

AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DOS DADOS SIAD E PMDBBS COM BASE EM IMAGENS LANDSAT

G. F. Rocha¹, L. G. Ferreira Jr², D. M. C. Brito¹, J. S. A. Oliveira¹

¹Universidade Federal do Amapá, Brasil

²Universidade Federal de Goiás, Brasil

Comissão IV - Sensoriamento Remoto, Fotogrametria e Interpretação de Imagens

RESUMO

Com aproximadamente 50% de sua área convertido em agricultura e pecuária, o bioma Cerrado é um dos 34 *hotspots* de biodiversidade, por conta da redução e fragmentação das paisagens naturais. O monitoramento ambiental utilizando dados e técnicas de sensoriamento remoto para o bioma Cerrado é recente. O Sistema Integrado de Alerta de Desmatamentos (SIAD Cerrado), desenvolvido pelo Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento da Universidade Federal de Goiás (LAPIG – UFG) e o Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS), uma iniciativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MMA – IBAMA), são dois projetos voltados para detecção de áreas desmatadas no bioma. Especificamente, este trabalho buscou-se avaliar comparativamente estas duas iniciativas. Os resultados demonstram que os padrões de distribuição espacial dos desmatamentos detectados pelo SIAD e PMDBBS são muito semelhantes e complementares.

Palavras chave: Bioma Cerrado, monitoramento, desmatamentos, sensoriamento remoto

ABSTRACT

With approximately 50% of its area converted into agriculture and livestock, the Cerrado biome is one of the 34 biodiversity hotspots, due to the reduction and fragmentation of natural landscapes. Environmental monitoring using data and remote sensing techniques for the Cerrado biome is recent. The Integrated Deforestation Alert System (SIAD Cerrado), developed by the Laboratory of Image Processing and Geoprocessing of the Federal University of Goiás (LAPIG – UFG) and the Project on Monitoring Deforestation of Brazilian Biomes by Satellite (PMDBBS), an initiative of the Brazilian Institute of Environment and Renewable Natural Resources (MMA – IBAMA), are two projects aimed at detecting deforested areas in the biome. Specifically, this work compared these two initiatives. The results demonstrate that the patterns of spatial distribution of deforestation detected by SIAD and PMDBBS are very similar and complementary.

Keywords: Biome Cerrado, monitoring, deforestation, remote sensing

1- INTRODUÇÃO

A preocupação em monitorar o bioma Cerrado decorre do intenso processo de conversão de sua cobertura vegetal nativa em áreas de cultivo de pastagem e agricultura, que se intensificaram nos últimos 40 anos (MACHADO 2000; CARVALHO et al., 2009). Essas mudanças na paisagem foram promovidas por fatores econômicos e estratégicos que trouxeram, de certa forma, infraestrutura e desenvolvimento econômico, não só para o Cerrado, mas para o país como um todo (INOCÊNCIO, 2010; OLIVEIRA, 2004; BORLAUG, 2003). Esses fatores propiciaram o desenvolvimento do agronegócio nos estados cobertos pelo bioma Cerrado, contribuindo

com exportações de *commodities* para o superávit da balança comercial (MIZIARA; FERREIRA, N., 2008).

Por outro lado, vários estudos e pesquisas afirmam que esta conversão resultou em uma série de impactos ambientais, que estão ligados a processos hidrológicos, fragmentação das áreas de vegetação remanescente e diminuição da biodiversidade, ao ponto de o bioma ter-se tornado um dos 34 *hotspots* mundiais em biodiversidade (BACCARO, 2007; CARVALHO et al., 2009; COSTA; PIRES, 2009; MYERS et al., 2000; MACHADO, 2000;).

Diante desta realidade, com o objetivo de realizar o levantamento da flora e fauna dos biomas, bem como mapear a cobertura vegetal natural e uso das

terras, no fim da década de 1990 e início da década 2000, teve início o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (PROBIO), tendo como parcerias o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), o Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o Fundo Global para Meio Ambiente (GEF). O PROBIO mapeou a cobertura vegetal natural e usos das terras na escala de 1:250.000 para os seis biomas brasileiros (SANO et al. 2008), trabalho que serviu de *benchmark map* para o monitoramento das áreas desmatadas do bioma Cerrado, o segundo bioma brasileiro a ser monitorado após o amazônico (ROCHA et al., 2011).

