

# OBTENÇÃO E COMPARAÇÃO DO ALBEDO DA SUPERFÍCIE A PARTIR DE PRODUTOS TERRA – MODIS E TM - LANDSAT 5

ALEXANDRA CHAVES BRAGA<sup>1</sup>, ARGEMIRO LUCENA ARAÚJO<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Matemática, Doutoranda em Meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB, Fone: (0xx83)2101 1054, abruga@dca.ufcg.edu.br. <sup>2</sup> Químico Industrial, Doutorando em Meteorologia, Depto. de Ciências Atmosféricas, UFCG, Campina Grande-PB

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 18 a 21 de Julho de 2011 - SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari – ES

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo obter e comparar o albedo da superfície no Projeto Irrigado de São Gonçalo (IPGA), localizada no município de Sousa - PB, por meio da reflectância obtidos para TM - Landsat 5. Três imagens (29 de agosto, 14 de setembro, e 01 de Novembro - 2008) que foram utilizadas para determinar mapas de albedo, usando três diferentes métodos de correção atmosférica, chamado Allen, Idaho e Metric. O albedo obtido pelos três métodos, foram comparados com o produto MOD09A1, do EOS-Terra - MODIS. O albedo obtidos com os métodos propostos resultaram no seguinte, de 15% para 20% para os métodos de Allen e Idaho, e 10% para 15% quando calculado utilizando o método Metric. Dois alvos (pomares de coco e banana) foram usados para comparar o albedo e os resultados mostraram que o Metric apresentou melhor concordância com a literatura. O produto albedo obtido do Terra - MODIS para os alvos selecionados variou de 14% para 17%. Quando comparado o albedo obtido pelo método do Metric e do Terra - MODIS resultou em um erro relativo igual a 5%.

**Palavras-chave:** correção atmosférica, índice de vegetação, reflectância

## Collection and comparison of surface albedo products from Earth - MODIS and TM - Landsat 5

**ABSTRACT:** This study was aimed at obtaining and comparing the surface albedo at São Gonçalo Irrigated Project (PISG), located in Sousa County, Paraíba state, from reflectance which was obtained from TM – Landsat 5. Three images (August 29<sup>th</sup>, September 14<sup>th</sup>, and November 1<sup>st</sup> - 2008) were used in order to determine albedo maps using three different methods of atmospheric correction, named Allen, Idaho and Metric. The albedo obtained by the three methods, were compared with MOD09A1 product, from EOS-Terra – MODIS. The albedo obtained with the proposal methods ranger from 15% to 20% for Allen and Idaho methods, and 10% to 15% when calculated using the Metric. Two targets (coconut and banana orchards) were used for comparing the obtained albedo and the results showed that the Metric presented better agreement with literature values. The albedo product obtained by Terra - MODIS for the selected targets ranged from 14% to 17%. The comparison between Metric and Terra - MODIS albedo resulted in a relative error equal to 5%.

**KEYWORDS:** atmospheric correction, vegetation index, reflectance

## 1. Introdução

O sensoriamento remoto aplicado à agricultura oferece diversas vantagens, pois possibilita a geração de séries temporais das cenas estudadas, possui cobertura espacial muito ampla e as informações obtidas podem ser especializadas e, em geral, revelam aspectos importantes para o planejamento agrícola de áreas irrigadas (BASTIAASSEN, 2000). Existem vários algoritmos

