

DINÂMICA DE USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS**DYNAMICS OF LAND USE AND LAND COVER IN THE MUNICIPALITY OF JUIZ DE FORA, MINAS GERAIS STATE, BRAZIL****Camila de Moraes Gomes Tavares**Universidade Federal de Juiz de Fora
Rua José Lourenço Kelmer, s/n, Juiz de Fora – MG, CEP: 36036-900
E-mail: camila.tardeli.tavares@gmail.com**Ricardo Guimarães Andrade**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Av. Eugênio do Nascimento, 610, Juiz de Fora - MG, CEP: 36038-330
E-mail: ricardo.andrade@embrapa.br**Resumo**

Nas últimas décadas vem se destacando a importância da preservação e do uso sustentável dos recursos naturais. Nesse contexto, a compreensão da dinâmica de uso e cobertura da terra torna-se imprescindível em diversas análises de inteligência territorial estratégica. O presente estudo objetivou aplicar imagens de satélite e o classificador MAXVER para analisar a dinâmica de uso e ocupação da terra no município de Juiz de Fora, MG. Conforme os resultados da classificação, conclui-se que apesar do desempenho regular na discriminação de algumas classes, o método de classificação foi satisfatório apresentando bons índices de desempenho geral e kappa. Ao comparar as imagens classificadas, verificou-se alterações de uso e cobertura da terra como o adensamento da área urbanizada, diminuição da área de pastagem e aumento das áreas de solo exposto, com indicativos de aumento de áreas degradadas.

Palavras-chave: Uso da terra, Sensoriamento Remoto, SIG, MAXVER, Evolução.

Abstract

In the last decades have been emphasizing the importance of preservation and sustainable use of natural resources. In this context, understanding the dynamics of land use and land cover becomes essential in various analyzes of strategic territorial intelligence. This study aimed to apply satellite images and MAXVER classifier to analyze the dynamics of land use and cover in the municipality of Juiz de Fora, Minas Gerais state, Brazil. As classification results, it is concluded that despite regular performance in the discrimination of some classes, the classification method was satisfactory and showed good levels of overall performance and kappa. By comparing the images classified, it was found changes of land use and land cover as the density of urban area, the reduction in pasture area and increased soil areas exposed with increased indicative of degraded areas.

Keywords: Land Use, Remote Sensing, GIS, MAXVER, Evolution.

1. Introdução

A área municipal de Juiz de Fora, Minas Gerais, comporta um processo histórico de modificação do uso e cobertura da terra no decorrer de várias décadas (VALVERDE, 1958; DESTRO, 2006; SANTIAGO, 2008; GERALDO, 2014). Historicamente, apresentou-se como uma área impenetrável devido a uma série de promulgações, as quais agiam de forma proibitiva à ocupação humana, na tentativa de conter rotas de contrabando do ouro. No entanto, a partir do ciclo do ouro, inicia-se o processo de povoamento das cidades próximas das rotas do ouro e a ocupação de áreas que antes eram habitadas pelos índios (SANTIAGO, 2008). Deste modo, observa-se que a mudança do uso e cobertura da terra promovida por processos históricos e culturais configura no espaço modificações físicas que continua com o ciclo do café (DESTRO, 2006). Ressalta-se que, na segunda metade do século XIX, fazia-se uso de poucas técnicas agrícolas culminando no empobrecimento do solo e, por consequência, novas áreas foram desmatadas. Na década de 1930, a crise cafeeira contribuiu para a diversificação da produção agrícola e, nesse ponto, a pecuária surgiu como alternativa viável o suficiente para suceder o uso das terras exauridas pelo cultivo do café (DESTRO, 2006). Concomitantemente aos processos apresentados, a expansão do perímetro urbano de Juiz de Fora também se constitui como um elemento propulsor da modificação do uso e cobertura da terra (GERALDO, 2014).

