

ANÁLISE PRELIMINAR DA VARIABILIDADE ESPACIAL DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE PASTAGENS COM O USO DE IMAGENS ORBITAIS

RICARDO GUIMARÃES ANDRADE¹

MATEUS BATISTELLA²

THAÍS BASSO AMARAL³

SADY JÚNIOR MARTINS DA COSTA DE MENEZES⁴

RESUMO: Pesquisas mostram que o sucesso da atividade pecuária brasileira está diretamente ligado ao fato do boi ser criado no pasto, o que proporciona um baixo custo de produção de carne bovina e coloca o país como o principal exportador mundial. No entanto, existem inúmeros fatores que influenciam a capacidade produtiva das pastagens e, conseqüentemente, a produção de carne bovina. Dentre estes, destaca-se as irregularidades do regime pluvial, por ocasionar períodos de déficit hídrico, mesmo dentro de estações chuvosas, o que torna a evapotranspiração (ET) um dos principais fatores no diagnóstico das condições climáticas e ambientais das áreas de pastagens. Neste estudo foi realizada uma análise preliminar da variabilidade espacial da evapotranspiração diária por meio da aplicação do algoritmo SEBAL e imagem TM - Landsat 5. Para as áreas de pastagens, a ET estimada no dia 08/03/2009 variou de 0,51 a 2,50 mm d⁻¹, com média de 1,50 mm d⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: pastagem, sensoriamento remoto, variabilidade espacial, evapotranspiração, SEBAL.

PRELIMINARY ANALYSIS OF SPATIAL EVAPOTRANSPIRATION VARIABILITY OF PASTURES WITH THE USE OF ORBITAL IMAGES

ABSTRACT: Studies show that the success of the Brazilian livestock is directly linked to the fact that beef cattle production is based on pasture, which provides a low production cost and places the country as the world's leading exporter. However, there are many factors that influence the productive capacity of pastures and, consequently, the beef production. Among these, there are variations in precipitation, causing periods of water deficit, even during rainy seasons, which makes the evapotranspiration (ET) a major factor in the diagnosis of climate and environmental conditions of the pasture areas. This study was a preliminary analysis of the spatial variability of the daily evapotranspiration using the SEBAL algorithm and Landsat 5 images TM. For pasture areas, the estimated ET on 2009/03/08 ranged from 0.51 to 2.50 mm d⁻¹, with average of 1.50 mm d⁻¹.

KEY-WORDS: pasture, remote sensing, spatial variability, evapotranspiration, SEBAL.

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

1. INTRODUÇÃO

A atividade pecuária é um dos setores mais importantes da agropecuária brasileira. Ela movimenta em torno de 55 bilhões de reais por ano e emprega cerca de 20 milhões de pessoas em toda a cadeia produtiva, tendo significativa participação no produto interno bruto (PIB) (Ferreira & Zanine, 2007; Mallmann & Berto, 2007). Segundo o IBGE (2008), o país tem se firmado como um grande fornecedor mundial do grupo carnes, sendo o líder isolado nas exportações de carne bovina, com volume exportado 56% superior ao da Austrália, segundo maior exportador. Um dos fatores que se destacam para o sucesso da produção de carne bovina é o baixo custo de produção, visto que cerca de 89% da criação de bovinos é realizada exclusivamente em pastagens e o restante utiliza áreas de pasto em alguma fase do processo de criação (Fagundes, 2004). A natureza extensiva das pastagens e a preocupação com a sua qualidade estimulou a necessidade do desenvolvimento de sistemas de coleta de dados e de análise em escalas múltiplas. As técnicas de sensoriamento remoto têm sido promissoras para o desenvolvimento de medidas mais confiáveis e economicamente viáveis da produção da vegetação em grandes áreas (Reeves et al., 2002). O SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) foi desenvolvido por Bastiaanssen et al. (1998) para estimativa dos fluxos de energia em grandes áreas. E, por meio da fração evaporativa (λ), outros produtos (por exemplo: evapotranspiração, biomassa vegetal, umidade do solo, salinidade do solo, balanço hídrico) podem ser obtidos sem que haja extensivas coletas de dados em campo, tornando-se uma alternativa nos casos de regiões onde há lacunas de dados meteorológicos.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma análise preliminar da variabilidade espacial da evapotranspiração das pastagens da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte em Campo Grande, Mato Grosso do Sul, com aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e do algoritmo SEBAL.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, município de Campo Grande, MS (Figura 1a). Foram utilizados os dados meteorológicos da estação automática Campo Grande-A702 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), latitude 20,45°S, longitude 54,6166°W e altitude de 530 metros, 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 no mês mais seco, precipitação superior a 30 mm. Para o estudo, uma imagem do dia 08/03/2009 foi obtida dos catálogos de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, contendo as sete bandas espectrais do sensor TM do satélite Landsat 5. Após o download da imagem, deu-se início à aplicação de várias etapas para a obtenção da evapotranspiração por meio do algoritmo SEBAL (conforme formulação proposta por Bastiaanssen et al., 1998) (Figura 1b). No algoritmo SEBAL utiliza-se a equação do balanço de energia à superfície para estimar o fluxo de calor latente (LE) como um resíduo dos demais componentes (fluxo de calor sensível (H), fluxo de calor no solo (G) e saldo de radiação (Rn)).

