

USO DE IMAGENS DE SATÉLITE PARA ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO DE ARAGUATINS-TO

Leandro Guimarães Maranhã¹, Kamilla Silva Oliveira¹, Rudiney Guimarães Maranhã¹, Samuel de Deus da Silva², Lineardo Ferreira de Sampaio Melo³

¹Acadêmicos do curso de Bacharelado em Agronomia – IFTO. e-mail: leandromaranhã@hotmail.com, millah_oliveira15@hotmail.com, rudiney.maranhã@gmail.com

²Professor Doutor em Agronomia - IFTO. e-mail: agrosamuel@gmail.com

³ Professor Mestre em Ciências Geodésicas - IFPI. e-mail: lineardo@yahoo.com.br

Resumo: A avaliação do uso e cobertura do solo é essencial num processo de gestão territorial, pois fornece subsídios a tomada de decisão dos responsáveis pelo gerenciamento do espaço. O sensoriamento remoto constitui uma importante fonte de dados que podem ser utilizados para as mais diversas finalidades. O método de classificação de imagens por Máxima Verossimilhança é um dos mais utilizados atualmente, pois trata-se de um método de classificação supervisionada, na qual o usuário seleciona amostras de cada classe na qual deseja classificar a imagem. Entre os anos de 2000 e 2010 a classe Área urbana apresentou crescimento de 225,6%, o Cerrado apresentou redução de 13,47% e a Floresta reduziu 4,99%. A metodologia apresentou resultado satisfatório na elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo. O uso de imagens com maior resolução espacial possibilita a geração de mapas mais detalhados e com maior escala.

Palavras-chave: classificação, geoprocessamento, landsat-5, maxver, multitemporal

1. INTRODUÇÃO

O uso do solo é caracterizado por mudanças que são dependentes da necessidade humana, desta forma, a cobertura do solo acompanha a variação espaço-temporal da necessidade de uso pela população, constituindo então um sistema dinâmico que encontra-se em constante alteração. O conhecimento e o gerenciamento do espaço geográfico é de crucial importância para o desenvolvimento sustentável, pois permite que o uso do solo seja otimizado, gerando o mínimo possível de impactos negativos sobre o sistema (WEISS *et al.*, 2013). Com o advento das geotecnologias e desenvolvimento de sensores imageadores orbitais tornou-se mais rápido e de menor custo relativo o acesso a dados necessários para análise e gerenciamento de extensas áreas territoriais, como é o caso de se estudar toda a área de um município ou de uma bacia hidrográfica, por exemplo. As imagens geradas a partir de sensores orbitais constituem uma grande fonte de dados que, após processadas, podem ser utilizadas como base para a geração de mapas temáticos, os quais facilitam a visualização e interpretação da informação contida na imagem (SILVA & VIEIRA, 2007). O objetivo deste trabalho foi a elaboração de mapas temáticos do uso e cobertura do solo do município de Araguatins-TO para os anos de 2000, 2006 e 2010 para análise multitemporal da dinâmica do uso do solo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi o município de Araguatins-TO localizado no extremo norte do estado do Tocantins, conforme a Figura 1. Sua área municipal está inserida em zona de transição dos biomas Cerrado e Floresta Amazônica, assim, é possível encontrar essas duas fitofisionomias em diversos ambientes (IBGE, 2015). Ainda de acordo com o IBGE, o Produto Interno Bruto do município está concentrada nos ramo de serviços (77,6%), agropecuária (11,5%) e a indústria (10,9%).

