

## Distribuição espacial de temperaturas de superfície – LST e sua co-relação com o uso da terra para o bioma Cerrado

Nicali Bleyer Santos<sup>1</sup>  
Laerte Guimarães Ferreira<sup>1</sup>  
Nilson Clementino Ferreira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás – UFG – Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento/LAPIG  
Campus Samambaia Caixa Postal: 131 CEP 74001-970  
[nicalibleyer@hotmail.com](mailto:nicalibleyer@hotmail.com)  
[laerte@iesa.ufg.br](mailto:laerte@iesa.ufg.br)  
[ncferreira@uol.com.br](mailto:ncferreira@uol.com.br)

**Abstract.** Modifications in the land cover interfere in the surface thermal response, which, in turn, may contribute to local and/or regional climate changes. As remotely sensed imagery has been an important tool for assessing such changes, in this study we attempt to investigate, based on the use of one hydrological year of 2007 MOD11 data (Land Surface Temperature), the spatial patterns of surface temperature in the Cerrado, the most severely threatened biome in Brazil, with about 40% of its area already converted to agriculture crops and cultivated pastures. On a preliminary basis, our results show that high temperatures correlate mainly to intensive agriculture and urban areas, and to the remnant vegetation as well. Such widespread pattern seems to be influenced by the pronounced occurrence of hotspots throughout the Cerrado during the dry season months (June through September), particularly noticed in its northern portion, where the agricultural frontier is becoming progressively more important.

**Palavras - chave:** surface thermal response – Cerrado – remote sensing – land cover modification - resposta termal da superfície – Cerrado - sensoriamento remoto – mudança no uso da terra.

### 1. Introdução

Mudanças na cobertura do solo promovem interferências nos fluxos de calor sensível e latente e, a ocorrência de superfícies úmidas e vegetadas favorece a absorção do fluxo radiante solar com conseqüente redução do calor sensível e da temperatura (Camargo *et al*, 2007). Dessa forma, alterações naturais e/ou antrópicas que modifiquem a quantidade de vegetação e de áreas úmidas possibilitam alterações climáticas de escalas espaciais e temporais variadas (Weng, 1999; Chudnovsky *et al*, 2004).

Nesse contexto, alguns trabalhos são produzidos sob diferentes aspectos metodológicos (Coll *et al*, 2005; Nobre *et al*, 1991; Hugh and Steffen, 2003), com grandes contribuições de dados orbitais (Bohui and Zhao, 2008; Hashimoto *et al*, 2008; Streutker, 2003). Tais produções contribuem para o fomento de pesquisas mundiais sobre aquecimento global e a emissão de gases na atmosfera (Relatório IPCC I,II,III,2007).

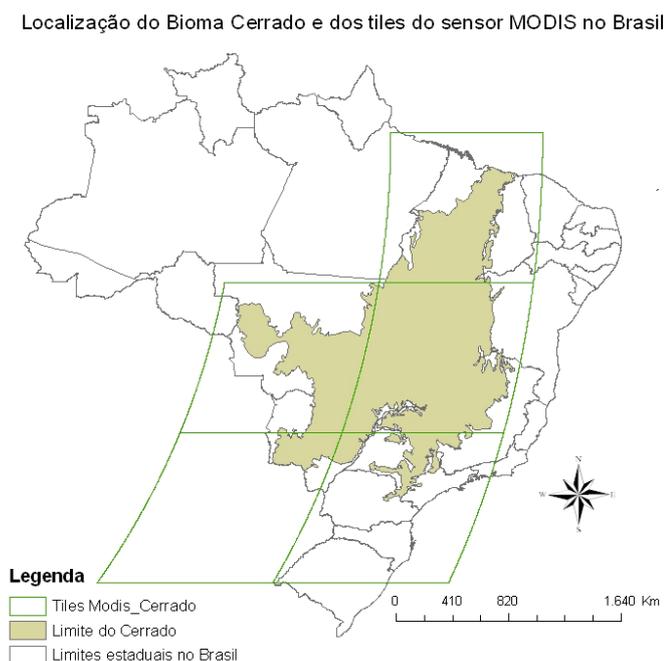
No bioma Cerrado, a interiorização da capital federal e o decorrente processo de expansão da infra-estrutura, muito contribuíram para a conversão das áreas de vegetação nativa, principalmente a partir das décadas 1970 e 1980 com a chamada fronteira agrícola em direção ao Centro-Norte do país (Rodrigues e Miziara, 2008). O resultado dessa conversão pode ser medido pelo aumento vertiginoso de seu mercado agrícola, e por estudos recentes que indicam uma perda da cobertura vegetal nativa na ordem de 40 a 55% (Sano *et al.*, 2008; Machado, *et al.*, 2004).

