



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

**COMPARAÇÃO DE CLASSIFICAÇÃO COM IMAGENS DE ALTA E MÉDIA RESOLUÇÃO  
ESPACIAL EM ÁREAS DE SAVANA ARBORIZADA**

Ana Helena Gameiro **Flosi**<sup>1a</sup>; Lays Carolline Negri de **Souza**<sup>1a</sup>; Gustavo Bayma Siqueira da **Silva**<sup>2b</sup>;  
Sandra Furlan **Nogueira**<sup>2c</sup>

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Campinas; <sup>2</sup> Embrapa Monitoramento por Satélite

**Nº 13510**

**RESUMO** – *A classificação do uso do solo é fundamental no conhecimento do ambiente. Com o aumento da capacidade de processamento de dados, as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento tornaram-se ferramentas úteis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo. No que diz respeito à dinâmica de uso e ocupação, uma problemática recorrente é a utilização de áreas naturais de Cerrado como área de pastagem natural. Como consequência das suas características fenológicas e da sua diversidade em termos fisionômicos, as diferentes regiões fitoecológicas de savana não são facilmente distinguíveis em imagens de satélite de média resolução espacial. Dessa forma, este trabalho teve como objetivos: i) estimar a área de pastagem natural em região de savana arborizada da fazenda Olhos d'Água, em Aquidauana, MS; e ii) comparar áreas de pastagem natural classificadas em imagens de alta e média resolução espacial. Os resultados indicaram que a classificação realizada na imagem de média resolução espacial superestimou as áreas de capim nativo em 50% em relação à classificação obtida na imagem de alta resolução espacial.*

**Palavras-chaves:** Cerrado, classificação supervisionada, multissensores, pastagem natural.

<sup>a</sup>Estagiários: Graduação em Engenharia Ambiental, {ana.flosi;lays.souza}@colaborador.embrapa.br, <sup>b</sup>Colaborador, <sup>c</sup>Orientador



**VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013**  
**13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo**

**ABSTRACT** – *Land-use classification is critical for the understanding of the environment. Increased capacity for data processing and advanced remote sensing and geoprocessing techniques have become useful tools in the monitoring of land-use and occupation dynamics. A recurrent problem in Cerrado's (Savanna) occupation and use dynamics is the use of natural pasture as grazing areas for livestock. Due to their phenological characteristics and their diversity in terms of physiognomy, different savanna regions are not easily distinguishable using satellite images with medium spatial resolution. Thus, this study aimed to: i) estimate the natural grassland area in a wooded Cerrado region at the Olhos d'Água farm in Aquidauana, MS, Brazil; and ii) compare the grazing areas estimated using medium and high spatial resolution images. The results indicated that the medium spatial resolution classification overestimated native pasture areas by 50% when compared with the classification obtained using a high-resolution image.*

**Keywords:** Cerrado, supervised classification, multi-sensor, natural pasture.

## **1 INTRODUÇÃO**

A classificação do uso do solo é fundamental no conhecimento do ambiente. Com o aumento da capacidade de processamento de dados alcançado pelo avanço computacional, associado à melhoria das resoluções espaciais dos sensores, têm sido observados ganhos consideráveis nas aplicações do sensoriamento remoto no monitoramento de recursos terrestres (CORREA et al., 2005). Segundo Vaeza et al. (2010), as técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis para o monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo, pois proporcionam maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica. As ferramentas de geoprocessamento, como o sistema de informações geográficas (SIG) e o sensoriamento remoto, destacam-se pela sua eficiência e praticidade, e permitem levantar informações em um curto período de tempo (CORREA et al., 2005). No caso do bioma Cerrado, que apresenta caráter extremamente dinâmico e área relativamente extensa, o conhecimento da distribuição espacial das várias formas de ocupação do ambiente exige informações detalhadas, que possam ser obtidas com grande periodicidade.