A dinâmica da superfície da Terra e as modificações que nela se processam podem ser de ordem natural ou antrópica (RINCO e BACELLAR, 2007; BUCCI e OLIVEIRA, 2012). E, a importância da compreensão dessas modificações teve um aumento substancial a partir do século XX, sendo uma análise fundamental no apoio em tomadas de decisões, tais como em diversos níveis governamentais. Na década de 1970, época em que houve a fundação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), já se utilizavam das metodologias de classificação das formas, dinâmicas e usos do solo para monitoramentos da cobertura vegetal, atividades agrícolas, entre outros (ALMEIDA, 2010). Nesse caso, é possível fazer uso das técnicas de sensoriamento remoto e das ferramentas de geoprocessamento como base para verificar a evolução das transformações ocorridas na superfície no tempo e no espaço (VICENTE et al., 2012; ANDRADE et al., 2013).

O sensoriamento remoto é definido como a ciência e a arte de obter informações sobre um objeto, área ou fenômeno por meio da análise de dados obtidos por um aparelho que não esteja em contato com o objeto, área ou fenômeno sob investigação

(LILLESAND et al., 2004). Por outro lado, o geoprocessamento possibilita a manipulação de dados espaciais georreferenciados por meio de técnicas matemáticas e computacionais usando as ferramentas denominadas Sistema de Informações Geográficas (SIG). Demarchi et al. (2011), comentaram que a utilização de imagens de sensoriamento remoto foi um elemento que permitiu inovações no ramo do geoprocessamento, já que a temporalidade das informações e o baixo custo são algumas das vantagens inerentes às mesmas.

Como exemplos de uso de imagens de satélites integradas a um SIG podem ser citados os estudos para identificação de área plantada com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo (RUDORFF et al., 2005; VICENTE et al., 2012), área de plantio de soja no Rio Grande do Sul (RIZZI e RUDORFF, 2005), monitoramento indicativo de estiagens em períodos críticos da soja no sul do Brasil (LEIVAS et al., 2014) e mapeamento indicativo de processos de degradação de pastagens no Cerrado (ANDRADE et al., 2016).

Deste modo, a identificação e o mapeamento do uso da cobertura, pode ser obtido por meio da aplicação de métodos de classificação de imagens de satélite. De forma objetiva, Ribeiro e Centeno (2001) relataram que, a classificação digital consiste em associar determinado "pixel" a determinada categoria ou classe por meio de critérios estabelecidos. De forma geral, os algoritmos de classificação mais utilizados são o K-means, o paralelepípedo, ISODATA ou Máxima Verossimilhança (MAXVER) e mínima distância. Dentre estes, o MAXVER é um classificador paramétrico, que assume uma distribuição normal de probabilidade em que os valores de refletância em uma área de treinamento são descritos por uma função de densidade de probabilidade, desenvolvida com bases na estatística Bayesiana (BRASILEIRO et al., 2016).

Diante do exposto, o presente estudo objetivou aplicar classificador MAXVER em imagens orbitais para analisar a dinâmica de uso e ocupação das terras no município de Juiz de Fora, MG.

2. Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende o município de Juiz de Fora, que é constituído por quatro distritos (Distrito Sede, Rosário de Minas, Sarandira e Torreões) e se localiza na mesorregião da Zona da Mata do estado de Minas Gerais (Figura 1).