A forma particular de conversão da terra no bioma gera uma espacialização também singular de temperatura de superfície que, se acompanhada de maneira regular, pode se tornar um instrumento importante de gestão de áreas potencialmente emissoras de carbono a fim de torná-las áreas seqüestradoras desse gás. Neste sentido, o presente trabalho se propõe a

analisar a distribuição espacial da LST (*Land Surface Temperature*) e sua co-relação com o uso da terra para a região do Cerrado no período de 2007.

## 2. Materiais e Métodos

O estudo abrangeu toda a área do bioma Cerrado (aproximadamente 2.046 milhões de km<sup>2</sup>) escolhida dada a sua grande importância no cenário da biodiversidade mundial - *hotspots* (MYERS *et al.*, 2000) e ausência de trabalhos que enfoquem a temática proposta para a região. A **Figura 1** mostra a localização da área de estudo.

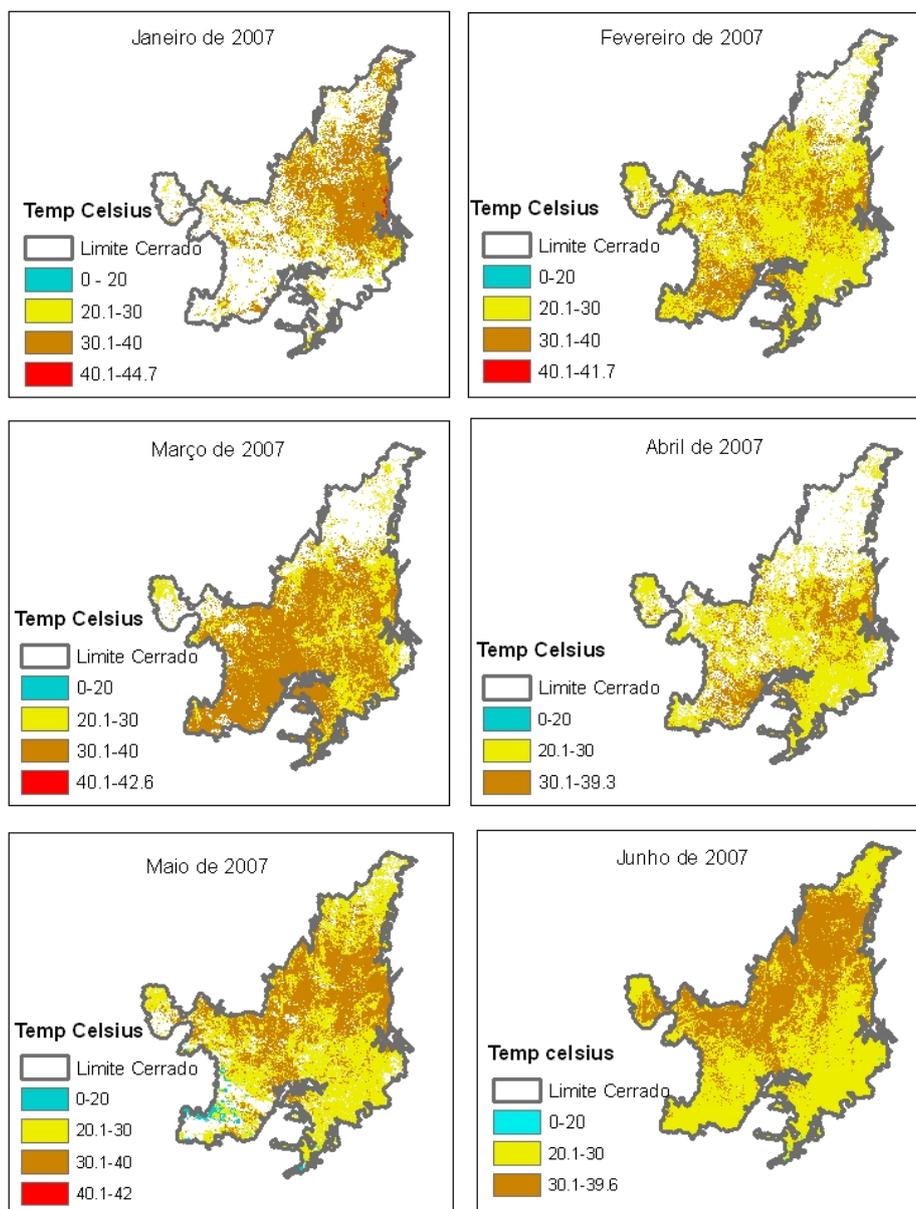


**Figura 1:** Área de estudo – localização do bioma Cerrado no Brasil e dos tiles MODIS.

Quanto aos dados de temperatura, foram utilizadas imagens do produto MOD11 A2 (*Land Surface Temperature*) Coleção 5 com 1km de resolução espacial. Com o objetivo de filtrar os dados utilizados, empregou-se uma máscara baseada no controle de qualidade automático *Qualit Control* (QC) que indica a confiança no processamento do LST (Wan, 1999; Wan, 2007). As análises foram realizadas para os meses de janeiro a dezembro de 2007, a partir de composições de oito dias. O processamento das informações foi realizado no Programa, Envi 4.3 e o ArcGis 9.2. A base utilizada para o mapeamento de uso da terra foi o PROBIO (Sano *et al.*, 2008) e os dados de focos de calor utilizados foram do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

## 3. Resultados e Discussões

A análise da distribuição dos dados de temperatura de superfície – LST mostrou que para o período de janeiro a junho (**Figura 2**), um padrão mais homogêneo para o bioma foi observado, com a maior parte das temperaturas concentrando-se entre 30°C e 40°C. Algumas variações espaciais foram observadas, como por exemplo, no Oeste da Bahia (temperatura superior a 40°C) e temperaturas até 20°C registradas no Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná. Nota-se que nos meses de maiores concentrações de chuva (janeiro, fevereiro, março) há ausência de dados de boa qualidade para uma grande região do Cerrado.