destinados ao cômputo do albedo superficial, a partir de medições realizadas em sensores orbitais. LIANG (2002) obteve, para vários sistemas (AVHRR, MODIS, ETM+ e outros), equações de transformação da refletância de diferentes bandas espectrais em albedo superficial. Para o Landsat 5 – TM e Landsat 7 – ETM+, utilizados intensivamente na Bacia do Bear River, nos Estados Unidos (ALLEN et al., 2002) e em diferentes áreas irrigadas do globo a obtenção do albedo é baseada na combinação linear da refletância das bandas 1, 2, 3, 4, 5, e 7, e em correção atmosférica simples e que tem produzido resultados muito consistentes, dispensando a utilização de códigos de transferência radiativa de maior complexidade e que representa uma das vantagens do SEBAL. Mais recentemente, TASUMI (2003) propôs que a correção atmosférica fosse aplicada a cada banda espectral do Landsat 5 e 7. O propósito desta pesquisa foi analisar a distribuição espacial do albedo da superfície, sobre áreas de coqueiro e banana no Perímetro Irrigado de São Gonçalo, PB, utilizando imagens do TM - Landsat 5 e procedimentos usados por Allen et al. (2002) e TASUMI (2003), com o SEBAL.

## 2. Material e métodos

O sensor MODIS instalado a bordo do satélite Terra foi lançado em 18 de dezembro de 1999 como parte do programa Earth Observing System (EOS) financiado pelo programa ESE (Earth Science Enterprises) da NASA, projetado para adquirir dados relativos à interação terra, oceano e atmosfera, apresenta 36 bandas de resolução espectral (0,4 – 14,4  $\mu\text{m}$ ) e resolução espacial (250 m – bandas 1 e 2, 500 m – bandas 3 a 7 e 1000 m – bandas 8 a 36), oferecendo cobertura global com tempo de revisita de 1 a 2 dias. Uma imagem representa no solo uma área de varredura de 2330 Km. Tem órbita polar heliosíncrona com altitude de 705 km, velocidade de 6,7 km/s, cruzamento equatorial por volta das 10,5 horas. Esse sensor mede a percentagem da superfície do planeta que está coberta por nuvens quase todos os dias.

Uma importante característica desse sensor é o fato de os dados serem disponibilizados georreferenciados e corrigidos para efeitos atmosféricos. Atualmente, existem 44 produtos de dados que estão compreendidos em calibração, atmosfera, terra, criosfera e oceano. Maiores informações sobre os produtos MODIS podem ser encontradas em Justice et al. (2002a) e Bisht et al. (2005).

Foram obtidas três imagens geradas pelo Mapeador Temático do satélite Landsat 5 e três do MODIS, na órbita 216 e ponto 65, adquiridas junto ao Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE e (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>) respectivamente. Essas imagens correspondem à passagem do Landsat 5 às 09h30min (tempo local), 29 de agosto de 2008, 14 de setembro de 2008 e 01 de novembro de 2008.

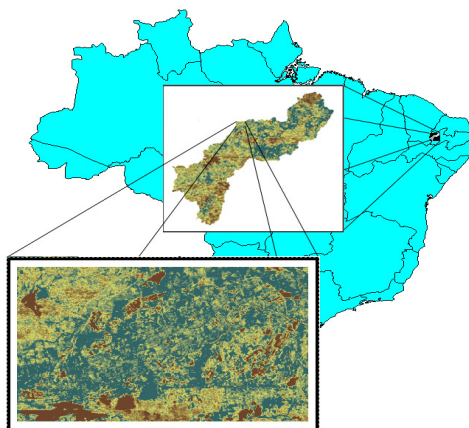
O sensor TM mede a radiância espectral dos alvos e armazena-os na forma de níveis de cinza, ou número digital (ND), cujos valores variam de 0 a 255 (8 bits), tendo uma resolução espacial de 30 m x 30 m nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 e resolução de 120 m x 120 m na banda 6, chamada de canal termal. Inicialmente, foi reamostrada a banda termal, de modo a deixá-la com a mesma dimensão das demais bandas. Então se fez o empilhamento de todas as bandas, formando um único arquivo de imagem. Enfim, foi feito o processado e recorte da imagem empilhada, a partir do qual foram obtidos os balanços de radiação e energia. O conjunto de dados de geolocalização MODIS, chamado MOD03, é composto de latitude, longitude e altitude do solo, ângulo zenital do sol, o ângulo zenital do satélite e o ângulo azimutal para cada pixel de 1 km do MODIS (Bisht et al., 2005).