Superado em área apenas pela Amazônia, o Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e ocupa 21% do território nacional. O termo Cerrado designa o conjunto de ecossistemas (savanas, matas, campos e matas de galeria) que ocorrem no Brasil central (EITEN, 1977; RIBEIRO et al., 2004). Cerca da metade dos 2 milhões de km<sup>2</sup> originais do Cerrado foram transformados em pastagens plantadas, culturas anuais e outros tipos de uso (KLINK; MOREIRA, 2002). Alger



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

e Lima (2003) indicaram que a pressão do setor agropecuário tem acarretado danos ambientais para o Cerrado. Tais danos foram identificados por Klink e Moreira (2002) como a fragmentação de habitats, a redução de biodiversidade e a erosão dos solos.

Atualmente, a pecuária brasileira tem enfrentado problemas com a degradação das pastagens, os quais afetam a sustentabilidade do sistema produtivo (PERON; EVANGELISTA, 2004). A presença de invasoras, a alta porcentagem de solo exposto na área e a erosão, consequência da falta de cobertura do solo, ocasionam o alto nível de degradação de pastagem (BARCELOS, 1986 citado por FRANCO; ROSA, 2003). Paralelamente existe um número reduzido de pecuaristas recuperando as pastagens de suas propriedades ou mesmo preocupados com o problema (PERON; EVANGELISTA, 2004).

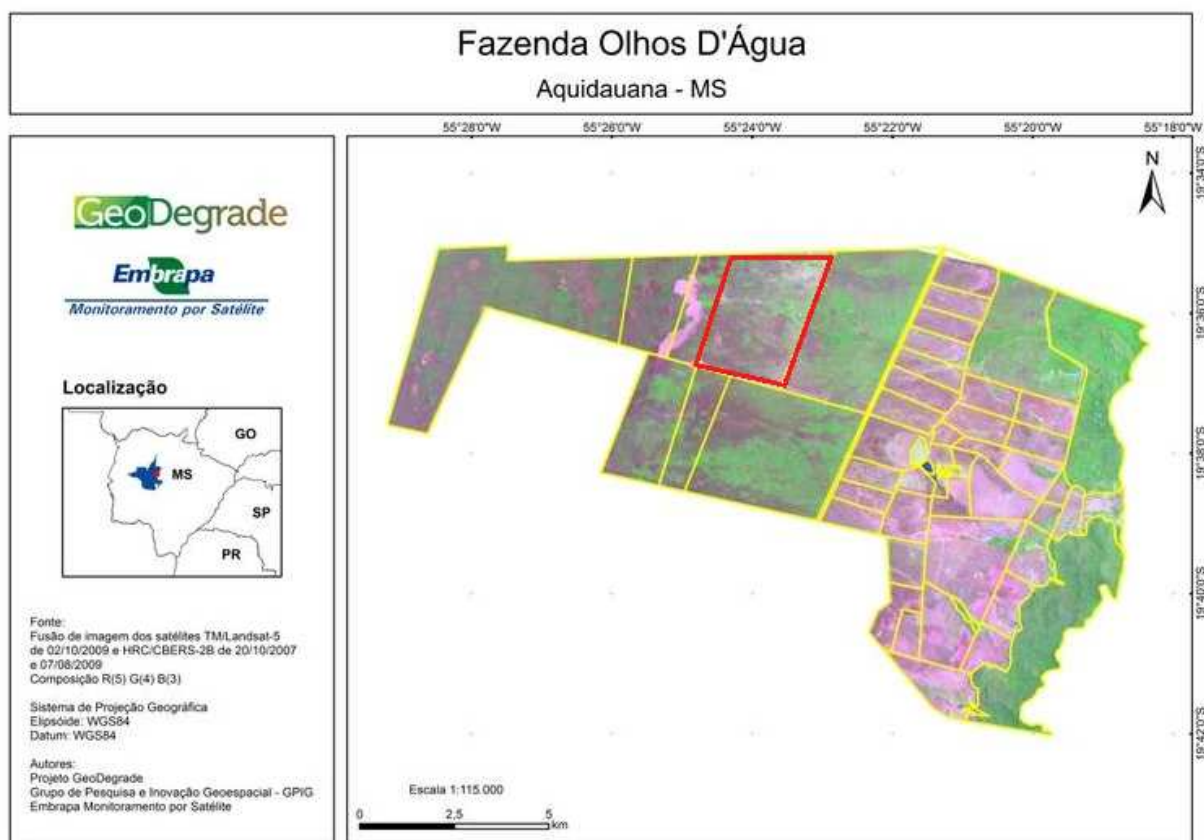
Um fato recorrente é a utilização de áreas naturais de Cerrado como áreas de pastagem natural. Regiões fitoecológicas caracterizadas como savana arborizada, parque e gramíneo-lenhosa têm em sua composição florística extrato graminoso contínuo (IBGE, 2012), cuja presença dificulta a discriminação das classes de Cerrado, como observado por Silva et al. (2013), que encontraram dificuldade em discriminar as principais regiões fitoecológicas de savana com base em imagens de média resolução espacial (20 e 30 m). As principais confusões espectrais ocorreram em função da influência dominante da matéria seca que está associada aos estratos herbáceos dessas unidades.