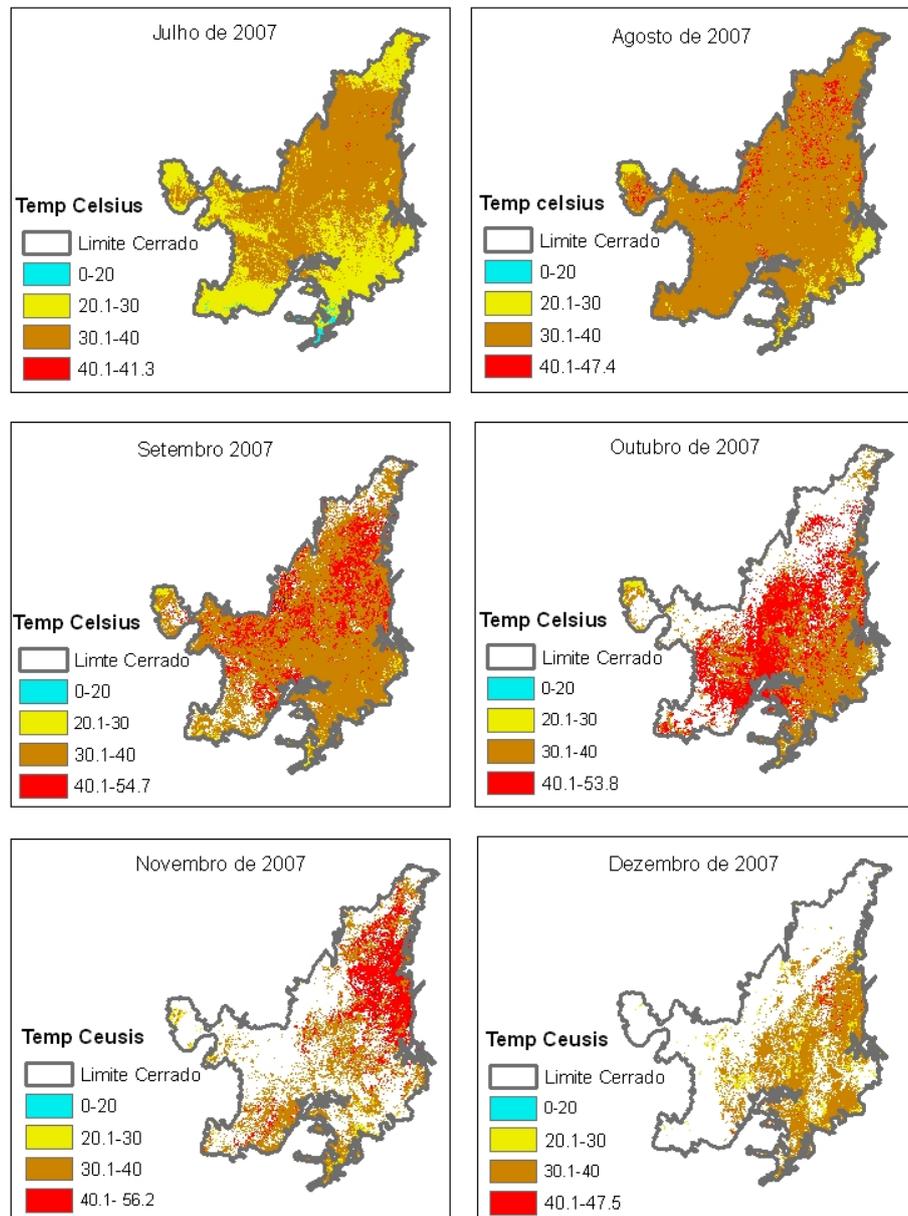


Land Surface Temperature - LST para o Cerrado de janeiro a junho

**Figura 2:** Espacialização de Temperatura de Superfície – LST (Produto MOD 11 A2) para os meses de janeiro a junho de 2007 no Bioma Cerrado. As áreas em branco não possuem dados para o período em análise.

No período de julho a dezembro (**Figura 3 e Gráfico 1**) foram registrados os maiores valores de temperatura de superfície para o Cerrado. A partir do mês de agosto, são registradas temperaturas a cima de 40°C em praticamente todos os Estados que compõe o bioma, principalmente nos meses de setembro, outubro e