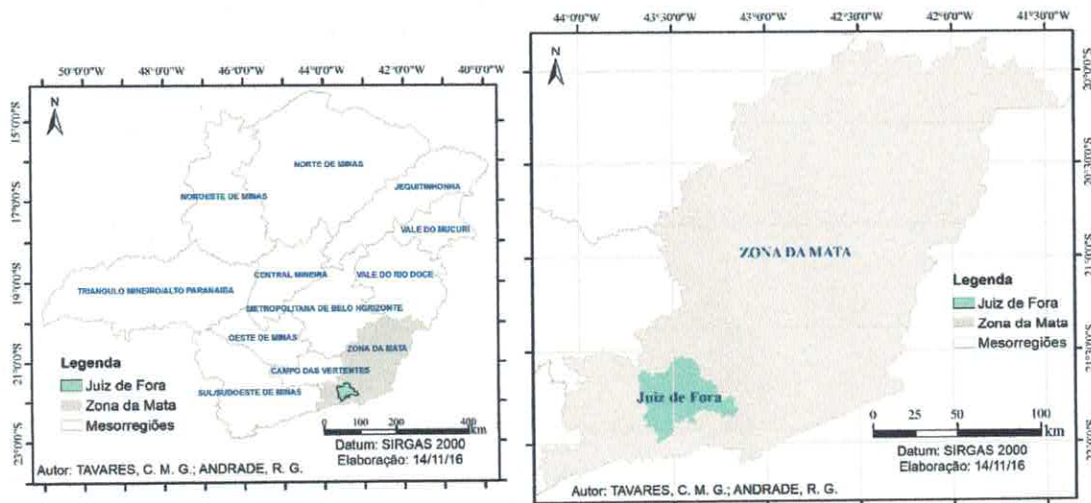


FIGURA 1: Localização do município de Juiz de Fora, MG. Fonte: Tavares e Andrade, 2016.

Segundo o IBGE (2016), a área territorial do município é de aproximadamente 1.435 km² e a população estimada em 2016 foi de 559.636 habitantes. De acordo com a classificação climática de Köppen, no município predomina o tipo climático mesotérmico (Cwa), ou seja, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente. A temperatura média anual é de 19°C e a precipitação média anual supera os 1.500 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso, com total de precipitação que pode chegar aos 300 mm (OLIVEIRA e MARQUES NETO, 2015). A paisagem do município está no domínio dos mares de morros florestados (AB'SÁBER, 2003) e que é caracterizado por apresentar um relevo movimentado com vertentes convexas ou côncavo-convexas e planícies meândricas, recobertos, de modo predominante, por vegetação de floresta semidecídua (SANTIAGO, 2008). A altitude média do município varia de 700 a 900 m (TORRES, 2006). O tipo de solo predominante é o Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (SOUZA, 2003).

3. Etapas metodológicas

A metodologia foi dividida em cinco etapas, conforme a seguir:

A primeira etapa consistiu de um levantamento bibliográfico, elencando dissertações, teses e artigos, que trabalhavam com classificação supervisionada por máxima verossimilhança, e trabalhos que apresentassem o processo de ocupação e a diferença de usos e cobertura da terra no município de Juiz de Fora, MG.

A segunda etapa consistiu em seleção e download das imagens de satélite para posterior classificação das mesmas. Por meio do site <http://earthexplorer.usgs.gov> tem-se acesso as imagens Landsat com correção geométrica. As imagens selecionadas

foram referentes aos dias 10 de setembro de 2004 - Landsat 5 (órbita/ponto: 217/075) e 11 de outubro de 2015 - Landsat 8 (órbita/ponto: 217/075). Para selecionar apenas a área de interesse do estudo, no software QGIS versão 2.9, efetuou-se o recorte das imagens a partir do "shapefile" dos limites territoriais do município de Juiz de Fora, MG (fonte: IBGE, disponível em: <http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm>).

A terceira etapa se baseou na classificação das imagens Landsat por meio do uso do software SPRING versão 5.4.2. Para tanto, aplicou-se o método de classificação supervisionada por máxima verossimilhança (MAXVER) que, tem por objetivo, promover a classificação "pixel a pixel" a partir do uso de um algoritmo no qual, um conjunto de assinaturas determinadas pelo observador, assume-se as classes de distribuição normal, sendo possível identificar o pixel não pertencente a determinada classe pré-estabelecida. Nessa classificação o operador conhece previamente certas áreas de uma imagem, como uma área de floresta, de urbanização, entre outras, seja por meio de mapas, trabalhos de campo ou por experiência profissional (SANTOS et al., 2010). A partir desse conhecimento definem-se as áreas de treinamento, que são usadas para "treinar" o algoritmo de classificação. Após efetuar a classificação foi possível o cálculo da acurácia e do índice Kappa que tem por finalidade apresentar a percentagem da veracidade das amostras selecionadas pelo classificador e, também a matriz de confusão das amostras selecionadas. Na Tabela 1 são apresentadas as categorias de valores de índice Kappa para avaliação do desempenho do classificador aplicado.

