

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DO NDVI EM ÁREA DEGRADADA EM FLORESTA (PE)

ANA P. NUNES DA SILVA¹, GEBER BARBOSA DE ALBUQUERQUE MOURA²;
JONATHAN CASTRO AMANAJÁS³ & NILZELE DE VILHENA GOMES⁴

¹ Mestranda em Meteorologia. Depto de Ciências Atmosféricas, UFCG. Campina Grande-PB. E-mail: apns@ymail.com

² Meteorologista, Prof. Adjunto Dr., Depto. de Agronomia, UFRPE. Recife-PE.

³ Mestrando em Meteorologia. Depto de Ciências Atmosféricas, UFCG. Campina Grande-PB.

⁴ Doutoranda em Meteorologia. Depto de Ciências Atmosféricas, UFCG. Campina Grande-PB.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG.

Resumo: A Agenda 21, em seu capítulo 12, define o termo desertificação como sendo a “degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas”. A desertificação gera e acentua a escassez de recursos naturais vitais para a sobrevivência humana, como água potável, solo agrícola e vegetação. Implicando em problemas sociais e econômicos nas áreas afetadas. Recentemente o sensoriamento remoto vêm sendo usado em diversas áreas da pesquisa, principalmente no monitoramento ambiental do Brasil. Por sua grande extensão territorial a aplicação destas ferramentas é de grande importância no país, haja vista que se pode assim realizar diagnósticos de áreas de difícil acesso. O presente estudo teve como objetivo analisar a evolução do processo de desertificação através do NDVI na região do Sertão do Estado de Pernambuco através de uma série temporal de imagens Landsat Thematic Mapper (TM) que inclui os anos 1994, 1997 e 2001. Verificou-se que a vegetação característica da região diminuiu sua área, mostrando que a área analisada encontra-se em processo de perda da vegetação que pode levar ao processo de desertificação.

Palavras-chave: desertificação, SEBAL, semi-árido

Spatial-temporal variability NDVI in degraded area in Floresta city (PE)

Abstract: Agenda 21 (ONU, 1994), in its chapter 12, defines the term desertification as being the “degradation of the land in the regions barren, half-barren and sub-humids droughts, resultant of some factors, between them the climatic variations and the activities human beings”. The desertification generates and accents the scarcity of vital natural resources for the survival human being, as drinking waters, alone agriculturist and vegetation. Implying in social and economic problems in the affected areas. Recently the remote sensing and the techniques of geoprocessamento come being used in diverse areas of the research, mainly in the ambient monitoring of Brazil. For its great territorial extension the application of these tools is of great importance in the country, has seen that if it can thus carry through diagnostic of areas of difficult access. The present study it has as objective to analyze the evolution of the process of desertification through the NDVI in the region of the Hinterland of the State of Pernambuco through a secular series of images Landsat Thematic Mapper (TM) that it includes years 1994, 1997 and 2001. It was verified that the characteristic vegetation of the region diminished its area, showing that the analyzed area meet in process of loss of the vegetation that can lead to the desertification process.

Keys-words: desertification, SEBAL, semi-arid.

1. INTRODUÇÃO

A Agenda 21, em seu capítulo 12, define o termo desertificação como sendo a “degradação da terra nas regiões áridas, semi-áridas e subúmidas secas, resultante de vários fatores, entre eles as variações climáticas e as atividades humanas.

O desmatamento diminui a biomassa e conseqüentemente a redução da capacidade de absorção de água pelo solo. Sem a cobertura vegetal o solo torna-se mais vulnerável a erosão e, exposto a luz solar há um aumento no albedo da superfície, oxidando a matéria orgânica, a morte dos microorganismos pelas altas temperaturas, diminuindo a fertilidade do solo e levando a perda do horizonte superficial. (BARBOSA et al., 2007).

Por sua grande extensão territorial a aplicação destas ferramentas é de grande importância no país, haja vista que se pode assim realizar diagnósticos de áreas de difícil acesso por meio de transportes e de acordo com a resolução temporal dos satélites pode-se realizar um monitoramento efetivos destas áreas. Existem vários algoritmos utilizados para o cômputo do NDVI e da reflectância através das bandas espectrais dos sensores instalados nos satélites. O SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) foi proposto por Bastiaanssen (1995) e tem sido aplicado em diferentes países e em áreas irrigadas da região semi-árida do Nordeste brasileiro para estimar o NDVI e a reflectância.

No presente estudo objetivou-se avaliar a evolução do processo de desertificação na região do sertão do Estado de Pernambuco através do NDVI e desta forma será possível conhecer o grau de degradação da área analisada, bem como verificar se há áreas menos suscetíveis ao processo de desertificação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Floresta se localiza na mesorregião do São Francisco Pernambucano. A sede municipal de Floresta se situa a 433,6 km de distância de Recife, sob as coordenadas geográficas de 8°36'02" S e 38°34'05" W. (Figura 1).

