

ESTIMATIVA DO ALBEDO EM ÁREAS DE PASTAGEM E FLORESTA NO MATO GROSSO DO SUL

RICARDO GUIMARÃES ANDRADE¹

MATEUS BATISTELLA²

THAÍS BASSO AMARAL³

SADY JÚNIOR MARTINS DA COSTA DE MENEZES⁴

RESUMO: O albedo é um parâmetro fundamental em vários estudos do clima e está diretamente ligado com o balanço de energia em escala local, regional e global. Esta pesquisa objetivou a estimativa do albedo em áreas de pastagem e floresta com aplicação do algoritmo SEBAL e imagens do sensor TM do satélite Landsat 5. Nas áreas de pastagem o albedo médio foi de 0,23 e 0,22, enquanto nas áreas de floresta foi de 0,18 e 0,17, para as cenas dos dias 05/03/2008 e 08/03/2009, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: albedo, pastagem, floresta, sensoriamento remoto.

ALBEDO ESTIMATION IN PASTURE AND FOREST AREAS IN MATO GROSSO DO SUL

ABSTRACT: Albedo is an essential parameter in several climate studies and it is directly related to the energy balance in local, regional, and global scales. The objective of the present research was to estimate the albedo in pasture and forest areas using the algorithm SEBAL and Landsat 5 TM images. Two scenes were analyzed (March 3, 2008 and March 8, 2009) and the average values of albedo were of 0.23 and 0.22 for areas of pasture and of 0.18 and 0.17 for areas of forest, respectively.

KEY-WORDS: albedo, pasture, forest, remote sensing.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisas têm demonstrado que o albedo (definido como a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar incidente em uma superfície) é um parâmetro imprescindível nos estudos de previsão do tempo bem como no auxílio do entendimento de processos relacionados com mudanças climáticas, desertificação, queimadas e outras aplicações ambientais (Yanagi, 2006; Silva et al., 2005; Culf et al., 1995). O albedo está relacionado diretamente com as trocas de energia e afeta os regimes radiativos, ocasionando variações na temperatura, modificação no clima local e mudanças no calor latente e sensível, alterando significativamente o balanço energético da atmosfera (Pereira et al., 2006). O avanço das técnicas de sensoriamento remoto e do processamento de imagens tem permitido as mais variadas aplicações. Na agricultura, as vantagens dessas aplicações incluem ampla cobertura espacial e temporal, que podem revelar aspectos importantes para o planejamento agrícola,

¹ Engenheiro Agrícola, D.Sc. em Meteorologia Agrícola, UFV. Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite – CNPM. E-mail: andradeguimaraes@gmail.com ou ricardo@cnpm.embrapa.br

² Biólogo, Ph.D em Ciências Ambientais, Indiana University. Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite – CNPM. E-mail: mb@cnpm.embrapa.br

³ Médica Veterinária, M.Sc. em Zootecnia, UFMG. Pesquisadora da Embrapa Gado de Corte – CNPGC. E-mail: thais@cnpvc.embrapa.br

⁴ Engenheiro Agrícola e Ambiental, M.Sc. em Engenharia Agrícola, UFV. Doutorando em Ciência Florestal, UFV. E-mail: sadymenezes@yahoo.com.br

por exemplo. Existem vários algoritmos destinados à estimativa do albedo da superfície a partir de dados espectrais de sensores remotos (Silva et al., 2005). O SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) (Bastiaanssen et al., 1998) é um dos algoritmos mais destacados em estudos de balanço de energia à superfície e vem sendo utilizado por pesquisadores de vários países (Ayenew, 2003; Silva et al., 2005; Andrade, 2008; Compaoré et al., 2008; entre outros).

2. OBJETIVO

Esta pesquisa objetivou a estimativa do albedo da superfície em áreas de pastagem e floresta nos limites territoriais da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, com aplicação de técnicas de processamento de imagens do sensor TM do satélite Landsat 5.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, município de Campo Grande, MS. Segundo a classificação de Köppen, a região situa-se na faixa de transição entre o clima Cfa mesotérmico úmido sem estiagem e o clima Aw tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Bianchin et al., 2004). A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, apresentando precipitação superior a 30 mm no mês mais seco. Para o estudo, imagens dos dias 05/03/2008 e 08/03/2009 foram obtidas dos catálogos de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, contendo as sete bandas espectrais do sensor TM do satélite Landsat 5. Para realização das etapas computacionais do algoritmo SEBAL, utilizou-se o software Erdas Imagine, versão 9.3. A primeira etapa para obtenção do albedo da superfície foi a conversão do número digital (ND) de cada pixel da imagem em radiância espectral monocromática (L_{λ_i}), procedimento também conhecido como calibração radiométrica, dado pela expressão:

$$L_{\lambda_i} = L_{\min} + \frac{L_{\max} - L_{\min}}{255} \text{ND} \quad (1)$$

