

Mapeamento do uso da terra do município de Ituiutaba-MG por meio da classificação automática de Bhattacharya (2011)

Fernanda Pereira Martins¹
Jussara dos Santos Rosendo²

¹Instituto de Geografia (IG)
Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Av. Floriano Peixoto 1919- Apt 202 - 38400-700 - Uberlândia - MG, Brasil
martinsgeo@hotmail.com.br

²Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (FACIP)
Universidade Federal de Uberlândia
Rua 20, nº 1600 - Bairro Tupã - Ituiutaba - MG - CEP 38304-402
jussara@pontal.ufu.br

Abstract. The land use update is needed to understand the patterns of agricultural space organization, increasingly altered by human action. This study constitutes a subsidy to the action of legislators and planners. The techniques of remote sensing and geoprocessing for automatic classification constitute support for land use mapping, optimizing the time and, when allied with the field evidence, allow more accurate in the obtained results. The main objective is to map the land use and vegetation cover in Ituiutaba-MG from the use of TM/Landsat5 (2011) and automatic classification by the method of Bhattacharya. The methodology included the use of 221/222 path and 73 row from TM sensor acquired in August 2011, released by INPE, then it was proceeded to their georeference, mosaic, cut, segmentation and mapping of images by the method of Bhattacharya in Spring 5.1.8 software. Field work was made in August 2011, and subsequent corrections of the mapping errors were made in the software ArcGIS 10.0. The results identified seven categories of land use in study area, which occupy the following percentages in relation to the total area of the municipality: Bodies of water (1.04%) Natural Vegetation (27.32%); Reforestation (0.07%) Agriculture (5.57%); Sugar cane (13.14%), Pasture (51.80%) and Urban Area (1.07%).

Palavras-chave: remote sensing, image processing, Spring 5.1.8, Ituiutaba-MG, sensoriamento remoto, processamento de imagem, Spring 5.1.8, Ituiutaba-MG.

1. Introdução

Diversos autores definem e conceituam uso e ocupação da terra, assim como ressaltam a importância desta análise em determinada área ao longo do tempo. Com este propósito Rosa (2007) ressaltou que,

O estudo do uso da terra e ocupação do solo consiste em buscar conhecimento de toda a sua utilização por parte do homem ou, quando não utilizado pelo homem, a caracterização dos tipos de categorias de vegetação natural que reveste o solo, como também suas respectivas localizações (ROSA, 2007, p.163).

Esse tipo de trabalho tornou-se de fundamental importância para a compreensão dos padrões de organização do espaço agrícola, cada vez mais alterado pela ação do homem e pelo desenvolvimento tecnológico (BORGES; PFEIFER; DEMATTÊ, 1993, p. 365).

O conhecimento atualizado da distribuição e da área ocupada pela agricultura, vegetação natural, áreas urbanas e edificadas, bem como informações sobre as proporções de suas mudanças se tornam cada vez mais necessários aos legisladores e planejadores, seja ao nível de governo federal,

estadual ou municipal, para permitir a elaboração da melhor política de uso e ocupação do solo (ROSA, 2007, p.163).

Uso e ocupação das terras é um tema básico para o planejamento ambiental, porque retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impacto sobre os elementos naturais (SANTOS, 2004, p.97).

Rosa (2007) afirmou que estas análises são importantes no estudo dos processos que se desenvolvem na região e se tornam fundamentais na medida em que os efeitos de seu mau uso causam deterioração no meio ambiente. E como exemplo de seu mau uso, o autor citou os processos de erosão intensos, desertificação, inundações e assoreamentos de cursos d'água.

Para fins de planificação, de monitoramento, de ordenamento, e de zoneamento territorial, é necessário identificar, qualificar, quantificar, analisar, avaliar e caracterizar as diversas variáveis relacionadas ao uso das terras (AZEVEDO; MANGABEIRA, 2001, p.5).

De acordo com Santos (2004), não se pode apenas descrever a situação atual, mas também deverá ser considerado as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo.

A classificação do uso da terra começou, conforme Steiner (1970 apud BORGES; PFEIFER; DEMATTÊ, 1993) baseadas em trabalhos de campo e apenas a partir da década de 50, um grande número de pesquisadores em várias partes do mundo têm se dedicado à identificação detalhada de culturas agrícolas em fotografias aéreas.