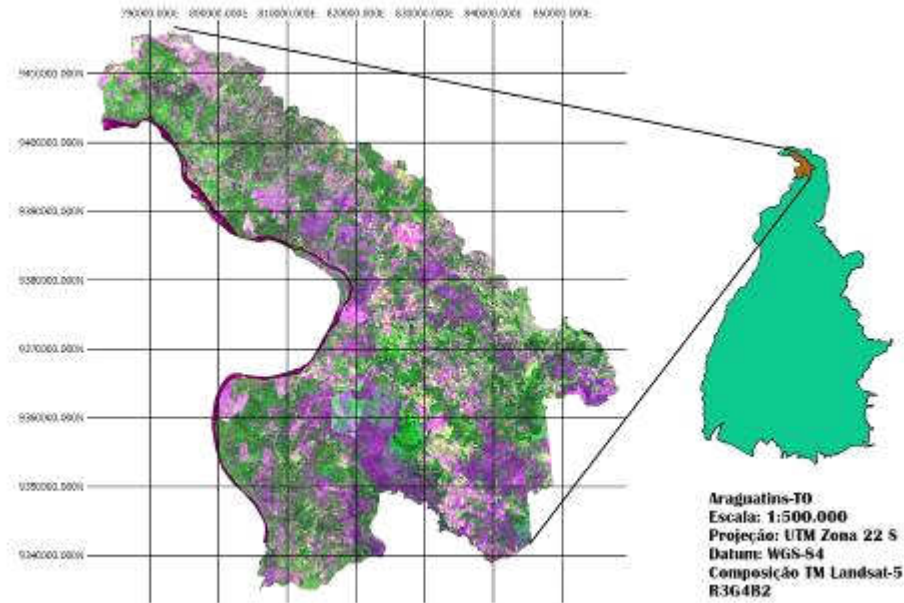


Figura 1 - Localização e delimitação da área de estudo.

Para a realização do presente estudo foi utilizada uma série temporal composta por imagens do sensor TM (*Thematic Mapper*) do satélite Landsat-5 nas órbitas/pontos 222/064 e 223/064 para os anos 2000, 2006 e 2010. A metodologia para elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo seguiu as etapas descritas na figura 2 e, como software de processamento de imagem foi utilizado o Sistema de Processamento de Informações Geográficas - SPRING, versão 5.2.5, licença gratuita, disponibilizado pelo Departamento de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - DPI/INPE, e como software de Geoprocessamento, utilizou-se o QGIS versão 2.10 - Pisa, licença gratuita.

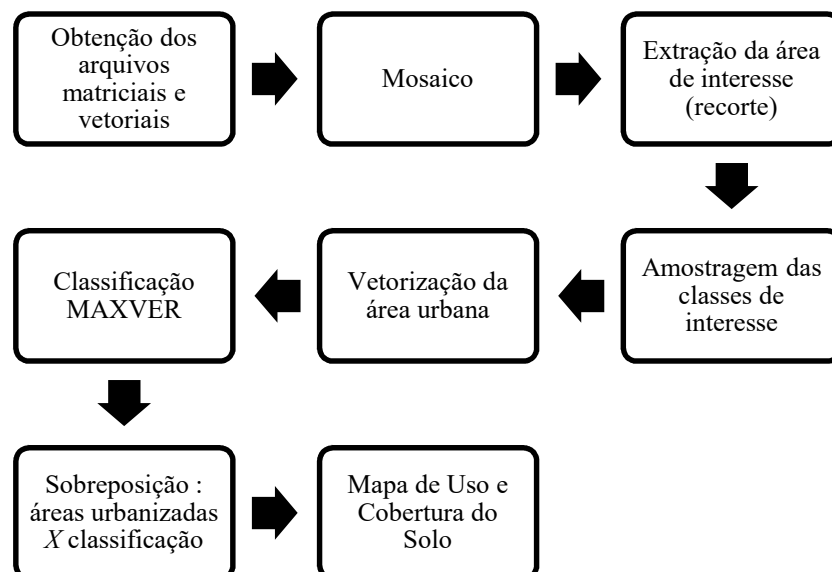


Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos metodológicos

Os arquivos matriciais (imagens) foram obtidos do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) que são disponibilizadas gratuitamente. As imagens já são fornecidas pré-processadas com o registro, correção atmosférica e transformadas em valores físicos de reflectância de superfície. Os arquivos vetoriais (*shapefile*) foram obtidos do sítio eletrônico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