TABELA 1
Categoria de valores do índice kappa

Intervalos de valores Kappa	Qualidade da Classificação
< 0,00	Péssimo
0,00-0,20	Ruim
0,20-0,40	Razoável
0,40-0,60	Boa
0,60-0,80	Muito Boa
0,80-1,00	Excelente

Fonte: Piroli (2013), adaptado de Landis e Koch (1977).

A quarta etapa baseou-se na configuração e criação dos mapas temáticos propriamente ditos onde realizou-se a criação do layout de impressão e dos cálculos de área dos polígonos que nos permitiu avaliar alterações de determinadas classes de uso e cobertura da terra no município de Juiz de Fora. Nesta etapa, empregou-se o software ARCGIS versão 10.1.

A quinta etapa baseou-se na elaboração dos mapas e das tabelas para posterior apresentação dos resultados obtidos por meio da aplicação do classificador MAXVER.

4. Resultados e Discussão

Com base nas classificações das imagens Landsat 5 e 8 referente aos anos de 2004 e 2015 respectivamente, foram gerados os seguintes mapas de uso e cobertura da terra para a área de delimitação do município de Juiz de Fora, MG (Figuras 2 e 3).

Uso do Solo- Município de Juiz de Fora- MG 2004

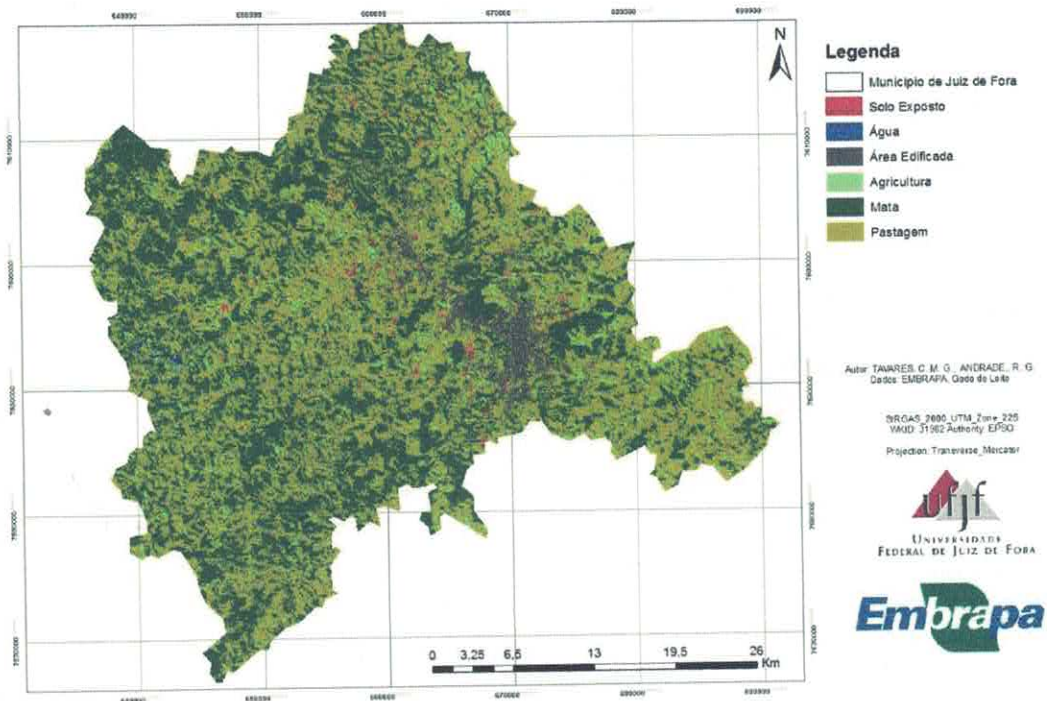


FIGURA 2: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Juiz de Fora, MG, para o ano 2004. Fonte: Tavares e Andrade, 2016.

