

Métodos de classificação orientada ao objeto utilizando imagens Sentinel-2

Guilherme Leite Nunes Coelho¹
Margarete Marin Lordelo Volpato²
Daniel Andrade Maciel³
Helena Maria Ramos Alves¹
Mayara Fontes Dantas²
Thais Gabriela Gonçalves³
Rafael Alexandre Pena Barata³
Franklin Daniel Inácio³
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira¹
Julián Mauricio Agredo Hoyos¹

¹Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA/CAFÉ
Caixa Postal 4315 – 70770-901 – Brasília – DF, Brasil
guilhermeleite.bio@gmail.com, helena.alves@embrapa.br, tatianagcvieira@gmail.com,
maofahien@yahoo.com

²Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG
Caixa Postal 176 - 37200-000 - Lavras - MG, Brasil
margarete@epamig.ufla.br, mayarafdantas@gmail.com

³Universidade Federal de Lavras - UFLA
Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG
[damaciel_maciel, thais_gabriela, rafaelapbarata, franklin.d-inacio] @hotmail.com

Abstract. The aim of this study was to evaluate the performance of classifiers support vectors machine (SVM) and K-nearest neighbor (K-NN) for object-based image analysis using Sentinel-2 images. Três Pontas city in the southern region of Minas Gerais was used as a study area. Sentinel-2 image with a spatial resolution of 10 meters was obtained by merging and resampling 10 of all 13 bands. Based on prior knowledge of the landscape were defined 5 classes of use and land cover. The step of image processing occurred in ENVI 5.0. In segmentation step was applied to 10 values of "segment settings" that uses the algorithm "edge" and 60 for "merge setting" using the algorithm "full lambda schedule", respectively and targeting settings and unity. After that was collected train samples of all 5 predefine class. The classification was performed by SVM and K-NN algorithms. Both obtained satisfactory results in evaluation of accuracy with Kappa values for the SVM of 0.87 and 0.85 for K-NN. The results show that the object-based image analysis using Sentinel-2 images are robust and satisfying. The method allowed the correct classification of different vegetation types found in landscape. Furthermore, is recommended for preparation maps of land use and land cover that may assist the territorial planning.

Palavras-chave: object-based image analysis, land use and land cover, sentinel-2, classificação orientada a objetos, uso e cobertura do solo, sentinel-2.

1. Introdução

O estado de Minas Gerais destaca-se no cenário nacional como o maior produtor de café. A produção mineira representa 50 % do total produzido e exportado de café do Brasil, sendo a região do sul do estado destaque com 25% desse montante (CONAB, 2016). Conhecer a distribuição espacial cafeeira é determinante para estimar e planejar sua distribuição auxiliando o seu desenvolvimento sustentável (Moreira, 2008).

A utilização do território de forma racional exige uma constante caracterização e monitoramento dos recursos naturais (Garofalo et al., 2015). O surgimento de sensores orbitais e a disponibilização de imagens permitiu que grandes áreas pudessem ser monitoradas

e caracterizadas, permitindo o desenvolvimento de estudos a um custo relativamente baixo (Jensen, 2005).

O satélite Sentinel-2 foi lançado no dia 23 de junho de 2015 como parte do programa europeu Copernicus, disponibilizando imagens alguns dias após seu lançamento (ESA, 2016). O Sentinel-2 carrega um sensor multiespectral com 13 bandas em alta resolução, oferecendo novas perspectivas acerca de solo e vegetação. As imagens são de domínio público e com intervalo de passagem do satélite é de cinco dias (Drush et al., 2012).

As classificações dessas imagens podem ser feitas por um processo visual ou digital. Na classificação visual é realizada por um interprete extraindo feições de interesse. Já a classificação digital trata-se do reconhecimento de padrões e objetos homogêneos representado por um conjunto de pixels (Jensen, 2005).

As classificações digitais podem variar em seus métodos de aplicação. A classificação por região ou orientada ao objeto é amplamente utilizada na literatura. O método utiliza a informação do espectral de cada pixel associada aos pixels vizinhos, tais como forma e textura. Assim as classes de interesse são formadas a partir de objetos espacialmente e espectralmente similares (Ponzoni et al., 2012).