Onde ND é o número digital de cada pixel e os coeficientes L_{\max} e L_{\min} são as radiâncias espectrais máximas e mínimas ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$) (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das bandas do TM - Landsat 5, apresentando os coeficientes de calibração (L_{\min} e L_{\max}) após 5 de maio de 2003

Bandas	Comprimento de onda (μm)	Coeficientes de calibração ($\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$)	
		L_{\min}	L_{\max}
1 (azul)	0,45 – 0,52	-1,52	193
2 (verde)	0,52 – 0,60	-2,84	365
3 (vermelho)	0,63 – 0,69	-1,17	264
4 (IV-próximo)	0,76 – 0,90	-1,51	221
5 (IV-médio)	1,55 – 1,75	-0,37	30,2
6 (IV-termal)	10,4 – 12,5	1,2378	15,303
7 (IV-médio)	2,08 – 2,35	-0,15	16,5

Fonte: Chander e Markham (2003).

Posteriormente, calculou-se a reflectância monocromática de cada banda (ρ_{λ_i}) através da equação:

$$\rho_{\lambda_i} = \frac{\pi L_{\lambda_i}}{E_{\lambda_i} \cos \theta_z d_r} \quad (2)$$

Onde L_{λ_i} é a radiância espectral de cada banda, E_{λ_i} é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($\text{W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$), θ_z é o ângulo zenital solar e d_r é a distância relativa

terra-sol (em unidade astronômica - UA). Com a reflectância de cada banda foi possível obter o albedo no topo da atmosfera (α_{toa}) e, por sua vez, o albedo considerando os efeitos atmosféricos ou albedo da superfície (α):

$$\alpha_{toa} = 0,293\rho_1 + 0,274\rho_2 + 0,233\rho_3 + 0,154\rho_4 + 0,033\rho_5 + 0,011\rho_6 \quad (3)$$

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

Onde α_p é o albedo da radiação solar refletida pela atmosfera, que varia entre 0,025 e 0,04, sendo utilizado o valor de 0,03; τ_{sw} é a transmissividade atmosférica que para condições de céu claro, pode ser obtida por:

$$\tau_{sw} = 0,75 + 2.10^{-5} z_a \quad (5)$$

Onde z_a é a altitude.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1a e 1b tem-se o albedo da superfície nos limites da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS, para os dias 05/03/2008 e 08/03/2009, respectivamente. Já a Tabela 2 mostra os dados estatísticos de albedo da superfície e NDVI das áreas de pastagem e floresta da mesma Fazenda Experimental nos dias 05/03/2008 e 08/03/2009. Valores máximos de albedo foram encontrados em áreas construídas e em áreas de solo exposto. A amplitude de variação do albedo foi maior na cena do dia 05/03/2008 (0,09 a 0,40), com desvio padrão do albedo de 0,019 e 0,015 nas áreas de pastagem e floresta, respectivamente. Na cena do dia 08/03/2009, os valores máximos e mínimos foram mais elevados quando comparados com a cena do dia 05/03/2008 (Figuras 1a e 1b). Na cena do dia 05/03/2008 verifica-se que o valor mínimo de albedo foi encontrado em áreas de corpos d'água (lagos e/ou açudes), enquanto que para a cena do dia 08/03/2009 o valor mínimo de albedo foi observado em áreas de mata ciliar.