O primeiro sistema de monitoramento operacional do desmatamento para o bioma (SIAD Cerrado) foi desenvolvido a partir de 2006, por meio de parceria envolvendo o Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento do Instituto de Estudos Sócio-Ambientais da Universidade Federal de Goiás (LAPIG / IESA / UFG), a Conservação Internacional (CI) e a *The Nature Conservancy* (TNC) (FERREIRA, N. et al., 2007; ROCHA et al., 2011).

Posteriormente, em 2008, iniciou-se o Projeto de Monitoramento do Desmatamento dos Biomas Brasileiros por Satélite (PMDBBS), uma iniciativa da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente (SBF/MMA), que teve financiamento do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) (projeto PNUD/BRA/08/011). Através do Centro de Sensoriamento Remoto (CSR), procedeu-se ao levantamento das áreas desmatadas, para os períodos 2002-2008; 2008-2009; 2009-2010, para os biomas Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pantanal e Pampa. Embora o SIAD e o PMDBBS, as duas únicas iniciativas de detecção de alertas de desmatamentos para o bioma Cerrado, sejam baseados em metodologias e dados distintos, ambos sistemas tem por referência o mapa-base PROBIO-CERRADO (FERREIRA, N. et al., 2007; ROCHA et al., 2011; BRASIL, 2011).

No SIAD, processo semiautomático são utilizadas imagens índice de vegetação do sensor MODIS (*Moderate-resolution Imaging Spectroradiometer*), satélite TERRA, produto *MOD13Q1*, com resolução espacial de 250 metros (HUETE et al., 2002). Além do índice de vegetação NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), são também utilizadas as bandas espectrais MIR, NIR, Red e *pixel reliability* (imagem qualidade) (FERREIRA, N. et al., 2007; ROCHA et al., 2011), pode ser visto na figura 1.

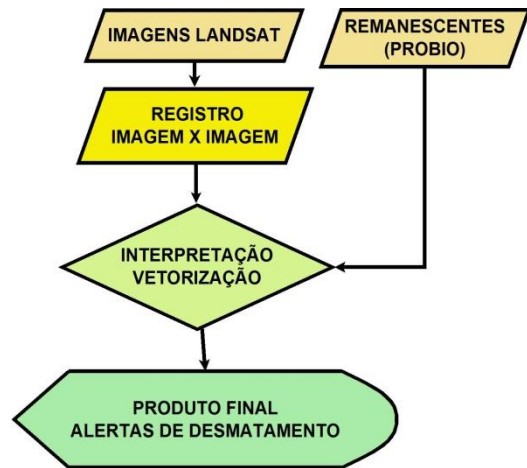


Figura 1 - fluxogramas da metodologias SIAD

A metodologia PMDBBS (Figura 2), é realizada através da interpretação visual comparativa (em tela de computador) de imagens Landsat 5 – TM, registradas pelo processo de imagem x imagem no programa SIG Esri ArcGis. Neste procedimento, utiliza-se o mapa de cobertura e uso da terra (PROBIO) como máscara, de tal forma que apenas os remanescentes de vegetação e as áreas eventualmente convertidas (após 2002 ou outro período em análise) sejam visualizadas. Sobrepondo-se e alternando-se uma imagem recente (ex. 2010) à uma antiga (ex. 2009) é possível observar as diferenças na vegetação (a princípio remanescente).

