



OBTENÇÃO DO SALDO DE RADIAÇÃO DE SUPERFÍCIE EM ÁREAS DE AGRICULTURA E PECUÁRIA

FRANCINE R. S. DIAS¹; MARELIZA DOS R. MOURA²; DANIEL GOMES³;
RICARDO G. ANDRADE⁴

Nº 12509

RESUMO

Este trabalho objetivou a obtenção do saldo de radiação de superfície em áreas de produção agrícola e de pecuária. Para tanto, foram utilizadas as áreas de seis fazendas localizadas no Estado do Mato Grosso do Sul: fazenda experimental da Embrapa Gado Corte, Olhos d'Água, Cervinho, Granja Minuano, Natal e Sete Voltas. O saldo de radiação foi estimado por meio da aplicação do algoritmo SEBAL e de imagens Landsat 5 – TM de órbita/ponto 225/074 e 224/074 nas datas de 12/04/2010 e 21/04/2010, respectivamente. Os resultados aqui obtidos mostram que houve variação espacial do saldo de radiação tanto nas áreas de agricultura e de pecuária da mesma fazenda quanto entre fazendas. Para melhor elucidar questões inerentes a essa variabilidade, recomenda-se avaliação temporal do saldo de radiação em estudos complementares.

ABSTRACT

This work aimed at obtaining the surface radiation balance in agriculture and livestock production areas. We used the areas of six farms located in the state of Mato Grosso do Sul: Embrapa Beef Cattle's experimental farm, Olhos d'Água, Cervinho, Granja Minuano, Natal and Sete Voltas. The radiation balance was estimated using the Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL) and Landsat 5 – TM images of the orbital points 225/074 and 224/074 on April 12, 2010 and April 21, 2010 respectively. The results show spatial variation in radiation balance both for agriculture and livestock areas within the same farm and in different farms. We recommend further studies on temporal assessment of the radiation balance to elucidate issues related to this variability.

¹ Bolsista: Graduação em Eng. Ambiental, PUC, Campinas-SP, francine@cnpm.embrapa.br.

² Colaboradora: Graduação em Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP.

³ Colaborador: Analista, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

⁴ Orientador: Pesquisador, Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.



INTRODUÇÃO

Desde a sua origem, a agricultura teve evolução altamente significativa, tornando-se um eficiente processo de produção de alimentos para garantir a sobrevivência de milhões de pessoas em todo o mundo. Atualmente são cultivadas diversas plantas, com destaque para: arroz, trigo, milho, soja, sorgo, cevada, cana-de-açúcar, beterraba-açucareira, feijão, amendoim, batatinha, batata-doce, mandioca, coco e banana. Essas culturas contribuem com mais de 90% para a alimentação do mundo (PATERNIANI, 2006).

No Brasil, o agronegócio vem se destacando como um dos principais setores da economia. Em 2011, o produto interno bruto (PIB) do agronegócio brasileiro estimado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) registrou crescimento de 4,38%. Esse aumento fez com que o PIB do agronegócio representasse 22,15% do PIB nacional (CEPEA, 2012).

Atualmente a agropecuária representa 28,80% do agronegócio brasileiro e 6,38% do PIB nacional (CEPEA, 2012). Esses números indicam a força do setor na economia brasileira. Entre as regiões do País, o Centro-Oeste tem se destacado no setor agropecuário, reunindo o maior rebanho bovino de corte, superior a 65 milhões de cabeças em mais de 45 milhões de hectares de pastagens cultivadas. Nos últimos anos, essa região apresentou elevadas taxas de crescimento nos índices de produtividade de grãos e fibras, com intenso aumento da área de cultivo, tornando-se importante produtora de grãos (soja, milho, arroz), fibras (algodão), cana-de-açúcar, mandioca e tomate (SALTON et al., 2005).

