

Análise espaço-temporal e detecção de mudanças da cobertura vegetal no município de Floresta/PE – Brasil, utilizando o NDVI

Ygor Cristiano Brito Morais¹
Bruno Olímpio dos Santos¹
Maria Lucielle Silva Laurentino¹
Jeissy Conceição Bezerra da Silva¹
Josiclêda Domiciano Galvêncio¹

1 - Universidade Federal de Pernambuco-UFPE,
Av. Prof. Moraes Rego, 1235- Cidade Universitária,
CEP: 50670-901, Recife/PE-Brasil.

ygor_cristiano@hotmail.com; belbrunosantos@gmail.com; lugaby18@hotmail.com;
jeissy_geo@hotmail.com; josicleda@hotmail.com.

Abstract

The semi-arid areas requires studies to identify their natural resources, its potential, mainly because it is an exclusively Brazilian biome. The Remote sensing allows the monitoring of these resources, contributing to the development of projects and policies for the preservation of natural environments. The objective of this research is to analyze the changes in vegetation cover in the city of Forest over 13 years, in addition to the same spatial and its relation to soil characteristics, altitude and climate. We used the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and the images of the years 1994 and 2007 Landsat 5 TM. The results show that significant changes in vegetation, such as reducing the area of exposed soil and biomass increase in 2007.

Palavras-chave: semi-arid, caatinga, remote sensing, index of vegetation, semi-árido, caatinga, sensoriamento remoto, índice de vegetação.

1. Introdução

O semi-árido brasileiro apresenta características de grande variabilidade climática, que torna o mesmo um ambiente pouco conhecido. Porém, nos últimos anos os estudos acerca da dinâmica natural da região vêm avançando, sobretudo os que dizem respeito à caatinga. Segundo Camacho e Baptista (2005) as plantas da caatinga, principalmente arbóreas e arbustivas, apresentam alta resistência à seca, em virtude de possuírem diferentes mecanismos morfo-fisiológicos que minimizam os efeitos do déficit hídrico. As características pedológicas, a altitude e a sazonalidade do clima, “são responsáveis pela diversificação na composição e na fisionomia da vegetação, refletida principalmente na estratificação horizontal e vertical das comunidades” (Camacho e Baptista, 2005).

Sendo uma área de pouco desenvolvimento econômico, com exceção dos novos pólos de crescimento, como o de Petrolina-Juazeiro, na região semi-árida a população sobrevive substancialmente das atividades primárias, a agricultura e a pecuária, por exemplo. Contudo, em função do baixo grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de algumas áreas, as práticas culturais são desenvolvidas de forma limitada. Isso leva as populações dependentes dessas atividades, principalmente as menos favorecidas, na maior parte das situações, ao extrativismo (exploração da caatinga através da venda de lenha e/ou de carvão), com a conseqüente superexploração dos recursos, como forma de gerar renda (Pernambuco, 1999

apud Filho et. al., 2001). Com isso, a caatinga vem sofrendo um forte processo de degradação, resultando na diminuição da produtividade das terras e perda da biodiversidade.

O sensoriamento remoto é uma técnica que permite o monitoramento dos recursos naturais, além de possibilitar a identificação do uso e cobertura do solo, e sua variação ao longo do tempo com as transformações ocorridas na paisagem. Além disso, suas ferramentas possibilitam o estudo dos dosséis, observando parâmetros espectrais da vegetação e parâmetros biofísicos da paisagem, possibilitando observações das variações na paisagem através de mudanças na reflectância, bem como nos índices vegetacionais (CHAGAS *et al.*, 2008). Vários índices foram criados, dentre os quais tem o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Com valores que variam de -1 a +1 o NDVI é utilizado para diferenciar os níveis de crescimento da vegetação e seu cálculo é realizado utilizando as bandas do vermelho e infravermelho próximo do espectro eletromagnético.

Diante do que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo principal fazer uma análise espaço-temporal a cobertura vegetal do município de Floresta através do índice de vegetação da diferença normalizada, verificando, assim, a dinâmica da mesma na área levando em consideração a influência dos tipos de solo e da altimetria na espacialização dos índices.