Ribeiro et al. (2004) afirmaram que, por causa de suas características fenológicas e sua diversidade em termos fisionômicos, as diferentes regiões fitoecológicas de savana não são facilmente distinguíveis em imagens de satélite de média resolução espacial. Com o lançamento de satélites como o WorldView-2, abriram-se novas perspectivas para o estudo de propriedades espectrais da vegetação, pois eles dispõem de oito bandas multiespectrais: cinco bandas localizadas na faixa do espectro eletromagnético visível e três na faixa do infravermelho próximo (RIBEIRO et al., 2004).

A hipótese deste trabalho é a de que a discriminação do extrato graminoso contínuo presente em áreas de Cerrado foi facilitada pela melhor resolução espacial do satélite WorldView-2, e a importância dessa discriminação baseia-se na necessidade de conhecimento mais apurado de áreas utilizadas como pastagens. Dessa forma, este trabalho teve como objetivos: i) estimar a área de pastagem natural em região de savana arborizada da fazenda Olhos d'Água, em Aquidauana, MS; e ii) comparar as estimativas das áreas de pastagem natural obtidas usando as imagens de alta e média resolução espacial.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo abrange a Fazenda Olhos d'Água (Figura 1), localizada em Aquidauana, na região da Serra de Piraputanga, a 139 km de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. A fazenda localiza-se no limite entre os biomas Cerrado e Pantanal, está compreendida geograficamente entre as latitudes 19°42' e 19°34' e longitudes 55° 18' e 55°30' e é uma das áreas amostrais do projeto “Desenvolvimento de geotecnologias para identificação e monitoramento de níveis de degradação em pastagens – GeoDegrade”.



**Figura 1.** Localização da área de estudo (perímetro vermelho) na Fazenda Olhos d'Água, Aquidauana, MS. Fonte: Embrapa Monitoramento por Satélite (2013).

As regiões fitoecológicas observadas na área de estudo, até 2002, corresponderam a: áreas de savana arborizada (Sa), com 30,4% do total da área de estudo; savana parque (Sp) e savana florestada (Sd), denominada também de Cerradão, que representavam 7,4% e 0,9% da área, respectivamente; e savana florestada (Sd), que ocupava 1,4% da área. Em relação às áreas antropogênicas, as áreas de pastagens (Ap.S) representavam 59,9% do total da área, a qual corresponde à 12.062,6 ha (BRASIL, 2007).



