

EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM PASTAGENS USANDO DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO*

Data de aceite: 15/12/2021

Ricardo Guimarães Andrade

Marcos Cicarini Hott

Walter Coelho Pereira de Magalhães Junior

Estudos mostram que o sucesso da pecuária brasileira está diretamente ligado ao fato do gado ser criado em pastagens, o que possibilita competitividade da pecuária brasileira frente ao mercado internacional. No entanto, muitos fatores influenciam a capacidade produtiva das pastagens e, conseqüentemente, a produção de carne e leite. Entre elas, há variações na precipitação, causando períodos de déficit hídrico mesmo durante as estações chuvosas, o que torna a evapotranspiração (ET) um fator importante no diagnóstico das condições climáticas e ambientais das áreas de pastagem.

As técnicas de sensoriamento remoto vêm sendo aplicadas com eficiência, pois permite sua estimativa em grandes áreas sem a necessidade de quantificar outros processos hidrológicos. Essas técnicas permitem estimar a ET por meio de imagens de sensoriamento remoto ao aplicar algoritmos e modelos, destacando-se entre eles o SEBAL - Surface Energy Balance Algorithm for Land (Bastiaanssen et al., 1998a, 1998b).

A aproximação do SEBAL tem demonstrado boa precisão no mapeamento da ET ao redor do mundo, com precisões de cerca de 85% e 95%, respectivamente, a níveis diários e sazonais (Bastiaanssen et al., 2005). Assim, o presente estudo objetivou estimar a evapotranspiração diária ($ET_{diária}$) em áreas de pastagem da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS (Figura 1). Para tanto, foram utilizados algoritmo SEBAL, dados meteorológicos (temperatura do ar, radiação e velocidade do vento) provenientes da estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), latitude 20,45°S, longitude 54,6166°W e altitude de 530 metros, Campo Grande, MS, e cenas Landsat 5-TM (seguintes datas: 11/05/2009, 28/06/2009, 30/07/2009 e 02/10/2009). As cenas possuem resolução espacial de 30 m nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7, e de 120 m na banda 6 (termal), adquirida por meio do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, ao acessar o sítio <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

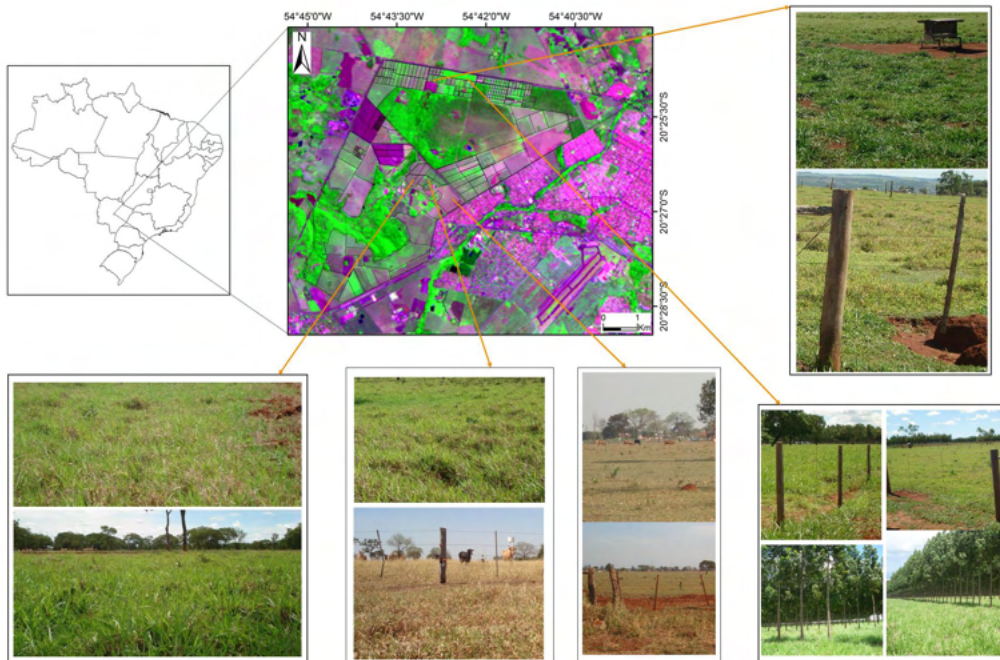


Figura 1 – Localização da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte. Os polígonos representam as áreas de pastagens da fazenda.

