

## ALBEDO DE SUPERFÍCIE ESTIMADO A PARTIR DE IMAGENS LANDSAT 5 – TM EM REGIÃO SEMI-ÁRIDA

ANA P. NUNES DA SILVA<sup>1</sup>, GEBER BARBOSA DE ALBUQUERQUE MOURA<sup>2</sup>,  
PEDRO R. GIONGO<sup>3</sup> & BERNARDO BARBOSA DA SILVA<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola e Ambiental, M.Sc., Pós-Graduanda, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB, e-mail: apns@ymail.com

<sup>2</sup> Meteorologista, Prof. Adjunto Dr., Depto. de Agronomia, UFRPE, Recife-PE.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pós-Graduando, Depto. de Agronomia, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

<sup>4</sup> Meteorologista, Prof. Adjunto Dr, 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:** Recentemente o sensoriamento remoto e as técnicas de geoprocessamento 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 por meio de transportes e de acordo com a resolução temporal dos satélites pode-se realizar um monitoramento efetivos destas áreas. Como até o presente momento não foram desenvolvidos trabalhos para avaliar em que estado se encontra o processo de desertificação na região de Floresta (PE) através de técnicas de sensoriamento remoto o presente estudo tem como objetivo analisar o comportamento espectral do solo e assim realizar uma análise preliminar quanto ao processo de desertificação em uma área na região do Sertão do Estado de Pernambuco através de uma série temporal de imagens Landsat Thematic Mapper (TM), visando verificar se esta é realmente susceptível ao processo de desertificação. Verificou-se que a área analisada apresentou um aumento no albedo ao longo dos anos, logo pode-se inferir que esta havendo uma degradação nas mesmas.

**Palavras-chave:** desertificação, geoprocessamento, SEBAL

### Albedo of surface esteem from Landsat images 5 - TM in semi-arid area

**Abstract:** 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 to have a 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 by means of transports and in accordance with the secular resolution of the effective satellites can be carried through a monitoring of these areas. As until the present moment works had not been developed to evaluate where been if it finds the process of desertification in the region of Floresta (PE) through techniques of remote sensing the present study has as objective to analyze the spectral behavior of the ground and thus to carry through a preliminary analysis how much to the process of desertification in an area in the region of the Hinterland of the State of Pernambuco through a secular series of images Landsat Thematic Mapper (TM), aiming at to verify if this it is really affected for the desertification process. It was verified that the analyzed area presented an increase in Albedo throughout the years, then can be inferred that this having a degradation in the same ones.

**Keys-words:** Landsat 5-TM, SEBAL, semi-arid.

## 1. INTRODUÇÃO

A Agenda 21 (ONU, 1994), 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”.

Os processos de degradação, principalmente nos níveis mais altos, provocam impactos sociais, econômicos, culturais, políticos e ambientais, os quais se relacionam entre si e, ao longo dos anos, vem se intensificando e aumentando a vulnerabilidade da população, produzindo grandes perdas sociais e econômicas para a região nordestina (SOUSA, 2007).

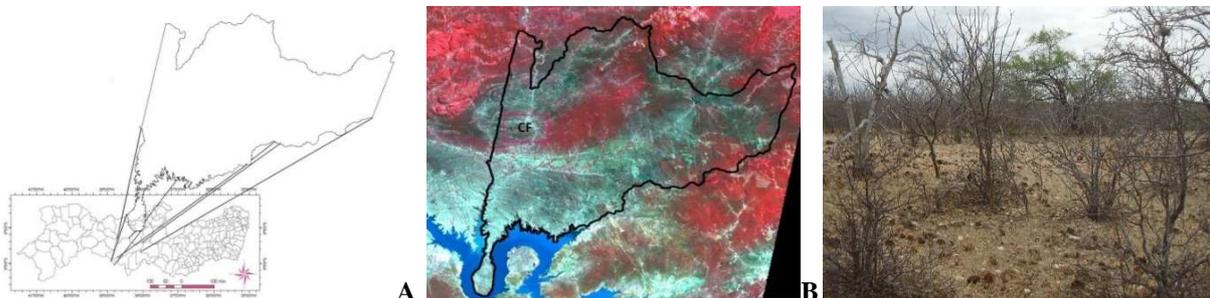
No Brasil, as áreas mais susceptíveis localizam-se na região semi-árida do Nordeste, numa área que ultrapassa 900 mil quilômetros quadrados. Essa região caracteriza-se por altas taxas de evapotranspiração, solos de pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção de água, o que limita conseqüentemente seu potencial produtivo. Todos esses elementos conjugados evidenciam um Ecossistema muito frágil, o qual se agrava principalmente devido à degradação da cobertura vegetal e do uso incorreto das terras, através da exploração predatória da caatinga e dos desmatamentos.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a evolução do processo de desertificação 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. Desta forma será possível conhecer o grau de degradação da área analisada, bem como verificar se há menos suscetíveis ao processo de desertificação.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O município de Floresta se localiza na mesorregião do São Francisco Pernambucano, na microrregião de Itaparica. De acordo com a Agencia Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (1994) possui uma área de 3.643,970 km<sup>2</sup>, com altitude variando de 300 a 1.050 m. A sede municipal de Floresta se situa a 433,6 km de distância de Recife, sob as coordenadas geográficas de 8°36'02" de latitude sul e 38°34'05" de longitude oeste de Greenwich. (Figura 1).