$$LE = Rn - H - G \quad (1)$$

De posse dos componentes do balanço de energia (LE, H, Rn, G, todos em $W m^{-2}$) é possível obter a seguinte relação:

$$\lambda = \frac{LE}{LE + H} = \frac{LE}{Rn - G} \quad (2)$$

Em que, λ é a fração evaporativa, definida como a fração de calor latente para o máximo saldo de energia disponível. Segundo Crago (1996) a fração evaporativa (λ) pode ser considerada constante durante o período diurno, período no qual ocorre o processo de evapotranspiração (ET). Sendo assim, pode-se estimar a evapotranspiração diária por meio da equação proposta por Ayenew (2003):

$$ET_{diário} = \frac{\lambda Rn_{diário}}{28} \quad (3)$$

Onde $ET_{diário}$ é a evapotranspiração diária em $mm\ d^{-1}$, λ é a fração evaporativa (adimensional), $Rn_{diário}$ é o saldo de radiação integrado para um período de 24 horas e o escalar no denominador representa o fator de conversão de unidades ($W\ m^{-2}$ para $mm\ d^{-1}$).

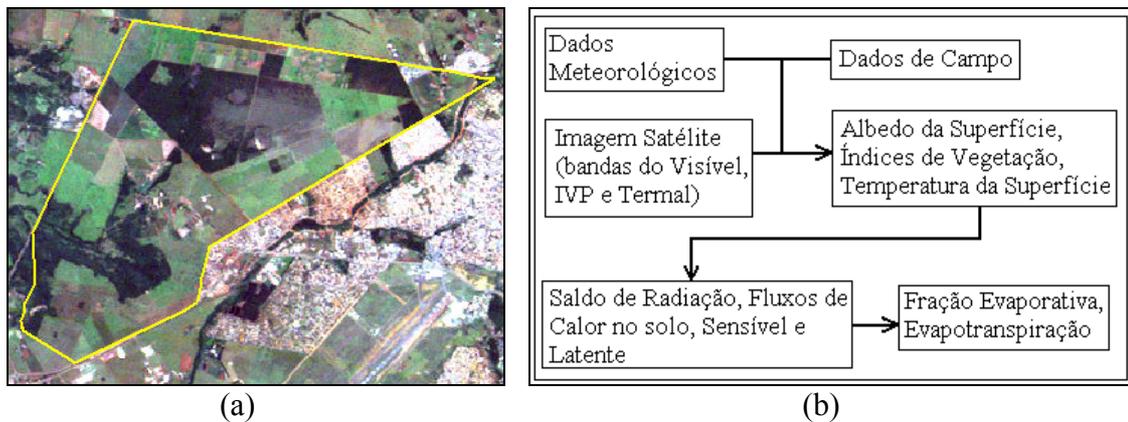


Figura 1 – (a) Delimitação da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. Imagem do sensor TM do satélite Landsat 5 na composição RGB (bandas 3, 2, 1) para o dia 08/03/2009; (b) Fluxograma do algoritmo SEBAL para obtenção da evapotranspiração.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2a tem-se representados a variação espacial da ET dentro dos limites da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte. Já a Figura 2b mostra os dados médios diários da precipitação (mm), temperatura ($^{\circ}C$), umidade relativa (%) e velocidade do vento ($m\ s^{-1}$), para o período de 15/01/2009 a 15/03/2009. Nota-se que os maiores valores de ET podem ser observados em áreas de cobertura florestal, com taxas evapotranspirativas superiores a $2,01\ mm\ d^{-1}$ (visualizados nas cores ciano, azul e cinza). Os valores mais baixos de ET (inferiores a $0,50\ mm\ d^{-1}$) situam-se em áreas simbolizadas pela cor vermelha, onde há baixa ou nenhuma cobertura vegetal. Já a cor amarela representa a ET entre $0,51$ a $1,00\ mm\ d^{-1}$ em áreas de pastagens com exposição do solo. Os valores