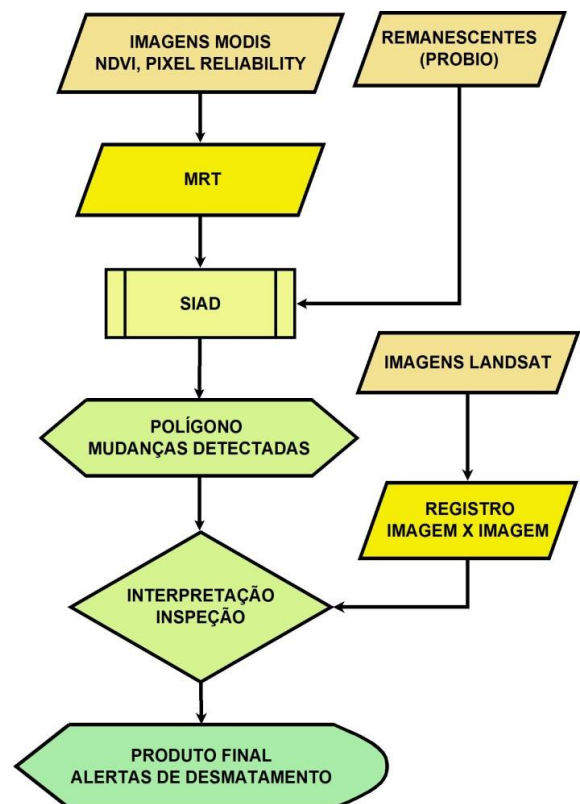


Figura 2 - fluxogramas da metodologia PMDBBS.

2- METODOLOGIA

Com vistas à análise comparativa entre as metodologias de detecção SIAD e PMDBBS, foram adquiridos dados de ambos os produtos para o período entre 2008 e 2010, conforme as etapas e procedimentos descritos abaixo (e mostrados no fluxograma da figura 3):

- Obtenção dos arquivos (em formato *shapefile*) PMDBBS contendo os dados de desmatamentos referentes aos períodos 2008-2009 e 2009-2010 (disponíveis em: <siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas>);
- Obtenção dos arquivos (em formato *shapefile*) SIAD, referentes aos alertas de desmatamentos interanuais detectados entre 2008 e 2010 (disponíveis em: <http://www.lapig.iesa.ufg.br>);
- Considerando o fato de que os dados SIAD tem polígonos a partir de 25 hectares, os dados PMDBBS foram agrupados em duas classes principais de tamanho, i.e. maiores e menores que 25ha;

- Os dados PMDBBS (maiores e menores que 25 ha) e SIAD foram quantificados e avaliados quanto ao número e tamanho médio dos polígonos e área total (2008 a 2010) detectada por município e estado;
- Em torno dos polígonos PMDBBS maiores que 25 ha foram delimitados *buffers* (áreas de influência) com raios de 1 km, 2 km, 3 km e 5 km, com o objetivo de avaliar o grau de intersecção e proximidade com os polígonos SIAD. Os conjuntos de polígonos PMDBBS e SIAD foram ainda investigados quanto à declividade do terreno e à proximidade da malha viária e da rede de drenagem.
- Por fim, a partir de uma amostragem aleatória, avaliou-se possíveis erros de omissão e comissão dos polígonos SIAD e PMDBBS, comparativamente às paisagens amostradas e entre os métodos (Fig. 3).