Nas últimas décadas, foram significativos os avanços tecnológicos aplicados na agropecuária. Um exemplo é o uso de técnicas como a do plantio direto (CRUZ, et al., 2006). No entanto, vários fatores podem colocar em risco a produção agropecuária; entre eles, os fatores climáticos são relevantes. O saldo de radiação, por exemplo, é de extrema importância, pois é uma variável básica na estimativa da evapotranspiração (ET) e no cálculo do balanço hídrico. Nesse sentido, tem crescido o número de pesquisas que empregam técnicas de sensoriamento remoto na identificação de áreas de cultivo, bem como na estimativa de parâmetros biofísicos a serem utilizados em modelos de crescimento, balanço hídrico, produtividade etc. (ANDRADE et al., 2009). Assim, alguns estudos envolvendo a obtenção do balanço de energia da superfície têm sido realizados por meio da aplicação do algoritmo SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land*), que foi desenvolvido por Bastiaanssen et al. (1998a; 1998b).

Diante do exposto, esse trabalho objetivou a obtenção do saldo de radiação de superfície em áreas de produção agrícola e de pecuária. Para tanto, foram utilizadas as áreas de seis fazendas localizadas no Estado do Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no Estado de Mato Grosso do Sul e abrange as áreas de seis fazendas: fazenda experimental da Embrapa Gado de Corte, fazenda Olhos d'Água, fazenda Cervinho, fazenda Granja Minuano, fazenda Natal e fazenda Sete Voltas (Figura 1).

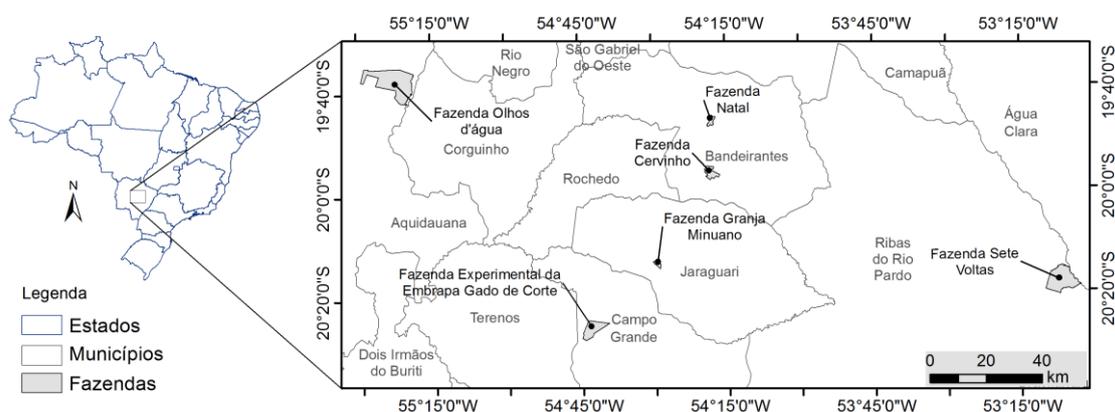


FIGURA 1. Localização das fazendas nos municípios do Estado de Mato Grosso do Sul.

Para a obtenção do saldo de radiação de superfície das áreas das fazendas, foram utilizadas imagens Landsat 5 – TM (Tabela 1) contendo as sete bandas espectrais, obtidas do catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) por meio do sítio <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>.

TABELA 1. Dados referentes a data, órbita/ponto das imagens Landsat 5 – TM e fazendas utilizadas no estudo.

Datas	Órbita/Ponto	Fazendas
12/04/2010	225/074	Embrapa Gado de Corte, Cervinho, Granja Minuano, Natal e Olhos d'Água
21/04/2010	224/074	Sete Voltas

As imagens utilizadas têm resolução espacial de 30 m nas bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7 e de 120 m na banda 6 (termal). Também foram utilizados dados meteorológicos horários e diários provenientes de estações automáticas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) próximas às áreas de estudo e disponíveis no sítio

<http://www.inmet.gov.br/portal/>. Os dados meteorológicos utilizados foram: temperatura do ar, radiação solar e velocidade do vento.

A Figura 2 mostra o fluxograma das etapas envolvidas na obtenção do saldo de radiação de superfície (R_n), o qual foi estimado por meio da aplicação do algoritmo SEBAL.