2. Metodologia

2.1. Caracterização da área em estudo

O município de Floresta localiza-se na mesorregião do São Francisco do Estado de Pernambuco, e sua sede apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 8°36' de latitude sul e 38°34' de longitude oeste de Greenwich (figura 1). Apresenta tipo climático, de acordo com a classificação de Köppen, BSh, com chuvas concentradas entre janeiro a abril. De acordo com o Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE), no município predominam os solos: Luvisolos e Planossolos, e menor escala os Latossolos e Argissolos, estes localizados próximos a Serra Negra e do Periquito, na porção sudeste da área. A vegetação típica é constituída em sua maioria pela caatinga hiperxerófila, com fisionomia arbórea e arbustiva.

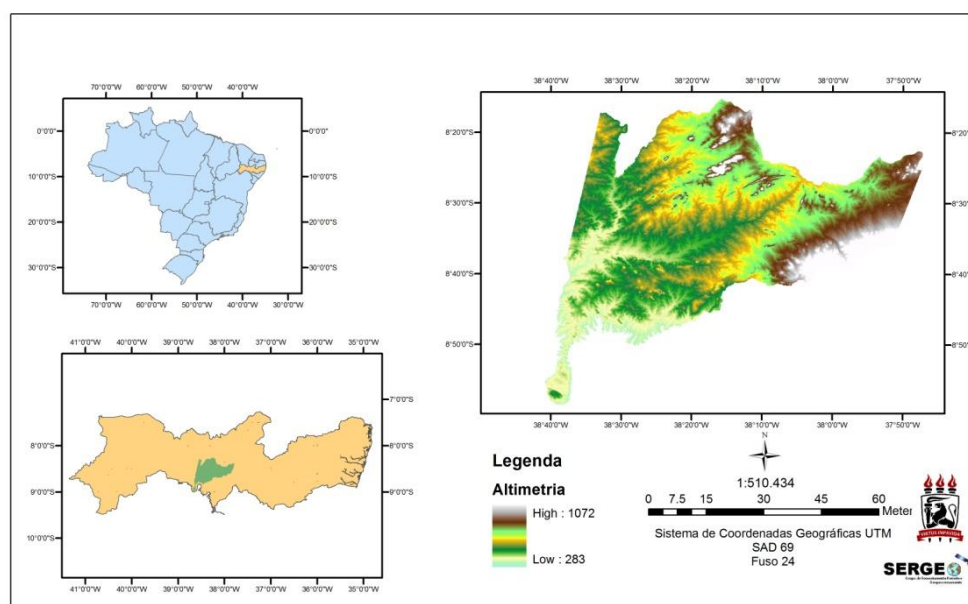


Figura 1. Mapa de localização do município de Floresta.

Dentre os cursos d'água que drenam a área em estudo, destaca-se o rio Pajeú (cujo principal afluente é o riacho do Navio, que é intermitente) que deságua no rio São Francisco. Exceto em períodos de seca prolongada, o rio Pajeú, que nasce em São José do Egito (PE), é perene, em razão das barragens sucessivas construídas ao longo do seu curso. Além do mais, a parte sudoeste do município é banhada pelo rio São Francisco (Filho et al., 2001)

2.2. Aquisição dos dados e processamento de imagens

Inicialmente foram obtidas duas imagens do satélite Landsat 5 TM, disponível gratuitamente no Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As imagens correspondem a data de 10/05/1994 e 05/04/2007, do ponto 66 e orbita 216, escolhidas por apresentarem pouca ou nenhuma nuvem. Utilizou-se as bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 correspondente as faixas do visível, infravermelho próximo e infravermelho médio. Também obteve-se imagens do SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), com o Modelo Digital do terreno disponibilizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), além de dados pluviométricos acessados pelo portal *Hidroweb* da Agência Nacional de Águas (ANA).

Foi utilizado o software *Erdas Imagine 9.3*, através da licença do Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento, do Departamento de Ciências Geográficas da UFPE. Foram realizadas as etapas de registro, empilhamento das bandas espectrais, e com a função *Modeler>Model Maker*, a radiância, refletância e o IVDN (Índice de vegetação da Diferença Normalizada), que serão descritas a seguir.