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.



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

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).

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 espacial da precipitação média anual no município, bem como sua distribuição temporal 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 ( $L_{\lambda_i}$ ) 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 (número digital – número inteiro de 0 a 255); 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  $L_{\lambda_i}$  é a radiância espectral de cada banda,  $k_{\lambda_i}$  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 ( $\alpha_{toa}$ ) foi obtido pela Equação 4.

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (4)$$

Em que  $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$  e  $\rho_7$  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 5.

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}^2} \quad (5)$$

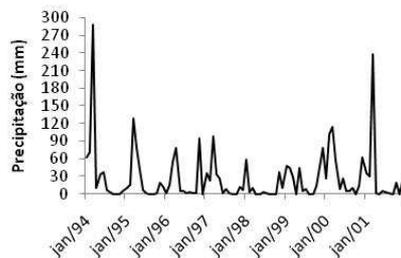
Em que  $\alpha_p$  é a da radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, mas para o modelo SEBAL é recomendado o uso do valor de 0,03, com base em Bastiaanssen (2000) e  $\tau_{sw}$  é a transmissividade atmosférica que para condições de céu claro, pode ser obtida por (Allen et al., 2002) através da Equação 6.

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2 \cdot 10^{-5} z \quad (6)$$

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

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação no período analisado, como se pode ver na Figura 3, teve média mensal de 27,1 mm, tendo uma máxima de 289 mm no mês de março de 1994.



**Figura 2. Distribuição temporal da precipitação nas áreas analisadas.**

Correia et al. (2002) citam que os valores elevados de albedo de superfície estão associados a superfícies suaves, secas e de coloração clara, enquanto que albedos menores são associados a superfícies rugosas, úmidas e de coloração escura.

Na Tabela 1 são apresentados os valores estatísticos das cartas de albedo de superfície gerados pela metodologia para a área conservada. O menor mínimo foi de 4% no ano de 1997, ano da fase inicial de um El-Niño considerado forte, porém o impacto deste sobre o regime pluviométrico da região analisada ainda não havia causado fortes conseqüências, fazendo com que o solo permanecesse úmido após a estação chuvosa. O maior albedo foi obtido no ano de 2004, com valor de 50,6%.

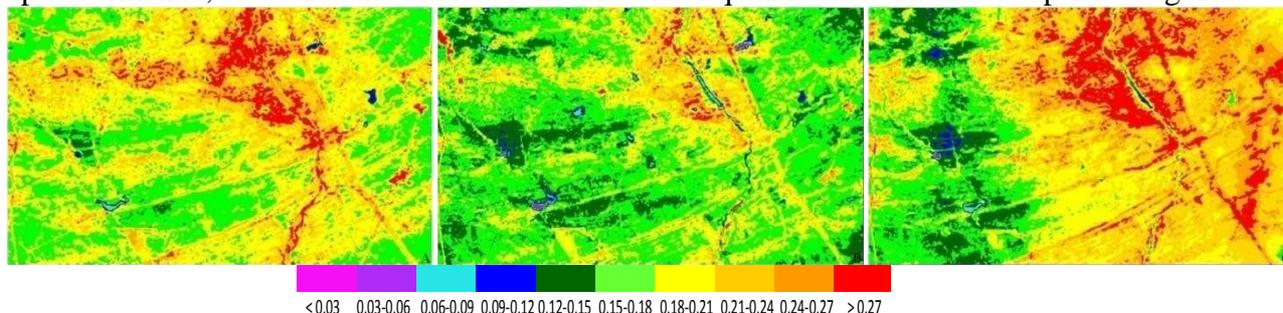
Pelo desvio padrão percebe-se que os valores apresentaram baixa dispersão, provavelmente devido à homogeneidade da vegetação da região, que é composta de arbustos.