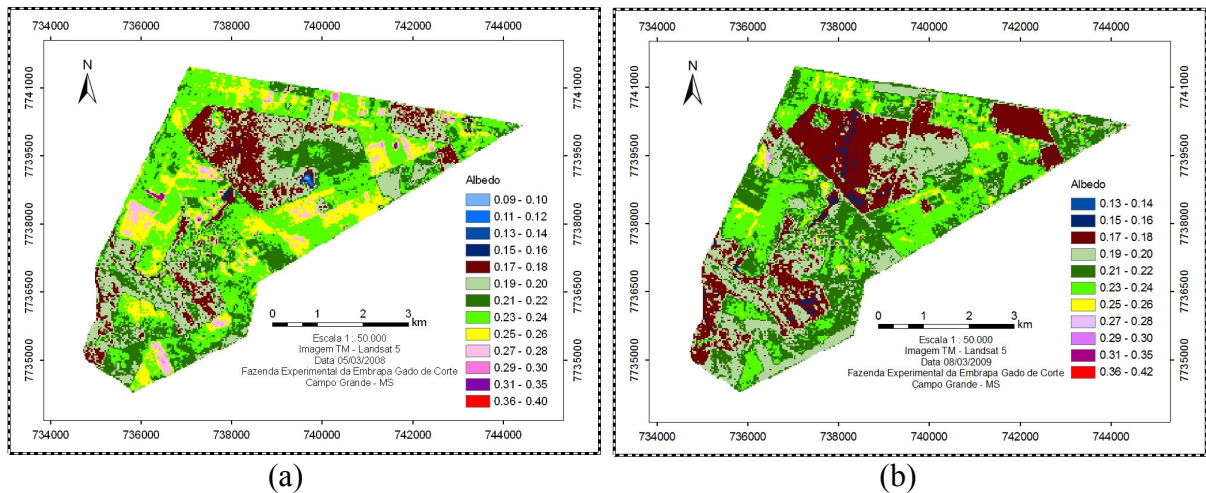


Figura 1 – (a) Albedo do dia 05/03/2008; (b) Albedo do dia 08/03/2009. Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

Conforme as Figuras 1a e 1b e a Tabela 2, verifica-se que em média o albedo das áreas de pastagem e floresta foram mais elevados na cena do dia 05/03/2008. Já o albedo máximo das áreas de pastagem foi registrado na cena do dia 08/03/2009. Neste caso, tanto na cena do dia 05/03/2008 quanto na cena do dia 08/03/2009, o valor muito elevado do albedo se deve ao solo exposto de algumas áreas de pastagens. Este fato é confirmado ao analisar o NDVI

mínimo (próximo de zero) das áreas de pastagens (Tabela 2). Em média, o NDVI das áreas de floresta foram mais elevados, apresentando também um menor desvio padrão. Silva et al. (2005) encontraram para áreas de solo exposto do perímetro irrigado Nilo Coelho (Petrolina, PE) valores de albedo (cenas dos dias 04/12/2000 e 04/10/2001) variando em média de 0,30 a 0,45, sendo que o valor máximo de albedo encontrado para o solo exposto foi de 0,50 (cena de 04/12/2000). Valores mínimos de albedo foram encontrados por Silva et al. (2005) em áreas de abrangência do lago de Sobradinho, com albedo entre 0,07 e 0,09, sendo que, para áreas de pomares de frutíferas irrigadas o albedo situou-se entre 0,17 e 0,20, e em áreas de Caatinga foi em média de 0,237 e 0,238 para as cenas dos dias 04/12/2000 e 04/10/2001, respectivamente.

Tabela 2 – Dados estatísticos de albedo e NDVI das áreas de pastagem e floresta da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte nos dias 05/03/2008 e 08/03/2009

Área	Albedo									
	05 de março de 2008					08 de março de 2009				
	Média	Mediana	Máx.	Mín.	D. Pd.	Média	Mediana	Máx.	Mín.	D. Pd.
Pastagem	0,23	0,23	0,34	0,15	0,019	0,22	0,22	0,41	0,16	0,017
Floresta	0,18	0,17	0,28	0,15	0,015	0,17	0,17	0,23	0,15	0,009

Área	NDVI									
	05 de março de 2008					08 de março de 2009				
	Média	Mediana	Máx.	Mín.	D. Pd.	Média	Mediana	Máx.	Mín.	D. Pd.
Pastagem	0,55	0,54	0,79	0,02	0,084	0,55	0,55	0,78	0,05	0,090
Floresta	0,64	0,65	0,75	0,23	0,050	0,68	0,69	0,76	0,21	0,044