Nesse contexto muito trabalho tem avaliado a eficiência de classificadores para áreas homogêneas. Algumas técnicas têm se destacado na literatura da classificação orientada ao objeto. O classificador “máquinas de vetores suporte ("support vector machine", SVM) baseia-se no princípio da separação ótima, que acontece a partir da distribuição de probabilidade repetidamente com base em dados de treinamento (Huang et al., 2002). Outro classificador é o k-vizinhos mais próximos ("k-nearest neighbor", K-NN), a classificação feita com base nas amostras de treinamento e nos vizinhos mais próximos (Meng et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi avaliar classificações orientadas ao objeto em imagem Sentinel-2, utilizando os classificadores SVM (Support vector machine) e KNN (Nearest neighbor) para a classificação de uso e cobertura do solo, evidenciando as áreas de cultivo de cafés.

2. Metodologia de Trabalho

A área de estudo compreende o município de Três Pontas (21°17'10,07" S a 21°27'57,41" S de latitude e 45°30'4,69" O a 45°45'3,33" O de longitude), localizado na região sul do estado de Minas Gerais. O município (figura 1) possui clima tropical de altitude com temperatura média anual de 18,5 °C e precipitação média anual de 1.434 mm. A área total do município é de 689,794 km² com relevo predominantemente ondulado com algumas regiões montanhosas com predomínio de Latossolos. Essas condições climáticas e geográficas favorecem a produção cafeeira na região (Vieira, 2009).

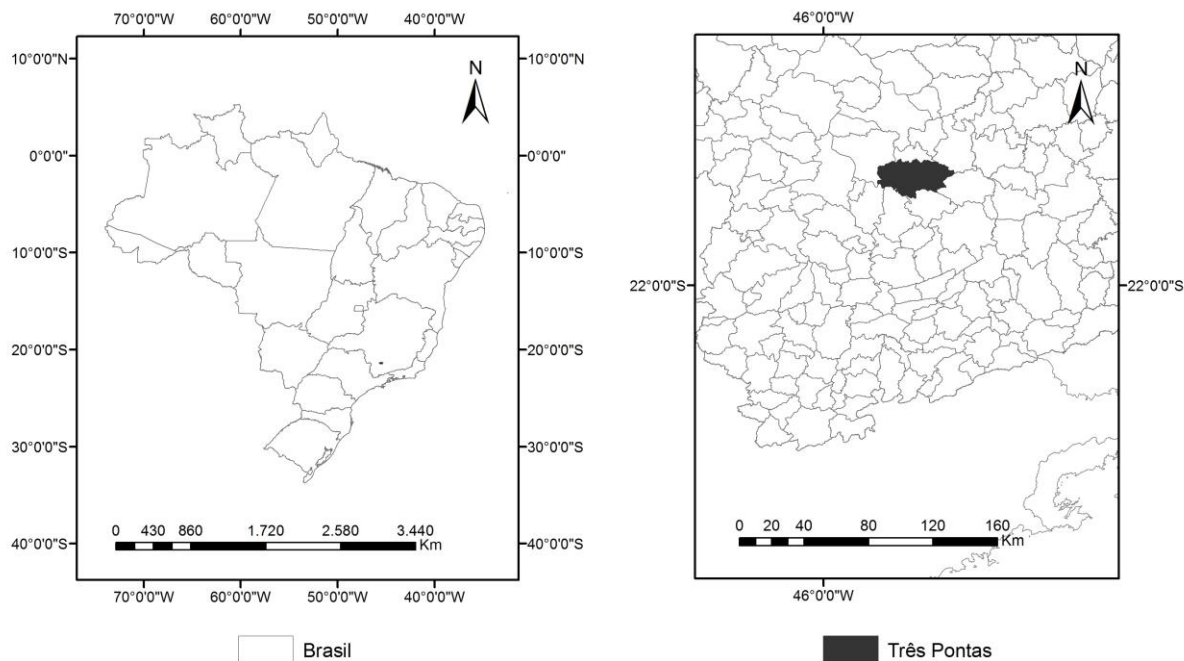


Figura 1. Localização do município de Três Pontas na região sul do estado de Minas Gerais.