Uso do solo- Município de Juiz de Fora- MG- 2015

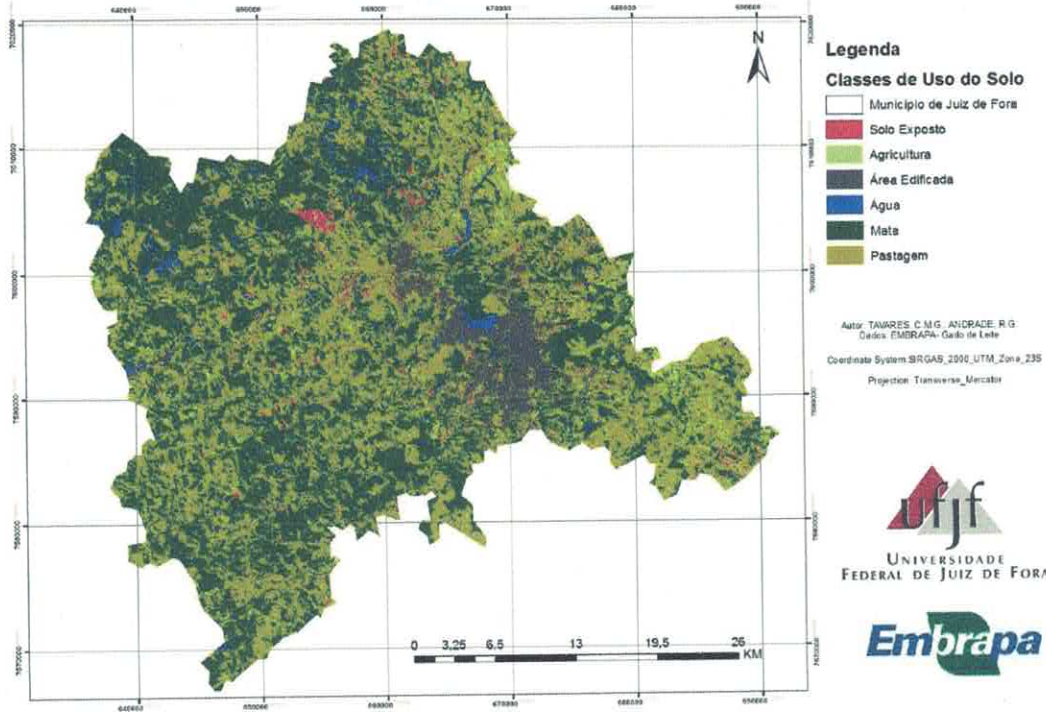


FIGURA 3: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Juiz de Fora, MG, para o ano 2015. Fonte: Tavares e Andrade, 2016.

A partir da análise dos mapas juntamente com os valores de áreas de cada classe de uso e cobertura da terra para os anos de 2004 e 2015 (Figura 4), pode-se observar que na classificação realizada para o ano de 2015, houve confusão maior entre as classes água e mata. Nesse caso, a reflectância de corpos d'água ficou próxima àquelas que deveriam ser classificadas como mata, ou seja, o classificador discriminou áreas nas quais erroneamente classificou como rios, lagos ou similares. O mesmo ocorre na classificação referente ao ano de 2004, no entanto, a discriminação inversa ocorreu para a área de um expressivo corpo d'água em que foi classificado como mata.

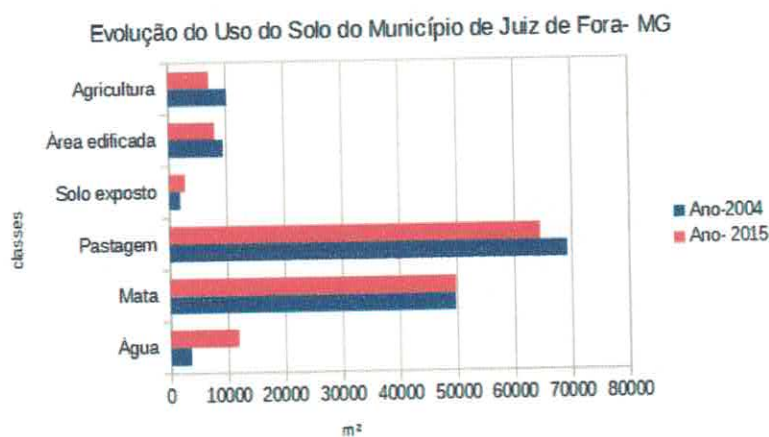


FIGURA 4: Área das classes de uso e cobertura da terra para os anos de 2004 e 2015. Fonte: Tavares e Andrade, 2016.

