

# **APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO NA ESTIMATIVA DA BIOMASSA VEGETAL DE PASTAGEM NO MATO GROSSO DO SUL**

**RICARDO G. ANDRADE<sup>1</sup>, MATEUS BATISTELLA<sup>2</sup>, RODRIGO A. BARBOSA<sup>3</sup>,  
GILBERTO C. SEDIYAMA<sup>4</sup>, RAFAEL C. DELGADO<sup>5</sup>, EVALDO DE P. LIMA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup> Engenheiro Agrícola, Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite, CNPM/Embrapa, Campinas – SP, Fone: (0xx19) 3211 6200, ricardo@cnpn.embrapa.br.

<sup>2</sup> Biólogo, Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite, CNPM/EMBRAPA, Campinas – SP.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, CNPGC/EMBRAPA, Campo Grande - MS.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

<sup>5</sup> Meteorologista, Doutorando em Meteorologia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

<sup>6</sup> Meteorologista, Doutorando em Meteorologia Agrícola, Depto. de Engenharia Agrícola, UFV, Viçosa – MG.

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 – GrandDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções – Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** As técnicas de sensoriamento remoto têm sido promissoras para o desenvolvimento de medidas confiáveis e economicamente viáveis da produção vegetal em grandes áreas. Este trabalho objetivou aplicação de técnicas de sensoriamento remoto e do algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) na estimativa da biomassa vegetal acima do solo das áreas de pastagem na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. Para a área de estudo, foram encontrados valores de biomassa vegetal variando de 0 a 4.755 kg MS ha<sup>-1</sup>, com valor médio de 1.981 kg MS ha<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** balanço de energia, satélites, eficiência do uso da radiação.

## **APPLICATION OF REMOTE SENSING TECHNIQUES TO ESTIMATE THE ABOVEGROUND BIOMASS OF PASTURE IN MATO GROSSO DO SUL**

**ABSTRACT:** Remote sensing techniques have been promising for the development of reliable and economically viable methods used for the estimation of production in large areas. This paper describes the application of remote sensing techniques and the algorithm SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) in the estimation of the aboveground biomass of pasture at the Experimental Farm of Embrapa Beef Cattle, Campo Grande, Mato Grosso do Sul. For the study area, the range of pasture aboveground biomass was from 0 to 4.755 kg MS ha<sup>-1</sup>, with an average value of 1.981 kg MS ha<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** energy balance, satellites, and light use efficiency.

**INTRODUÇÃO:** Nos últimos anos 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. BASTIAANSEN e ALI (2003) acoplaram no algoritmo SEBAL (Surface Energy Balance Algorithm for Land) o modelo da produção de biomassa proposto

por MONTEITH (1972), juntamente com o modelo de eficiência do uso da radiação que foi estruturado por FIELD et al. (1995), para estimar a biomassa acima do solo ( $\text{kg m}^{-2}$ ) na bacia Indus no Paquistão; o mesmo foi realizado por SAMARASINGHE (2003) no Sri Lanka utilizando imagens obtidas pelo satélite NOAA-AVHRR (National Oceanic and Atmospheric Administration – Advanced Very High Resolution Radiometer). Este trabalho teve o objetivo de estimar a biomassa vegetal acima do solo das áreas de pastagem com uso de técnicas de sensoriamento remoto na área de abrangência da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo está localizada na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, município de Campo Grande, MS (Figura 1a). 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). Para obtenção da biomassa vegetal por meio do acoplamento do modelo CASA no algoritmo SEBAL (Figura 1b), foram utilizados os dados meteorológicos (temperatura do ar, radiação e velocidade do vento) da estação automática Campo Grande-A702 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), latitude  $20,45^{\circ}\text{S}$ , longitude  $54,6166^{\circ}\text{W}$  e altitude de 530 metros, Campo Grande, MS. Utilizaram-se também as sete bandas espectrais do sensor TM do satélite Landsat 5, obtida dos catálogos de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