2.3. Radiância

A radiância é a medida radiométrica mais precisa em sensoriamento remoto, e consiste na intensidade radiante por unidade de área-fonte projetada numa direção específica (Jesen, 2009). A calibração radiométrica realizada trata da conversão do número digital (ND) de cada pixel da imagem em Radiância monocromática espectral, obtida pela Equação 1 proposta por Markham & Baker (1987):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

(1)

Onde "a" e "b" são as Radiância mínimas e máximas; ND são os números digitais da imagem que possui valores de 0 a 255 e i corresponde ao número de bandas espectrais do satélite *landsat 5*.

2.4. Refletância

Consiste na razão do fluxo da radiância refletida e a incidente como mostra a Equação 2 proposta por Allen et al.,(2002):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{k_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot d_r^2}$$

(2)

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

2.5. NDVI

O NDVI é obtido através da razão entre a diferença da refletância na banda do infravermelho e vermelho pela soma das mesmas, descrito na Equação 3 proposta por Rouse *et al.* (1974) (*apud* Jesen, 2009)

$$IVDN = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (3)$$

Onde ρ_v é refletância na banda do vermelho e ρ_{iv} a 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). Para o NDVI foram propostas seis classes, sendo quatro correspondentes a variação fitofisionômica da vegetação.

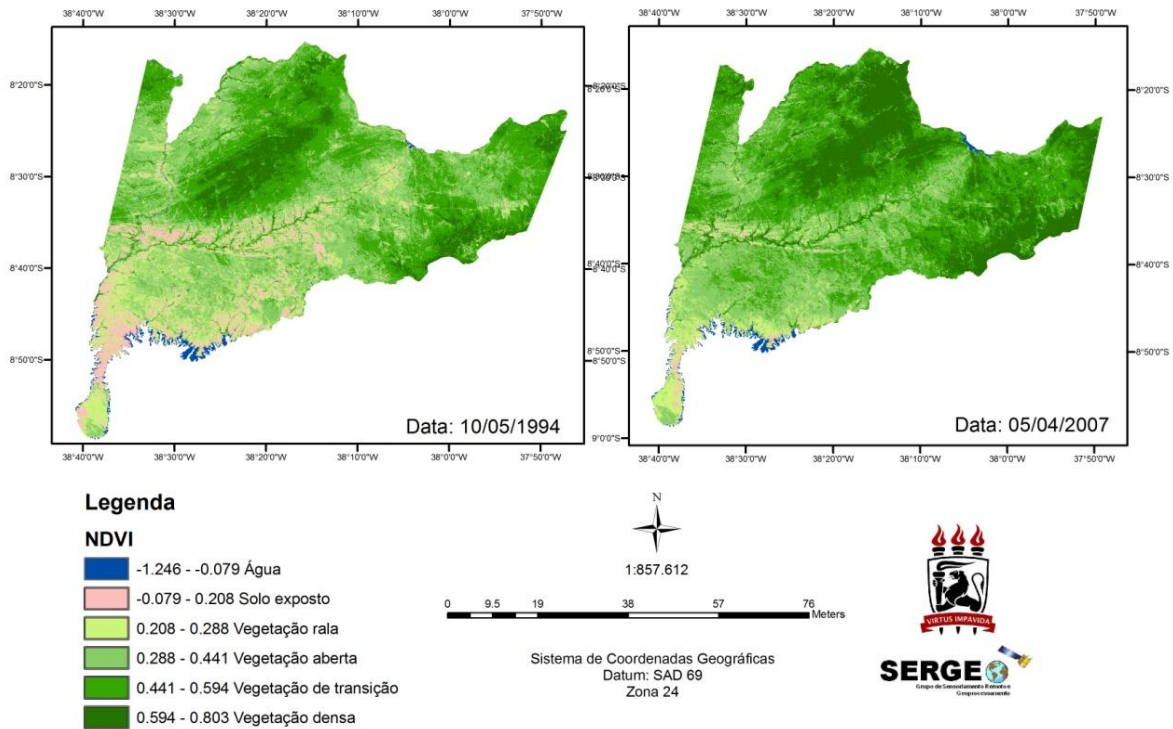
Depois da geração do NDVI, as imagens foram inseridas no *software ArcGis 9.3*, também disponível no Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – DCG/UFPE, para uma classificação não-supervisionada. Foram definidas primeiramente 15 classes, para melhor visualização dos alvos, reduzindo, *a posteriori* para 6 classes.