Em estudo realizado no Triângulo Mineiro com 22 cenas no período de 2004 a 2007, Andrade (2008) encontrou em média para áreas construídas da Fazenda Boa Fé valor máximo de albedo de 0,59, sendo que, em áreas de solo exposto o albedo oscilou de 0,15 a 0,50. Já em áreas de floresta nativa, os valores de albedo variaram de 0,10 a 0,25 de acordo com o ano e o mês analisado. Pereira et al. (2006), ao estudar a região do pantanal, encontrou albedo para campo alagado de 0,07, para campo sujo de 0,11 e para mata ciliar de 0,14. Moura et al. (1999) obtiveram na região amazônica albedo médio horário de 0,204 e 0,139 para áreas de pastagem e floresta, respectivamente, na época da seca, enquanto para época chuvosa foi de 0,197 para pastagem e 0,124 para a floresta. Moura et al. (1999) afirmaram que essa diferença na pastagem e na floresta provavelmente se deve às seguintes causas: primeiro, que existe influência das queimadas na época seca, portanto maior concentração de aerossol na atmosfera; segundo, que está associada à mudança na composição da radiação solar incidente provocada pela nebulosidade, ou seja, maior quantidade de radiação difusa; terceiro, estaria submetida às consequências da mudança de coloração da vegetação; e por último, que sofre a influência da variação do ângulo de elevação solar ou da geometria da copa. Yanagi (2006) observou que o albedo médio em dosséis de pastagens e florestas na região amazônica foi de 0,167 e 0,121, respectivamente. No entanto, Yanagi (2006) verificou uma diferença de 0,004 entre dosséis úmidos e secos, tanto em ecossistemas de pastagens quanto em ecossistemas de florestas.

5. CONCLUSÕES

Em média o albedo da cena do dia 05/03/2008 foi de 0,23 e 0,18 para as áreas de pastagem e floresta, respectivamente. Sendo que, para a cena do dia 08/03/2009 o albedo médio foi de 0,22 e 0,17 para as áreas de pastagem e floresta, respectivamente. Verifica-se uma diferença de 0,01 no albedo médio observado da cena de um ano para o outro tanto para a pastagem quanto para a floresta. Em confronto com os dados da literatura, os resultados indicam o

potencial da técnica para avaliar o efeito do uso e cobertura da terra na razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar incidente, assim como a importância da sazonalidade nos padrões observados. Estudos mais detalhados no âmbito da colaboração entre a Embrapa Monitoramento por Satélite e a Embrapa Gado de Corte permitirão elucidar esse comportamento do albedo, assim como utilizar dados de campo para avaliar a qualidade de pastagens em áreas de produção de carne bovina.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. G. **Aplicação do algoritmo Sebal na estimativa da evapotranspiração e da biomassa acumulada da cana-de-açúcar**, 2008. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 135p.

AYENEW, T. Evapotranspiration estimation using thematic mapper spectral satellite data in the Ethiopian rift and adjacent highland. **Journal of Hydrology**, v. 279, p. 83-93, 2003.

BASTIAANSEN, W. G. M., MENENTI, M., FEDDES, R. A., HOLTSLAG, A. A. M. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 1. Formulation. **Journal of Hydrology**, v. 212-213, p. 198-212, 1998.

BIANCHIN, I., KOLLER, W. W., ALVES, R. G. O., DETMANN, E. Efeito da mosca-dos-chifres, *haematobia irritans* (L.) (diptera: muscidae), no ganho de peso de bovinos nelore. **Ciência Rural**, v. 34, n. 3, p. 885-890, 2004.

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.

COMPAORÉ, H., HENDRICKX, J. M., HONG, S., FRIESEN, J., VAN DE GIESEN, N. C., RODGERS, C., SZARZYNSKI, J., VLEK, P. L. G. Evaporation mapping at two scales using optical imagery in the White Volta Basin, Upper East Ghana. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 33, p. 127-140, 2008.

CULF, A. D., FISCH, G., HODNETT, M. G. The albedo of amazonian forest and ranch land. **Journal of Climate**, v. 8, n. 6, p. 1544-1554, 1995.

MOURA, M. A. L., LYRA, R. F. F., BENINCASA, M., SOUZA, J. S., NASCIMENTO FILHO, M. F. Variação do albedo em áreas de floresta e pastagem na amazônia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 7, n. 2, p. 163-168, 1999.

PEREIRA, G., MORAES, E. C., ARAI, E., OLIVEIRA, L. G. L. Estudo preliminar da estimativa da reflectância e albedo de microssistemas pantaneiros a partir de imagens de satélite. In: 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal. **Anais...** Campo Grande, MS, 2006. p. 11-15.

SILVA, B. B., LOPES, G. M., AZEVEDO, P. V. Determinação do albedo de áreas irrigadas com base em imagens Landsat 5 – TM. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 2, p. 201-211, 2005.

YANAGI, S. N. M. **Albedo de uma floresta tropical amazônica: Medições de campo, sensoriamento remoto, modelagem, e sua influencia no clima regional**, 2006. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 128p.