A calibração radiométrica de cada banda foi feita usando procedimentos descritos em SILVA et al. (2005a). Em tais procedimentos, a intensidade de cada pixel (de todas as bandas espectrais) é convertida em radiância espectral monocromática -  $L_{\lambda_i}$  ( $\text{W m}^{-2} \text{sr}^{-1} \mu\text{m}^{-1}$ ). A partir do mapa de radiância espectral de cada banda, cosseno do ângulo zenital do Sol e do fluxo direcional espectral no topo da atmosfera ( $K_{\lambda,i}$ ) de cada banda, estimou-se a refletância espectral planetária  $r_{pi}$  (razão entre o fluxo emergente da atmosfera e o fluxo incidente no topo da atmosfera) de cada banda, através da seguinte equação descrita em (BASTIAANSEN, 1995). No SEBAL – *Surface Energy*

*Balance Algorithm for Land*, o albedo da superfície  $r_0$  ou albedo corrigido atmosféricamente, é obtido através da expressão (BASTIAANSEN, 1995; SILVA et al., 2005):

$$r_0 = \frac{r_p - a}{b} \quad (1)$$

em que  $a$  representa o albedo da atmosfera e  $b$  corresponde ao quadrado da transmissividade atmosférica -  $\tau_{sw}$ , que foi obtida segundo expressão simplificada proposta por ALLEN et al. (2002). Para o albedo da atmosfera escolheu-se o valor 0,03, por ser esse um valor comumente utilizado em outras pesquisas, e que é adotado como um valor médio (ALLEN et al., 2002; SILVA et al., 2005). Para isso, usou-se o procedimento de correção atmosférica proposto por TASUMI (2003), que é aplicado a cada banda individualmente.