(...) o uso de métodos tradicionais de levantamento do uso das terras, em razão do custo elevado dos instrumentos e a dificuldade de disponibilizar as informações de maneira rápida aos tomadores de decisão, torna proibitivo seu emprego de forma sistemática e repetitiva sobre grandes extensões de território. Desta forma, existe a necessidade de se utilizar métodos que possibilitem o levantamento do uso das terras de maneira eficiente, rápida e que tenham relativamente baixo custo (AZEVEDO; MANGABEIRA, 2001, p.5).

Com o advento das imagens orbitais na década de 70, o mapeamento do uso e ocupação do solo em uma dada região ganhava mais um importante instrumento como auxílio (BORGES; PFEIFER; DEMATTÊ, 1993, p. 365).

Azevedo e Mangabeira (2001) ressaltaram que os recursos instrumentais que o sensoriamento remoto oferece, juntamente com o auxílio dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e dos Sistemas de Posicionamento Global (GPSs), são, sem dúvida, a forma mais eficaz e rápida para se estudar o uso atual das terras.

Hoje em dia, assumindo uma série de funções anteriormente atendidas pela aerofotogrametria, o sensoriamento remoto multiespectral apresenta uma série de vantagens, a saber: baixo custo por área específica; aspectos diacrônico (alta frequência de repetitividade da tomada de imagens) e sincrônico da captação das imagens; aspecto multiespectral das imagens; caráter digital dos dados adquiridos; e, facilidade de integração com bases de dados geocodificados, cartográficos ou numéricos, através de sistemas de informações geográficas (SIGs) (AZEVEDO; MANGABEIRA, 2001, p.6).

Os satélites da série Landsat possuem acervo histórico de dados no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), disponibilizados sem custo à comunidade científica, representam um salto qualitativo nas pesquisas em sensoriamento remoto e geoprocessamento realizadas nos últimos anos. Além disso, o *software* Spring, agora em sua versão 5.2.1,

cumprir a tarefa de introduzir o acesso a tecnologia da informação àqueles que desenvolvem pesquisas na área.

A classificação de imagens envolve o processamento computacional da imagem visando aglomerar blocos de pixels que possuem dados com informações semelhantes, sendo que o nível de semelhança depende da escolha do método classificador (modelo matemático) (CRUZ; RIBEIRO, 2008). As classificações de imagens podem ser separadas em supervisionadas (utilizada quando se tem algum conhecimento sobre a área de pesquisa) e não supervisionadas (não requer qualquer informação prévia sobre as classes de interesse) (ROSA, 2007).

A classificação por região depende obrigatoriamente de um processo prévio de segmentação da imagem para ser realizada, enquanto que a classificação por pixel, não faz uso deste método, pois utiliza a evolução dos pixels para produzir resultados (CRUZ; RIBEIRO, 2008).

No *software* Spring o usuário tem a opção de escolher diferentes classificações por região, dentre elas é possível citar a Isoseg, a Bhattacharya, a Clatex e etc. No tocante à classificação de Bhattacharya, Jensen (1996) apud Silva et al. (2011) informaram que este algoritmo utiliza a distância de Bhattacharya para medir a separabilidade estatística entre cada par de classes espectrais e calcular a extensão de cada região às classes fornecidas no treinamento, escolhendo a mais próxima.

O município de Ituiutaba, localizado no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, Minas Gerais (Figura 1), sofreu fortes transformações, principalmente a partir da metade do século XX, com a expansão da fronteira agrícola rumo às áreas de Cerrado e após o ano de 2007 com o aumento da plantação da monocultura de cana-de-açúcar.