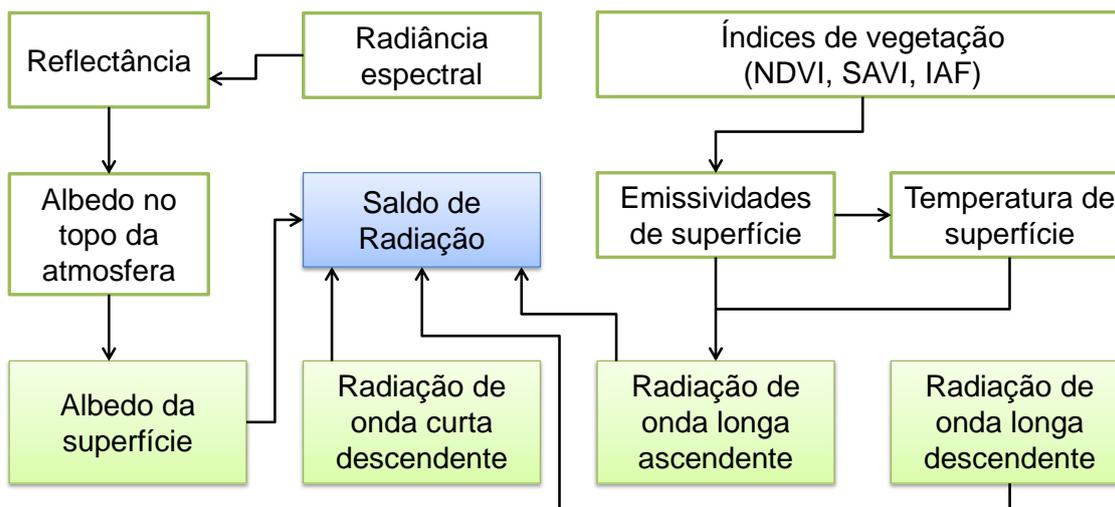


FIGURA 2. Fluxograma para estimativa do saldo de radiação.

Fonte: Adaptado de Allen et al. (2002).

Este método requer radiância espectral nas bandas do visível, infravermelho próximo e termal. O balanço de radiação de ondas curtas foi estimado com base em equações astronômicas junto com a estimativa da transmitância atmosférica e do albedo. O balanço de ondas longas utilizou na modelagem dados de temperatura do ar para um período próximo ao da captura da imagem Landsat 5 - TM. A radiação de ondas longas emitida pela superfície foi calculada utilizando a temperatura da superfície e a emissividade da superfície. Allen et al. (2002) descrevem detalhadamente todas as etapas de obtenção do R_n . A equação do saldo de radiação da superfície é dada por (ALLEN et al., 2002):

$$R_n = R_{s\downarrow} - \alpha R_{s\downarrow} + R_{L\downarrow} - R_{L\uparrow} - (1 - \varepsilon_0) R_{L\downarrow} \quad (1)$$

Em que $R_{s\downarrow}$ é a radiação de onda curta incidente ($W m^{-2}$), $R_{L\downarrow}$ é a radiação de onda longa emitida pela atmosfera ($W m^{-2}$), $R_{L\uparrow}$ é a radiação de onda longa emitida pela superfície ($W m^{-2}$), ε_0 é a emissividade da superfície (adimensional) e α é o albedo da superfície (adimensional).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 mostra a variação do saldo de radiação (Rn) para as áreas delimitadas pelas seguintes fazendas: experimental da Embrapa Gado de Corte (A), Olhos d'Água (B), Cervinho (C), Granja Minuano (D), Natal (E) e Sete Voltas (F). A agricultura é predominante nas fazendas Cervinho e Granja Minuano (Figuras 3C e 3D) e a pecuária, nas demais fazendas. Além disso, para a Fazenda Sete Voltas o Rn foi estimado para o dia 21/04/2010, e para as outras fazendas o Rn refere-se ao dia 12/04/2010.