**Tabela 1. Valores dos parâmetros estatísticos obtidos na análise do albedo da superfície na área.**

Ano	mínimo	médio	máximo	mediano	moda	Desv. PAD
1994	0,066	0,203	0,506	0,195	0,178	0,035
1997	0,040	0,178	0,490	0,174	0,166	0,030
2001	0,049	0,215	0,431	0,216	0,231	0,046

Na Figura 3 são mostradas as cartas de albedo de superfície para a área conservada. Em todas as cartas percebe-se que os menores valores foram encontrados em superfícies de água e áreas adjacentes, apresentado coloração azul fraco e azul forte. Também se observa forte mancha próxima ao curso d'água, com valores elevados de albedo, mostrando ser uma área com solo desnudo, provavelmente por conta da salinização do solo, devido ao manejo inadequada de irrigação. Esta região apresentou valores de albedo superiores a 27%

Percebe-se que, apesar de não apresentar linearmente, a área de solo exposto cresceu entre 1994 e 2001. Deve-se considerar que a imagem do ano de 1997 foi obtida no mês de junho, diferentemente das demais que foram obtidas em maio. Comparando-se com a Figura 5, percebe-se que em 1997 a precipitação na estação chuvosa, foi mais bem dividida, do que nos demais anos, onde houve uma maior concentração no mês de janeiro, por isto, possivelmente, esta carta encontra-se com uma maior quantidade de áreas de espelho d'água.



**Figura 3. Cartas de albedo da área conservada em 1994 (A), 1997 (B) e 2001 (C).**

Na Figura 4 estão os histogramas de freqüência dos valores de albedo para as cartas geradas. Percebe-se uma maior dispersão na Figura 5C, enquanto nas demais mostra-se uma

concentração em torno da média. Na Figura 5C, percebe-se que há duas regiões modais: uma se refere à vegetação de caatinga e outra, a com maior frequência, referente a solos desnudos.

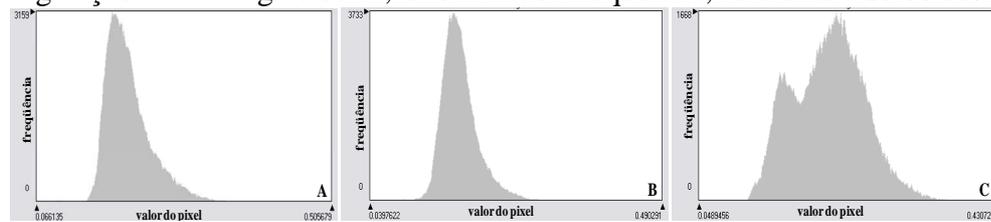


Figura 4. Histogramas de frequência do albedo na área conservada em 1994 (A), 1997 (B) e 2001 (C).

#### 4. CONCLUSÕES

Com relação à temporalidade a precipitação apresentou grande variabilidade, com precipitação concentrada no mês de janeiro. A área estudada apresentou processo de degradação dos solos, pela análise através do albedo, demonstrou que a porcentagem de solo desnudo cresceu entre 1994 e 2001, com albedo variando de 20,3 a 21,5, respectivamente.

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.
- AGENCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO. **Anuário estatístico de Pernambuco**. Recife: CONDEPE, v. 40, 1994.
- BASTIAANSSEN, 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.
- CORREIA, F. W. S.; ALVALA, R. C. S.; GIELOW, R. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001-2002, In: Congresso Brasileiro De Meteorologia, 12., Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2002.
- FREIRE, N. C. F.; PACHECO, A. P. Aspectos da detecção de áreas de risco a desertificação na região de Xingó. In: Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. p. 525-532.
- 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.
- 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. **J. 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. 2v.
- SOUSA, R. F. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. Campina Grande, PB: UFCG, 2007. Originalmente apresentada como tese de Doutorado Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Campina Grande, 2007. 180p