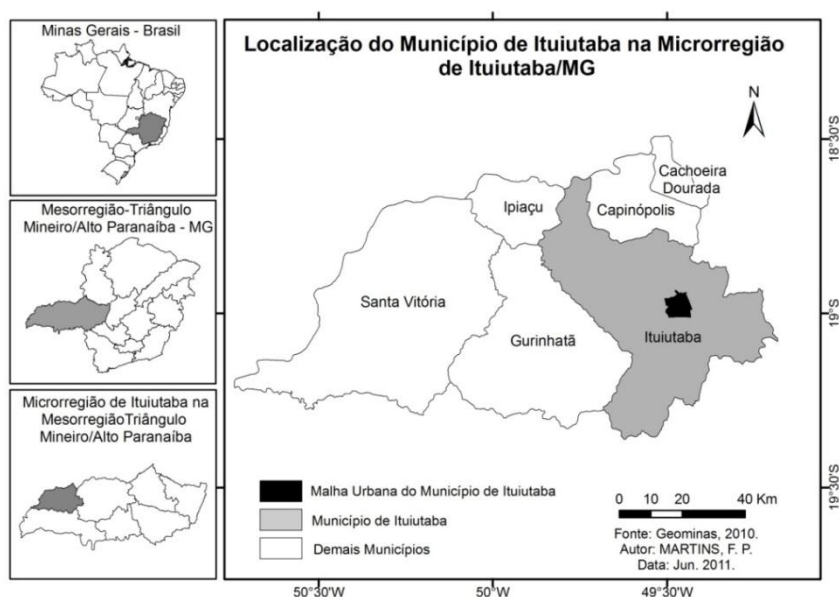


Figura 1. Localização do Município de Ituiutaba/MG na microrregião de Ituiutaba.

De acordo com Fonseca e Santos (2009), o aumento da demanda por etanol provocou o surgimento de mais usinas de cana-de-açúcar na região, e em específico a instalação, no município, da usina Ituiutaba Bioenergia Ltda., no ano de 2007, o que resultou no aumento das áreas cultivadas por cana no município, o que gerou impactos para a urbanização da cidade, com a vinda de imigrantes para trabalharem nas usinas, com a conversão de áreas cultivadas com agricultura e pastagens em cana-de-açúcar.

O principal objetivo deste trabalho foi mapear o uso da terra do município de Ituiutaba-MG, no ano de 2011, a partir da classificação automática pelo método de *Bhattacharya* e imagens TM/Landsat5.

2. Materiais e métodos

2.1 Materiais

Para alcançar os resultados deste trabalho, foram necessários os seguintes materiais:

- Imagens do satélite TM/Landsat5 disponibilizadas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), conforme Quadro 1;
- Base cartográfica do limite municipal de Ituiutaba, adquirido através do sítio Geominas - www.geominasgeo.com.br/site/.

Sensor/Satélite	Órbitas/Pontos	Datas de Passagem	Resolução espacial	Bandas utilizadas
TM /Landsat 5	221/73	09/08/2011	30 m	3, 4 e 5
	222/73	16/08/2011		

Quadro 1. Imagens do satélite TM /Landsat 5 utilizadas para o mapeamento do uso da terra do Município de Ituiutaba/MG (2011)

2.2 Softwares

- ArcGis 10.0 e Spring 5.1.8.

2.3 Métodos

Para o mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal do Município de Ituiutaba foi feita aquisição de imagens de satélite Landsat, no site do INPE (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>). A escolha das datas de passagem se deu em virtude da ausência de cobertura de nuvens. O georreferenciamento das cenas TM/Landsat5 foi realizado no *software* Spring 5.1.8 a partir de pontos de controle identificados nas imagens elaboradas pelo projeto PROBIO, disponibilizadas pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2010). Ainda neste *software*, foi realizado o mosaico das imagens que contemplam as órbitas 221 e 222 e o ponto 73, o recorte da área de interesse (a partir do *shapefile* do município de Ituiutaba) e a composição colorida 3B4R5G. Na Tabela 1, são apresentadas as características das bandas utilizadas no mapeamento.

Tabela 1. Características das bandas espectrais utilizadas para o mapeamento de uso e ocupação da terra do Município de Ituiutaba/MG

Banda	Faixa espectral (µm)	Aplicação
3	0,630 - 0,690 (R)	Absorção da Clorofila Diferenciação de espécies vegetais
4	0,750 - 0,900 (IR)	Levantamento de biomassa Delineamento de corpos d'água Mapeamento geomorfológico
5	1,550 - 1,750 (IR)	Medidas de umidade na vegetação Diferenciação entre nuvens e neve

Fonte: ROSA, 2007.