A amostragem das áreas representativas de cada classe temática de interesse consistiu na escolha visual e seleção de polígonos de cada classe temática sobre as imagens. Foram coletadas amostras das seguintes classes: Floresta, Cerrado, Corpos hídricos, Pastagem 1 (Inclui tanto pastagens como culturas agrícolas com alto valor de fitomassa), Pastagem 2 (Inclui tanto pastagens como culturas agrícolas com baixo valor de fitomassa), Solo exposto, Queimadas e Reflorestamento. Posteriormente essas amostras serviram de treinamento do algoritmo classificador Máxima Verossimilhança (MAXVER) que utiliza características quantificáveis e diferenciáveis de cada classe, podendo ser utilizado as variações nas reflectâncias em cada banda espectral como atributo de diferenciação de alvos (MOREIRA, 2011).

A classe temática *Área urbana* foi delimitada a partir de fotointerpretação e vetorização direta sobre as imagens em uma composição de cores do tipo "falsa cor" (R3G4B2), pois essas áreas possuem grande mistura espectral de alvos, o que gera muita confusão no classificador (SILVA et al. 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho foram elaborados os mapas temáticos de uso e cobertura do solo para os anos 2000, 2006 e 2010. Na tabela 1 encontra-se o valores obtidos para cada classe temática e a porcentagem em relação à área total (262.988,62 ha).

Tabela 1 - Estimativa da área ocupada por cada classe temática obtida por meio de classificação supervisionada Maxver para o município de Araguatins-TO

Classes/Ano	2000	2006	2010
	Área em hectares		
Área Urbanizada	379,93 (0,1445%)	653,25 (0,25%)	857,10 (0,33%)
Cerrado	56.105,36 (21,33%)	55.688,74 (21,18%)	48.550,10 (18,46%)
Corpo Hídrico	5.743,68 (2,18%)	5.998,33 (2,28%)	6.397,14 (2,43%)
Floresta	134.255,53 (51,05%)	126.799,79 (48,21%)	127.559,47 (48,5%)
Pastagem 1	18.032,63 (6,86%)	7.552,86 (2,87%)	16.889,55 (6,42%)
Pastagem 2	43.115,71 (16,40%)	59.670,99 (22,69%)	36.374,73 (13,83%)
Queimada	358,77 (0,14%)	-	1,69 (<0,01%)
Reflorestamento	-	4.684,94 (1,78%)	16.010,55 (6,09%)
Solo exposto	4.996,98 (1,90%)	1.939,72 (0,74%)	10.348,28 (3,93%)

De acordo com os dados na tabela 1 podemos observar a evolução e a dinâmica do uso e cobertura do solo no município de Araguatins. A classe *Área urbana* apresentou claro crescimento entre os anos analisados, sendo que entre os anos 2000 e 2010 o crescimento foi equivalente a 225,6%. A classe *Cerrado* apresentou tendência de variação negativa entre os anos avaliados, e a diminuição desta classe está diretamente relacionada ao surgimento e crescimento da classe *Reflorestamento*, como pode ser observado nos mapas de uso do solo. Acredita-se que a classe *Pastagem 2* tenha sido subestimada em todos os anos de avaliação devido à forte confusão encontrada com a classe *Cerrado*. O problema da "confusão" do classificador, ocorre quando as características de dois alvos apresentam semelhanças entre si, assim o classificador não consegue distingui-los de forma eficiente. A confusão entre as classes *Cerrado* e *Pastagem 2* é explicada pelo fato de que a classe *Pastagem 2* é caracterizada por pastos que apresentam algum nível de degradação, desta forma a cobertura vegetal nessas áreas

são muito heterogêneas. Desta forma, o comportamento espectral desta classe é muito influenciada pela vegetação que ocorre em conjunto com a pastagem e também pela influência do solo, pois nessas áreas, a cobertura do solo pela pastagem não é uniforme e apresentam muitas áreas com solo parcialmente descoberto. A figura 3 apresenta o comportamento espectral das classes *Cerrado*, *Pastagem 2* e *Reflorestamento* (quando com pequeno porte), obtido das amostras utilizadas durante a classificação. Observa-se que os valores de reflectância de superfície das classes são semelhantes, apresentando pouca distinção na maioria das bandas, daí a dificuldade do classificador em distinguir estas classes, visto que o algoritmo classificador necessita de pelo menos duas bandas para o cálculo dos parâmetros da classificação.

