

MAPEAMENTO DO ALBEDO DE ÁREAS HETEROGÊNEAS DO POLO MOSSORÓ – BARAÚNAS/RN COM IMAGENS LANDSAT 5-TM

J. M. BEZERRA¹; G. B. A. MOURA²; T. O. SANTOS³; R. S. VASCONCELOS⁴; M.L. PEREIRA NETO³.

1 Engenheiro Agrícola & Ambiental, Mestrando em Engenharia Agrícola na UFRPE, DTR. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. Fone: (81)9767-5643. E-mail: joel_medeiros@oi.com.br;

2 Professor Adjunto do Departamento Agronomia - DEPA, UFRPE. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. geber@depa.ufrpe.br;

3 Engenheiro Agrônomo pela UFRPE, Mestrando em Engenharia Agrícola na UFRPE, DTR. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. Fone: (81)9767-5643. E-mail: taciolisantos@yahoo.com.br; moacirn@gmail.com.

4 Mestre em Engenharia Agrícola na UFC, Doutoranda em Engenharia Agrícola na UFRPE, DTR. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, Bairro Dois Irmãos. Recife – PE. CEP 52171-900. E-mail: rochelly17@hotmail.com;

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar o albedo superficial envolvendo áreas irrigadas do polo Mossoró-Baraúnas, áreas de salinas, e de vegetação nativa de caatinga e parte de campo de exploração de petróleo com técnicas de sensoriamento remoto. Foram utilizadas 04 cenas do satélite *Landsat 5-TM*, obtidas em duas épocas 01/09/1989 e 09/08/2009. Foram utilizados os procedimentos do algoritmo *SEBAL* para determinação do Albedo de superfície, sendo os parâmetros processados com o auxílio de *SIG*. Constatou-se que houve diferença perceptível entre os albedos da área em apreço, dentro do espaço temporal de 20 anos, quando considerado a cena como um todo; portanto, em algumas áreas irrigadas constatou-se diferença marcante, decorrentes do manejo agrícola de tais áreas; além das salinas, sendo observada uma ampliação, propiciada pela invasão das áreas de mangue. Também foi observada a ampliação das ações antrópicas de exploração dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: *sebal*, sensoriamento remoto, planejamento.

MAPPING THE ALBEDO OF HETEROGENEOUS AREAS THE POLE MOSSORO BARAUNAS/RN WITH IMAGES LANDSAT 5- TM

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the surface albedo involving irrigated areas of the pole-Mossoró-Baraúnas, saline areas, and native vegetation of scrub and part of the field of oil exploration with remote sensing techniques. We used 04 scenes of Landsat-5 TM, obtained in two seasons 01/09/1989 and 09/08/2009. We used the algorithm SEBAL procedures for determining the surface albedo, the parameters being processed with the GIS. It was found that there was no discernible difference between the albedos of the area in question, within the timeline of 20 years, when we considered the scene as a whole, so in some irrigated areas marked difference was found, resulting from agricultural management of such areas; addition of saline, and observed an increase, brought about by the invasion of mangrove areas. They also observed the expansion of human activities in natural resources.

KEYWORDS: *sebal*, remote sensing, planning.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o sensoriamento remoto tem assumido grande importância no monitoramento de diversos fenômenos meteorológicos e ambientais, oferecendo suporte nas previsões de tempo e melhor entendimento das mudanças climáticas, além de auxiliar no planejamento agroecológico. Como consequência, tem-se tornado uma ferramenta poderosa para a obtenção de informações necessárias ao manejo, gerenciamento e gestão de recursos naturais. O sensoriamento remoto aplicado a agricultura oferece diversas vantagens, pois possibilita a geração de séries temporais das áreas de estudo, possuindo cobertura espacial muito ampla e as informações obtidas podem ser espacializadas, em geral, revelando aspectos importantes para o planejamento ambiental e agrícola das áreas irrigadas (BASTIAANSSSEN, 2000).

O estudo do albedo é de grande importância, pois o seu monitoramento possibilita detectar mudanças que venham a ocorrer, nos mais variados ecossistemas. Existem vários algoritmos destinados ao cálculo do albedo superficial, a partir de medições realizadas nas bandas espectrais, entretanto todas as parametrizações existentes aplicam-se as reflectâncias espectrais de superfície, quando feitas as devidas correções atmosféricas. De acordo com ALLEN et al. (2002), e BASTIAANSSSEN(2000) a obtenção do albedo é baseada na combinação linear da reflectância das bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7, e em correções atmosféricas simples que têm produzido resultados muito consistentes, sendo uma das vantagens do uso do *SEBAL(Surface Energy Balance Algorithm for Land)*.