No Spring 5.1.8, aplicou-se o filtro Passa Baixa-Média (3x3) para potencializar a classificação de uso e ocupação da terra e, executou-se a classificação supervisionada *Bhattacharya*. Essa classificação automática, que utiliza classificadores por região, possui desempenho dependente de amostras de treinamento, que são obtidas por segmentação

automática. Na presente pesquisa os parâmetros para similaridade e área utilizados na segmentação foram 45 e 60, respectivamente (Figura 2). A partir da imagem segmentada, procedeu-se com o treinamento das classes, realizado a partir da escolha do polígono representativo de cada classe de uso identificada, a saber: Reflorestamento, Vegetação Natural, Cana-de-açúcar, Área Urbana, Agricultura, Pastagem e Corpos d' Água (Quadro 2). Quanto maior o número de amostras adquiridas para cada classe, mais confiável o resultado final da classificação.

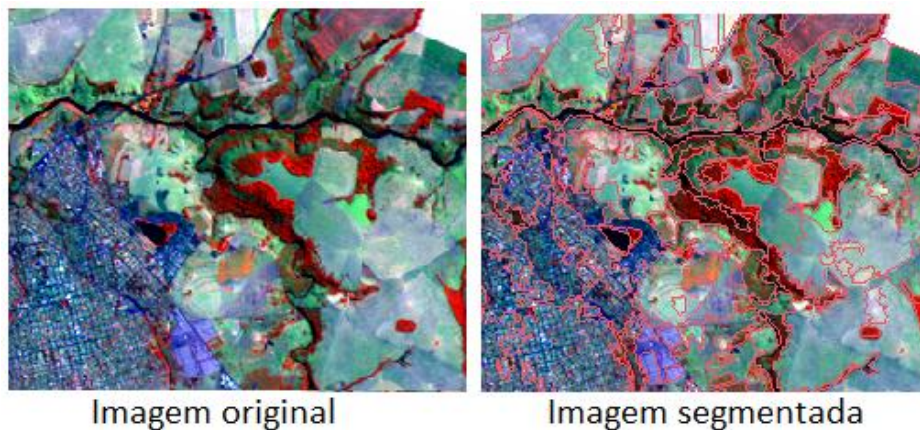
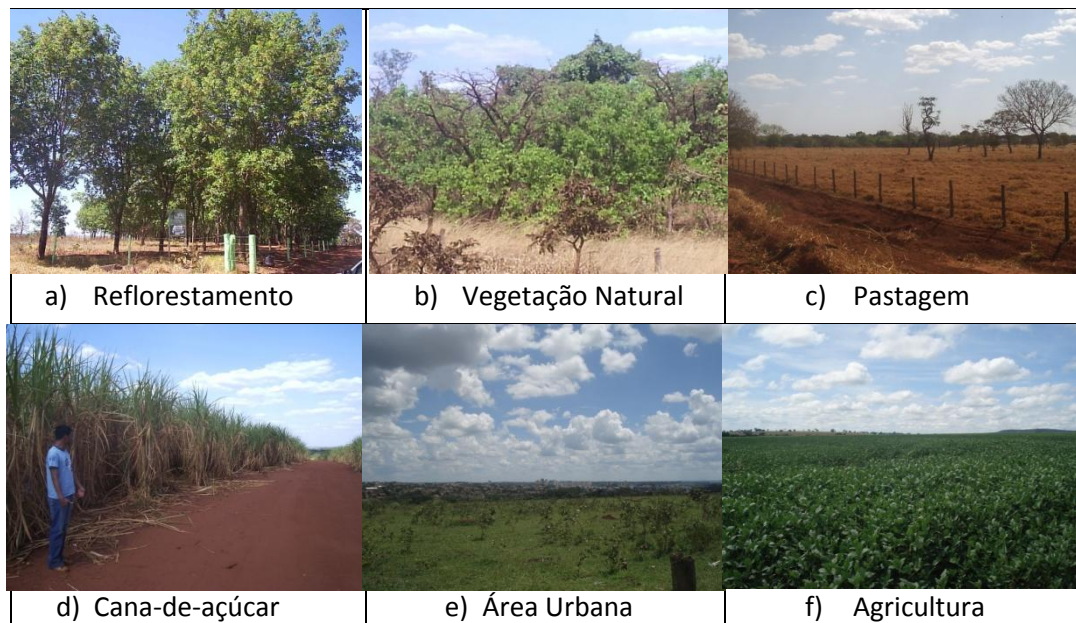