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

As imagens de média resolução espacial utilizadas neste trabalho foram as imagens do satélite Resourcesat-1, sensor Linear Imaging Self-Scanner (LISS) 3, com resolução espacial de 23,5 m, resolução temporal de 24 dias e resolução radiométrica de 7 bits. A imagem foi obtida em 23 de julho de 2012 e está disponibilizada gratuitamente no catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE – (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). Também foi adquirida uma imagem do satélite WorldView-2 obtida em 1 de agosto de 2012 com resolução espacial reamostrada para 2 m (multiespectral) e resolução radiométrica de 11 bits. A imagem do satélite Resourcesat-1 foi corrigida geometricamente. Esta correção envolve a modelagem da relação entre a imagem e o sistema de coordenadas da superfície da Terra. As etapas desta correção foram realizadas nos aplicativos ArcGIS (SILVA et al., 2013). Para tanto, foi necessária uma imagem previamente registrada (imagem de referência), obtida no catálogo do Global Land Cover Facility – GLCF – (<http://glcfapp.glc.f.umd.edu:8080/esdi/>). O erro RMS obtido nesta etapa foi da ordem de 0,5 pixel.

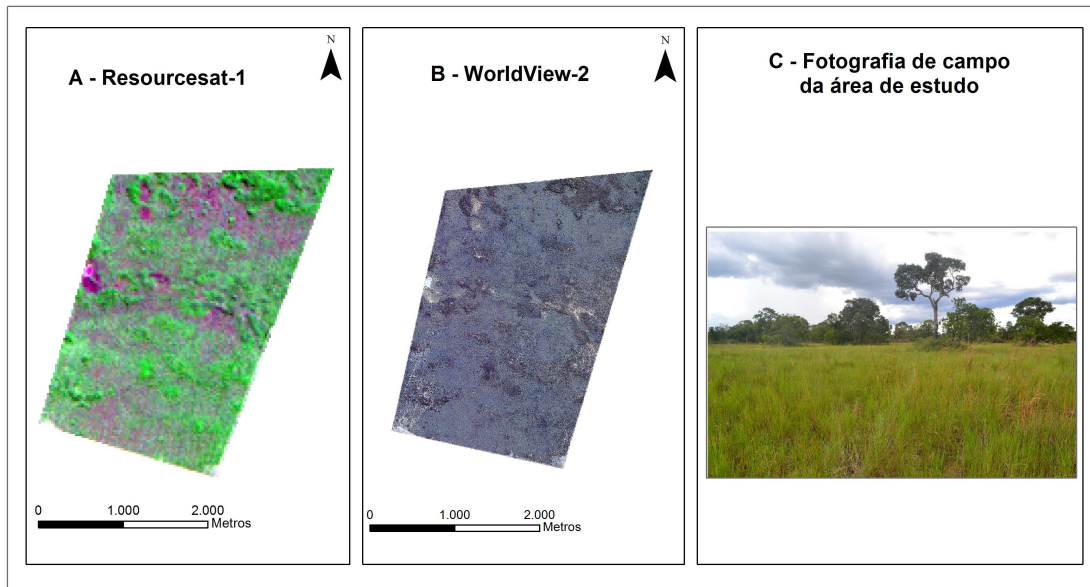
Para estimativa das áreas das classes de pastagem natural, vegetação arbórea, água e solo exposto, foi utilizado o aplicativo ArcGIS e, neste, optou-se pelo classificador supervisionado MaxVer para classificação de ambas as imagens. Segundo Campbell (1996), a classificação supervisionada pode ser informalmente definida como o processo no qual as amostras de identidade conhecida são utilizadas para classificar pixels de identidade desconhecida. Neste processo, o intérprete identifica na imagem as classes de informação de seu interesse e separa regiões que melhor representem essas classes. Dentro dessas regiões, são separadas áreas de treinamento que contêm os pixels que serão usados como representantes da classe. A partir desses pixels são extraídas características das classes que serão usadas para a classificação dos demais pixels (MÁXIMO; FERNANDES, 2004). Optou-se por este classificador, pois ele mostrou-se eficiente na discriminação níveis de degradação de pastagens (SILVA et al., 2013). O processo de seleção das amostras foi realizado de forma minuciosa para que as amostras obtidas na imagem de melhor resolução espacial pudessem ser utilizadas também na imagem de pior resolução. Dessa forma, os resultados da classificação puderam ser comparados entre si.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