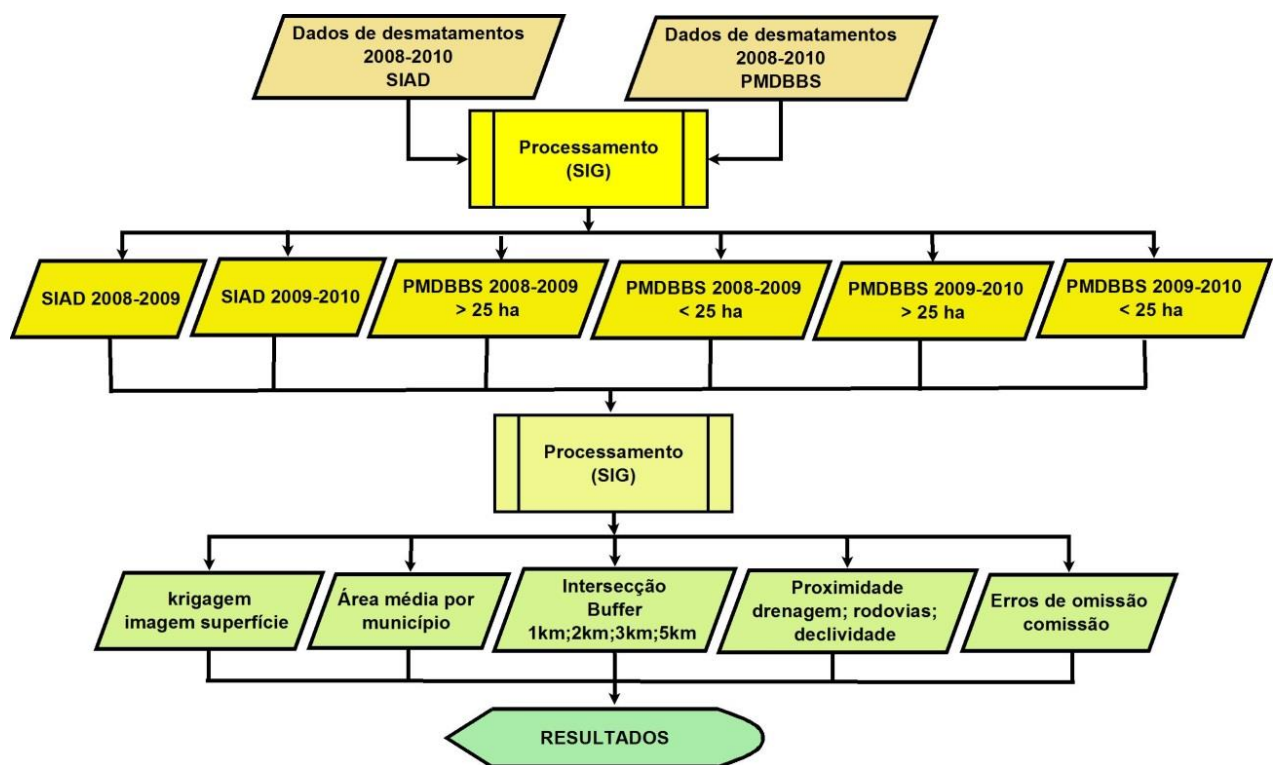


Figura 3 – fluxograma detalhando os dados e etapas da metodologia seguidas neste estudo.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

A distribuição espacial das áreas desmatadas entre 2008 e 2010, detectadas via SIAD e PMDBBS, conforme os 1.384 municípios do bioma Cerrado, é mostrada na figura 4. Para o período total considerado, a área identificada pelo SIAD como desmatamento foi

de aproximadamente 6.712 km², enquanto as detecções no âmbito do PMDBBS totalizaram 14.098 km².

Analisando os totais desmatados por estado (figura 5), observa-se que as detecções acima de 25 hectares entre SIAD e PMDBBS, à exceção dos estados do Maranhão e Piauí (diferenças de 67 e 37 %, respectivamente), tendem a ser bastante próximas,

sendo que a diferença de detecção entre estas duas metodologias (aproximadamente 7.387 km²) concentram-se principalmente nos desmatamentos menores que 25 hectares (somente detectados via PMDBBS, que totalizam 4.543 km² ou cerca de 60 % da diferença observada).

No caso do Maranhão e, em boa parte, do Piauí, as diferenças significativas em área detectada (> 25 hectares) entre SIAD e PMDBBS podem ser atribuídas à qualidade das imagens MODIS. Especificamente em relação a estes dois estados, uma parcela considerável dos pixels é comprometida por nuvens e sombras de nuvens (em torno de 7 % e 1 % para Maranhão e Piauí, respectivamente), haja vista que a data das imagens utilizadas no SIAD (i.e. Dia do Ano 161, que corresponde, grosso modo, à primeira

quinzena de junho) coincide com o final das chuvas nestas regiões (SILVA, V. et al., 2011). Ainda no caso do Maranhão, em particular, a estrutura fundiária, consistindo de um grande número de pequenas propriedades, justifica, em parte, a prevalência de desmatamentos até 25 hectares (2.252 km² ou 16 % do total detectado via PMDBBS no estado entre 2008 e 2010). Nos demais estados com prevalência de Cerrado e desmatamentos (i.e. Tocantins, Bahia, Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul), a diferença média entre a área detectada via PMDBBS (> 25 hectares) e SIAD foi de cerca de 23 %. Interessante observar que no Mato Grosso do Sul, a área detectada pelo SIAD foi 16 % superior àquela mostrada pelo PMDBBS (figura 5).