Por meio do algoritmo SEBAL foram estimados os componentes do balanço de energia, sendo que o fluxo de calor latente (LE) foi estimado como resíduo das demais componentes do balanço de energia pela seguinte equação (Bastiaanssen et al., 1998a):

$$LE = Rn - H - G \quad (01)$$

Em que, Rn é o saldo de radiação ($W m^{-2}$), H é o fluxo de calor sensível ($W m^{-2}$) e G é o fluxo de calor no solo ($W m^{-2}$). Dentre as componentes, o saldo de radiação foi a primeira a ser obtida, conforme detalhado por Allen et al. (2002). Em seguida, calculou-se o fluxo de calor no solo (G, $W m^{-2}$) por meio da equação (Bastiaanssen, 2000):

$$G = \left[\frac{T_s}{\alpha} (0,0038\alpha + 0,0074\alpha^2)(1 - 0,98 NDVI^4) \right] Rn \quad (03)$$

Em que, T_s é a temperatura da superfície ($^{\circ}C$), α é o albedo da superfície (adimensional), NDVI é o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e Rn é o saldo

de radiação. Posteriormente, foi estimado o fluxo de calor sensível (H , $W m^{-2}$). Todas as etapas, em detalhes, para estimativa de H também se encontram disponíveis em Allen et al. (2002). De posse de R_n , G e H estimou-se LE conforme equação 1. Na sequência, estimou-se a fração evaporativa (λ) por:

$$\lambda = \frac{LE}{LE + H} = \frac{LE}{R_n - G} \quad (04)$$

Estudos micrometeorológicos indicam que a fração evaporativa (λ) pode ser considerada constante durante o período diurno (Crago, 1996). Assim, para estimativa da evapotranspiração real diária ($ET_{diária}$, $mm d^{-1}$), em larga escala, foi empregada a equação proposta por Ayenew (2003):

$$ET_{diária} = \frac{\lambda R_n_{diário}}{28} \quad (05)$$

Em que, $R_n_{diário}$ é o saldo de radiação para o período de 24 horas (detalhes são apresentados por Ayenew, 2003) e o escalar no denominador representa o fator de conversão de unidades ($W m^{-2}$ para $mm d^{-1}$).

Na Tabela 1 observa-se que o NDVI médio variou de $0,41 \pm 0,11$ a $0,46 \pm 0,09$, neste caso, a menor média foi no mês de outubro (02/10/2009) e uma das justificativas pode estar na defasagem de resposta da vegetação em relação ao início do período chuvoso. Assim, na média, as pastagens apresentaram o menor vigor vegetativo no mês de outubro, o que pode indicar baixa disponibilidade de biomassa verde. Este fato pode ser justificado pelos valores médios de IAF e Albedo estimados para a cena de 02/10/2009. A biomassa seca possibilita maior refletividade da superfície de pastagem e, por conseguinte, indica maior valor na estimativa de albedo ($0,23 \pm 0,02$). Moura et al. (1999) obtiveram, para áreas de pastagens, valores médios de albedo horário de 0,204 e 0,197, respectivamente, na época seca e chuvosa. Por outro lado, ao analisar os valores médios de ET , nota-se que, o mês de outubro foi o que apresentou o maior valor ($2,2 \pm 0,7 mm d^{-1}$) e a justificativa pode estar na própria definição de ET , ou seja, soma das componentes transpiração das plantas com a evaporação do solo. Assim, com o início do período chuvoso, o solo permanece úmido por um período maior e contribui para o aumento dos valores de ET .

Data	NDVI	IAF (m ² /m ²)	Albedo	ET (mm d ⁻¹)
11/05/2009	0,46 ± 0,09	1,67 ± 0,32	0,17 ± 0,02	1,9 ± 0,4
28/06/2009	0,45 ± 0,10	1,50 ± 0,57	0,19 ± 0,02	1,7 ± 0,8
30/07/2009	0,43 ± 0,12	1,75 ± 0,54	0,20 ± 0,02	1,8 ± 0,6
02/10/2009	0,41 ± 0,11	1,78 ± 0,49	0,23 ± 0,02	2,2 ± 0,7

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão de parâmetros biofísicos estimados em áreas de pastagens

De acordo com os mapas apresentados na Figura 2 é possível observar que os maiores valores de ET (tons de azul) ocorreram em áreas representadas por florestas e corpos d'água. Já os menores valores de ET (tons de bege) estão localizados em áreas de pastagens com exposição de solo, entretanto, ressalta-se que na cena de 02/10/2009 diminuiu significativamente as manchas de ET em tons de bege ($ET_{diária} \leq 0,5 \text{ mm d}^{-1}$), possivelmente, devido a maior umidade do solo no mês de outubro. Especialmente, para áreas de pastagens, há predominância dos valores de ET em classes intermediárias que estão representadas por tons de verde ($0,5 < ET_{diária} \leq 3,5 \text{ mm d}^{-1}$, com média de $1,90 \text{ mm d}^{-1}$).