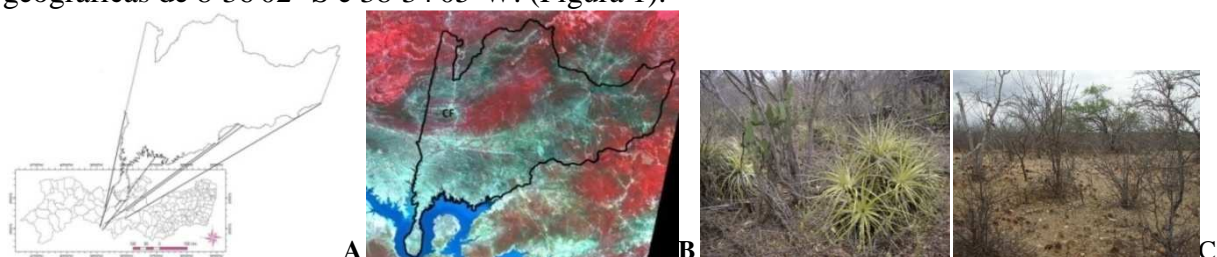


Figura 1. A. Localização do Município de Floresta (PE). B. Área analisada. C. Visualização da área

De acordo com o Zoneamento Agroecológico do Nordeste (SILVA et al., 1993), o município está localizado na unidade de paisagem denominada “Depressão Sertaneja”. Segundo Melo (1988), a ausência relativa de elevações reduz as influências orográficas, acentuando as condições da semi-aridez do ambiente. Pela sistemática de Köppen no município prevalece o tipo climático BSs’h’, ou seja, muito quente, semi-árido, tipo estepe, com estação chuvosa compreendendo os meses de janeiro a abril, apresentando precipitação média anual de 505 mm.

O município está incluído no Núcleo de desertificação de Cabrobó. Cujas principais causas de início de processo de desertificação foram o sobrepastoreio, o desmatamento e a salinização do solo. Este núcleo de desertificação foi o primeiro a ser identificado, na década de 70, pelo ecólogo Vasconcelos Sobrinho.

Os pontos da área de estudo foram adquiridos em Galindo (2007) para uma área conservada para a realidade semi-árida (Bioma Caatinga).

Os dados pluviométricos são imprescindíveis para uma escolha correta das imagens de satélite, pois a resposta espectral da vegetação de caatinga tem grande variabilidade com a presença de água, devido às suas características fisiológicas de adaptação às secas. (FREIRE, 2005). Analisou-se a distribuição espaço-temporal da precipitação no período analisado. Para

tanto se utilizou a média os postos pluviométricos, sob coordenadas 8°37'00''S, 38°34'00''W e 8°36'5''S, 38°34'32''W, ambos monitorados pelo LAMEPE.

As imagens foram adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), órgão ligado ao Ministério da Ciência e Tecnologia, na órbita 216, ponto 066. As imagens possuem a seguinte resolução temporal: 19/05/1994, 28/06/1997 e 06/05/2001.

Foi obtido o modelo de elevação digital do terreno (DEM, obtido gratuitamente no site do SRTM) referente ao mosaico x 29 e y 14. As imagens foram reamostradas com o DEM, para que a imagem a ser trabalhada possuísse resolução espacial de 30 x 30 m.

No cálculo da radiância espectral de cada banda (L_{λ_i}) o número digital (ND) de cada pixel da imagem é convertido em radiância espectral monocromática. Sua calibração é efetivada segundo a Equação 1, proposta por Markham & Baker (1987).

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

Em que a e b são as radiâncias espectrais mínimas e máximas, ND é a intensidade do pixel; e i corresponde as bandas (1, 2, 3,... e 7) do satélite Landsat 5 - TM.

A reflectância foi obtida segundo a Equação 2, proposta por Allen et al. (2002).

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi \cdot L_{\lambda_i}}{k_{\lambda_i} \cdot \cos Z \cdot d_r} \quad (2)$$

Em que L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, k_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera (Tabela 1), Z é o ângulo zenital solar e d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol (r_0) e a distância Terra-Sol (r) em dado dia seqüencial do ano (DSA), que de acordo com Iqbal (1983), é dada pela Equação 3.

$$d_r = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{DSA \cdot 2\pi}{365}\right) \quad (3)$$

Em que o argumento da função \cos está em radianos. O valor médio anual de d_r é igual a 1,00 e o mesmo varia entre 0,97 e 1,03, aproximadamente.