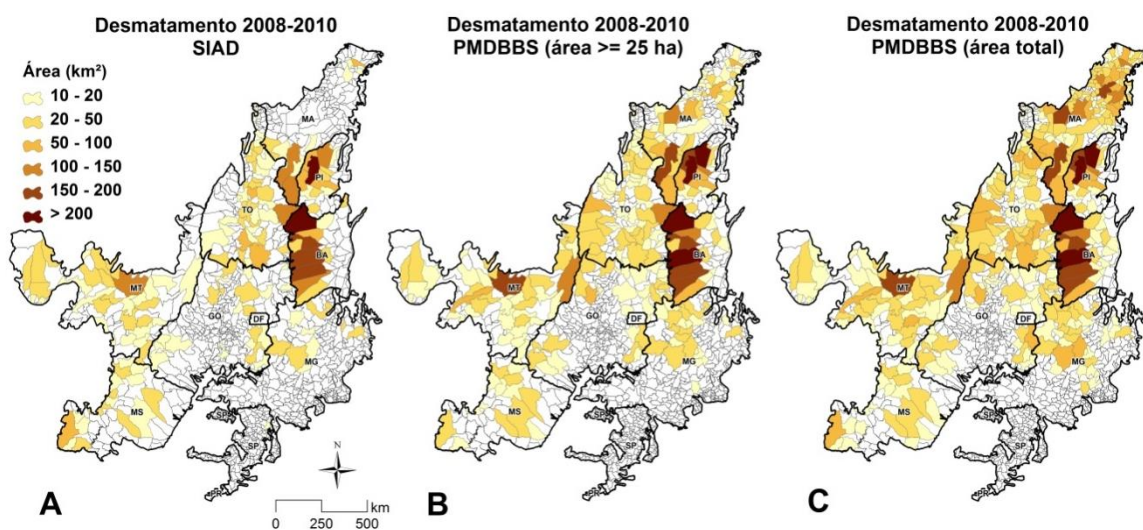


Figura 4 – Distribuição municipal dos desmatamentos detectados entre 2008 e 2010 através do SIAD (A), PMDBBS (> 25 hectares) (B) e PMDBBS (total) (C).

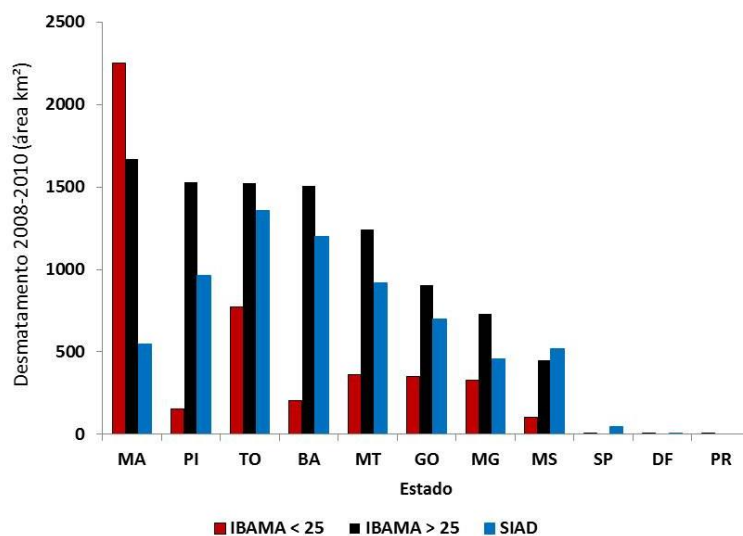


Figura 5 – Área total desmatada por estado do bioma Cerrado (no caso das detecções PMDBBS, estas são agrupadas em desmatamento total e acima de 25 hectares).

4- CONSIDERAÇÕES

Os resultados dos processos de análise dos sistemas PMDBBS e SIAD, confirmam o fato de que o PMDBBS detecta um número bem maior de polígonos e, conseqüentemente, maiores áreas de desmatamentos, em relação ao SIAD. Essa diferença se deve fundamentalmente às resoluções espaciais das imagens utilizadas. Enquanto o PMDBBS, baseado em imagens Landsat, corresponda a uma escala de trabalho da ordem de 1:100.000, as detecções SIAD, baseadas em imagens MODIS de resolução espacial moderada, situam-se em escalas inferiores a 1:500.000. Contudo, quando apenas os dados maiores que 25 hectares (compatíveis aos limites de detecção SIAD) são considerados, os padrões de distribuição espacial dos desmatamentos identificados pelas duas abordagens são muito semelhantes, principalmente em relação às áreas mais críticas (ex. Extremo Oeste baiano e Centro-Leste do Mato Grosso).

5- AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (LAPIG), a Universidade Federal de Goiás (UFG) e, a Universidade Federal do Amapá (UNIFAP).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACCARO, C. A. D. Processos erosivos no domínio do Cerrado In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S; Botelho, R. G. M. (Org.) **Erosões e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. 3ª Edição – Rio de Janeiro – RJ Ed. Bertrand Brasil, 2007. Cap. VI p. 198.

BORLAUG, Norman Ernest. **Feeding a world of 10 billion people**. Alabama: International Center for Soil Fertility and Agricultural Development, 2003. Disponível em: <http://www.ifdc.org/getdoc/262b2fea-2f9e-4598-b29e-25358eb06511/LS-3--Feeding_a_World_of_10_Billion_People.aspx>. Acesso em: 10 maio 2012.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Relatório Técnico de Monitoramento do Desmatamento no Bioma Cerrado, 2002 a 2008: Dados Revisados**. Brasília, DF: CSR/IBAMA, MMA e PNUD, 2009. 69 p. Disponível em: <http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/Relatorio%20tecnico_Monitoramento%20Desmate_Bioma%20Cerrado_CSR_REV.pdf>. Acesso em: 25 maio 2011.

CARVALHO, F.M.V., et al. The Cerrado into-pieces: Habitat fragmentation as a function of landscape ... **Biol. Conserv.** 009,doi:10.1016/j.biocon.2009.01.031

COSTA, M. H. ; PIRES, G.F. Effects of Amazon and central Brazil deforestation scenarios on the duration of

the dry season in the arc of deforestation.

International Journal of Climatology. 2009. doi:10.1002/joc.2048.

DA SILVA, V. P., PEREIRA, E. R., DE AZEVEDO, P. V., DE SOUSA, F. D. A., & DE SOUSA, I. F. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, 15(2), 2011.131-138.

FERREIRA, N. C.; FERREIRA, L. G.; HUETE, A. R.; FERREIRA, M. E. An operational deforestation mapping system using MODIS data and spatial context analysis. **International Journal of Remote Sensing**, v. 28, p. 47-62, 2007.

INOCÊNCIO, M. E. e CALAÇA, M. "Cerrado: Fronteira da produção agrícola **capitalista do século XX**" In: XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária. **Anais**. 2009 p. 1-16, Disponível em: <http://www.geografia.fflch.usp.br/inferior/laboratorio_s/agraria/Anais%20XIXENGA/artigos/Inocencio_ME.pdf>. Acesso em: 10 junho. 2013.

MACHADO, R. B. **A Fragmentação do Cerrado e efeitos sobre a avifauna na região de Brasília-DF**. 2000. Tese de doutorado - Universidade de Brasília, Brasília DF.

MIZIARA, F.; FERREIRA, N. C. Expansão da fronteira agrícola e evolução da ocupação e uso do espaço no Estado de Goiás: subsídios à política ambiental. In: FERREIRA, L. G. (Org.). **A encruzilhada socioambiental – biodiversidade, economia e sustentabilidade no cerrado** (pp. 107-125). Goiânia: UFG, 2008. 223p.

MYERS, N. et al. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, p. 853-858, jan. 2000.

OLIVEIRA, O. C. de et al. Chemical and biological indicators of decline/degradation of Brachiaria pastures in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, 2004, v. 103, p. 289-300.

ROCHA, G. F., FERREIRA JR, L. G., FERREIRA, N. C., FERREIRA, M. E. Detecção e desmatamentos no bioma cerrado entre 2002 e 2009: padrões, tendências e impactos. **RBC. Revista Brasileira de Cartografia**. 2011, v.63, p.341 - 349,. Disponível em: <http://www.rbc.ufjf.br/_pdf_63_2011/63_03_3.pdf>. Acesso em: 10 maio 2013.

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, 2008, v. 43, n. 1 p. 153-156.