novembro. Assim como no primeiro semestre, também foram registradas temperaturas entre até 20°C nos Estados de Curitiba, São Paulo e Mato Grosso do Sul e com a vinda do período das chuvas, meados de outubro, a presença de nuvens também prejudicou a aquisição e qualidade dos dados de LST assim como ocorre com a maioria dos sensores orbitais.

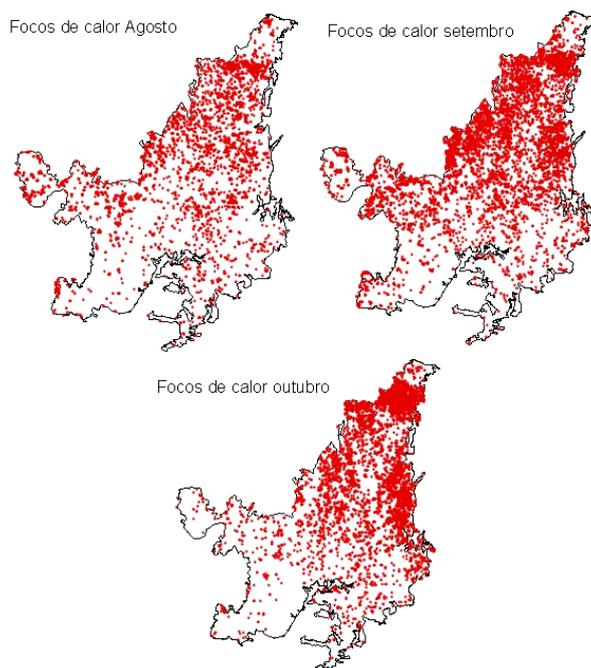
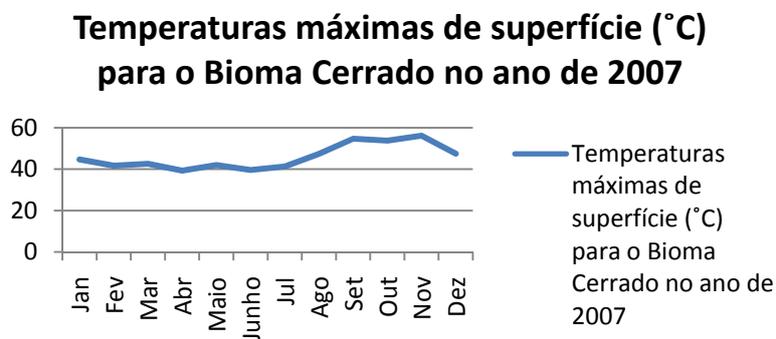
As temperaturas mais elevadas tenderam a acompanhar o período seco da região e, em alguns casos, corresponderam também com a localização dos focos de calor monitorados pelo INPE (2007) (**Figura 4 e Gráfico 2**).