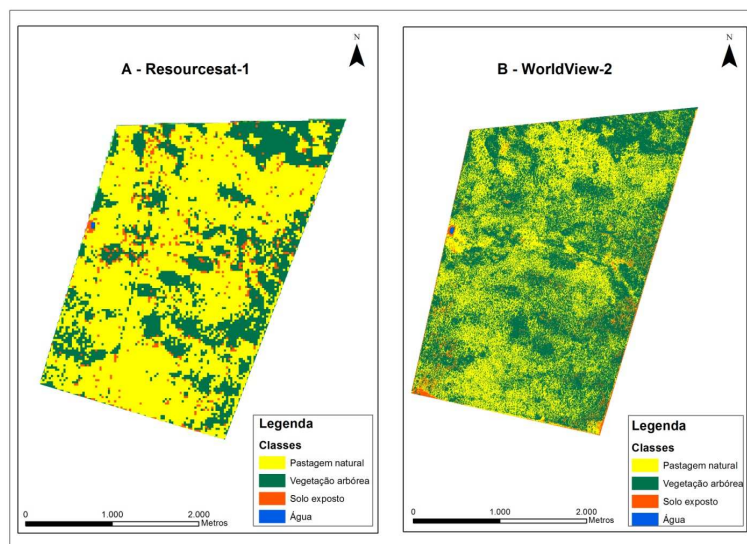
Na Figura 2, é possível observar a parcela da fazenda utilizada para classificação, em: a) imagem Resourcesat-1, composição R(2) G(3) B(1); b) imagem WorldView-2, composição R(1) G(2) B(3); e c) fotografias do trabalho de campo realizado em agosto de 2011. Na Figura 3, observa-se o resultado da classificação supervisionada em a) imagem Resourcesat-1 e b) imagem WorldView-2



para as classes de pastagem natural, vegetação arbórea, água e solo exposto. A Tabela 1 apresenta o resultado da classificação em ambas as imagens.



**Figura 2.** Imagem de média resolução Resourcesat-1 (a), imagem de alta resolução WorldView-2 (b), e fotografia da campanha de campo na área de estudo (c).



**Figura 3.** Imagens temáticas resultantes da classificação MaxVer em: A) Resourcesat-1 e B) WorldView-2.

Em ambos os resultados da classificação, a área de pastagem natural apresentou maior ocorrência, 67,1% e 36,6% na imagem Resourcesat-1 e WorldView-2, respectivamente. Essa diferença de área pode ser explicada também pelo tamanho do pixel. Ponzoni e Resende (2002) concluíram que, à medida que a resolução espacial é degradada, as categorias de classes que dominavam a cena em termos espectrais e espaciais aumentam. Essa afirmação corrobora o



**VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013**  
**13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo**

resultado encontrado nesta classificação com imagens de alta e média resolução espacial, pois a imagem com média resolução espacial (maior pixel) teve maior área classificada como de pastagem natural (63%). Os resultados das classificações também indicaram que a vegetação arbórea foi subestimada em 58% na imagem Resourcesat-1, como pode ser observado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da classificação das imagens Resourcesat-1 e WorldView-2.

<b>Classes</b>	<b>Resourcesat-1(ha)</b>	<b>%</b>	<b>WorldView-2 (ha)</b>	<b>%</b>
Pastagem natural	556,28	67,10	340,54	36,64
Vegetação arbórea	237,86	28,67	465,15	60,80
Solo exposto	35,06	4,20	23,55	2,53
Água	0,31	0,04	0,27	0,03
<b>Total</b>	<b>829,51</b>	<b>100</b>	<b>829,51</b>	<b>100</b>

O fato de uma classificação apresentar elevadas incertezas quanto às porcentagens de área com vegetação arbórea (60%) pode resultar em erros de planejamento ambiental e inadequada intervenção humana.