Esta pesquisa objetivou a determinação do albedo da superfície, em áreas irrigadas e de vegetação nativa de caatinga do polo de fruticultura irrigada dos municípios de Mossoró e Baraúnas - RN, contemplando algumas áreas de salinas e áreas de exploração de petróleo, com base em imagens do *Landsat 5-TM* de 1989 e 2009 e alguns dados complementares de superfície.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 04 imagens do Mapeador Temático do Satélite *Landsat 5*, compostas de sete bandas espectrais e adquiridas junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. A passagem do *Landsat 5-TM* sobre a área estudada ocorreu às 9h30min (tempo solar) nos dias 09 de agosto de 1989 (Dia Juliano = 221) e 01 de setembro 2009 (Dia Juliano = 244), na órbita 216 e pontos 63 e 64. Para visualização e realização de operações matemáticas intra e inter bandas, fez-

se necessário a utilização de um software apropriado, no caso utilizou-se dos sistemas de informações geográficas (SIG), o *ERDAS Imagine 9.1* e o *ArcGis 9.3*.

Segundo a classificação climática de *Koppen*, a região estudada apresenta clima do tipo *BSw'h'* – muito quente e semi-árido. Este clima se traduz e justifica a semi-aridez a partir dos registros de altos índices anuais de evaporação (2.077,6 mm) e insolação (2.780,1 horas/Sol), resultante de uma grande oferta de radiação solar, contrapondo aos índices – pluviometria e umidade relativa do ar, 765,8 mm e 69%, respectivamente. Seu período chuvoso está concentrado especialmente entre os meses de fevereiro e abril, apresentando os meses de fevereiro e março como mais relevantes, totalizando 73% de todo o período. Não existem estações de chuva bem definidas nem períodos de inverno e verão precisamente distintos.

Inicialmente, processou as calibrações atmosféricas das imagens, sendo realizada a calibração radiométrica, realizando o processo de conversão do número digital (*ND*), em radiância espectral monocromática $L_{\lambda i}$ para as bandas reflectivas do *Landsat 5-TM* (canais 1, 2, 3, 4, 5 e 7) sendo utilizada a seguinte relação, proposta por MARKHAM & BARKER (1987):

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

Em que, a e b são as radiâncias espectrais mínima e máxima ($W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1}$), determinados por Chander e Markham (2003). ND é o número digital do pixel (número inteiro de 0 a 255, no caso do Landsat) e i corresponde as bandas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, do *Landsat 5-TM*.

A reflectância planetária de cada banda, foi obtida através da seguinte equação (BASTIAANSEN, 1995):

$$\rho_{\lambda i} = \frac{\pi L_{\lambda i}}{E_{\lambda i} \cos Z \cdot d_r^2} \quad (2)$$

Em que, $\rho_{\lambda i}$ é a reflectância planetária da banda i , $E_{\lambda i}$ é o fluxo direcional solar espectral no topo da atmosfera, Z é o ângulo zenital do Sol, d_r é o quadrado da razão entre a distância média Terra-Sol e a distância Terra-Sol em dado dia do ano, conforme Iqbal (1983).

O Cômputo do albedo planetário (α_{toa}), isto é, o albedo não ajustado a transmissividade atmosférica, foi obtido pela combinação linear das reflectâncias monocromáticas:

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,157\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_7 \quad (3)$$

Onde, $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4, \rho_5$ e ρ_7 são os albedos planetários das respectivas bandas.

O albedo da superfície α ou corrigido, devido aos efeitos atmosféricos, foi obtido através da expressão (BASTIAANSEN, 1995; ALLEN et al., 2002), aplicável a dias de céu claro:

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_p}{\tau_{sw}} \quad (4)$$

Onde α_{toa} é o albedo planetário, α_p é a reflectância da própria atmosfera, para o modelo SEBAL tem sido recomendado o 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 pela expressão simplificada proposta por ALLEN et al. (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, está apresentada a localização das áreas estudadas, em composição colorida RGB das bandas 3-4-2 do *Landsat 5-TM*, onde os retângulos indicam as áreas analisadas (alvos).