Após a classificação das imagens dos anos de 2004 e 2015, foram obtidos os índices de desempenho da classificação, sendo o índice kappa um dos resultados estatísticos apresentados na Tabela 2. Esse índice se caracteriza por ser uma técnica multivariada discreta usada na avaliação da precisão de mapeamentos temáticos, utilizando todos os elementos da matriz de erros em seu cálculo.

TABELA 2
Índices (%) de desempenho da classificação para as imagens dos anos de 2004 e 2015

Índices	%, 2004	%, 2015
Desempenho geral	79,45	85,99
Confusão média	20,55	14,01
Abstenção média	0,00	0,00
Estatística kappa	71,14	80,11
Variância kappa	$3,012 \times 10^{-6}$	$3,012 \times 10^{-6}$
Estatística TAU	75,34	

Fonte: Tavares e Andrade, 2016.

Para a classificação da imagem de 2004 verificou-se índice de desempenho geral de 79,45%, confusão média de 20,55% e índice kappa de 71,14% (Tabela 2). De acordo com os intervalos de qualidade de classificação apresentados na Tabela 1, nota-se que a imagem classificada apresentou resultados de avaliação praticamente no limiar entre a categoria definida como “muito boa” e “excelente”. Porém, ao fazer uma análise da exatidão do produtor e do usuário (Tabela 3), nota-se que a classe água teve baixa exatidão do produtor (38,28%) e regular ou boa exatidão do usuário (61,95%). Esta medida de acurácia indica a probabilidade de um pixel de referência ser corretamente classificado, sendo uma medida de erro de omissão (SUAREZ e CANDEIAS, 2012).

TABELA 3
Exatidão das amostras de classificação para o ano de 2004

Classes	Exatidão			
	2004		2015	
	Produtor (%)	Usuário (%)	Produtor (%)	Usuário (%)
Água	38,28	61,95	52,88	88,56
Mata	94,57	89,52	96,50	93,10
Pastagem	79,24	89,91	79,59	71,98

Solo exposto	96,13	77,39	58,14	91,25
Área edificada	74,41	61,50	98,30	85,48
Agricultura	9,03	68,07	3,93	76,97

Fonte: Tavares e Andrade, 2016.

Com base nos resultados de avaliação da classificação da imagem de 2015 (Tabelas 2 e 3), nota-se que essa classificação teve desempenho geral um pouco melhor em relação à imagem classificada para o ano de 2004. No entanto, a acurácia do produtor foi regular para as classes água (52,88%) e solo exposto (58,14%) e ruim (3,93%) para a classe agricultura.

Na análise da dinâmica de uso e cobertura da terra, a avaliação de desempenho de métodos de classificação se tornam de fundamental importância, pois proporciona embasamento técnico-científico que respalda a quantificação da dimensão das alterações ocorridas no decorrer dos anos e possíveis tendências de uso e cobertura da terra podem ser melhor avaliadas. Assim, antes de observar tendências em termos de uso e cobertura da terra, é necessário considerar que, apesar da veracidade, a partir do nível de confiança das informações, algumas amostras podem apresentar falhas no que diz respeito a variabilidade do comportamento espectral da amostra fazendo com que o algoritmo direcione o pixel selecionado de uma determinada classe seja classificado como pertencente a outra classe mais próxima ao seu padrão. Assim, tal comportamento pode ser uma das justificativas, por exemplo, para o aumento da superfície de corpos d'água presente na classificação (Figura 3).

Ao averiguar a classificação das imagens de 2004 e 2015 para a área de delimitação do município de Juiz de Fora, MG, observa-se diminuição da área de pastagem e o aumento das áreas de solo exposto. Tais resultados podem ser indicativos de possíveis tendências de degradação dessas áreas de pastagens. Já no que diz respeito a classe mata verificou-se um possível processo de regeneração com aumento dos fragmentos florestais.