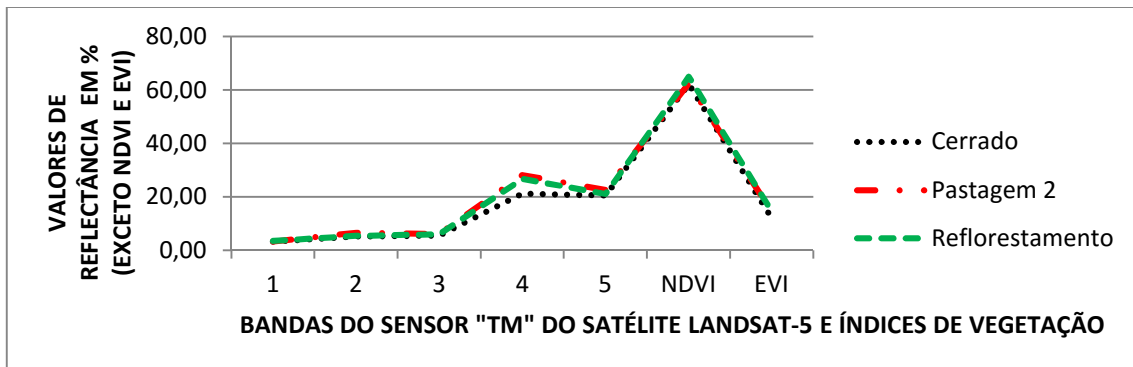


Figura 3 - Comportamento espectral das classes *Cerrado*, *Pastagem 2* e *Reflorestamento* (com pequeno porte), evidenciando a semelhança espectral entre as classes

A classe *Pastagem 1* é composta pelas áreas em que a cobertura do solo apresenta boa uniformidade e alta biomassa fotossinteticamente ativa. Compõem essa classe as áreas com cultivo agrícolas e pastagens manejadas ou que tenham sido recém plantadas. Essas áreas apresentam variação de ano para ano, principalmente nas áreas em que foram instaladas ou reformadas pastagens, pois no primeiro ano o vigor vegetativo da pastagem é alto, mas a partir do segundo ano devido a falta adequada de manejo, o vigor das pastagens começam a diminuir e as áreas antes classificadas como *Pastagem 1* tendem a migrar para a classe *Pastagem 2*.

A classe *Floresta* que é caracterizada pelas vegetações densas de grande porte, como as florestas ombrófilas, matas de galeria, cocais, etc., apresentou uma pequena redução de área, na ordem de aproximadamente 6.700,00 hectares (2,55%) entre 2000 e 2010. A classe *Reflorestamento* também apresentou subestimação de área devido a confusão com as classes *Cerrado* e *Pastagem 2*, nas situações em que a espécie utilizada no reflorestamento encontrava-se ainda com pequeno porte, mesmo que visualmente pudessem ser diferenciadas, o classificador não conseguiu realizar a classificação correta. Na figura 3 pode-se observar o comportamento espectral das três classes em questão.

A classe *Solo exposto* é totalmente variável, pois representa na grande maioria as áreas em preparo para o plantio de alguma cultura, pastagem ou reflorestamento. As únicas áreas de solo exposto que não variam são as relativas a praias, estradas e outras áreas de uso alternativo sem vegetação.

A pequena variação na classe *Corpo hídrico* é relativa somente à variação no nível do rio Araguaia e à presença ou ausência de açudes nas propriedades rurais, ou tanques de piscicultura.

As figuras 4 e 5 apresentam a classificação do uso e cobertura do solo para os anos 2000 e 2010.