Os dados multiespectrais foram extraídos no portal EarthExplorer (<http://earthexplorer.usgs.gov/>) para o município de Três Pontas com passagem no dia 24 de setembro de 2016. A missão Sentinel-2 foi executada pela Agência Espacial Europeia (ESA ou European Space Agency) fornecendo imagens de sensoriamento remoto de domínio público derivadas do satélite Sentinel-2 com resolução espacial de 10 m. Essa plataforma permite observações terrestres com aplicações que variam de monitoramento agrícola até avaliação de partículas em suspensão no ar (ESA, 2016).

O processo metodológico foi dividido em etapas. Primeiramente as imagens Sentinel-2 foram convertidas no software QGis 2.18 para o formato Geotiff e logo em seguida foi feita uma combinação de bandas no mesmo software. As imagens são fornecidas com 13 bandas, mas no presente estudo foram utilizadas apenas 10 descritas na tabela 1. No processo de combinação de bandas é feita uma reamostragem de forma que a composição final apresenta resolução de 10 m.

Tabela 1. Descrição das bandas da imagem Sentinel-2 utilizadas para a elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo.

Resolução	Nr da Banda	Nome da Banda	Comprimento de onda central (nanômetros)
10 m	B02	Azul	490
	B03	Verde	560
	B04	Vermelho	665
	B08	Infravermelho (NIR)	842
20 m	B05	Red Edge 1	705
	B06	Red Edge 2	740
	B07	Red Edge 3	783
	B08A	Red Edge 4	865
	B11	SWIR 1	1610
	B12	SWIR 2	2190

A segunda etapa foi realizada no software ENVI 5 através da ferramenta “Feature extraction – Example Base” que permite a extração de informações e classificação com base em características espectrais, espaciais e textura (Classificação, 2014). Inicialmente foi realizado o processo de segmentação que consiste no agrupamento de pixels vizinhos que apresentam semelhança em alguns aspectos predefinidos. Esse módulo permite realizar dois processos de segmentação; o “segment settings” que o utiliza o algoritmo “edge” numa escala de 10 e o “merge setting” que utiliza o algoritmo “full lambda schedule” numa escala de 60. As escalas foram definidas com base na literatura (Garofalo et al., 2015).

A partir da imagem segmentada foram coletadas amostras de cada classe predeterminadas. As classes escolhidas para representar o uso do solo na região foram café (lavouras de café), corpos d’água, mata (fragmentos de vegetação nativa), urbano (área urbana) e outros usos (solo exposto, pastagens, outras cultivares agrícolas). A classificação foi realizada pelos algoritmos; máquinas de vetores-suporte (“support vector machine”, SVM) e K-vizinhos mais próximos (“k-nearest neighbor”, K-NN). Nessa etapa cada segmento é classificado com base nas características espectrais, de textura e de forma de cada classe, de acordo com as amostras coletadas.

As acurácias dos mapas produzidos foram calculadas a fim de identificar o classificador que obteve o melhor desempenho. Dois métodos comumente destacados na literatura foram utilizados; a exatidão global e o índice Kappa (Congalton & Green, 1999). As amostras foram selecionadas de maneira estratificada com auxílio da imagem Sentinel-2, sendo 100 amostras para as maiores classes; café, mata e outros usos e 25 amostras para as menores classes, corpos d’água e área urbana.

3. Resultados e Discussão

Os classificadores apresentaram percentuais semelhantes de áreas ocupadas pelas classes de uso e cobertura do solo (tabela 2). A classe representativa dos remanescentes florestais da paisagem apresentou a menor divergência entre as classificações. Enquanto que a classe de Café apresentou diferenças consideráveis na classificação comparado os outros dois métodos.

Tabela 2. Área em hectares calculada pelos algoritmos para cada classe preestabelecida.

Classificadores	Classe				
	Café	Mata	Outros Usos	Corpos d'água	Área Urbana
SVM	27.537,71	15.568,80	22.163,93	1.169,46	2.489,04
K-NN	19.741,02	18.963,30	25.746,56	1.449,12	3.028,94

O algoritmo SVM apresentou o melhor valor de exatidão global, 0,901 seguido do método K-NN com 0,88 (Tabela 3). No segundo método de validação os dois algoritmos permaneceram apresentando um bom desempenho com o SVM obtendo um valor de 0,874 e o K-NN com 0,851.