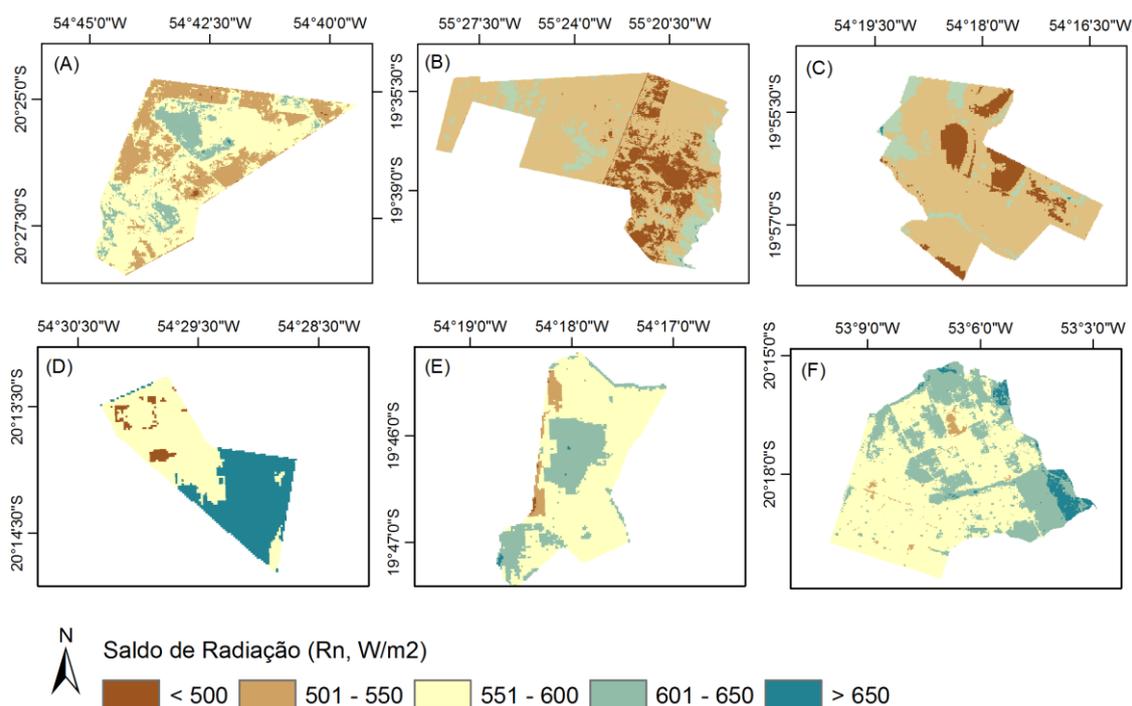


FIGURA 3. Estimativa do saldo de radiação para a área de delimitação das fazendas: experimental da Embrapa Gado de Corte (A); Olhos d'Água (B); Cervinho (C); Granja Minuano (D); Natal (E); Sete Voltas (F).

De forma geral, nota-se ampla variabilidade do Rn nas áreas de cada fazenda e entre as fazendas avaliadas. Especialmente, os maiores valores de Rn ($> 650 \text{ W m}^{-2}$) foram observados em áreas com culturas agrícolas na fazenda Granja Minuano (Figura 3D) e em áreas com mata ciliar na fazenda Sete Voltas (Figura 3F).

Nas áreas de pastagens da fazenda experimental da Embrapa Gado de Corte e da fazenda Olhos d'Água (Figuras 3A e 3B), predominaram os valores de Rn $< 550 \text{ W m}^{-2}$. No entanto, em algumas áreas de pastagens da fazenda experimental da Embrapa Gado de Corte, foram observados valores de Rn entre 500 e 600 W m^{-2} . Já para a fazenda Olhos d'Água, foram observados valores de Rn abaixo

de 500 W m^{-2} em aproximadamente metade das áreas de pastagens plantadas e entre 500 e 550 W m^{-2} na maior parte das pastagens nativas.