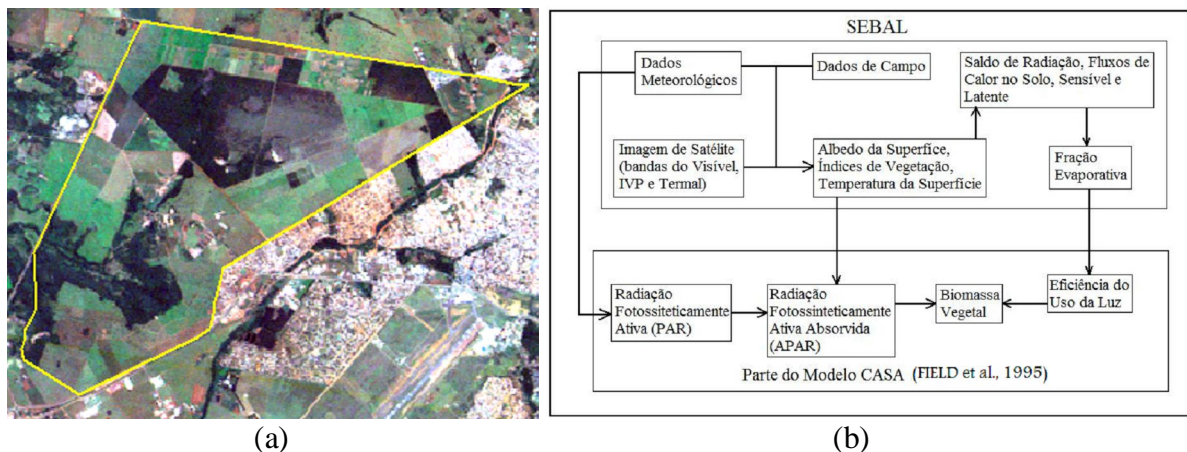


Figura 1. (a) Delimitação da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. Imagem do sensor TM do satélite Landsat 5 na composição RGB (bandas 3, 2, 1) para o dia 08/03/2009; (b) Fluxograma do algoritmo SEBAL acoplado no modelo CASA para a obtenção da biomassa vegetal acima do solo.

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)).

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

De posse dos componentes do balanço de energia (LE, H, Rn, G, todos em  $\text{W m}^{-2}$ ) foi possível estimar a fração evaporativa ( $\lambda$ ) pela seguinte relação:

$$\lambda = \frac{LE}{LE + H} = \frac{LE}{Rn - G} \quad (02)$$

A fração evaporativa ( $\lambda$ ) foi utilizada para a estimativa da biomassa vegetal. Para tanto, adotou-se a metodologia sugerida por BASTIAANSSEN e ALI (2003). Primeiramente, obteve a radiação fotossinteticamente ativa (PAR, em  $W m^{-2}$ ) por meio da equação:

$$PAR = 0,48 K_{diário}^{\downarrow} \quad (03)$$

Em que, expressa a PAR como 48% da radiação de onda curta incidente num período de 24 horas. Sabe-se que a radiação absorvida e utilizada pelos pigmentos da planta (Radiação Fotossinteticamente Ativa Absorvida, APAR) encontra-se na faixa correspondente ao espectro de luz visível (0,4 a 0,7  $\mu m$ ). Também, é sabido que a radiação na faixa do infravermelho próximo é fortemente refletida pela vegetação. Devido a esta absorção seletiva e reflexão pelas plantas, a combinação da reflectância do visível e do infravermelho próximo deu origem aos chamados índices de vegetação, sendo o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) um dos mais usados na estimativa da fração da radiação PAR absorvida pelo dossel das plantas (FPAR, em  $W m^{-2}$ ). Com base nesse conceito, a determinação da FPAR foi realizada por meio da expressão empírica sugerida por DAUGHTRY et al. (1992):

$$FPAR = -0,161 + 1,257 NDVI \quad (04)$$

Após as estimativas de PAR e FPAR, determinou-se a APAR (em  $W m^{-2}$ ) empregando a equação:

$$APAR = FPAR PAR \quad (05)$$

Em seqüência, realizou-se o cálculo dos escalares de temperatura  $T_1$  e  $T_2$ , dado por:

$$T_1 = 0,8 + 0,02.T_{opt} - 0,0005.T_{opt}^2 \quad (06)$$

$$T_2 = \frac{1}{1 + \exp\{0,2(T_{opt} - 10 - T_{mon})\}} \cdot \frac{1}{1 + \exp\{0,3(-T_{opt} - 10 + T_{mon})\}} \quad (07)$$