Tabela 3. Os métodos de Acurácia dos mapas temáticos; Exatidão Global e Índice Kappa para cada classificador utilizado.

Classificadores	Exatidão Global	Índice Kappa
SVM	0,907	0,874
K-NN	0,889	0,851

As inconsistências das classificações observadas estão relacionadas a similaridade textural e espectral dos objetos. O alto desempenho apresentado pelo classificador SVM, deve-se a capacidade desse método de formar planos n-dimensões (figura 2). O algoritmo SVM é mais eficiente na separabilidade de coberturas florestais, enquanto o K-NN (figura 3) apresenta eficiência nas classes de área urbana, cultivos agrícolas e pastagens (Garofalo et al. 2015). Segundo Adami et al. (2007) o comportamento espectral das lavouras de café é muito variado em consequência de sistema de manejo e cultivo, espaçamento, idade, dentre outros fatores. A semelhança espectral com outros cultivos pode superestimar a área de cultivo de café de um determinado município. Comparando com o trabalho de Marujo (2013) que realizou classificação orientada ao objeto no software ecognition, utilizando o algoritmo vizinho mais próximo, obtendo um valor de Kappa de 0,61. A abordagem do presente trabalho se mostrou superior, pois os valores de Kappa foram superiores.

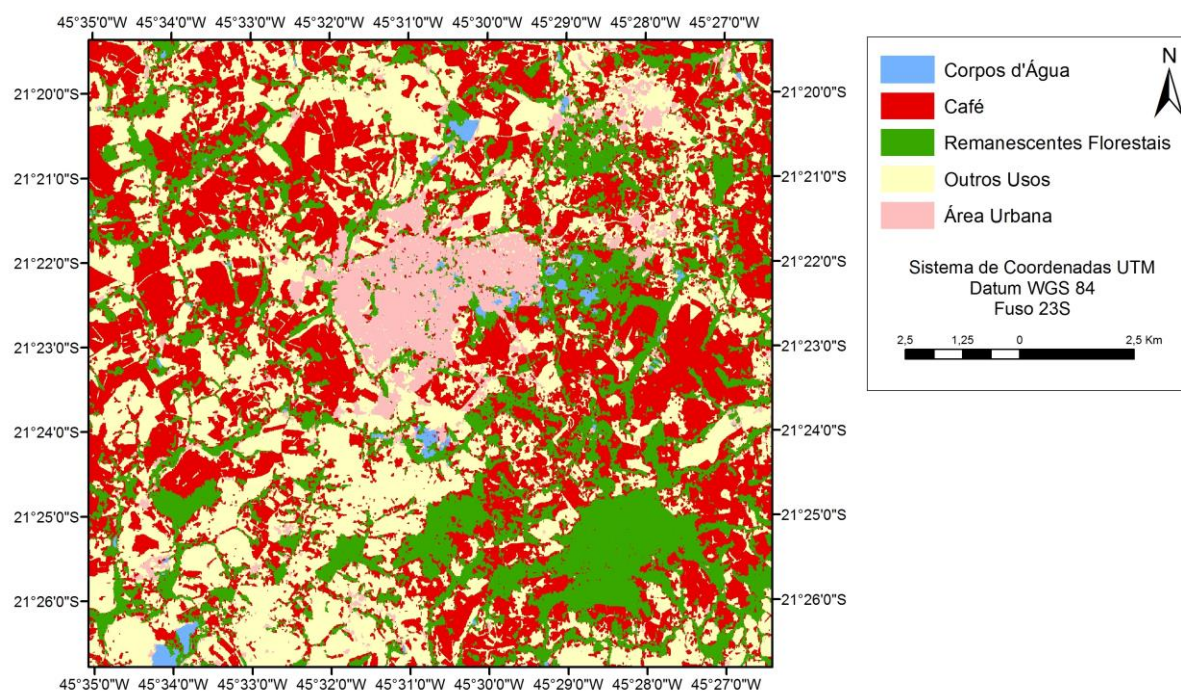


Figura 2. Mapa de uso e cobertura do solo do município de Três Pontas classificado pelo método SVM.