Para as áreas de mata na fazenda Natal (Figura 3E), o R_n ficou entre 601 e 650 W m^{-2} , no entanto, em alguns pontos dessas áreas o R_n foi superior a 650 W m^{-2} . Além disso, nessa fazenda, na maior parte das áreas de pastagens, os valores de R_n ficaram na escala intermediária (550 a 600 W m^{-2}). Em estudo realizado por Andrade et al. (2009) na fazenda experimental da Embrapa Gado de Corte, foram obtidos valores de R_n relativamente mais elevados para as áreas de pastagens. Ou seja, para os dias 11/05/2009 e 28/06/2009, o R_n variou de 625 a 723 W m^{-2} e de 574 a 629 W m^{-2} , respectivamente. Esses resultados indicam a existência da forte variabilidade do R_n tanto espacialmente quanto temporalmente.

Ao comparar áreas agrícolas entre fazendas para o dia 12/04/2010, observou-se que, na fazenda Cervinho (Figura 3C), foram registrados valores de R_n mais baixos ($< 550 \text{ W m}^{-2}$). Esses resultados possivelmente estão associados à vegetação mais seca ou à maior exposição de solo das áreas agrícolas. Na maior parte das áreas dessa fazenda, verificou-se R_n entre 500 e 550 W m^{-2} . Na região que compreende parte dos municípios de Conceição das Alagoas e Água Comprida (Triângulo Mineiro), na divisa do Estado de Minas Gerais com São Paulo, Lima et al. (2009) obtiveram valores de R_n para o dia 16/08/2008 que variaram conforme o uso e a cobertura da terra ($307,46$ a $649,72 \text{ W m}^{-2}$, com média de $529,64 \text{ W m}^{-2}$), sendo os valores mínimos e máximos observados em áreas de solo exposto e de corpos d'água, respectivamente.

CONCLUSÃO

- A partir das estimativas do saldo de radiação de superfície para as fazendas estudadas, conclui-se que houve variação espacial do saldo de radiação tanto nas áreas de agricultura e de pecuária da mesma fazenda quanto entre fazendas, ou seja, o saldo de radiação variou conforme o uso e a cobertura da terra e com as condições ou o estado da vegetação em cada fazenda.
- Para melhor elucidar questões inerentes à variabilidade, recomenda-se acrescentar a avaliação temporal do saldo de radiação em estudo complementar.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Monitoramento por Satélite, pela oportunidade de estágio.



REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.; TASUMI, M.; TREZZA, R.; WATERS, R.; BASTIAANSEN, W. **SEBAL**: Surface Energy Balance Algorithms for Land, Idaho implementation. Idaho: Waters Consulting; University of Idaho: WaterWatch, Inc. 2002. 97 p. (Advanced Training and Users Manual, version 1.0)
- ANDRADE, R. G.; BATISTELLA, M.; VICTORIA, D. de C.; BARBOSA, R. A.; PAZ, A. R. da. **Uso de técnicas de sensoriamento remoto no mapeamento da evapotranspiração de pastagens**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2009. 44 p. (Documentos, 75).
- 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.
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - ESALQ/USP. **PIB do Agronegócio**: dados de 1994 a 2011. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 28 maio 2012.
- CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Cultivo do milho**. 2ª ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. (Sistemas de Produção, 1.). Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/>. Acesso em: 28 maio 2012.
- LIMA, E. P.; SEDIYAMA, G. C.; GLERIANI, J. M.; SOARES, V. P.; DELGADO, R. C.; ANDRADE, R. G. Estimativa do balanço de radiação em áreas irrigadas utilizando imagem do Landsat 5 – TM. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 255-262. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.20.49/doc/255-262.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2012.
- PATERNIANI, E. (Ed). **Ciência, agricultura e sociedade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 503 p.



SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; FABRÍCIO, A. C.; MACEDO, M. C. M.; BROCH, D. L.; BOENI, M. CONCEIÇÃO, P. C. **Matéria orgânica do solo na integração lavoura-pecuária em Mato Grosso do Sul.** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2005. 58 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 29).