Land Surface Temperature - LST para o Cerrado de julho a dezembro

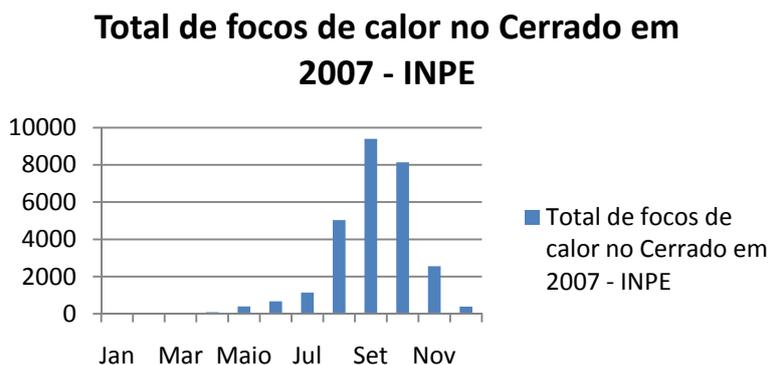
**Figura 3:** Espacialização de Temperatura de Superfície – LST (Produto MOD 11 A2) para os meses de julho a dezembro de 2007 no bioma Cerrado. As áreas em branco não possuem dados para o período em análise.

**Gráfico 1:** Demonstrativo das temperaturas máximas mensais de superfície – LST para o Cerrado em 2007.



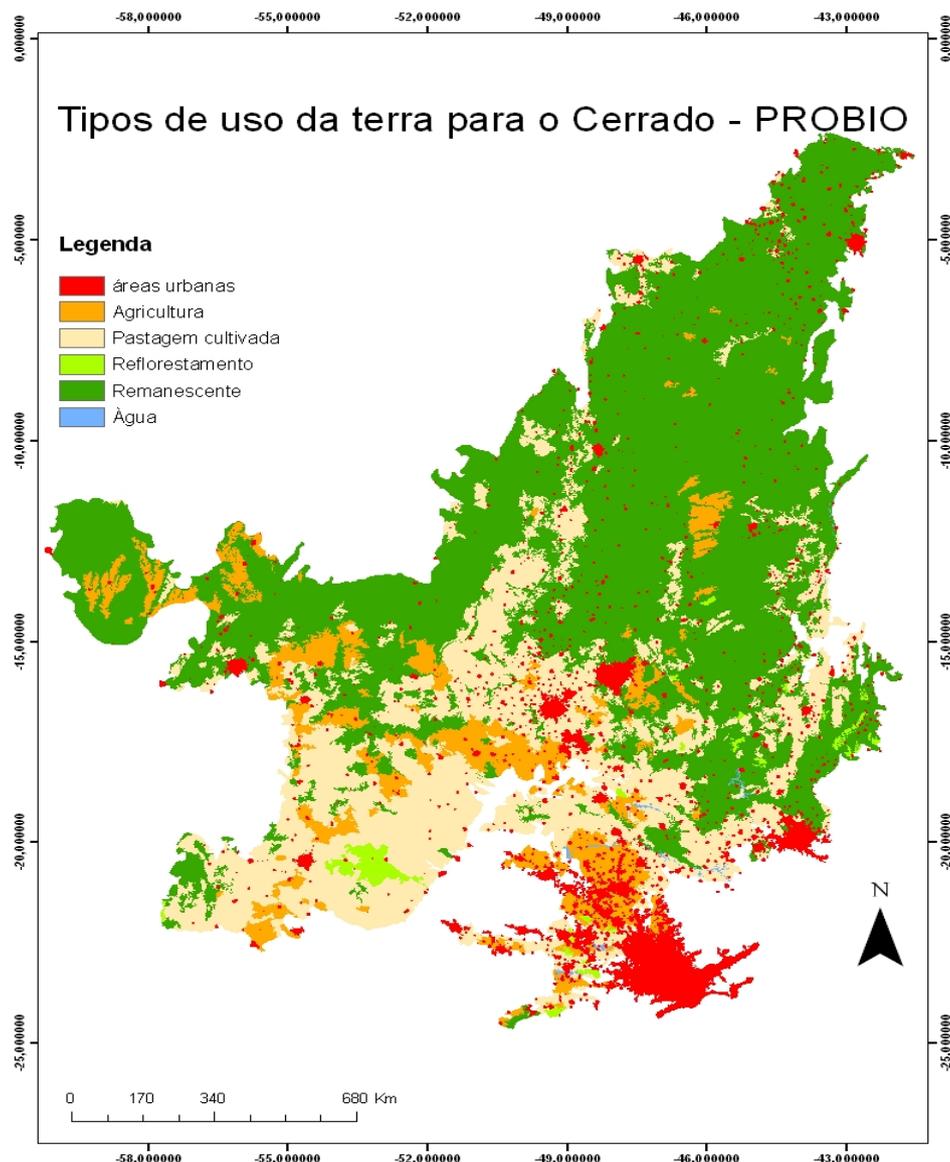
**Figura 4:** Focos de calor no Cerrado para os meses de agosto, setembro e outubro. Base de dados - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE/NOAA 15 – noite.