3. Resultados e Discussão

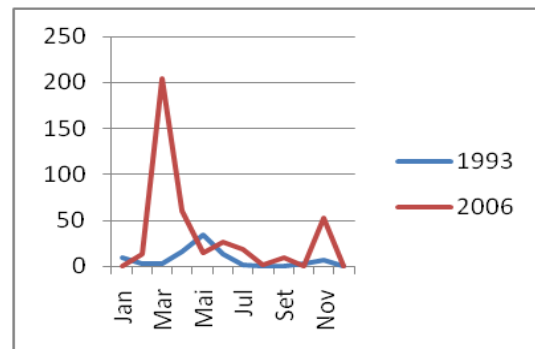
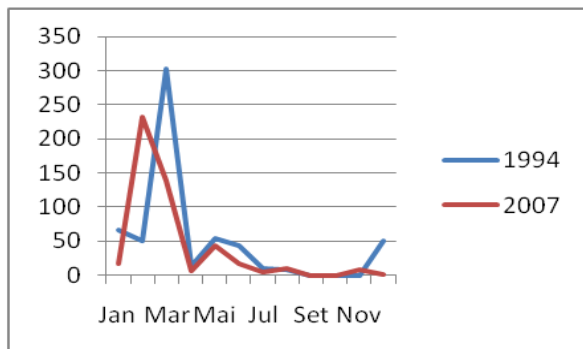
Verifica-se na Figura 2 que água possuiu valores negativos, atingindo o máximo em -0.079. Enquanto isso o solo exposto apresentou baixos valores, variando de -0.079 a 0.208 e, foram detectados em maior proporção na região sudoeste do município. Pode-se explicar a maior presença de solo exposto nessa área, devido as características do mesmo, já que são encontrados Luvisolos, ou seja, solos rasos com presença de argilas de alta atividade, dificultando o crescimento de uma vegetação mais arbórea. A vegetação rala respondeu com valor de 0.208 à 0.288, estando com maior presença nas áreas próximas ao Rio São Francisco.

A variação do NDVI que vai de 0.289 à 0.441, trata de uma vegetação aberta, com porte mais arbustivo, enquanto que a rala tem um caráter herbáceo. De 0.442 a 0.594, tem uma vegetação de transição, possuindo espaçamento entre os dosséis. E, o valor mais alto encontrado, de 0.595 à 0.803, caracteriza uma vegetação densa, de caráter arbóreo e com menor distância entre as espécies. No caso do município de Floresta, os valores de NDVI para essa classe de vegetação foram semelhantes ao de áreas mais úmidas. Contudo, quando esses valores são correlacionados com a altimetria da área, verifica-se que o município apresenta áreas de exceções dentro da região semi-árida, com altitudes elevadas (chegando a cerca de 1.000 m) e a presença de uma Floresta Decídua, localizada na Reserva Biológica da Serra Negra, na região sudeste.

Figura 2. NDVI do município de Floresta para os anos de 1994 e 2007.



A análise do climograma dos anos de 1994 e 2007 (gráfico 1), que correspondem aos anos das imagens de satélite, mostra que no primeiro as chuvas se concentraram no mês de março (302 mm), enquanto que no segundo, os meses mais chuvosos foram o de fevereiro e março (232 e 138, respectivamente). Outro aspecto importante diz respeito aos dados de precipitação do ano anterior do cálculo do NDVI (gráfico 2). Nesse caso, em 1993 a precipitação ficou abaixo da média, contribuindo para uma maior perda da biomassa. Em 2006, pelo contrário, a precipitação ficou na média e, registra-se cerca de 50 mm no mês de novembro. Sendo assim, a variabilidade negativa nos dados de 1993 atrelada a chuva concentrada em apenas um mês no ano de 1994, faz com que seja possível explicar o fato da maior biomassa identificada pelo NDVI no ano de 2007.