O albedo planetário (α_{toa}) foi obtido pela Equação 5.

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (5)$$

Em que $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ e ρ_7 são os albedos planetários das bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7.

Já o albedo corrigido para os efeitos atmosféricos foi obtido pela Equação 6.

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}^2} \quad (6)$$

Em que α_p é a da radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, mas para o modelo SEBAL é recomendado o uso do valor de 0,03, com base em Bastiaanssen (2000) e τ_{sw} é a transmissividade atmosférica que para condições de céu claro, pode ser obtida por (Allen et al., 2002) através da Equação 7.

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2 \cdot 10^{-5} z \quad (7)$$

Em que z é a altitude de cada pixel (m).

Obtido através da razão entre a diferença das refletividades do Infra-vermelho-próximo (ρ_{iv}) e do vermelho (ρ_v), pela soma das mesmas, de acordo com a Equação 5.

$$NDVI = \frac{\rho_{iv} - \rho_v}{\rho_{iv} + \rho_v} \quad (8)$$

Em que ρ_{iv} e ρ_v correspondem, respectivamente, as bandas 4 e 3 do Landsat 5 - TM.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação no período analisado, como se pode ver na Figura 2, teve média mensal de 27,1 mm, tendo uma máxima de 289 mm no mês de março de 1994.

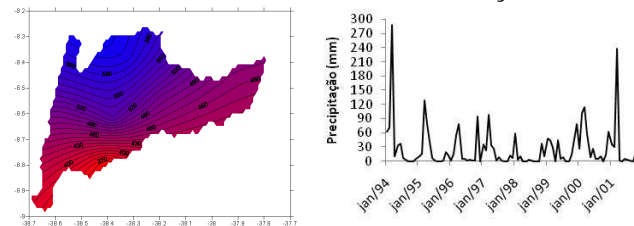


Figura 2. Distribuição espaço (A)-temporal(B) da precipitação nas áreas analisadas.

De acordo com Huete & Tucker (1991), os valores de NDVI para solo exposto estão geralmente 0,05 e 0,30, porém, devido às propriedades óticas do solo, não se pode definir uma faixa rigorosa de valores de NDVI para solos com pouca ou nenhuma vegetação.

Os valores estatísticos de NDVI para as áreas de estudos constam na Tabela 1. Percebe-se que houve uma diminuição do NDVI da área coberta por vegetação, ao longo dos anos estudados, os valores médios variaram entre 0,373 (1994) e 0,261 (2001). Silva et al. (2005) analisando o NDVI encontraram valores de 0,75 e 0,78, 0,16 e 0,17, -0,30 e -0,33, 0,71 e 0,71, 0,15 e 0,16 para os anos de 2000 e 2001 em área de vegetação irrigada, solo exposto, Lago de Sobradinho, frutíferas e área de caatinga, respectivamente.

Tabela 1. Valores dos parâmetros estatísticos obtidos na análise do NDVI na área conservada.

Ano	mín	médio	máx	mediano	moda	D. PAD
1994	-0,535	0,373	0,726	0,373	0,425	0,101
1997	-0,551	0,295	0,711	0,287	0,287	0,078
2001	-0,313	0,261	0,637	0,258	0,251	0,066

Na Figura 3 mostram-se as cartas de NDVI para a área conservada. Nota-se que os valores negativos encontram-se na cor magenta e representam os corpos d'água, já os pixels de cor violeta indicam ausência de vegetação.

Na Figura 4 encontram-se os histogramas de freqüência para o NDVI calculado para a região conservada e, percebe-se que ao longo dos anos os valores dos pixels foram se deslocando para o lado esquerdo do gráfico, revelando que a intensidade de vegetação diminuiu.

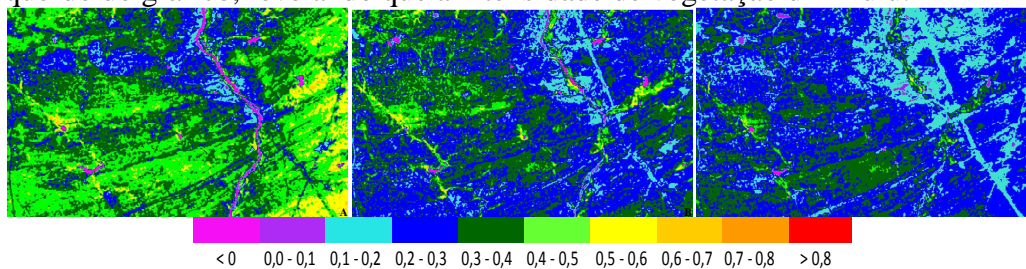


Figura 3. Cartas de NDVI para a área conservada em 1994 (A), 1997 (B) e 2001 (C).