Em que,  $T_1$  é o fator que descreve os efeitos que surgem por causa do ar frio;  $T_2$  é um fator de redução da eficiência do uso da radiação devido ao ar quente;  $T_{opt}$  é a temperatura média do ar ( $^{\circ}C$ ), durante o mês de máximo índice de área foliar ou NDVI; e  $T_{mon}$  é a temperatura do ar média mensal ( $^{\circ}C$ ). Nesse ponto, ao substituir o escalar da disponibilidade hídrica (W) pela fração evaporativa ( $\lambda$ ) foi feito o cálculo da eficiência do uso da radiação ( $\varepsilon$ ), utilizando para tal finalidade a seguinte expressão:

$$\varepsilon = \varepsilon^* T_1 T_2 \lambda \quad (08)$$

Em que,  $\varepsilon^*$  é a máxima eficiência do uso da radiação, igual a  $2,5 g MJ^{-1}$ . Com a determinação de  $\varepsilon$ , obteve a biomassa vegetal (Bio,  $kg m^{-2}$ ) dada por:

$$Bio = APAR \varepsilon^* T_1 T_2 \lambda \quad (09)$$

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 2a mostra a variação espacial do NDVI nas áreas de pastagens da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. Já a Figura 2b apresenta a espacialização da biomassa vegetal das áreas de pastagens. Observa-se que a variação da biomassa vegetal está em conformidade com os valores de NDVI, ou seja, áreas com alto NDVI encontram-se com valores elevados de biomassa vegetal e áreas com baixo NDVI se mostram com baixos valores de biomassa vegetal. O NDVI das áreas de pastagens variou de 0,052 a 0,786 enquanto que a biomassa vegetal oscilou entre 0 e 4.755 kg MS ha<sup>-1</sup>, com média de 1.981 kg MS ha<sup>-1</sup>. Conforme apresentado na Figura 3a, verificou-se um coeficiente de determinação de 0,7527 ao plotar uma representação de 12.864 pixels na descrição da relação entre o NDVI e a biomassa vegetal das áreas de pastagens da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS. A Figura 3b apresenta o histograma da biomassa vegetal.

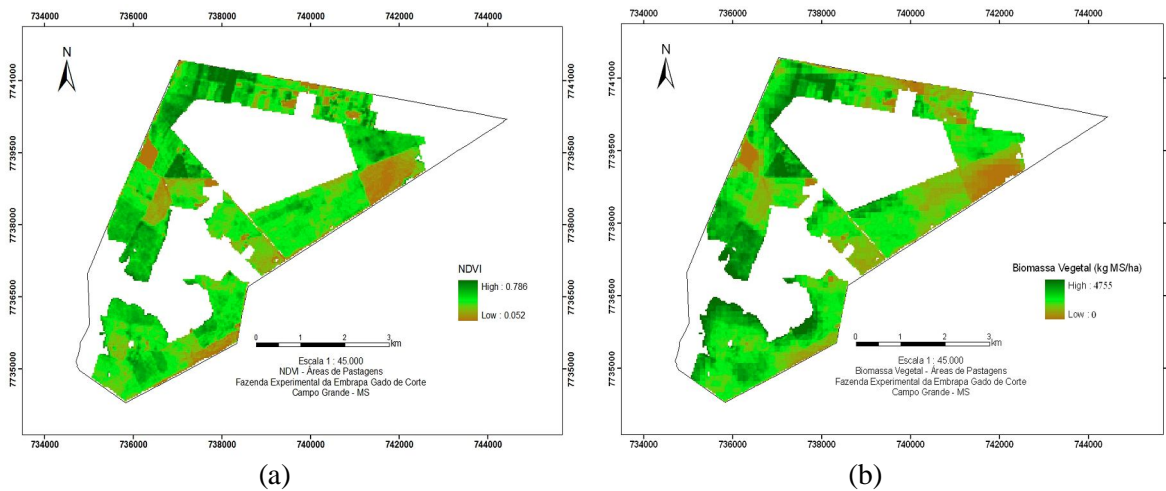


Figura 2. (a) Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI); (b) Biomassa Vegetal das áreas de pastagens da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS.