**Figura 1** – Localização da área de estudo com destaque para o Perímetro Irrigado São Gonçalo

### 3. Resultados e discussão

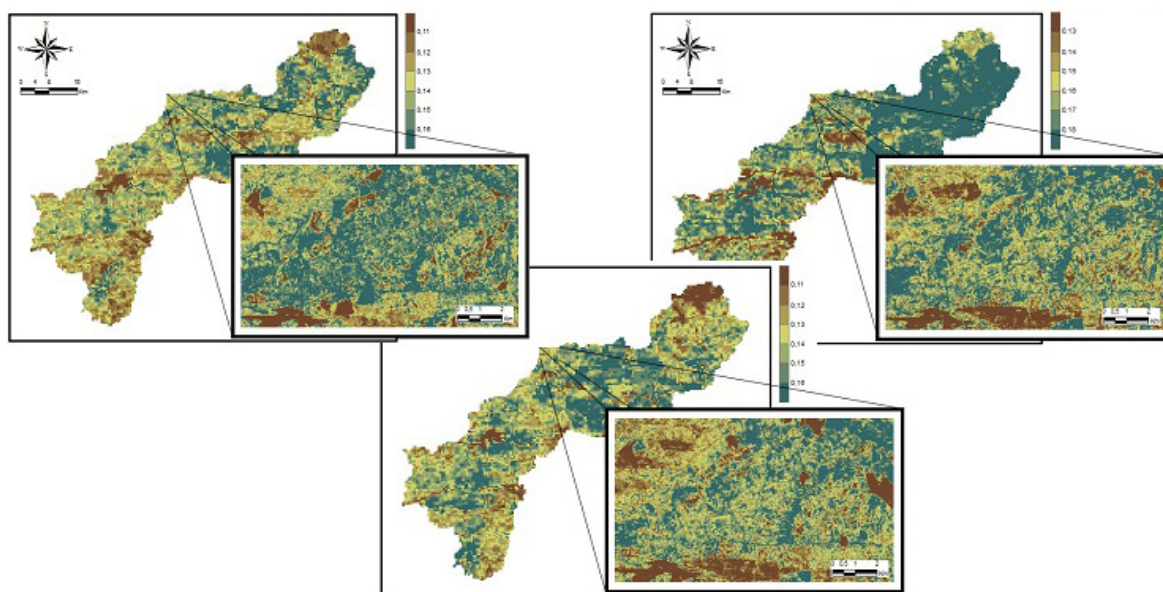
Na Figura 2 estão representados os mapas temáticos do albedo TM – Landsat 5 obtido segundo os métodos ALLEN, METRIC e IDAHO para o Landsat em destaque, em todas as cenas selecionadas para o estudo, relativos aos dias selecionados para a pesquisa. As áreas em marrom representam áreas do espelho d'água do Açude de São Gonçalo, com albedo menor que 5%. Os maiores valores (superiores a 25%) estão representados pela cor bege e correspondem a solo exposto e áreas com presença de nuvens. Como pode ser observado no mapa temático do albedo do dia 29 de agosto de 2008, o método METRIC foi o que proporcionou os menores valores dentre os três métodos empregados e fica evidenciado que nessa data o albedo METRIC é o que apresentou a menor ocorrência de valores na classe representada por solos expostos. Nos mapas dos albedos ALLEN e IDAHO há predominância de valores entre 15% e 20%, representados pela cor amarelo. Para o método METRIC prevaleceram valores de albedo na classe 10% a 15%, representada na cor azul, compreendendo algumas áreas irrigadas e, principalmente, a vegetação nativa; em seguida vem a classe verde escuro, que abrange grande parte das áreas irrigadas (principalmente coqueiros e bananeiras). Esses valores estão de acordo com os encontrados por Silva et al. (2005b) e Silva et al. (2008), em áreas irrigadas do projeto Nilo Coelho em Petrolina – PE e áreas de Quixeré – CE, respectivamente. Estes valores estão corroborando com Gomes (2009) que encontrou valores do albedo para áreas irrigadas variando entre 11 % a 13%. A espacialização do albedo do dia 14 de setembro de 2008 observa-se claramente que os padrões do albedo são semelhantes aos do dia 29 de agosto, exceto pelo fato de que no mapa de setembro há grande presença de nuvens na porção nordeste do mapa (área), com correspondente diminuição do albedo nas áreas sombreadas por essas nuvens, o que evidencia a ocorrência de pixels com valores de albedo muito baixos, ou seja, inferiores a 5%. É oportuno registrar que nas áreas com presença de nuvens, as sombras das nuvens, há efetiva diminuição na intensidade da radiação solar global; portanto, a radiação solar refletida

por tais áreas será menor do que ocorreria na ausência das nuvens. Como é bem mais complexo determinar a radiação solar global incidente no pixel sombreado e a técnica empregada pressupõe ausência de nuvens, conclui-se que nos pixels sombreados há subestimativa do albedo.

Para o dia 01 de novembro observa-se uma área maior de valores de albedo superior a 25% para os métodos ALLEN e IDAHO; o que não é detectado com o método METRIC, que proporciona os menores valores de albedo, esses resultados também foram encontrados por Silva et al. (2008) e Silva et al. (2009). Nas áreas irrigadas, não bem definidas na Figura 2, predominam valores de albedo na classe de 15% a 20%, representada pela cor verde amarelo e marrom. Bezerra (2008) observou em duas imagens TM - Landsat 5, de dezembro de 2000 e outubro de 2001, para o lago de Sobradinho na Bahia, trechos a montante do Rio São Francisco e demais açudes da cena de estudo, valores de albedo que variaram de 7% a 14%, com uma média de 11%. Para algumas áreas irrigadas com frutíferas e vegetação nativa típica do bioma Caatinga, foram observados valores ligeiramente superiores aos obtidos, para solos desprovidos de cobertura, encontrou-se neste estudo albedos superiores a 28%. Os valores do produto albedo estimado pelo Terra\_MODIS variaram respectivamente para agosto, setembro e novembro na ordem de 14%,15% e 17%, no plantio de bananeiras (6°48'52"S, 38°16'56"W) e da ordem de 17%,14%e 15% no plantio de coqueiros (6°49'56"S, 38°18'24"W). A tabela abaixo mostra a comparação dos valores do albedo metric estimado pelo Landsat 5 com os valores estimados pelo MODIS (convertidas as imagens Landsat 5 para resolução de 1 km)