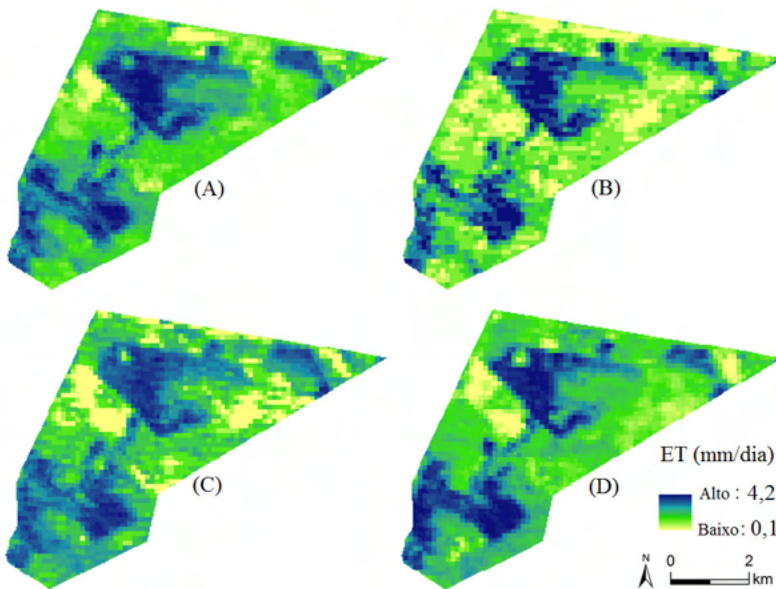


Figura 2 – Evapotranspiração estimada para as cenas de: 11/05/2009 (A), 28/06/2009 (B), 30/07/2009 (C) e 02/10/2009 (D).

(2005) encontraram ET média (período de um ano) de 4,13 mm d⁻¹ e 4,34 mm d⁻¹ por meio do balanço de energia e lisímetro de pesagem, respectivamente. Entretanto, Meirelles et al. (2003), ao aplicar o método da razão de Bowen numa pastagem de *Brachiaria brizantha*, na região do Cerrado brasileiro, encontraram valores médios diários de ET da ordem de 5,19 ± 1,9 mm d⁻¹. Nota-se que os valores de ET_{diária} estimados a partir do uso do algoritmo SEBAL e imagens Landsat 5 – TM apresentou valores um pouco mais baixos quando comparado com a literatura. Uma das possíveis justificativas pode estar no fato das pastagens em estudo estarem sujeitas às variações hídricas (excesso ou déficit) conforme o volume precipitado (sem irrigação). De forma geral, a metodologia de estimativa de ET_{diária} em larga escala tem potencial para ser aplicada como indicador das condições hídricas das pastagens, contribuindo para tomada de decisão que favoreça a produção da pecuária com sustentabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R. **SEBAL (Surface Energy Balance Algorithms for Land) – Advanced Training and Users Manual – Idaho Implementation**, version 1.0, 2002. 98p.

*ANDRADE, R. G.; HOTT, M. C.; MAGALHAES JUNIOR; W. C. P. Estimativa da evapotranspiração em áreas de pastagens usando algoritmo SEBAL e imagens Landsat 5 - TM. In: Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 1 n. 2, p. 362-372, 2018.

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. 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.; 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, 1998a.

BASTIAANSEN, W. G. M.; PELGRUM, H.; WANG, J.; MA, Y.; MORENO, J. F.; ROERINK, G. J.; VAN DER WAL, T. A remote sensing surface energy balance algorithm for land (SEBAL): 2. Validation. **Journal of Hydrology**, v. 212/213, p. 213-229, 1998b.

BASTIAANSEN, W. G. M.; NOORDMAN, E. J. M.; PELGRUM, H.; DAVIDS, G. SEBAL Model with Remotely Sensed Data to Improve Water-Resources Management under Actual Field Conditions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 131, n. 1, p. 85-93, 2005.

CRAGO, R. D. Conservation and variability of the evaporative fraction during the daytime. **Journal of Hidrology**, v. 180, p. 173-194, 1996.

MEIRELLES, M. L., FARIAS, S. E. M., FRANCO, A. C. **Balanço de energia de uma pastagem cultivada no cerrado**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados. Planaltina, DF. 2003. 14p.

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.

SILVA, L. D. B.; FOLEGATTI, M. V.; VILLA NOVA, N. A. Evapotranspiração do capim Tanzânia obtida pelo método de razão de bowen e lisímetro de pesagem. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 25, n. 3, p. 705-712, 2005.