Mapa de Estimativa do Uso e Cobertura do Solo do Município de Araguatins-TO no Ano de 2000

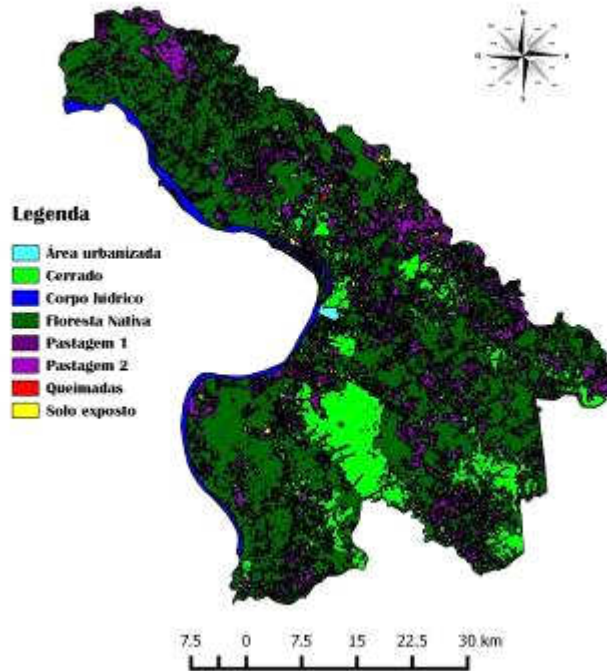


Figura 4 - Mapa temático do uso e cobertura do solo do município de Araguatins-TO no ano de 2000

Mapa de Estimativa do Uso e Cobertura do Solo do Município de Araguatins-TO no Ano de 2010

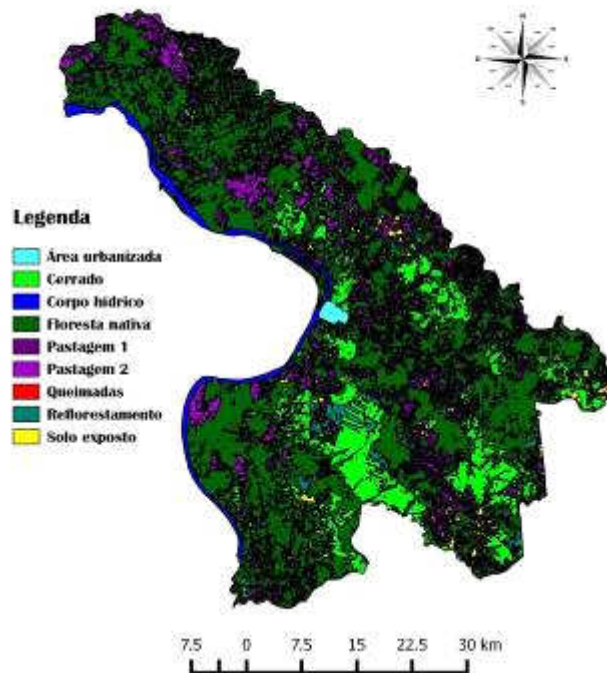


Figura 5 - Mapa temático do uso e cobertura do solo do município de Araguatins-TO no ano de 2010

6. CONCLUSÕES

As informações geradas pelos mapas de uso e cobertura do solo podem ser utilizados por diversas pessoas, inclusive gestores municipais, Secretarias de Meio Ambiente, Secretarias de Agricultura, etc., pois fornecem uma base de dados da qual podem derivar outras informações mais específicas, como por exemplo, a avaliação do uso do solo nas áreas de preservação permanentes (APP's), entre outras possibilidades.

A metodologia apresentou resultado satisfatório na elaboração dos mapas temáticos, porém, o algoritmo classificador Máxima Verossimilhança (Maxver), apesar de ser um dos mais utilizados atualmente, apresentou limitações na separação das classes temáticas *Cerrado*, *Pastagem 2* e em alguns casos em *Reflorestamento*. Contudo, vale lembrar, que essa limitação do classificador também pode ser atribuída a resolução espacial das imagens Landsat, onde cada pixel contém uma área de 30 x 30 metros, desta forma dentro de apenas um pixel existe informações de uma área relativamente grande, o que pode contribuir para a baixa diferenciação de alvos, principalmente em locais onde existem alta biomassa vegetal, como no município de Araguatins.