mais elevados de ET em áreas de pastagens estão representados nas cores verde claro e verde escuro, variando entre $1,01$ a $2,00\ mm\ d^{-1}$, no entanto, podem ser encontrados, em alguns casos, valores de ET em pastagens oscilando entre $2,01$ e $2,50\ mm\ d^{-1}$ (cor ciano). Valores intermediários de ET ($1,51$ a $2,50\ mm\ d^{-1}$) foram encontrados nas áreas em de sucessão secundária. Neste caso, em um mesmo pixel ($30 \times 30\ m$), pode existir mistura da resposta espectral da vegetação das classes de pastagens e de coberturas florestais. Silva et al. (2005), ao utilizar o método da razão de Bowen e lisímetro de pesagem em áreas de pastagem (capim Tanzânia) irrigada por pivô-central, encontraram ET média (período de um ano) de $4,13\ mm\ d^{-1}$, segundo o balanço de energia e $4,34\ mm\ d^{-1}$, obtida pelo lisímetro de pesagem. 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 $5,19 \pm 1,9 \text{ mm d}^{-1}$.

Na Figura 2b verifica-se que no dia 08/03/2009 houve uma pequena lâmina de precipitação da ordem de 1,2 mm, no entanto, esta precipitação foi após a passagem do satélite. A última lâmina precipitada antes da passagem do satélite ocorreu no dia 28/02/2009 (3,6 mm), ou seja, não houve interferência da precipitação nos dados de reflectância da imagem.

Uma das possíveis justificativas para os valores mais baixos de ET das áreas de pastagens quando comparados aos dados encontrados na literatura pode ser o fato das pastagens em estudo estarem sujeitas às variações hídricas (excesso ou déficit), de acordo com o volume precipitado (sem irrigação). Entretanto, no período de 15/01/2009 a 15/03/2009 a umidade relativa (UR) média diária esteve sempre acima de 50%, sendo que no dia 08/03/2009 a UR média foi de 71,6 mm, o que teoricamente indica que o ar atmosférico não se encontrava tão seco, não exigindo das plantas uma alta taxa evapotranspirativa. Outra explicação pode estar nos valores de índice de área foliar (IAF) das pastagens, no qual foi estimado espacialmente por meio de uma equação empírica adotada no algoritmo SEBAL, e que em média foi de 2,0.