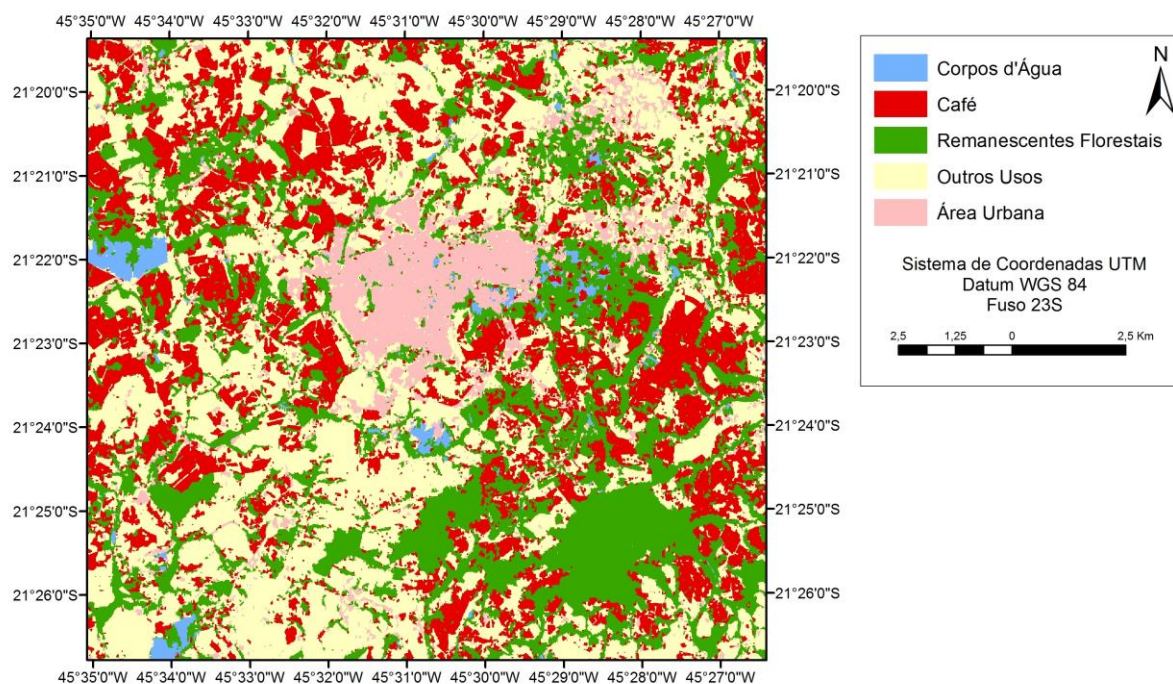


Figura 3. Mapa de uso e cobertura do solo do município de Três Pontas classificado pelo método K-NN.

A classificação orientada ao objeto é amplamente utilizada tanto com imagens de alta resolução quanto com imagens de baixa resolução (Zhou et al., 2009; Machado et al., 2014, Garofalo et al. 2015). Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que os métodos de classificação orientada ao objeto apresentam enorme eficiência quando aplicados a imagens

Sentinel-2. A resolução espacial da imagem em 10 m permite ao usuário obter informações de refletância, cor, forma e nitidez dos objetos.

Os resultados evidenciam que os métodos de classificação orientada ao objeto são eficientes para elaboração de mapas de uso e cobertura do solo. Os métodos SVM e K-NN são importantes ferramentas para classificação da paisagem. Mapas de uso e cobertura com altos valores de acurácia são de grande importância na gestão territorial, por representar com veracidade a área de estudo. A consistência dos mapas auxilia na estimativa de áreas de preservação permanente permitindo análises de impactos na paisagem (Valle Júnior et al., 2010).

4. Conclusões

Os métodos de classificação e segmentação no software ENVI 5.0 aplicados a imagens Sentinel-2 foram satisfatórios e confiáveis. Uma vez que os índices de exatidão global e Kappa apresentaram resultados ótimos. Dessa forma é recomendado a classificação de uso e cobertura do solo com imagens Sentinel-2, pois as mesmas apresentam nitidez e alta qualidade na informação espectral.