A utilização de imagens de alta resolução espacial juntamente com outros métodos de classificação, como as classificações por região ou orientadas a objetos, podem gerar resultados mais consistentes, pois estes classificadores não utilizam somente o atributo espectral de cada pixel isolado, como na Maxver, mas também levam em consideração as características dos pixels vizinhos (atributo espacial), além de utilizarem atributos não paramétricos como a forma, textura e nitidez do alvo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFTO pela concessão de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor. Agradecemos também à Pesquisadora da Divisão de Sensoriamento Remoto do INPE Dr^a. Ieda Del'Arco Sanches pelo apoio e contribuição na pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BRITO, D. R. B., *et al.* **Estudo da alteração do uso e cobertura do solo no centro oeste maranhense entre os anos de 2000 e 2011.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 16., 2013, Foz do Iguaçu. (Anais) Foz do Iguaçu:INPE, 2013. Artigos, p. 7186-7191.
- FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
- FREIRE, M. L. de F., e BASTOS, E. J. de B. **Correção Atmosférica de Imagens Landsat Contaminadas por Efeito de Adjacência: Atmosfera Rayleigh.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 16., 2013, Foz do Iguaçu. (Anais) Foz do Iguaçu:INPE, 2013. Artigos, p. 905-907.
- GAROFALO, D. F. T. *et al.* **Análise comparativa de classificadores digitais em imagens do Landsat-8 aplicados ao mapeamento temático.** **Pesq. agropec. brasileira.** Brasília, v. 50, n. 7, p. 593-604, jul. 2015.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades:** Araguatins. Disponível em <<http://cod.ibge.gov.br/23b1s>>. Acesso em 28 ago. 2015.
- LATORRE, M. *et al.* **Correção atmosférica: conceitos e fundamentos.** Espaço & Geografia, v.5, n. 1, p. 153-178, 2002.
- LEONARDI, S. S., SOUZA, S. M. de., FONSECA, L. M. G. **Comparação do desempenho de algoritmos de normalização radiométrica de imagens de satélite.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 11., 2003, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003. Artigos, p. 2063-2069.

LOEBMANN, D. G. S. W., *et al.* **Interpretação de alvos a partir de imagens de satélite de média resolução espacial.** Circular Técnica, n. 21. Embrapa Monitoramento por Satélite: Campinas, 2012.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação.** 4 ed. Viçosa: Editora UFV, 2011. 422 p.

PEREIRA, B. W, de F., *et al.* **Uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Peixe-Boi, Nordeste Paraense.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu:INPE, 2013. Artigos, p. 7125-7131.

PONZONI, F. J., SHIMABUKURO, Y. E., KUPLICH, T. M. **Sensoriamento remoto da vegetação.** 2 ed. atualizada e ampliada. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

SILVA, W. S; VIEIRA, V. C. B. **Evolução multitemporal do uso e cobertura do solo no município de Uruçuí-PI.** In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2007, João Pessoa. Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2. João Pessoa : CEFETPB, 2007. v. 1. Disponível em: <http://www.redenet.edu.br/publicacoes/arquivos/20071221_104627_GEOM-010.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2014.

SILVA R. D. da, *et al.* **Análise multi-temporal do uso e cobertura do solo e áreas de preservação permanente (APP) de Dois Vizinhos-PR com dados Landsat-5/TM.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu:INPE, 2013. Artigos, p. 7679-7686.

WEEL, S. *et al.* **Avaliação de técnicas de classificação de imagens Landsat na detecção de alterações do uso e cobertura das terras do município de Campinas-SP.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 5. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2006.

WEISS, C. V. da C., *et al.* **Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite do sensor TM/Landsat 5 no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil.** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR). 16., 2013, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu:INPE, 2013. Artigos, p. 9209-9215.