



**ESTIMATIVA DE BIOMASSA DE PASTAGENS COM INDICATIVOS DE DEGRADAÇÃO NO  
ESTADO DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL**

Thiago Vasconcelos **Duenha**<sup>1</sup>; Aline Alves **Lopes**<sup>2</sup>; Ricardo Guimarães **Andrade**<sup>3</sup>; Antônio  
Heriberto de Castro **Teixeira**<sup>4</sup>; Janice Freitas **Leivas**<sup>5</sup>

**Nº 14513**

**RESUMO** - *As técnicas de sensoriamento remoto têm sido fundamentais, por exemplo, na obtenção de informações relevantes para a avaliação das condições da vegetação em larga escala. Este estudo objetivou aplicar o algoritmo Surface Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER) juntamente com dados do sensor MODIS e medições de campo para estimar a biomassa (BIO) em áreas de pastagens no Estado de Goiás e Distrito Federal de acordo com a classe indicativa de pastagens degradadas. Foram observadas diferenças significativas entre os valores médios de biomassa estimada para as áreas de pastagens nos períodos chuvoso e seco. Além disso, no período seco, os valores médios de biomassa estimada foram semelhantes para as classes com e sem indicativos de degradação.*

**Palavras-chaves:** biomassa, degradação, pastagens, Surface Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER).

---

<sup>1</sup> Autor, Bolsista Embrapa: Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCC, Campinas-SP; thiagovduenha@gmail.com.

<sup>2</sup> Colaboradora, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Ciências Biológicas, Unicamp, Campinas-SP.

<sup>3</sup> Orientador, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP; ricardo.andrade@embrapa.br.

<sup>4</sup> Colaborador, Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.

<sup>5</sup> Colaboradora, Pesquisadora da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas-SP.



**ABSTRACT** - Remote sensing techniques have been essential, for example, to obtain information relevant for a large-scale evaluation of vegetation conditions. This study aimed to apply the Surface Algorithm for Retrieving Evapotranspiration (SAFER) along with MODIS images and field measurements in order to estimate biomass (BIO) in pasture areas at the Brazilian state of Goiás and the Federal District according to each class indicative of pasture degradation. Significant differences between the average biomass values estimated for pasture areas in the rainy and dry seasons were observed. Moreover, during the dry season, the average biomass values estimated were similar for classes indicative and nonindicative of pasture degradation.

**Key-words:** Biomass, degradation, pasture, Surface Algorithm for Evapotranspiration Retrieving (SAFER).

## **1 INTRODUÇÃO**

As técnicas de sensoriamento remoto têm sido empregadas de forma bem-sucedida em diversas pesquisas por serem fundamentais, por exemplo, na obtenção de informações relevantes para a avaliação, em larga escala, das condições da vegetação. Nas últimas três décadas têm sido produzidos avanços significativos na estimativa de biomassa florestal (FERRAZ et al., 2013; LU et al., 2012), incluindo a aplicação de diferentes dados de sensores (por exemplo Landsat, Radar, e LiDAR) e o desenvolvimento de técnicas avançadas, como análise de regressão, redes neurais e processos baseados em modelos de ecossistemas. Porém, no Brasil, são raros os estudos que aplicam técnicas de sensoriamento remoto para estimativa de biomassa de pastagens.

Grigera et al. (2007) destacam o potencial das técnicas de sensoriamento remoto como ferramenta de auxílio na implementação de sistemas de monitoramento da produção das pastagens que possibilita identificar áreas que necessitam de maior atenção em relação à intensificação do uso de boas práticas de manejo. Dessa forma, a aplicação de técnicas de sensoriamento remoto em larga escala pode auxiliar, de forma dinâmica, no diagnóstico e na obtenção de indicadores relacionados com a sustentabilidade econômica e ambiental das áreas de pastagens, contribuindo, por exemplo, com o Programa Agricultura de Baixo Carbono (ABC), que prevê diversas ações mitigatórias das emissões de gases de efeito estufa (GEE).