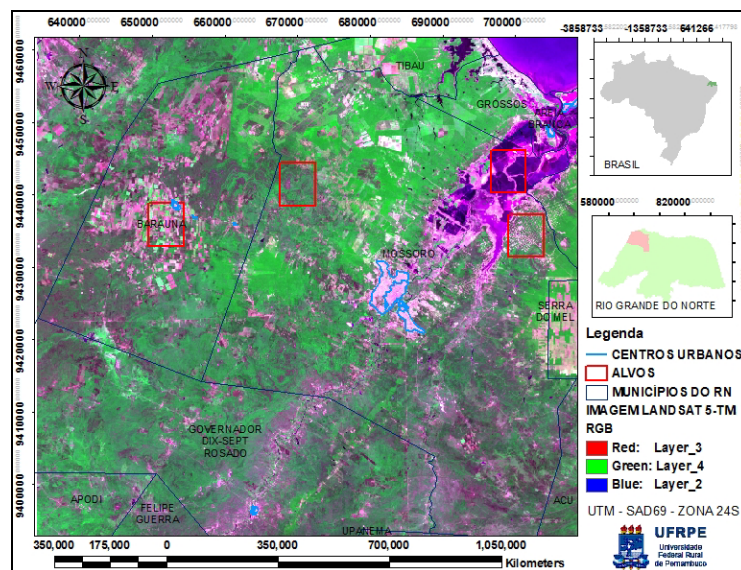


Figura 1 – Composição das bandas 2, 3 e 4 do satélite *Landsat 5-TM* e uma visão geral da área de estudo.

Num panorama geral, observam-se diferentes tonalidades e cores, para os diversos tipos de alvos imageados pelo *TM*. Tomaram-se, para fins de uma avaliação mais detalhada do albedo, quatro alvos distintos, delimitados na Figura 1: tais como: Área com vegetação irrigada no município de Baraúnas, área de salinas de Mossoró, área de vegetação nativa (Caatinga) ao centro da imagem e área envolvendo campo de exploração de petróleo a nordeste.

Analisando a Figura 2, representando o albedo da superfície dos anos de 1989 e 2009, percebe-se que, em geral, houve uma diferenciação perceptível no albedo entre os anos estudados. As áreas em tom de azul claro são resultantes de albedo de menor valor e

correspondem as águas das salinas e corpos hídricos existentes. O albedo dessas áreas situa-se entre 2 e 10%. As áreas irrigadas de frutíferas são de formato mais regular, em geral retangular, e apresentam tonalidade de verde escuro a amarelo, com albedo oscilando entre 15 e 22,5%, destacando a leste das imagens por um retângulo no município de Baraúnas. A nordeste desse retângulo, destacam-se áreas com vegetação nativa de caatinga, sendo esta situada no ponto mais elevado do município de Mossoró, denominado Serra Mossoró, apresentando albedo variando de 12,5 a 17,5%, em tom de verde mais escuro. Enquanto as áreas com solo desprovido de vegetação (elevado albedo) resultam em albedo da ordem de 22,5 a 30%, sendo representado em tons de vermelho escuro a marrom, coincidindo ainda com as áreas irrigadas que apresentam cobertura plástica de *mulching* e áreas impermeabilizadas e alguns trechos de salinas.