**Tabela 1** – Síntese das estatísticas do albedo METRIC Landsat e o albedo do MODIS em dois pontos do perímetro irrigado de São Gonçalo para os dias estudados em 2008

METRIC	Coqueiros		Erro Relativo (%)	Bananas		Erro Relativo (%)
	Landsat	MODIS		Landsat	MODIS	
Agosto	0,158	0,141	10,8	0,146	0,141	3,4
Setembro	0,140	0,137	2,1	0,152	0,140	7,9
Novembro	0,157	0,160	1,9	0,186	0,177	4,8
MÉDIAS	0,152	0,146	4,9	0,161	0,153	5,4
DESVIO PADRÃO	0,0082	0,01003	4,92	0,01761	0,01721	5,38
CV	5,44	6,87		10,91	11,27	



**Figura 2** – Mapas temáticos do albedo utilizando imagens Terra – MODIS (área da bacia) e TM – LANDSAT 5 (quadro em destaque) para os dias: (a) 29 de agosto, (b) 14 de setembro, (c) 01 de novembro de 2008

#### 4. Conclusões

Os resultados mostraram a capacidade do sensoriamento remoto de propiciar uma identificação consistente dos diferentes padrões espacial do albedo. Os valores do albedo obtidos pelos dois satélites (MODIS e Landsat 5) nos pomares de coqueiro e banana irrigados, apresentaram erros relativos da ordem de 5%, com o coeficiente de variação com valores menores do que 15%, significando um alto de concordância com os dois sensores.

#### 5. Referências bibliográficas

Allen, R G. et al. (2002). *SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) - Advanced Training and Users Manual - Idaho Implementation, version 1.0.*

Bastiaanssen, W.G.M., et al (1998). “A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation”. **Journal of Hydrology**. Volum 212–213, pp. 198–212.

Bezerra, B. G; et al (2008). “Estimativa da evapotranspiração real diária utilizando-se imagens digitais TM - Landsat 5”. **Revista Brasileira de Meteorologia**, volume 23, n.3, pp. 305-317.

Bisht, G., et al (2005) *Estimation of the net radiation using MODIS* DESCLOITRES, J., ALLEAUME, S., PETITCOLIN, F., KAUFMAN, Y. *The MODIS fire Environment*, v.97, n.1, p.52–67, 2005.

Gomes, H. F. (2009). Balanços de radiação e energia em áreas de cultivo de cana-de-açúcar e cerrado no estado de São Paulo mediante imagens orbitais. 119p. Tese (Doutorado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande.

Justice, C. O., Townshend, J.R.G., Vermote, E.F., Masuoka, E., Wolfe, R. E., Saleous, N., Roy, D.P., Morisette, J.T. An overview of MODIS Land data processing and product status. *Remote Sensing of Environment*, v.83, n.1-2, p.3–15, 2002a.

Liang, S. Narrowband to broadband conversions of land surface albedo – I Algorithms. **Remote Sensing of Environment**, 76:213-238,2002.

Silva, B. B., Lopes, G. M., Azevedo, P. V. de.(2005a). Balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2, 243-252.

Silva, B. B.; et al (2005b). “Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens do LANDSAT 5- TM”. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 2, pp. 11 -21.

Tasumi, M. Progress in operational estimation of regional evapotranspiration using satellite imagery. Ph.D. dissertation, University of Idaho, Moscow, Id. 2003.