Apesar dos significativos avanços em termos de aplicações das técnicas de sensoriamento remoto em diferentes escalas no setor da agropecuária, ainda há carência de pesquisas aplicadas

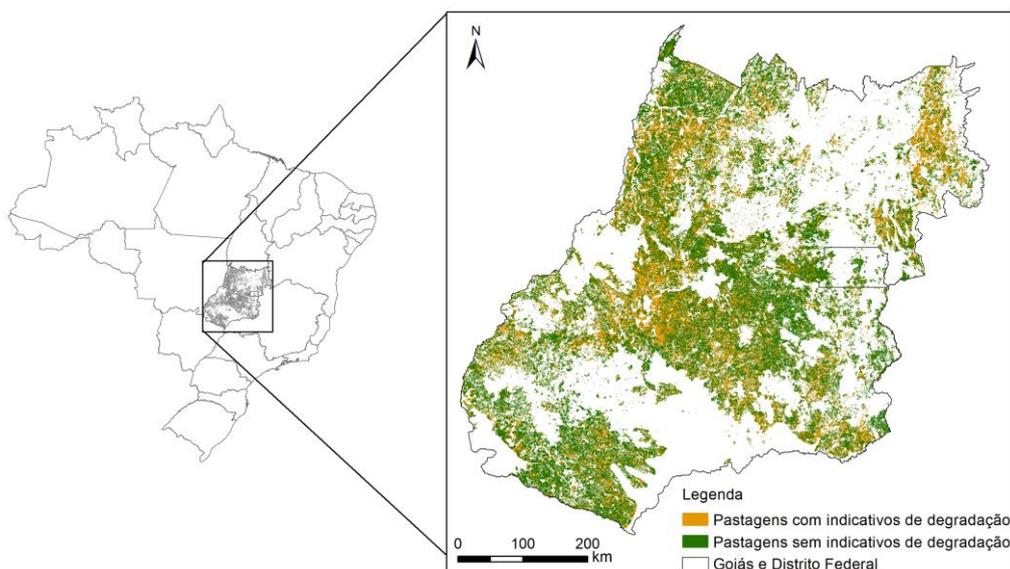


à estimativa da produtividade e da qualidade das pastagens. Nesse sentido, alguns algoritmos e modelos têm sido aplicados juntamente com dados de sensores remotos em larga escala, para obtenção de parâmetros biofísicos de superfície. O SAFER é um desses algoritmos e tem como vantagens não ser obrigatório o uso da banda termal e poder ser aplicado com dados meteorológicos provenientes de diferentes tipos de estações (agrometeorológicas, convencionais e automáticas). Esta é uma característica importante por possibilitar a avaliação das tendências históricas dos componentes do balanço de energia e da produtividade da água em larga escala ao longo dos anos, haja vista que sensores automáticos são avanços relativamente recentes na tecnologia instrumental (TEIXEIRA et al., 2013b).

Diante do exposto, este estudo objetivou estimar a biomassa vegetal (BIO) em áreas de pastagens no Estado de Goiás e Distrito Federal de acordo com a classe indicativa de degradação do potencial produtivo das pastagens.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange as pastagens plantadas no Estado de Goiás e no Distrito Federal, na região Centro-Oeste do Brasil, e está localizada entre os paralelos 13°00' e 19°00'S e os meridianos 46°00' e 53°00'W (NASCIMENTO, 1991) (Figura 1).



**Figura 1.** Localização da área de estudo destacando as pastagens com e sem indicativos de degradação que foram identificadas por meio de metodologia aplicada por Andrade et al. (2013).



**8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014**  
**12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo**

O clima goiano é predominantemente tropical, com a divisão marcante de duas estações bem definidas durante o ano: verão úmido, nos meses de dezembro a março, e inverno seco, predominante no período de junho a agosto. A temperatura média varia entre 18 °C e 26 °C, com amplitude térmica significativa (GOVERNO DE GOIÁS, 2014).

Para as áreas de pastagens com indicativos de degradação foi aplicado o algoritmo SAFER e foi estimada a evapotranspiração (ET) em cada classe. Para tanto, foi utilizada uma série de imagens MODIS do ano de 2012 juntamente com dados de estações meteorológicas disponibilizados pelo INMET.