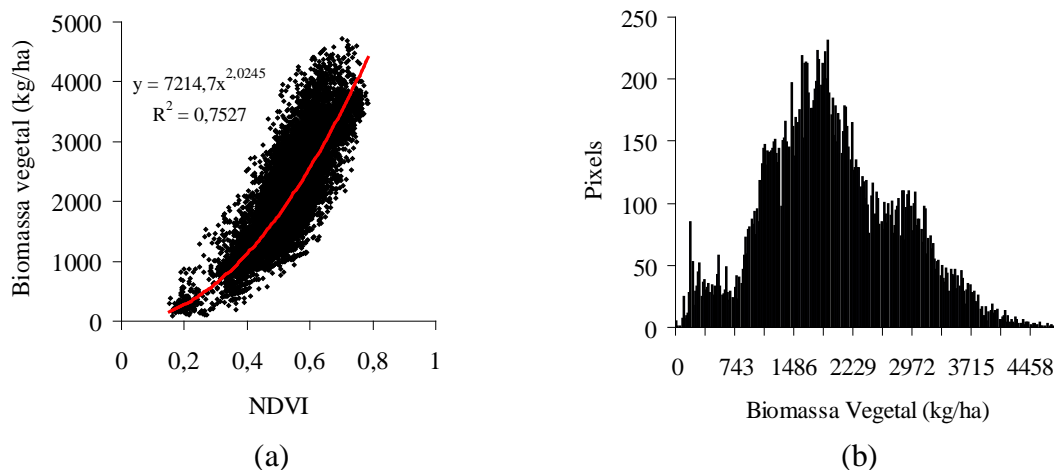


Figura 3. (a) Representação de 12.864 pixels na descrição da relação entre o NDVI e a biomassa vegetal de pastagens da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS; (b) histograma de frequência da biomassa vegetal.

BARBOSA et al. (1996) obtiveram para o capim-Mombaça uma massa de forragem de 7.200 kg MS ha<sup>-1</sup> no verão e 2.400 kg MS ha<sup>-1</sup> no inverno. CARNEVALLI (2003) ao analisar a

massa de forragem do capim-Mombaça no pré e pós-pastejo submetido a combinações de intensidades e frequências de pastejo em lotação rotacionada encontrou valores de massa de forragem variando de 4.300 kg MS ha<sup>-1</sup> a 8.900 kg MS ha<sup>-1</sup> no pré-pastejo. Entretanto, no pós-pastejo foram encontrados valores de massa de forragem oscilando entre 1.400 kg MS ha<sup>-1</sup> a 4.920 kg MS ha<sup>-1</sup> de acordo com a altura do resíduo e época do ano. Já BARBOSA (2004) ao estudar o capim-Tanzânia na Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, obteve no pré-pastejo massa de forragem variando de 3.650 kg MS ha<sup>-1</sup> a 7.490 kg MS ha<sup>-1</sup>. No entanto, no pós-pastejo a massa de forragem oscilou entre 2.000 kg MS ha<sup>-1</sup> e 4.300 kg MS ha<sup>-1</sup>, de acordo com a altura do resíduo e época do ano.

**CONCLUSÕES:** Dentro dos limites territoriais da Fazenda Experimental da Embrapa Gado de Corte, observou-se que a biomassa vegetal das áreas de pastagens teve variação espacial de acordo com o índice de cobertura do solo, sendo encontrados valores de biomassa vegetal variando de 0 a 4.755 kg MS ha<sup>-1</sup>, com valor médio de 1.981 kg MS ha<sup>-1</sup>. Os resultados preliminares aqui obtidos sugerem que a metodologia utilizada possui grande potencial de aplicação. Em estudos subsequentes, dados amostrais de biomassa vegetal (matéria seca da parte aérea) obtidos em campo serão incorporados de forma a validar os resultados de estimativas de biomassa vegetal das pastagens gerados pelo algoritmo SEBAL.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- BARBOSA, R. A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 116p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- BARBOSA, M. A. A. F., DAMASCENO, J. C., CECATO, U., SAKAGUTI, E. S. Estudo de perfilhamento em 4 cultivares de *Panicum maximum* Jacq. Submetidos à duas alturas de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza, 1996, **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 109-111.
- BASTIANNSEEN, W. G. M., ALI, S. A new crop yield forecasting model based on satellite measurements applied across the Indus Basin, Pakistan. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 94, p. 321-340, 2003.
- 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.
- CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2003. 136p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- DAUGHTRY, C. S. T., GOWARD, K. P., PRINCE, S. D., KUSTAS, W. P. Spectral estimates of absorbed radiation and phytomass production in corn and soybean canopies. **Remote Sensing of the Environment**, v. 39, p. 141-152, 1992.
- FIELD, C. B., RANDERSON, J. R., MALMSTRÖM, C. M. Global net primary production: combining ecology and remote sensing. **Remote Sensing of Environment**, v. 51, p. 74-88, 1995.
- MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, v. 9, p. 747-766, 1972.
- SAMARASINGHE, G. B. Growth and yields of Sri Lanka's major crops interpreted from public domain satellites. **Agricultural Water Management**, v. 58, p. 145-157, 2003.