Figura 2. Segmentação da imagem TM/Landsat5, com similaridade 45 e área 60



Quadro2. Fotos das classes de uso presentes no município de Ituiutaba

Fonte: Trabalhos de campo realizado no município de Ituiutaba em Agosto de 2011.

Congalton e Green (1998) citados por Santos, Peluzio e Saito (2010) esclareceram que as classificações das imagens geradas em sensoriamento remoto são identificadas em determinados intervalos de valores, conforme os seguintes níveis de aceitação para o índice KAPPA (K): $K \leq 0,4$ sugere classificação com característica pobre; de $0,4 < K \leq 0,8$, característica razoável; $K \geq 0,8$, característica excelente. Para a classificação realizada o índice KAPPA revela que o mapeamento possui características excelentes, pois apresentou valor de 0,9.

Foi realizado um trabalho de campo na área de pesquisa (mês de Agosto do ano de 2011) com intuito de corrigir os erros de omissão e comissão apresentados pela classificação automática, dessa maneira, no ArcGis 10.0, tais erros foram editados e corrigidos manualmente.

3. Resultados

A partir do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal natural foi possível avaliar as diferentes categorias presentes no município de Ituiutaba-MG (Figura 3). Os valores de área, em hectares e percentagens, de cada categoria de uso da terra identificados estão representados na Tabela 2.