No SAFER, o albedo de superfície ( $\alpha_0$ ) foi estimado a partir das bandas 1 e 2 do MODIS, com resolução espacial de 250 m:

$$\alpha_0 = a + b\alpha_1 + c\alpha_2 \quad (2)$$

Em que  $\alpha_1$  e  $\alpha_2$  são reflectâncias nas faixas espectrais das bandas 1 e 2 do sensor MODIS e a, b e c são coeficientes de regressão que apresentam, respectivamente, os valores de 0,08, 0,41 e 0,14 (TEIXEIRA et al., 2013a).

A temperatura da superfície ( $T_o$ ) foi estimada como resíduo da equação do balanço de radiação diário ( $R_n$ ), descrita por:

$$R_n = (1 - \alpha_0) R_{s\downarrow} - a_l \tau_w \quad (3)$$

Em que  $\alpha_0$  é o albedo da superfície;  $\tau_w$  é a transmissividade atmosférica;  $R_{s\downarrow}$  é a radiação de onda curta incidente;  $a_l$  é o coeficiente de regressão com distribuição espacial relacionado com a temperatura do ar (TEIXEIRA et al., 2013a).

Com as imagens de  $\alpha_0$ ,  $T_o$  e NDVI foi possível estimar a ET por meio da equação:

$$ET = \exp \left[ \beta + \eta \left( \frac{T_o}{\alpha_0 NDVI} \right) \right] ET_o \quad (4)$$

Em que  $\beta$  e  $\eta$  são os coeficientes de regressão, com valores respectivos de 1,8 e - 0,008 (TEIXEIRA et al., 2013a), e  $ET_o$  é a evapotranspiração de referência, dada em milímetros por dia ( $\text{mm d}^{-1}$ ), pelo método Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998).

Os mapas diários de  $R_{s\downarrow}$  foram usados para estimativa dos valores da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em larga escala:

$$PAR = aR_{s\downarrow} \quad (5)$$



Em que  $a$  é o valor 0,44, que representa o coeficiente de regressão encontrado nas condições semiáridas brasileiras (TEIXEIRA, 2009). Posteriormente, a radiação fotossinteticamente ativa absorvida (APAR) foi estimada a partir da radiação PAR:

$$APAR = fPAR \quad (6)$$

Em que estimou-se o fator  $f$  a partir de uma equação em função do NDVI:

$$f = 1,257 \times NDVI - 0,161 \quad (7)$$

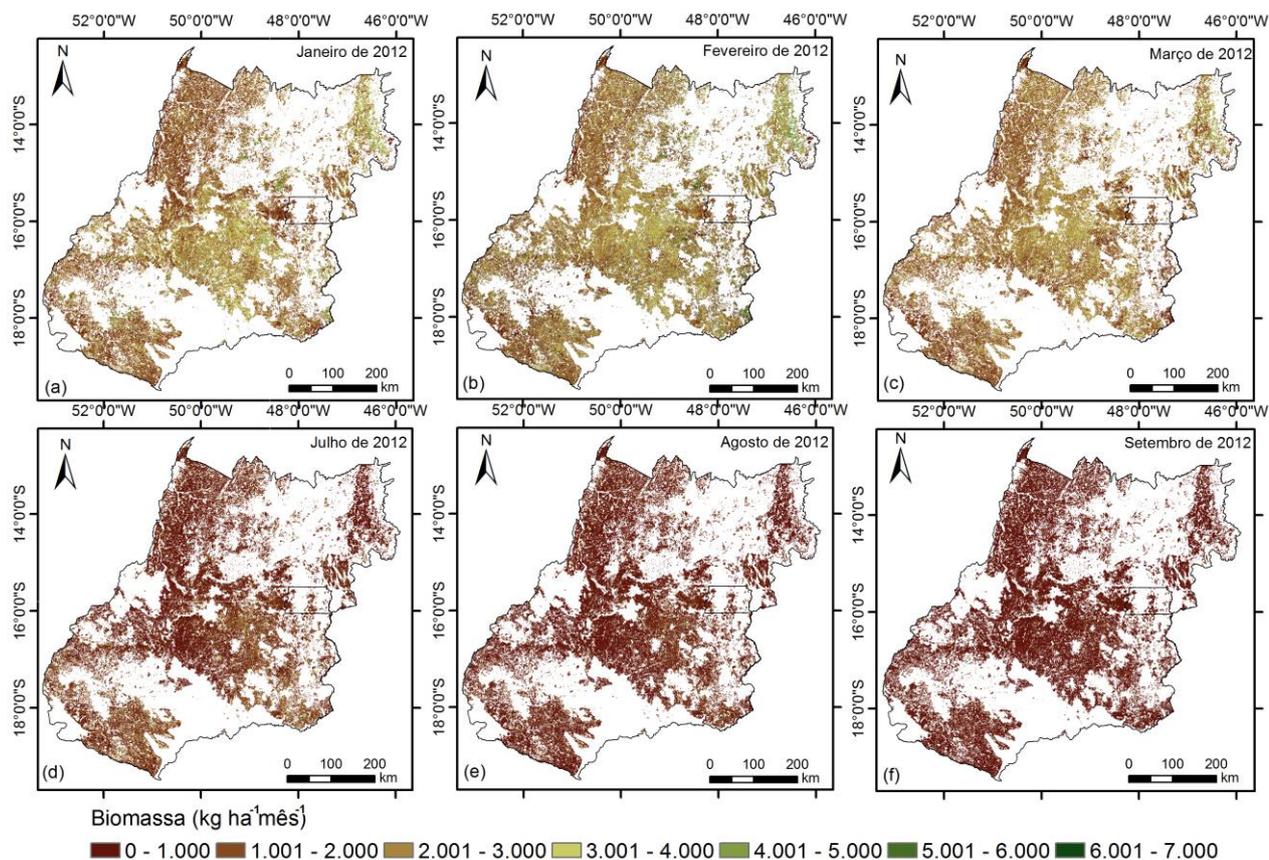
Em seguida, a biomassa (BIO) foi estimada por meio da seguinte equação:

$$BIO = \varepsilon_{\max} E_f APAR \quad 0,864 \quad (8)$$

Em que  $E_f$  (fração evaporativa) é a razão do fluxo de calor latente ( $\lambda E$ ) para  $R_n$ , sendo  $\lambda E$  obtido pela transformação da ET em unidades de energia;  $\varepsilon_{\max}$  é a eficiência de uso da luz máxima, a qual foi considerada  $2,5 \text{ g MJ}^{-1}$ , e 0,864 é um fator de conversão (TEIXEIRA, 2009). Posteriormente, foi possível obter os valores médios da BIO para as áreas de pastagens plantadas com indicativos de degradação no Estado de Goiás.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2, são mostrados os mapas das estimativas de biomassa das pastagens plantadas no Estado de Goiás e Distrito Federal. Nota-se que, nos meses de janeiro, fevereiro e março, os valores de biomassa das pastagens foram mais altos em decorrência do período chuvoso e com menor restrição hídrica para o desenvolvimento das pastagens. Nesse caso, foram encontrados valores médios de biomassa da ordem de 2.157, 2.408 e 2.117  $\text{kg ha}^{-1} \text{ mês}^{-1}$  para os meses de janeiro, fevereiro e março (Figuras 2a, 2b, 2c), respectivamente.