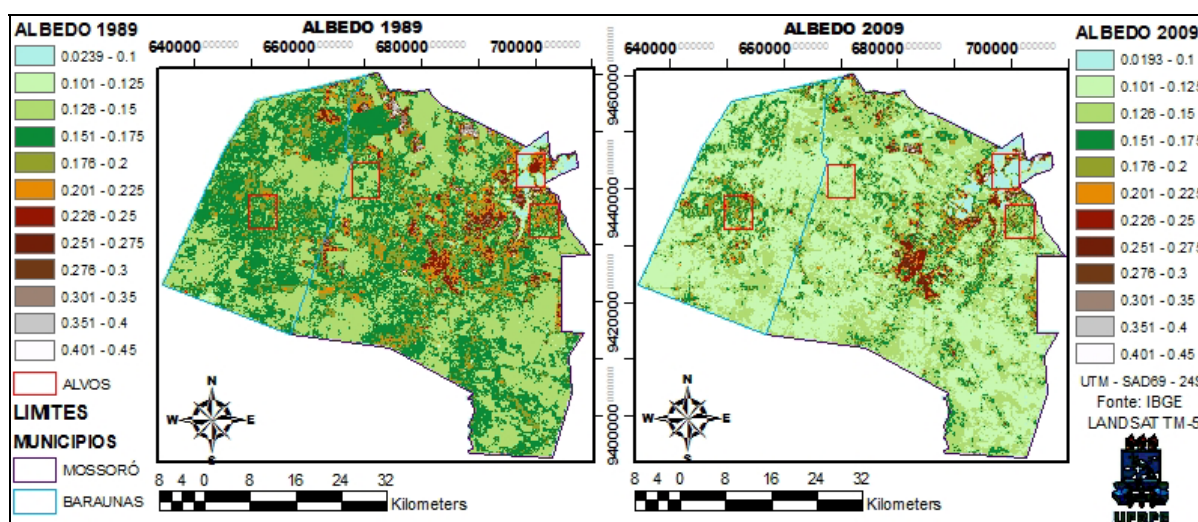


Figura 2 – Albedo da área de estudo.

Nas áreas de baldes de salinas o albedo é menor e o mesmo situa-se entre 5 e 12,5%, onde os maiores valores representam as áreas com minério de sal precipitando (águas salinas), devido a ação de refluxo da maré para o rio e ao despejo dos efluentes das águas salinas. Já os campos de exploração de petróleo, em virtude da ação antrópica, visualiza-se desmatamento, com a presença de solos expostos, o albedo nestas áreas varia de 12,5 a 30%. Os valores máximos e mínimos de albedo do ano de 1989 são da ordem de 42,80% e 2,39%, respectivamente, enquanto para o ano de 2009 observam-se o valor máximo e mínimo de albedo de 49,9% a 1,93%, respectivamente. Os valores de máximo de ambas as cenas estão relacionados a presença das salinas, com seus morros de sal (precipitado), observado na Figura 2 a nordeste, próximo do desague do rio Apodi-Mossoró. Portanto, em virtude da presença de assentamentos rurais nos municípios de Mossoró e Baraúnas, observa-se a ausência de vegetação nativa em grande parte do município, devido às

explorações de agricultura sustentável de sequeiro em grande maioria, além da ocorrência de grandes áreas de fruticultura irrigada de melão e melância, entretanto, visto a ausência de águas de boa qualidade (salinidade elevada) oriundas de poços rasos, propícia as áreas ao processo de salinização e consequentemente desertificação, com a exposição do solo.

Consta-se ainda, a ampliação das áreas com investimentos nas explorações de petróleo, no entanto, em virtude das questões legislativas de passivo ambiental, observa-se que partes destas foram recuperadas com restituição induzida da cobertura vegetal.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos destacam-se as seguintes conclusões: a) o albedo correspondente às áreas irrigadas situou-se entre 15 e 22,5% e corrobora com os outros estudos conduzido nas áreas estudadas; b) houve diferença perceptível entre o albedo da área em apreço, dentro do espaço temporal de 20 anos, quando considerado a área como um todo; portanto, em algumas áreas irrigadas constatou-se diferença marcante, decorrentes do manejo agrícola de tais áreas, além das salinas, sendo observada uma ampliação, propiciada pela invasão das áreas de mangue; c) a vegetação nativa e salinas apresentaram albedo com menor variação temporal. d) Sendo presenciado a ampliação das ações antrópicas de exploração dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.; BASTIAANSEN, W.; WATERS, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **Surface energy balance algorithm for land (SEBAL), Idaho implementation - Advanced training and users manual, version 1.0**, 2002. 97p.
- BASTIAANSEN, W. G. M. **SEBAL - Based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey**. Journal of Hydrology, v.229, p.87-100, 2000.
- BASTIAANSEN, W. G. M. **Regionalization of surface flux densities and moisture indicators in composite terrain**. Ph. D. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, Netherlands, 273p, 1995.
- CHANDER, G.; MARKHAM, B. **Revised Landsat-5 TM Radiometric Calibration Procedures and Postcalibration Dynamic Ranges**. IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING. v. 41, n. 11, p.2674-2677, 2003.
- IQBAL, M. **An Introduction to Solar Radiation**. New York: Academic Press. 1983. 212p.
- MARKHAM, B. L. & BARKER, J. B. **Thematic mapper band pass solar exoatmospherical irradiances**. International Journal of Remote Sensing, v. 8, n. 3, p. 517-523, 1987.