

Emprego de Landsat 8 para o mapeamento de áreas cafeeiras nos municípios das Matas de Minas ⁽¹⁾.

Maola Monique Faria ⁽²⁾; Ligia Tavares de Souza ⁽³⁾; Elpidio Inácio Fernandes Filho ⁽⁴⁾; Márcio Rocha Francelino ⁽⁴⁾; Williams Pinto Marques Ferreira ⁽⁵⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Embrapa Café e do Sebrae.

⁽²⁾ Estudante de Doutorado do PPG em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; maolageo@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Mestrado do PPG em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Solos; Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Pesquisador; Embrapa Café.

RESUMO: Este trabalho visa classificar o uso e cobertura do solo nos municípios das Matas de Minas com foco nas áreas de produção de café utilizando imagem Landsat 8. A região das Matas de Minas localiza-se no sudeste do estado de Minas Gerais. O algoritmo de classificação utilizado foi o MaxVer no software ArcGIS 10.1. Foram testadas 1024 combinações de bandas envolvendo composições de seis bandas espectrais da imagem Landsat 8, duas componentes principais da imagem, NDVI e EVI. Para o treinamento do algoritmo foram utilizadas 10.000 amostras de treinamento distribuídas de forma aleatória por toda área de estudo. Para a validação das classificações obtidas, utilizou 4.365 pontos. Para a avaliação da acurácia foi utilizado o índice Kappa. Os valores de Kappa obtidos pelas diferentes combinações de bandas foram comparados aplicando o teste Z ($\alpha = 95\%$). As classificações que não apresentaram diferença estatística foram comparadas pixel a pixel para identificar o grau de concordância entre elas para o mapeamento da classe café. O uso de bandas visíveis, infravermelho, índices de vegetação e principais componentes da imagem do Landsat 8 contribuíram para a obtenção de classificações com Kappa considerados bom na literatura. Apesar das melhores classificações não apresentaram diferença estatística quando comparadas pelo teste Z ($\alpha = 95\%$), estes mostram diferenças internas, uma vez que apenas 63,59% dos pixels foram classificados como pertencentes à classe café em todas as combinações analisadas.

Termos de indexação: Maxver, novas combinações de bandas, comparação pixel a pixel.

INTRODUÇÃO

No Brasil, maior produtor mundial de café, estima-se que a cafeicultura se faz presente em 1.700 municípios brasileiros, num total de 300 mil propriedades rurais, o que gera empregos e renda. Sua importância econômica pode ser comprovada pela primeira estimativa de produção para a safra 2014, realizada pela Companhia Nacional de

Abastecimento (CONAB, 2014), onde o País deve colher entre 46,53 a 50,16 milhões de sacas de 60 quilos do produto beneficiado.

A história da atividade cafeeira no Brasil está ligada ao estado de Minas Gerais, que ao contrário das demais unidades da federação, continua se destacando na produção desta cultura, com previsão de safra para 2014 de 26.640.622 sacas de café (CONAB, 2014).

Segundo Joaquim (1998) citado por Daamem et al. (2003), as técnicas de sensoriamento remoto se apresentam como importantes ferramentas para o mapeamento não somente para espacialização das áreas cultivadas, como também para a variabilidade da qualidade das plantações. No caso da cultura cafeeira, essa ferramenta tem sido empregada, principalmente, no mapeamento e na caracterização das áreas produtoras (Campos, 2005).

Moreira et al. (2004) afirmam que para o mapeamento das lavouras de café de forma mais condizente com a realidade faz-se necessário que o resultado da classificação seja corrigido a partir da fotointerpretação em tela visto que essa cultura apresenta alto grau de confundimento com matas naturais e, dependendo do estágio de desenvolvimento da cultura, com pastagens.

No tocante ao comportamento espectral do café, Moreira et al. (2007) afirmam que este apresenta alta variabilidade decorrente do estado nutritivo, sanidade e variedade da planta e das práticas culturais e do manejo da cultura. Segundo os mesmos autores, essa variabilidade pode ocasionar erros que estão relacionados com a precisão e a exatidão dos mapeamentos envolvendo essa cultura.

O presente trabalho tem por objetivo principal classificar o uso e cobertura do solo nos municípios das Matas de Minas com enfoque nas áreas produtoras de café a partir da utilização de imagem Landsat 8. Seus objetivos específicos são: avaliar a contribuição de diferentes composições de bandas multiespectrais, das componentes principais e dos índices de vegetação na separação das áreas cafeeiras dos municípios das Matas de Minas.



MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A região das Matas de Minas está localizada na porção sudeste do Estado de Minas Gerais (**Figura 1**), sendo composta por 61 municípios espalhados por uma área de 1.749.114 ha (3% de Minas Gerais, estado responsável por aproximadamente 50% da produção nacional de café) com uma população de 899.876 habitantes (que representa 5% da população do Estado) (IBGE, 2010). A região produz cinco milhões de sacas por ano, o que representa 24% da produção do Estado, sendo que 80% das fazendas de café são de até 20 ha, ou seja, de pequenos produtores (IBGE, 2006).

Base de dados

O estudo foi realizado utilizando-se uma cena do satélite Landsat 8 que foi recortada de acordo com os limites da área de estudo, com as devidas correções radiométricas e geométricas. A base cartográfica foi composta pelos arquivos vetoriais de rodovias e hidrografia extraídos de cartas planialtimétricas do IBGE (2001).

O algoritmo de classificação de imagens utilizado foi o da Máxima Verossimilhança (MaxVer), utilizando o software ArcGis 10 (Esri).

Foram testadas 1024 combinações de bandas, envolvendo composições das seis bandas multiespectrais da imagem Landsat, duas componentes principais da imagem (PCAc1 e PCAc2), NDVI e EVI, a fim de avaliar qual a melhor combinação para diferenciar as áreas cafeeiras das demais classes de uso do solo.

Para a obtenção das amostras de treinamento foram criados polígonos de forma retangular como forma de minimizar a quantidade de vértices de acordo com recomendação de Campbell (1987). O tamanho de cada amostra variou entre 7 e 13 pixels, perfazendo um total de 10.000 amostras distribuídas por toda a área estudada e por todas as classes de uso de interesse do estudo, a saber: café, mata, eucalipto, solo, água, pastagem, nuvem e sombra.

As amostras de validação foram obtidas a partir da criação de uma malha com 5000 pontos aleatórios sobre a área em estudo. Posteriormente foi identificada a classe de uso de cada um dos pontos com base nas imagens de alta resolução disponibilizadas pela ESRI (Basemap), sendo que os pontos onde houve dúvida em sua classificação visual foram eliminados restando após esse processo 4356 pontos de validação distribuídos pelas classes de uso de interesse do estudo.

Salienta-se que foi dada atenção especial para a não ocorrência de sobreposição entre as amostras de treinamento e os pontos de validação.

Para a avaliação da exatidão foi utilizado o índice Kappa (Congalton, 1991). Os valores de Kappa obtidos a partir das diferentes combinações de bandas foram comparados entre si aplicando o teste estatístico z ($\alpha = 95$) (Vieira, 2001). As classificações com o mesmo valor de Kappa que não apresentaram diferença estatística pelo teste z foram comparadas pixel a pixel para identificar o grau de concordância entre elas para o mapeamento da classe café, realizadas com ferramentas do ArcGis 10.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As 1021 combinações tiveram sua acurácia avaliada pelo índice Kappa, sendo que a combinação que obteve maior valor (0,75) e exatidão global (0,80) foi a que empregou as bandas 2, 3, 4, 5 e 6 da imagem Landsat 8, juntamente com as duas componentes principais (PCAc1 e PCAc2). Ao analisar os resultados, nota-se que mais de 68% deles apresentam valores de Kappa maior que 0,70, considerados como muito bom segundo Landis e Koch (1977). A distribuição dos valores do índice Kappa em ordem decrescente estão exibidos na **Figura 2**.

Ao analisar a posição entre todas as combinações (1024 ao total), a composição com as bandas 345 (em imagens Landsat 8 bandas 456) apresentou valor do índice Kappa de 0,64; aparecendo apenas em 936ª. Tal fato demonstra que essa pode ser utilizada para o mapeamento dos usos do solo na área de estudo com enfoque na classe das plantações de café, porém existem outras combinações de bandas que apresentaram melhores resultados.

Ao realizar o teste z ($\alpha = 95\%$) entre as classificações obtidas observou-se que as 182 primeiras combinações, com Kappa superior ou igual 0,73, não se diferenciam estatisticamente. Dessas, 180 composições apresentam pelo menos uma banda do visível (bandas 2, 3 e 4) (**Tabela 1**) e 181 composições apresentam pelo menos uma banda do infravermelho (bandas 5,6 e 7). Os índices de vegetação (EVI e/ou NDVI) se fizeram presentes em 97, aproximadamente a metade destas combinações e as componentes principais (PCAc1 e/ou PCAc2) estão presentes em 161 classificações. Estes resultados demonstram a importância de utilizar além de bandas do visível e do infravermelho, o uso de índices de vegetação e também dos componentes principais.