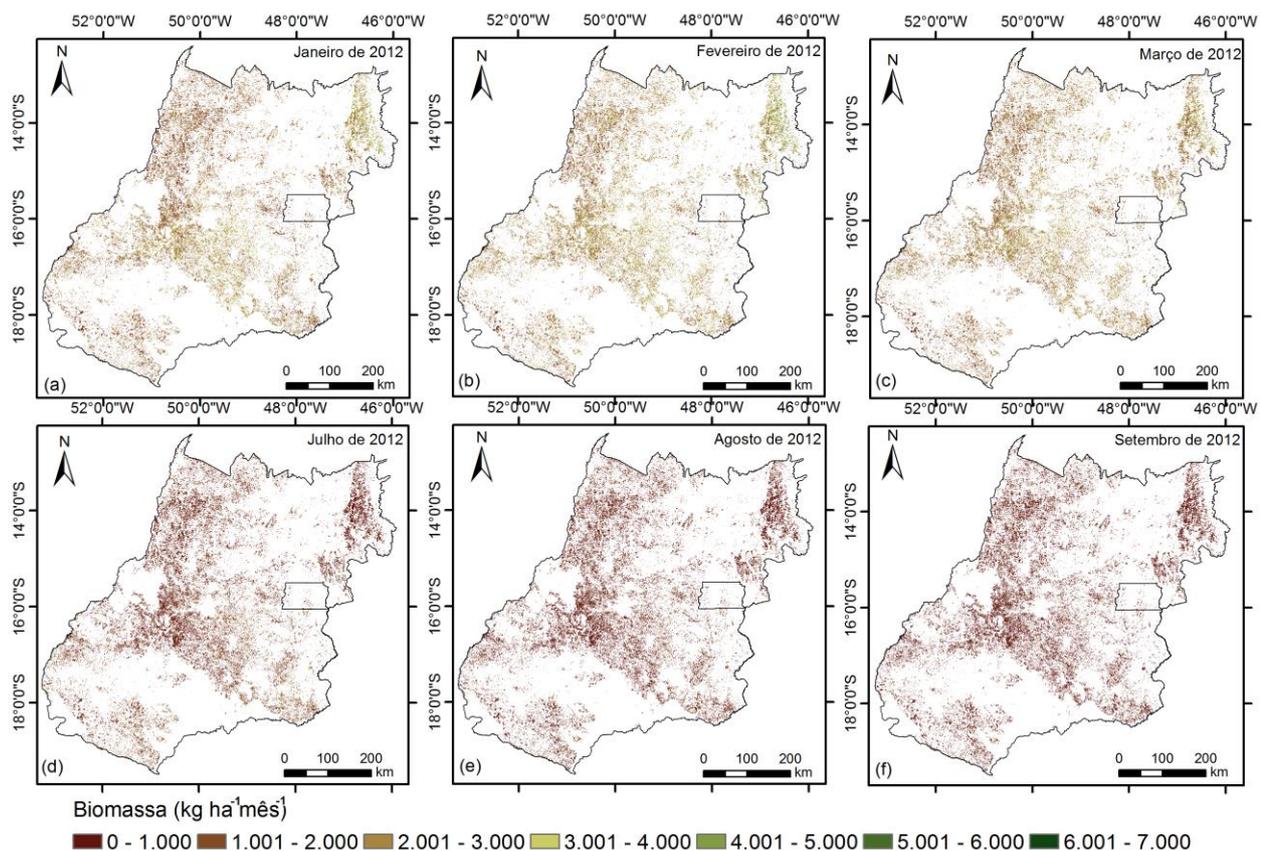


**Figura 2.** Distribuição espacial da estimativa de biomassa vegetal para as áreas de pastagens plantadas no Estado de Goiás e Distrito Federal nos meses de janeiro, fevereiro, março, julho, agosto e setembro de 2012.

Nos meses menos chuvosos de julho, agosto e setembro (Figuras 2d, 2e, 2f), foram observados valores médios de biomassa da ordem de 741, 640 e 318 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente. A comparação dos valores médios de biomassa dos períodos chuvoso e seco revelou uma diferença de 1,661 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Em medições de biomassa total realizadas por Zanchi et al. (2009), foram encontrados valores médios da ordem de 2.202 kg ha<sup>-1</sup> para o período de estudo. Já em estudo realizado no período chuvoso em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com nível moderado de degradação, Santos et al. (2007) obtiveram estimativas de biomassa da ordem de 1.280 kg ha<sup>-1</sup> (parte acima do solo).

Na Figura 3, são mostrados os mapas de estimativa da biomassa das pastagens plantadas apenas para a classe com indicativo de degradação que foi obtida com base no mapa de indicativo de degradação apresentado por Andrade et al. (2013). Observa-se que, para os três primeiros meses do ano, foram observados valores médios de biomassa da ordem de 2.200 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Já para o período seco, a biomassa foi de 582 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. A diferença média das estimativas entre os meses dos períodos chuvoso e seco foi de 1.618 kg ha<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>. Nesse contexto, Zanchi et al.

(2009) afirmam que a biomassa de pastagem apresentou ciclo sazonal bem definido, com influência das variações do clima e da disponibilidade de água no solo. Para Kichel et al. (2012), uma pastagem degradada pode apresentar menos de 50% de seu potencial produtivo em relação às condições edafoclimáticas do local onde foi implantada e à espécie ou cultivar da forrageira utilizada. Além disso, a intensidade do pastejo pode tanto diminuir como intensificar o crescimento da pastagem (ZANCHI et al., 2009).