Vale ressaltar que não apenas as áreas de pastagens podem dar lugar as áreas de solo exposto na região, mas também as áreas agrícolas, que no município de Juiz de Fora, MG, apresenta-se de maneira reduzida por ser uma atividade em que condições topográficas mais favoráveis são um dos critérios fundamentais para o estabelecimento da agricultura em larga escala. Já para as áreas classificadas como mata e água podem ter ocorrido redirecionamento de pixels de uma classe para outra pela interpretação dos padrões de acordo com a variação espectral, com maiores erros de omissão e comissão.

De forma geral, pode-se dizer que, no município, predominam áreas de pastagens, contudo, as áreas com fragmentos florestais também se destacam. Já em relação à área edificada, observa-se que no período estudo, a cidade de Juiz de Fora passou por um processo de verticalização, o que justifica que nas últimas décadas a cidade teve um adensamento do próprio espaço urbano e uma diminuição do crescimento horizontal. Assim, o crescimento horizontal ficou mais concentrado às populações de baixa renda e na abertura de condomínios residenciais. Em 2013, a Prefeitura Municipal de Juiz de Fora, MG, emitiu a Revisão da Lei do Uso e Ocupação do Solo que visa, entre outras medidas, a criação da comissão do uso e ocupação do solo possibilitando fiscalizações quanto a concessão de permissões para construção de edificações no perímetro urbano. Vale ressaltar que, historicamente, o município de Juiz de Fora, MG, passa por um processo de atuação de diversas leis, decretos e resoluções que tangem ao incentivo fiscal de verticalização do espaço urbano.

7. Conclusões

A partir da aplicação de método de classificação MAXVER para a área do município de Juiz de Fora, MG, pode-se concluir que: para a classificação de 2004 e 2015, a acurácia do produtor e do usuário foi regular em algumas classes, porém, foram satisfatórios os valores de desempenho geral e índice kappa. Ao comparar as imagens classificadas, verificou-se alterações de uso e cobertura da terra e predominância das áreas de pastagens e fragmentos florestais. Contudo, houve diminuição da área de pastagem e o aumento das áreas de solo exposto, com possíveis indicativos do aumento de áreas degradadas. Além disso, há indicativos da ocorrência de um adensamento populacional por meio do maior crescimento vertical da área urbanizada.

Agradecimentos

À Embrapa Gado de Leite pela oportunidade de estágio.

Referências

- ALMEIDA, C. M. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional. *Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo*, n.3, p. 98-123, 2010. Disponível em: <http://www.usjt.br/arq.urb/numero_03/8arqurb3-claudia.pdf>. Acesso em: 13 set 2016.
- ANDRADE, R. G.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. C.; NOGUEIRA, S. F. Geotecnologia - Recuperação de pastagens no Cerrado. *Agroanalysis (FGV)*, v. 36, p. 30-33, 2016.