Agradecimentos

À Fundação de amparo à pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBP&D Café) pelo apoio e a concessão de bolsas. A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e a equipe do laboratório de Geoprocessamento GeoSolos. A Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Referências Bibliográficas

Adami, M., Moreira, M. A., Rudorff, B. F. T. Avaliação do tamanho da amostra de segmentos regulares para estimar a área plantada com café na região sul de Minas Gerais. In: simpósio brasileiro de sensoriamento remoto (SBSR), XIII, 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007. P. 15-20. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/laf/cafesat/artigos/AvaliacaoCafeSulMG.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

Classificação de imagens orientada a objetos com ENVI FX. Disponível em: <<http://www.envi.com.br/index.php/modulos/fx>>. Acesso em: 5 ago. 2016.

CONAB, C. N. D. A. **Acompanhamento da safra Brasileira.** 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_10_10_21_boletim_cafe_julho_2016.pdf>. Acesso em: 04. ago. 2016.

Congalton, R.G.; Green, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices.** Boca Raton: CRC Press, 1999. 137p.

Drusch, M.; Del Bello, U.; Carlier, S.; Colin, O.; Fernandez, V.; Gascon, F.; Hoersch, B.; Isola, C.; Laberinti, P.; Martimort, P.; et al. Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. **Remote Sens. Environ.** v.120, p.25–36, 2012,

ESA **Sentinel-2 Delivers First Images.** Disponível em: <http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2/Sentinel-2_delivers_first_images> Acesso em: 07 ago. 2016.

Garofalo, D. F. T.; Messias, C.G.; Liesenberg, V.; Bolfe, E.L.; Ferreira, M.C. Análise comparativa de classificadores digitais em imagens do Landsat- 8 aplicados ao mapeamento temático. **Pesq.agropec.bras.**, Brasília, v.50, n.7, p.593-604, jul. 2015.

Huang, C.; Davis, L.S.; Townshend, J.R.G. An assessment of support vector machines for land cover classification. **International Journal of Remote Sensing**, v.23, p.725- 749, 2002.

Jensen, J.R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. 3rd ed. Upper Saddle River: Prentice- Hall, 2005. 526p.

Machado, C.A.S.; Beltrame, A.M.K.; Shinohara, E.J.; Giannotti, M.A.; Durieux, L.; Nóbrega, T.M.Q.; Quintanilha, J.A. Identifying concentrated areas of trip generators from high spatial resolution satellite images using object- based classification techniques. **Applied Geography**, v.53, p.271- 283, 2014.

Marujo, R.F.B.; Volpato, M.M.L; Vieira, T.G.C.; Alves, H.M.R.; Ribeiro, M.B.P. Classificação orientada a objetos aplicada á cultivos cafeeiros em Três Pontas MG. In: Simpósio Brasileiro DE Sensoriamento Remoto, 16., Foz do Iguaçu. **Anais...** São José dos Campos:INPE, 2013, p.1338-1345. CD-ROM, On-line. ISBN 978-85-17-00066-9. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p0304.pdf>>. Acesso em: 09 ago. 2016.

Meng, Q.; Cieszewski, C.J.; Madden, M.; Borders, B.E. K nearest neighbor method for forest inventory using remote sensing data. **GIScience and Remote Sensing**, v.44, p.149- 165, 2007.

Moreira, M. A. Geotecnologias no mapeamento da cultura do café em escala municipal. **Sociedade & Natureza**, v.20, n.1, p.101-110, 2008.

Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E.; Kuplich, T.M. **Sensoriamento remoto da vegetação**. 2.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 160p.

Valle Júnior, R.F. do; Pissarra, T.C.T.; Passos, A. de O.; Ramos, T.G.; Abdala, V.L. Diagnóstico das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Tijuco, Ituiutaba - MG, utilizando tecnologia SIG. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.495- 503, 2010

Vieira, T. G. C., Lacerda, W. S., Botelho, T. G., Mapeamento de áreas cafeeiras utilizando redes neurais artificiais: Estudo de caso na região de Três Pontas, Minas Gerais. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 25-39. Abril., 2009, Natal, **Anais...** São José dos Campos : INPE, 2009. Artigos, p.7947-7954. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.13.12.57/doc/7947-7954.pdf>>. Acesso em: 12. ago. 2016.

Zhou, W.; Huang, G.; Troy, A.; Cadenasso, M.L. Object- based land cover classification of shaded areas in high spatial resolution imagery of urban areas: a comparison study. **Remote Sensing of Environment**, v.113, p.1769- 1777, 2009.