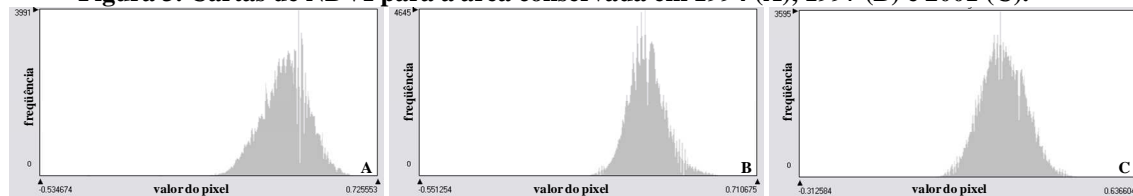


Figura 4. Histograma de freqüência do NDVI da área conservada em 1994 (A), 1997 (B) e 2001 (C).

Os valores estatísticos das cartas de NDVI para a área degradada encontram-se na Tabela 2. Os valores são inferiores aos das áreas conservada e possui menor variação, haja vista que nesta área a vegetação é bastante rala quando não ausente, deixando o solo exposto. O maior índice máximo apresentou valor de 0,749 e foi decrescendo a medida dos anos, já para os valores médio o menor foi encontrado em 1997.

Na caatinga do Nordeste Brasileiro (NEB) Formigoni *et al.* (2007) obtiveram NDVI entre 0,15 e 0,8, para o período seco e chuvoso, respectivamente e, valor médio de 0,25, corroborando com este trabalho.

Tabela 2. Valores dos parâmetros estatísticos obtidos na análise do NDVI na área degradada.

Ano	mín	médio	máx	mediano	moda	D. PAD
1994	-0,490	0,281	0,749	0,280	0,294	0,090
1997	-0,557	0,194	0,726	0,190	0,180	0,072
2001	-0,316	0,227	0,622	0,226	0,248	0,071

4. CONCLUSÕES

A precipitação média no Município de Floresta apresentou moderada distribuição espacial, sendo a parte norte do município com precipitação superior a porção sul. Com relação à temporalidade a precipitação apresentou grande variabilidade, com precipitação concentrada no mês de janeiro.

O NDVI apresentou decréscimo na área analisada, revelando que a região está em processo de desertificação por perda de vegetação e por processos pedológicos.

A área apresentou processo de degradação dos solos. A análise através do NDVI mostrou que a vegetação tornou-se ainda menos densa, obtendo índice de 0,373 em 1994 e de 0,261 em 2001.

Recomenda-se realizar um estudo de campo para verificar a presença de determinadas particularidades no solo, como pode-se ver na Figura 1B, onde aparece uma faixa similar a uma nuvem Cirrus, porém este aspecto é causado pelo albedo do solo, devido ao material deste na região em questão.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land), Advanced training and users manual**. Idaho: Implementation, v.1.0. 2002.
- BARBOSA, M. P.; MORAES NETO, J. M.; FERNANDES, M. F.; SILVA, M. J. Estudo da degradação de terras – município de Picos - PI. In: SIMPÓSIO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. p. 4357-4363.
- BASTIAANSEN, W. G. M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain: A remote sensing approach under clear skies in Mediterranean climate**. PhD. Dis., CIP Data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, the Netherlands. 272 p., 1995.
- FORMIGONI, M. H.; QUARTO, J. P.; XAVIER, A. C. Análise temporal de área irrigada e caatinga na região de Petrolina por meio de dados EVI do MODIS. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** São Jose dos Campos: INPE, 2007.
- GALINDO, I. C. L. **Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no Estado de Pernambuco**. Recife, PE: UFRPE, 2007. Originalmente apresentada como tese de Doutorado em Ciência do Solo. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 255p.
- HUETE, A. R.; TUCKER, C. J. Investigation of soil influence in AVHRR red and near infrared vegetation index imagery. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.12, p.1223-1242. 1991.
- IQBAL, M. **An Introduction to Solar Radiation**. New York: Academic Press. 1983. 212p.
- MARKHAM, B. L.; BARKER, J. L. Thematic mapper bandpass solar exoatmospherical irradiances. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v.8, n.3, p.517-523, 1987.
- MELO, M. L. **Áreas de exceção da Paraíba e dos Sertões de Pernambuco**. Recife: SUDENE, 1988. 321 p. (Série Estudos Regionais, 19).
- SILVA, F. B. R.; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P.; SOUSA NETO, N. C.; BRITO, L. T.L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; SILVA, A. B.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LEITE, A. P. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnóstico do quadro natural e agrossocioeconômico**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1993. 2 v.