Figuras 3 e 4. (1) Climograma dos anos em que foi realizado o NDVI e (2) Climograma dos anos anteriores da imagem.

Resultados diferentes foram encontrados por Camacho e Baptista (2005), que estudaram a caatinga na região do Seridó-RN e detectaram que a vegetação de Caatinga arbórea apresenta NDVI entre 0,450 e 0,649. No município de Floresta o NDVI apresenta valores semelhantes aqueles de áreas com Floresta densa, corroborando com CHAGAS *et al.*, que identificaram valores superior a 0,7 para uma região de caatinga. Nesse caso, os elevados valores indicam a presença de brejos de altitude.

Os valores maiores de NDVI no ano de 2007 dá-se “em função da grande influência da precipitação sobre a vegetação em áreas semiáridas” (KAZMIERCZAK, 1996). Como aponta este, a vegetação da caatinga responde rapidamente à precipitação. Com isso, a reflectância no infravermelho da vegetação é maior após dois meses chuvosos, como ocorre no referido ano.

4. Conclusões

Com a os resultados do NDVI possibilitou a identificação de quatro fitofisionomias de vegetação: rala, aberta, de transição e densa. Houve um aumento considerável na biomassa vegetal, tanto de vegetação densa no norte e sudeste do município. Quanto ao solo exposto, sua presença presença está ligada, principalmente, as atividades agrícolas desenvolvidas às margens dos rios, como o São Francisco. Contudo, o que influenciou bastante no NDVI foi a diferença entre os dados de precipitação dos anos de 1993-94 e 2006-07. Desse modo, o índice foi sensível a precipitação, e a vegetação densa respondeu melhor a essa variação.

Agradecimentos

Instituto de Pesquisas Espaciais- INPE, pelas imagens cedidas gratuitamente e ao Sistema Compartilhado de Informações Ambientais- SISCOM. Ao apoiado pelos órgãos CNPq, FACEPE, que oferecem apoio financeiro e disponibilizam equipamentos e softwares que são de extrema necessidade para a conclusão das pesquisas.

A Universidade Federal de Pernambuco, pelo espaço físico e ao Laboratório de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. E a professora Josiclêda Galvêncio por sua orientação e aos colegas do grupo de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento – SERGEO.

Referências

Allen, R.; Bastiaanssen, 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.

ANTUNES, M.A.H.; ASSAD, E.D.; BATISTA, G.T. Variação das medidas espectrais ao longo do ciclo da soja (*Glicine Max* (L.) Merrill). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7, 1993, Curitiba. Anais...Curitiba: INPE, 1993.p.1-9.

Camacho, R.G.V. & Baptista, G.NM. **Análise geográfica computadorizada aplicada à vegetação da caatinga em unidades de conservação do Nordeste: a) Estação Ecológica do Seridó-ESEC/RN/Brasil.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 12, Goiânia, 2005. Anais. Goiânia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2005. pp. 2611-2618.

Chagas, M. das G. Santos das; Galvêncio, J. D.; Pimentel, R. M. de M. **Avaliação da dinâmica espectral da vegetação de caatinga em Arcoverde, Pernambuco.** Revista de Geografia. UFPE/DCG-NAPA, Recife, 2008. v. 25, nº 2,

Filho, J. C. de A.; Silva, A. B. da; Rodrigues e Silva, F. B.; Leite, A. P. **Diagnóstico Ambiental do Município de Floresta, Pernambuco.** Rio de Janeiro: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2001. 19p.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

Kazmierczak, M.L. **Uso de Dados AVHRR/NOAA Gac para análise da sazonalidade da caatinga**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, Salvador, 1996. Anais. Salvador, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996. p. 513-518.

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.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 03 nov. 2010.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>. Acesso em: 09 set. 2010.

Sistema de Informações Hidrológicas. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2010.