#### **4 CONCLUSÃO**

No contexto do bioma Cerrado, onde predominam extratos de vegetação gramíneo e arbóreo-arbustivo, a interpretação de classes usando imagem de alta resolução apresentou valores diferentes dos obtidos com imagem de média resolução. A partir da imagem WorldView-2, foi possível discriminar melhor os extratos contínuos presentes em áreas de pastagem natural na fazenda Olhos d'Água. Para trabalhos futuros, o uso de imagens do satélite WorldView-2 será melhor explorado em termos de potencial para qualificação de uso das áreas de pastagem natural aqui identificadas. Nesse caso, pretende-se utilizar dados de campo referentes às condições da vegetação para efetuar as validações necessárias nessa qualificação.

#### **5 AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem o Projeto GeoDegrade, pelo fornecimento dos dados.

#### **6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALGER, K.; LIMA, A. Políticas públicas e a fragmentação de ecossistemas. In: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). **Fragmentação de ecossistemas**: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003. p. 390-420.



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Edital Probio 02/2004. Projeto executivo B.02.02.109. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado**: relatório final. Brasília, DF: Embrapa Cerrados; Universidade Federal de Uberlândia; Universidade Federal de Goiás, 2007. 93 p. Coordenador técnico: Edson E. Sano.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to remote sensing**. New York: The Guilford Press, 1996. 622 p.

CORREA, J. D.; CRUZ, C. B. M.; MENEZES, P. M. L.; MARINI, S. S.; BARROS, R. S. Contribuição das imagens CBERS na Atualização do Mapeamento Sistemático Brasileiro na escala 1:100.000. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais eletrônicos...** São José dos Campos: INPE, 2005. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.16.00.48/doc/873.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2011.

EITEN, G. Delimitação do conceito de Cerrado. **Arquivos do Jardim Botânico**, Rio de Janeiro, v. 21, p. 125-134, 1977.

EMBRAPA MONITORAMENTO POR SATÉLITE. **GeoDegrade**. Disponível em: <[www.geodegrade.cnpm.embrapa.br](http://www.geodegrade.cnpm.embrapa.br)>. Acesso em: 21 jun. 2013.

FRANCO, J. B. S.; ROSA, R. Metodologia de coleta de dados radiométricos em pastagens do gênero "brachiaria" com diferentes estágios de degradação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2003. p. 1-10. CD-ROM.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres técnicas e manejo de coleções botânicas procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro, 2012. (Manuais Técnicos em Geociências, 1). 274 p.

KLINK, C. A.; MOREIRA, A. G.. Past and current human occupation and land-use. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Ed.). **The Cerrado of Brazil**. Ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 69-88.

MÁXIMO, O. A.; FERNANDES, D. **Classificação supervisionada de imagens SAR do SIVAM pré-filtradas**. São José dos Campos, SP: Instituto de Estudos Avançados (IEAv); Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), 2004.. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.20.18.04/doc/4139.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

PERON, A. J.; EVANGELISTA, A. R. Degradação de pastagens em regiões de cerrado. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 655-661, maio/jun. 2004.

PONZONI, F. J.; REZENDE, A. C. Influência da resolução espacial de imagens orbitais na identificação de elementos da paisagem em Altamira – PA. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 4, p. 403-410, 2002. Disponível em: <<http://scielo.br/pdf/rarv/v26n4/a02v26n4.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

RIBEIRO, R. M. P.; SOARES, V. P.; VIEIRA, C. A. O. **Avaliação de métodos de classificação de imagens IKONOS para mapeamento da cobertura terrestre**. 2004. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.17.32/doc/4277.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2013.

SILVA, E. P.; SOUZA, E.; PEREIRA, R. M.; CANTARUTTI, R. B.; FILHO, E. I. F. Algoritmos de classificação de imagem no mapeamento de pastagem em diferentes estágios de degradação. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 65, n. 1, p. 53-61. 2013.

VAEZA, R. F.; FILHO, P. C. O.; MAIA, A. G.; DISPERATI, A. A. Uso e ocupação do solo em Bacia Hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, 2010.