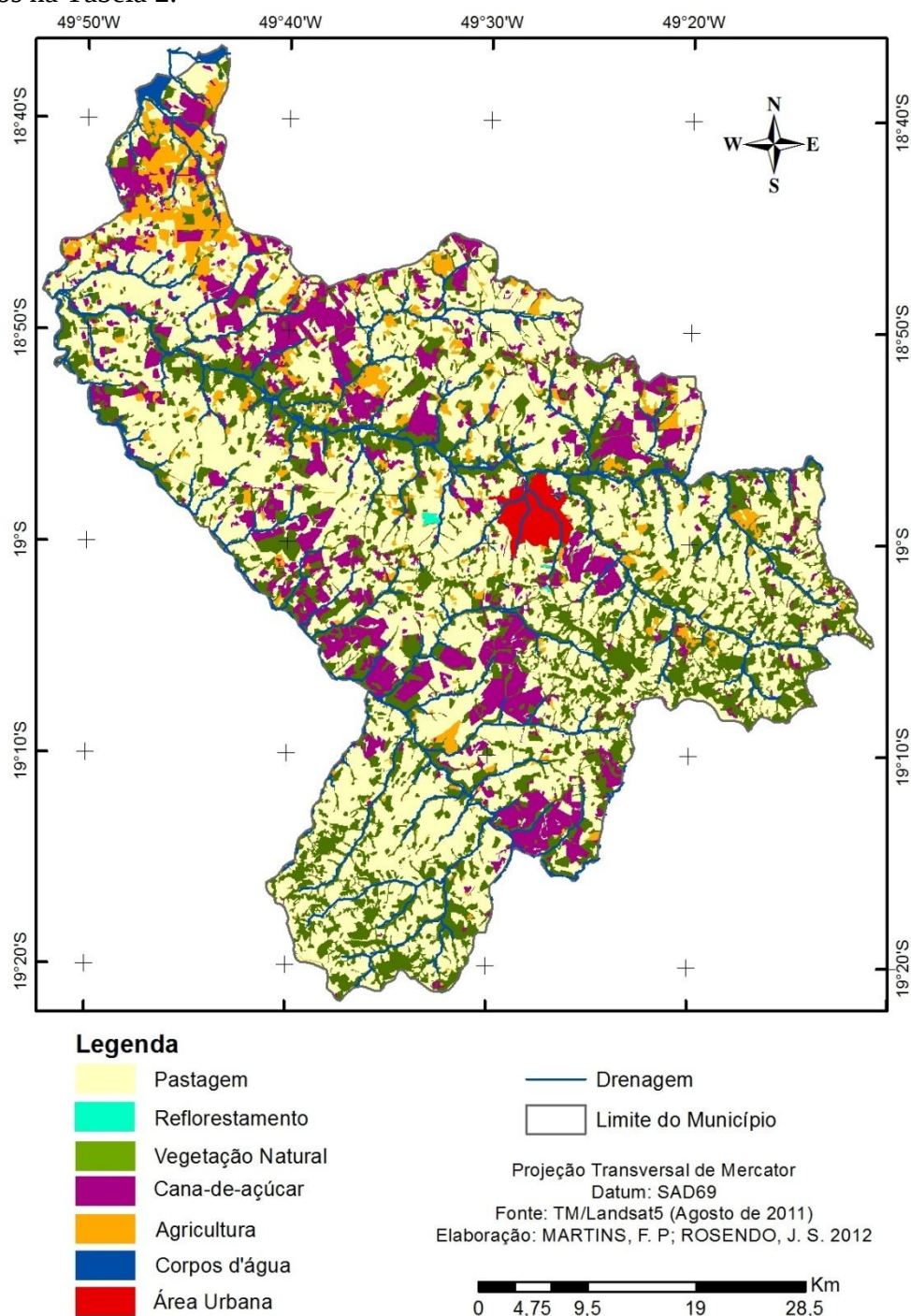


Figura 3. Mapa de uso da terra e cobertura vegetal natural do município de Ituiutaba (2011).

Tabela 2. Uso da terra e cobertura vegetal, município de Ituiutaba – MG, Ago. 2011.

Categorias	Área (ha)	%
Corpos d'água	2688.846	1,04
Vegetação Natural	70708.613	27,32
Reflorestamento	172.099	0,07
Agricultura	14427.927	5,57
Cana-de-açúcar	34012.395	13,14
Pastagem	134075.059	51,80
Área Urbana	2766.831	1,07
TOTAL	258851.771	100,00

A visualização da Tabela 2 permite concluir que o município de Ituiutaba possui pouco mais da metade de sua área ocupada por pastagem (51,80%). A vegetação natural ocupa 27,32% da área total, um índice considerado bom, consequência dos mecanismos de fiscalização das leis que regulam as Áreas de Preservação Permanentes. A cana-de-açúcar corresponde a 13,14% da área do município, ao passo que a agricultura pouco mais de 5%. A área urbana e os corpos d'água representam, respectivamente 1,07% e 1,04% da área total e o Reflorestamento apenas 0,07%.

Dados do IBGE (2012) apontam que no município de Ituiutaba a agricultura (lavouras temporárias e permanentes) somou 14.846 ha, uma diferença de pouco mais de 400 ha com relação ao mapeamento. No entanto, a divergência de dados é grande quando se compara a área mapeada com cana-de-açúcar àquelas disponíveis no CANASAT (safra 2011/2012), os resultados da classificação automática somaram cerca de 34.000 ha ao passo que no CANASAT essa cifra foi de 22.320 ha. Alguns fatores podem explicar essa diferença: a metodologia de mapeamento empregada, a data de aquisição das imagens e/ou a rápida conversão de áreas em cana-de-açúcar e a confusão das classes ocupadas com cana-de-açúcar em outros alvos. É possível que não tenham sido corrigidos todos os erros de mapeamento, pois o trabalho de campo foi realizado apenas nas áreas em que surgiram dúvidas.

Ao comparar os resultados obtidos neste trabalho (2011) com dados de Rezende e Rosendo (2009), que tomaram como base o ano de 2007, verifica-se que houve uma expansão de quase 4 vezes com relação a área total cultivada com cana-de-açúcar em 2007 (3,47%) a 2011 (13,14%). Em contrapartida, em 2007, as pastagens somavam 65,73% e em 2011, 51,80%, uma redução de aproximadamente 14 pontos percentuais. Tendência verificada pela agricultura, que ocupava 9,81% em 2007 e caiu para 5,57% em 2011.

