das cores verde escuro a verde claro que correspondem aos índices entre 0,2 e 0,6, classificadas como vegetação arbustiva aberta e semiaberta. Pode-se, ainda, que a vegetação da área analisada no ano correspondente está bem preservada. Contrapondo-se a análise do mapa do ano de 2010 (lado direito da Figura 4) é demonstrado que há uma grande extensão da área anteriormente classificada como vegetação e nas cores verdes, apresentam agrupamento nas cores amarelas, cuja informação classificadas são os índices entre 0,1 e 0,2 que simbolizam em sua maioria solos exposto ou vegetação quase nula.

4. CONCLUSÕES

Durante a análise realizada foi possível constatar que o uso da ferramenta do sensoriamento remoto e dos conceitos de cartografia temática, é um suporte na decisão no monitoramento da cobertura vegetal. Com o bom uso destas técnicas cartográficas, é possível obter e visualizar informações essenciais da cobertura vegetal periódicos, desde que as imagens de satélites ou de outros sensores estejam disponíveis, possibilitando o monitoramento da área de estudo, pois podem revelar aspectos importantes das transformações da vegetação, como detecção da degradação ou recuperação da cobertura vegetal.

Ao aplicar conceitos de cartografia temática na elaboração de mapas, no ArcGIS, pôde-se constatar que a informação transmitida pelos mapas se tornam mais eficazes e eficientes quando bem empregada, especialmente na seleção: das variáveis visuais de modo adequado, a exemplo do uso das cores; dos métodos de classificação; da determinação de adequados intervalos de classes; do enquadramento dos mapas de acordo; da seleção da escala gráfica, do título do mapa, respondendo as questões, “O que? Onde? Quando?; da legenda; sistema de projeção e; de referencial geográfico, entre outros.

Após terem sido definidas as classes de cobertura vegetal identificadas na área delimitada e os seus índices de vegetação, constatou-se que nos dois anos analisados resultaram em diferentes repostas. O NDVI identificou mais precisamente as mudanças nos alvos de vegetação e, portanto, a partir dessa constatação, é comprovada que a degradação da caatinga se intensificou bastante no município de Cabrobó, sobretudo por conta de atividades que aceleram esses processos, como a criação de caprinos e a agricultura que exercem influências importantes na economia do município, porém, causam perdas expressivas nas propriedades como o desgaste dos solos e supressão da vegetação nativa do município.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, S.G. de. **Caatinga vegetation dynamics under various grazing intensities by steers in the Semi-Arid Northeast, Brazil.** Journal of Range Management, v.52, p.241-248, 1999.

ALLEN, R.; BASTIAANSEN, W.; WATERS, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **Surface energy balance algorithms for land (SEBAL)**, Idaho implementation - Advanced training and users manual, version 1.0, 2002. 97p.

BITTENCOURT, M.V.L. **Impactos da agricultura no meio ambiente: principais tendências e desafios (Parte 2).** Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/ret/article/viewFile/27031/18027>

LIRA, V.M. et al. **Variação sazonal da cobertura vegetal em áreas do submédio São Francisco a partir de dados NDVI e imagens TM-LANDSAT 5.** Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/Variacao%20sazonal.pdf>.

MARKHAM, B. L.; BARKER, L. L. **Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances.** International Journal of Remote Sensing, v.8, n.3, p.517-523, 1987.

MENEZES, R.S.C.; SAMPAIO, E.V.S.B. **Agricultura sustentável no Semi-árido nordestino.** In: OLIVEIRA, T.S.; ROMERO, R.E.; ASSIS JÚNIOR, R.N.; SILVA, J.R.C.S. (Ed.). Agricultura, sustentabilidade e o Semi-árido. Fortaleza: SBCS: UFC-DCS, 2000. p.20-46.

RAMOS, R. R. D. et al. **Aplicação do Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na avaliação de áreas degradadas e potenciais para unidades de conservação.** III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010 p. 001 – 006 Disponível em: <http://www.ufpe.br/cgtg/SIMGEOIII/IIISIMGEO_CD/artigos/FotoeSR/SR_e_PDI/A_157.pdf>

PRADO, D.E. **As Caatingas da América do Sul.** In: LEAL, R.I.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. da. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 823p.

SÁ, I. B.; CUNHA, T. J. *Et al.* **Desertificação no Semiárido brasileiro** . 2ª Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas 16 – 20 de Agosto de 2010, Fortaleza - Ceará, Brasil. Disponível em: <http://www.icid18.org/files/articles/662/1278970091.pdf>

SÁ, I. B.1; SÁ, I. I. da S.2. ; SILVA, A. de S. **Desertificação na Região de Cabrobó-PE: A Realidade Vista do Espaço.** Anais – III Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto Aracaju/SE, 25 a 27 de outubro de 2006. Disponível em: < http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr3/artigos_pdf/038_t.pdf>.

SAMPAIO, E.V.S.B. et al. Impactos Ambientais da Agricultura no Processo de no Nordeste do Brasil. disponível em: <http://www.revista.ufpe.br/revistageografia/index.php/revista/article/viewFile/38/8>.

SANTOS, G.R. de A.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M. de A.; LIRA, M. de A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SILVA M.J. da. **Caracterização do pasto de capim-buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no Sertão de Pernambuco.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, p.454-463, 2005.