**Figura 3.** Distribuição espacial da estimativa de biomassa vegetal para as áreas de pastagens plantadas com indicativos de degradação no Estado de Goiás e Distrito Federal nos meses de janeiro, fevereiro, março, julho, agosto e setembro de 2012.

#### 4 CONCLUSÕES

Foram observadas diferenças significativas entre os valores médios de biomassa das áreas de pastagens estimados para os períodos chuvoso e seco. Além disso, para o período seco, as classes com e sem indicativos de degradação apresentaram resultados semelhantes para os valores médios de biomassa estimada.



## 8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

### 5 AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Embrapa Monitoramento por Satélite, pela bolsa de estágio concedida ao primeiro autor.

### 6 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F.; GARÇON, E. A. M.; SILVA, G. B. S.; GOMES, D.; VICENTE, L. E.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C. Indicativo de degradação de pastagens a partir de dados Spot Vegetation. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos, SP: INPE, 2013. p. 6917-6922.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage, Paper 56).
- FERRAZ, A. S.; SOARES, V. P.; SOARES, C. P. B.; RIBEIRO, C. A. S. A.; GLERIANI, J. M. Uso de imagens do satélite IKONOS II para estimar biomassa aérea de um fragmento de floresta estacional semidecidual. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 2794-2801.
- GOVERNO DE GOIÁS. **Aspectos físicos: clima**. Disponível em: <<http://www.goias.gov.br/paginas/conheca-goias/aspectos-fisicos/clima>>. Acesso em: 15 jul. 2014.
- GRIGERA, G.; OESTERHELD, M.; PACÍN, F. Monitoring forage production for farmers' decision making. **Agricultural Systems**, v. 94, n. 3, p. 637-648, 2007.
- KICHEL, A. N.; COSTA, J. A. A.; ALMEIDA, R. G. Vantagens da recuperação e renovação de pastagens degradadas com a utilização de sistemas integrados de produção agropecuária. **Revista Agro & Negócios**, v. 11, n. 14, p. 48-50, 2012.
- LU, D.; CHEN, Q.; WANG, G.; MORAN, E.; BATISTELLA, M.; ZHANG, M.; LAURIN, G. V.; SAAH, D. Aboveground forest biomass estimation with Landsat and LiDAR data and uncertainty analysis of the estimates. **International Journal of Forestry Research**, v. 2012, 16 p. 2012.
- NASCIMENTO, M. A. L. S. Observatório Geográfico de Goiás: geomorfologia do Estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v. 12, n. 1, jan./dez. 1991.
- SANTOS, R. S. M.; OLIVEIRA, I. P.; MORAIS, R. F.; URQUIAGA, S. C.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Componentes da parte aérea e raízes de pastagens de *Brachiaria* spp. em diferentes idades após a reforma, como indicadores de produtividade em ambiente de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 2, p. 119-124, 2007.
- TEIXEIRA, A. H. de C. **Water productivity assessments from field to large scale: a case study in the Brazilian semi-arid region**. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2009. 226 p.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; SCHERER-WARREN, M.; HERNANDEZ, F. B. T.; ANDRADE, R. G.; LEIVAS, J. F. Large-Scale Water Productivity Assessments with MODIS Images in a Changing Semi-Arid Environment: a Brazilian case study. **Remote Sensing**, v. 5, p. 5783-5804, 2013a.
- TEIXEIRA, A. H. de C.; HERNANDEZ, F. B. T.; LOPES, H. L.; SCHERER-WARREN, M.; BASSOI, L. H. **Modelagem espaçotemporal dos componentes dos balanços de energia e de água no Semiárido brasileiro**. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2013b. 32 p. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 99).
- ZANCHI, F. B.; WATERLOO, M. J.; AGUIAR, L. J. G.; RANDOW, C.; KRUITJT, B.; CARDOSO F. L.; MANZI, A. O. Estimativa do Índice de Área Foliar (IAF) e biomassa em pastagem no Estado de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, n. 2, p. 335-348, 2009.