**Gráfico 2:** Total de focos de calor no Cerrado em 2007 – INPE.



Quando comparada aos tipos de uso do solo (**Figura 5**), a distribuição da LST em 2007, mostrou que grande parte dos valores mais elevados de temperatura, ocorreu tanto próximo às áreas urbanas e de implementação agrícola (como a região do oeste baiano), quanto áreas de remanescentes de vegetação. Essa última constatação, respaldada pelas incidências de focos de calor, mostrou que regiões de remanescentes, localizadas principalmente nos Estados de Tocantins, Goiás e Bahia, ao serem queimadas, contribuíram para o aumento da emissão termal de superfície.

E, como é sabido que a queima de biomassa contribui significativamente para a emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera, essas áreas foram, no período analisado, contribuidoras para a emissão deste gás, enquanto poderiam desenvolver a função de áreas de seqüestro do mesmo.



**Figura 5:** Tipos de uso da terra para o Cerrado – PROBIO - 2008. A localização das áreas urbanas foi delimitada a partir dos dados do *Nighttime Lights of the World* (*Defense Meteorological Satellite Program – DMSP*).

## 4. Conclusões

Conforme esperado, para o período estudado, os meses com temperaturas de superfícies mais elevadas corresponderam ao período da seca, quando também ocorrem as maiores incidências de focos de calor. O Oeste da Bahia, área de agricultura intensiva, apresentou repetitivos casos de temperaturas à cima de 40°C e os Estados de Tocantins, Goiás e Bahia se destacaram por apresentar elevadas temperaturas em grande parte de seu território nos meses de setembro a novembro. Além dessas correlações, algumas áreas urbanas também tiveram, no período de análise, registros mais elevados de temperatura de superfície.

A localização de altas temperaturas, principalmente nos meses de agosto a novembro, correspondeu aos locais de ocorrência de focos de calor. Este fato demonstrou que áreas de remanescentes de vegetação foram fontes emissoras de CO<sub>2</sub> e contribuíram, de maneira significativa, com o aumento de emissões termais de temperatura de superfície quando comparados a outros meses.

Apesar dos dados gerados no período chuvoso serem comprometidos pela presença de nuvens, os dados do produto MOD11 LST demonstram ser uma ferramenta importante e eficiente para o acompanhamento da dinâmica espacial de temperatura de superfície em âmbito regional. Essa premissa é reforçada quando levamos em consideração a dificuldade de se obter dados seqüenciais a partir das estações meteorológicas, bem como os gastos com recursos humanos e financeiros para tal.

## Agradecimentos

O primeiro e o segundo autores são bolsistas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) nas categorias de doutorado e produtividade em pesquisa respectivamente.

## Referencias bibliográficas

Bohui, Tang; Zhao-Liang Li. Estimation of instantaneous net surface longwave radiation from MODIS cloud-free data. **Remote Sensing of Environment** 112 - 3482–349, 2008.