4. Considerações Finais

A classificação supervisionada se mostrou eficaz quanto ao mapeamento do uso da terra ao auxiliar na formação de regiões homogêneas quanto à assinatura espectral dos alvos. Entretanto, confusões na classificação foram detectadas, pois áreas de agricultura se confundiram com pastagem devido à semelhança entre alguns valores do pixel na estação seca. As áreas de reflorestamento e vegetação natural também se confundiram sendo necessária a edição vetorial. Em função disso, é imprescindível que além de conhecer a área de estudo, o pesquisador realize trabalhos de campo para reconhecimento da verdade de campo, o que garante a correção dos erros de omissão de comissão e a confiabilidade do mapeamento.

Agradecimentos

Ao CNPQ pela concessão da bolsa de Mestrado em Geografia no Instituto de Geografia (IG) da Universidade Federal de Uberlândia, e à FAPEMIG pelo financiamento da pesquisa por meio do projeto de pesquisa APQ-0242-11.

Referências

- AZEVEDO, E. C. de.; MANGABEIRA, J. A. de C. **Mapeamento de Uso das Terras Utilizando Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas (SP): Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2001. p. 5-16. (Comunicado Técnico 7).
- BORGES, M. H.; PFEIFER, R. M.; DEMATTÊ, J. A. M. **Evolução e mapeamento do uso da terra, através de imagens aerofotogramétricas e orbitais em Santa Bárbara D'oeste (SP)**. Sci. Agric., Piracicaba, 1993. p. 365-371.
- CANASAT. Monitoramento da cana-de-açúcar via imagens de satélite. **Aquisição de dados da cana-de-açúcar em Ituiutaba**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/tabelas.html>>. Acesso em: 12/02/2012.
- CRUZ, Z. Q.; RIBEIRO, G. P. Ensaios de segmentação e classificação digital de uma unidade de conservação com imagens CBERS utilizando o sistema SPRING Estudo de caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). **II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife - PE, setembro de 2008. Disponível em: <<http://www.atafona.uerj.br/na/artigos/zargo.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.
- FONSECA, R. G. ; SANTOS, J. C. dos. **As recentes transformações no campo e seus impactos na cidade em Ituiutaba-MG**. In: IX Encontro Interno e XIII Seminário de Iniciação Científica - PIBIC-UFU, CNPq & FAPEMIG, 2009, Uberlândia. Anais do IX Encontro Interno e XIII Seminário de Iniciação Científica - PIBIC-UFU, CNPq & FAPEMIG. Uberlândia, 2009. p. 1-10.
- GEOMINAS. Disponível em: <www.geominasgeo.com.br/site/>. Acesso em: 05/10/2009.
- IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Brasil em Síntese**. Portal do IBGE. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/brasil_em_sintese/trabalho07.htm>. Acesso em: 12/02/2012.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Aquisição de imagens do sensor TM/Landsat 5**. Disponível em: < <http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>> Acesso em: 06/10/2011.
- REZENDE, M; ROSENDO, J. S. **Análise da evolução da ocupação do uso da terra no município de Ituiutaba-MG utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto**. HORIZONTE CIENTÍFICO, VOL. 3, Nº 1, 2009, P. 27.
- ROSA. R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2007, 248p.
- SANTOS, A. R. dos.; PELUZIO. T. M. de O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: Aplicações Práticas**. Alegre, ES: CAUFES, 2010. 155p.
- SANTOS, R. F. dos. **Temática e temas usados em planejamento ambiental**. In: Planejamento Ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. Cap5, p. 71-108.
- SILVA, L. F.; BARBOSA, E. H. B.; NOGUEIRA, B. M.; BACANI, V. M. Análise do desempenho de classificadores semi-automáticos na detecção de mudanças do uso da terra e cobertura vegetal nos municípios de Aquidauana e Anastácio-MS. In: **Anais XV Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Curitiba, Brasil, abril de 2011, INPE, p. 6666-6673. Disponível em: < <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1179.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2011.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Cartas elaboradas para o projeto Mapeamento da cobertura vegetal do bioma cerrado, 2010**. Disponível em: <[http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm/?](http://mapas.mma.gov.br/mapas/aplic/probio/datadownload.htm?/)>. Acesso: 05 jun 2009.