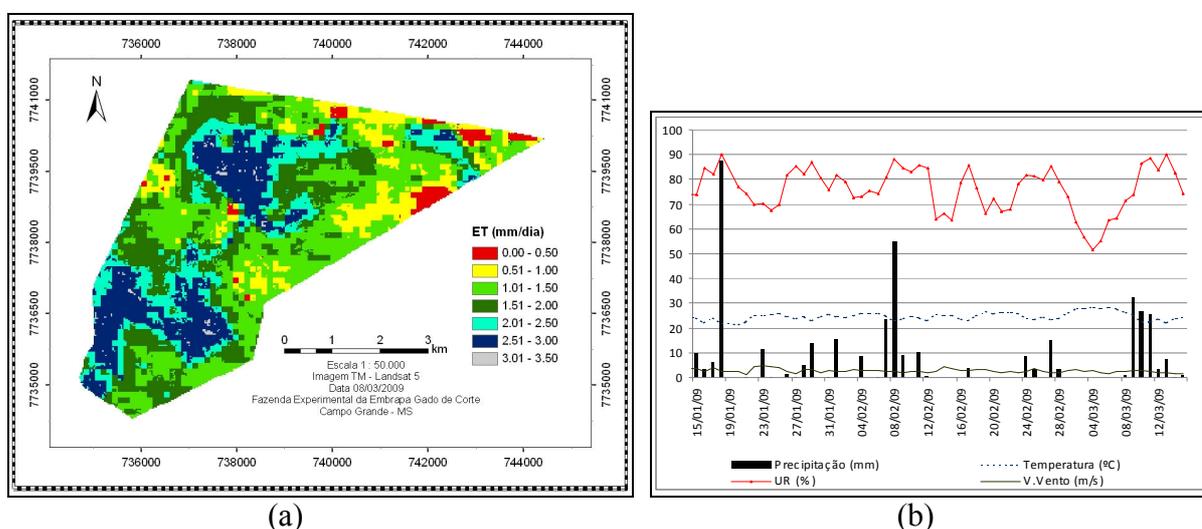


Figura 2 – (a) Evapotranspiração (ET, mm d^{-1}) do dia 08/03/2009; (b) Dados diários de precipitação (mm), temperatura média diária ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa média diária (%) e velocidade do vento médio diário (m s^{-1}) para o período entre 15/01/2009 a 15/03/2009 (Fonte: INMET).

5. CONCLUSÕES

Dentro dos limites da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, houve variação espacial da ET para as classes de cobertura da terra. Os maiores e menores valores de ET foram observados em áreas ocupadas por matas e solo exposto, respectivamente.

De forma geral, para o dia 08/03/2009, as áreas de pastagens apresentaram valores de ET oscilando de 0,51 a $2,50 \text{ mm d}^{-1}$, com valor médio ao redor de $1,50 \text{ mm d}^{-1}$. Embora preliminares, os resultados obtidos indicam o potencial do método utilizado para o monitoramento da condição agrometeorológica de pastagens, mesmo com baixa densidade de dados de campo. Em estudos subsequentes, a evapotranspiração será avaliada em séries temporais e com maior controle de campo, permitindo obter maior acurácia nos resultados gerados pelo algoritmo.

6. REFERÊNCIAS

- 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.
- CRAGO, R. D. Conservation and variability of the evaporative fraction during the daytime. **Journal of Hidrology**, v. 180, p. 173-194, 1996.
- FAGUNDES, J. L. **Características morfológicas e estruturais do pasto de Brachiaria Decumbens Stapf. adubado com nitrogênio**, 2004. Tese de doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 76p.
- FERREIRA, D. J., ZANINE, A. M. Importância da pastagem cultivada na produção da pecuária de corte brasileira. **Revista Electrónica de Veterinaria – REDVET**, v. 8, n. 5, p. 1-17, 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050507.html>>. Acesso em: 22/01/2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da Pecuária Municipal**. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Rio de Janeiro, RJ - Brasil. v. 35, p. 1-62, 2008.
- MALLMANN, C. E. S., BERTO, J. L. Simulação do crescimento potencial de pastagens de Tifton 85. In: XXX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional – CNMAC. **Anais...** Florianópolis, SC, 2007. 7p. Disponível em: <http://www.sbmac.org.br/eventos/cnmac/xxx_cnmac/30cnmac.php>. Acesso em: 22/01/2009.
- MEIRELLES, M. L., FARIAS, S. E. M., FRANCO, A. C. **Balço de energia de uma pastagem cultivada no cerrado**, 2003. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa Cerrados. Planaltina, DF. 14p.
- REEVES, M. C., WINSLOW, J. C., RUNNING, S. W. Mapeando a produtividade semanal da vegetação de pastagens usando dados MODIS. In: I Conferência Virtual Global sobre Produção Orgânica de Bovinos de Corte. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/Pantanal. **Anais...** Corumbá, MS, 2002. 13p. Disponível em: <www.cpap.embrapa.br/agencia/congressovirtual/pdf/portugues/03pt01.pdf>. Acesso em: 22/01/2009.
- 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. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 705-712, 2005.