- ANDRADE, R. G.; RODRIGUES, C. A. G.; SANCHES, I. D.; TORRESAN, F. E.; QUARTAROLI, C. F. Uso de técnicas de sensoriamento remoto na detecção de processos de degradação de pastagens. **Engenharia na Agricultura**, v. 21, p. 234-243, 2013.
- AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. 2. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, 160 p.
- BRASILEIRO, F. G.; OLIVEIRA, C. M. M.; RODRIGUES, R. A.; DELGADO, R. C. Classificação de imagem orbital pelo método máximo verossimilhança em Quixeramobim, Ceará, Brasil. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 81-92, 2016.
- BUCCI, M. M. H. S.; OLIVEIRA, L. F. C. A interferência das atividade antrópicas na qualidade da água em reservatório de abastecimento urbano. Estudo de caso: represa Dr. João Penido (Juiz de fora, MG). **Eclética Química**, v. 37, p. 9-22, 2012.
- DEMARCHI, J. C.; PIROLI, E. L.; ZIMBACK, C. R. L. Análise temporal do uso do solo e comparação entre os índices de vegetação NDVI e SAVI no município de Santa Cruz do Rio Pardo- SP usando imagens Landsat-5. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, v.21, p. 234-271, 2011.
- DESTRO, J. A. S. Café e Pecuária em Juiz de Fora – 1896-1930. **Revista de História Econômica & Economia Regional Aplicada**, v. 1, n. 1, p. 35-65, 2006.
- GERALDO, W. M. J. **A reestruturação urbana pós-fordista de Juiz de Fora**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal Fluminense - UFF. Niterói, RJ. 2014. 269p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **CIDADES@**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=313670>>. Acesso em: 14 nov. 2016.
- LANDIS, R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v. 33, n.1, p.159-174, 1977.
- LEIVAS, J. F.; ANDRADE, R. G.; VICTORIA, D. C.; TORRESAN, F. E.; VICENTE, L. E.; TEIXEIRA, A. H. C.; BOLFE, E. L.; BARROS, T. R. Avaliação do índice de vegetação padronizado no monitoramento indicativo de estiagens em períodos críticos da soja no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 66/5, p. 1145-1155, 2014.
- LILLESAND, T. M. KIEFER, R. W., CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation**. New York: John Wiley & Sons, Inc., 2004, 763p.
- OLIVEIRA, A.; MARQUES NETO, R. Estudo do sistema geomorfológico na bacia do ribeirão das rosas (Juiz de Fora, MG) como subsídio ao planejamento da expansão urbana. **Revista de Geografia**, v. 1, número especial, p. 1-14, 2015.
- PIROLI, E. L. **Disciplina de geoprocessamento: práticas em Idrisi – versão Taiga**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010b. 56p.
- RIBEIRO, S. R. A.; CENTENO, J. S. Classificação do Uso do Solo Utilizando Redes Neurais e o Algoritmo MAXVER. Curitiba – PR, Brasil. **Anais X SBSR**, Foz do Iguaçu, 21- 26 abril, INPE, p. 1341- 1348. 2001.
- RINCO, L.; BACELLAR, L. A. P. Configuração espacial da microbacia do córrego Yungue em Juiz de Fora, MG. **Geosul**, v. 22, n. 43, p 147-165, 2007.
- RIZZI, R.; RUDORFF, B. F. T. Estimativa da área de soja no Rio Grande do Sul por meio de imagens Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, v.57, n.3, p.226-234, 2005.
- RUDORFF, B. F. T.; BERKA, L. M. S.; MOREIRA, M. A.; DUARTE, V.; XAVIER, A. C.; ROSA, V. G. C.; SHIMABUKURO, Y. E. Imagens de satélites no mapeamento e estimativa de área de cana-de-açúcar em São Paulo: ano safra 2003/2004. **Agricultura em São Paulo**, v.52, n.1, p.21-39, 2005.
- SANTIAGO, B. S. **Paisagem e fragmentação florestal no município de Juiz de Fora, MG**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental), Universidade Federal Fluminense - UFF. Niterói, RJ. 2008. 114p.
- SANTOS, A. R.; PELUZIO, T.M.O.; SAITO, N. S. Spring 5.1.2 Passo a Passo: Aplicações Práticas. Alegre, ES: CAUFES: 2010. Disponível em: <<http://www.mundogeomatica.com.br/spring5x.htm>>. Acesso em: 06 set 2016.

SOUZA, L. B. **Chuvas e escorregamentos na região noroeste da área urbana de Juiz de Fora - MG: uma abordagem genética em climatologia.** Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual Paulista – Unesp. Rio Claro, SP. 2003. 141p.

TORRES, F. T. P. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos de Geografia**, v. 7, n. 18, p. 162-171, 2006.

VALVERDE, O. O Estudo Regional da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 3-82, 1958.

VICENTE, L. E.; GOMES, D.; VICTORIA, D. C.; GARÇON, E.; BOLFE, E. L.; ANDRADE, R. G.; SILVA, G. B. S. Séries temporais de NDVI do sensor SPOT Vegetation e algoritmo SAM aplicados ao mapeamento de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 1337-1345, 2012.