Chudnovsky, A.; Ben – Dor, E.; SAARONI, H. Diurnal thermal behavior of selected urban objects using remote sensing measurements. **Energy and Buildings**, n.36, p.1063 – 1074, 2004.

Camargo, F. Flávio; Pereira, Gabriel; Moraes, C. Elizabete; Oliveira, de L. G. Luís; Adami, Marcos. Análise multitemporal da evolução urbana e sua influência na modificação do campo térmico na Região Metropolitana de São Paulo para os anos de 1985, 1993 e 2003. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26, INPE, p. 5127-5134, abril 2007.

Cool, T. Cesar; Caselles, J. M, Galve; VALOR, Eric; Niclo’s; SANCHES, M, Ruan; RIVAS, Rau. Ground measurements for the validation of land surface temperatures derived from AATSR and MODIS data. **Remote Sensing of Environment** 97 - 288 – 300, 2005.

Farley, Joshua. Environmental valuation and its applications. **Anais IX Simpósio Nacional do Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais**. EMBRAPA Cerrados – Brasília, 12 a 17 de outubro de 2008.

Hashimoto, Hirofumi; Dungan, L. Jennifer; White, A. Michael; Yang, Feihua; Michaelis, R. Andrew; Running, W. Steven; Neamani, R. Ramakrishana. Satellite-based estimation of surface vapor pressure deficits using MODIS land surface temperature data. **Remote Sensing of Environment** 112 - 142–155, 2008.

Hugh, Eva; Frits Steffen. Examininh the potencial of using remotely sensed fire dat to predict areas of rapid forest change in South America. **Applied Geography** 23 - 189–204, 2003.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Cerrado. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.htm> - Acesso: 14 de agosto de 2006.

Machado, R. B.; Neto, M. B. R.; Pereira, P. G.; Caldas E. F.; Gonçalves D. A.; Santos N. S.; Tabor, K.; Steininger, M. Estimativas de perda do cerrado brasileiro. Conservação Internacional. Brasília, 2004. Disponível em <<http://www.conservation.org.br/arquivos/RelatDesmatamCerrado.pdf>>. Acesso em 10 fev. 2007.

Martins, JR., O. P. & Chaves, F. **Uso de instrumentos econômicos para a conservação da biodiversidade em Goiás: reserva legal, servidão florestal e bolsa de reserva florestal.** p. 165-175. *In.*: FERREIRA, L. G. (Org.) Conservação da biodiversidade e sustentabilidade ambiental em Goiás: prioridades, estratégias e perspectivas. Goiânia, SEMARH / AGMA / World Bank, 2006. 187 p. (no prelo).

MYERS, N.; MITTERMEYER, R. A.; MITERMEYER, C. G.; FONSECA, G. A.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, 403, 853-858, 2000.

Nobre, A. Carlos; Sellers J. Piers; Shukla. Amazonian deforestation and regional climate change. **Jornal of Climate**, v.4, p.957 – 988, 1991.

Rodrigues, D. M. T.; Misiara, F. Expansão da fronteira agrícola: a intensificação da pecuária bovina no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 38, n. 1 (14-20), 2008.

Sano, E. E.; Rosa, R.; Brito J. L.; Ferreira, L. G. Mapeamento semidetalhado (escala de 1:250.000) da cobertura vegetal antrópica do bioma Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 1 (153-156), 2008.

Streutker, David R. Satellite-measured growth of urban heat island of Houston, Texas. **Remote Sensing of Environment**, n.85, p.282 – 289, 2003.

Weng, Q. A remote sensing–GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. **International Journal of Remote Sensing**, v. 22, n.10, p. 1999 – 2014, 2001.

Wan, Z., Y.-Z. Feng, Y. Zhang, and M. D. King, Land-surface temperature and emissivity retrieval from MODIS Airborne Simulator (MAS) data, *Summaries of the Seventh JPL Airborne Earth Science Workshop, January 12-16, 1998*, vol. 3, pp.57-66.

Wan, Zhengming. **MODIS Land-Surface Temperature Algorithm Theoretical Basis Document (LST ATBD) Version 3.3, 1999.**

Wan, Zhengming. **Collection-5 MODIS Land Surface Temperature Products Users' Guide, 2007.**