Tabela 1. Ocorrência de combinações com certo conjunto de banda dentre os 182 melhores resultados

Bandas do visível	Infravermelho	Índices de vegetação	Componente principal
180	181	97	161

Ao proceder à análise comparativa pixel a pixel entre as 182 classificações que não diferenciaram entre si pelo teste z (95%), para a classe café, observa-se que ocorreu coincidência de 63,6% entre os pixels classificados como café, sendo que para as classes mata e eucalipto estes foram de, respectivamente, 88,9% e 90,9% (**Tabela 2**).

A partir destes resultados foi criada uma nova classificação, utilizando a classe mais frequente para cada pixel nas 182 melhores classificações. Ao realizar o cruzamento do mapa resultante dessa comparação com as amostras de validação obteve-se Kappa de 0,75, valor semelhante ao das classificações utilizadas no processo de comparação.

CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que o emprego das bandas do visível, infravermelho, índices de vegetação e componentes principais da Landsat 8 concorreram para a obtenção de classificações com Kappa considerados muito bons pela literatura.

No presente estudo, apesar das melhores classificações não apresentarem diferença estatística quando comparadas pelo teste z ($\alpha = 95\%$), estas apresentam diferenças internas, visto que somente 63,59% dos pixels foram classificados como sendo pertencente à classe café em todas as combinações analisadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Embrapa Café e ao SEBRAE/MG pelo financiamento da presente pesquisa. E à FAPEMIG pela concessão da bolsa de estudo e auxílio financeiro na publicação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- CAMPBELL, J.B. Introduction to remote sensing. New York, The Guilford Press, 1987. 667p.
- CAMPOS, D. S. Análise da variabilidade espacial da produtividade da cafeicultura de montanha com uso de

técnicas de sensoriamento remoto. [Dissertação]. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). Acompanhamento da Safra Brasileira Café Safra 2013 primeira estimativa, janeiro/2013. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_01_09_17_43_49_boletim_cafe_janeiro_2013.pdf. Acesso em 22 fev 2013.

CONGALTON, R. G. A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data. Remote Sens. Environ., n.37, p. 35-46, 1991.

DAAMEN, M.L.J.; ROCHA, J. V.; LAMPARELLI, R. A. C.; ZULLO JUNIOR, J. Comparação entre estimativa de produção de cana-de-açúcar auxiliada por processamento digital de imagens de satélite e métodos tradicionais de observação em campo. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, Belo Horizonte, 2003. Anais. Belo Horizonte: INPE, 2003. p. 47-49.

IBGE. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro, 2006.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, vol. 33, p.159-174, 1977.

MOREIRA, M. A.; BARROS, M. A.; FARIA, V. G. C. DE; ADAM, M. Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais. Informe Agropecuário, v. 28, n. 241, p. 27-37, 2007.

MOREIRA, M.A. ADAMI, M.; RUDORFF, B.F.T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.39, n.3, p.223-231, mar. 2004.

VIEIRA, C.A.O. Accuracy of remotely sensing classification of agricultural crops: a comparative study. [Tese]. Nottingham: Universidade de Nottingham; 2001.

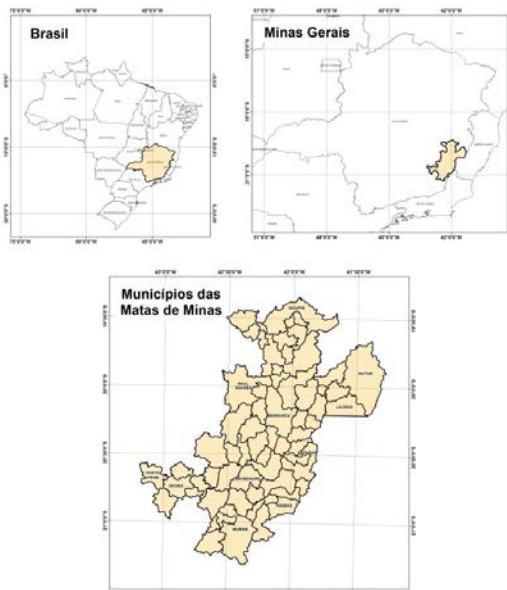


Figura 1 – Mapa de localização dos municípios das Matas de Minas

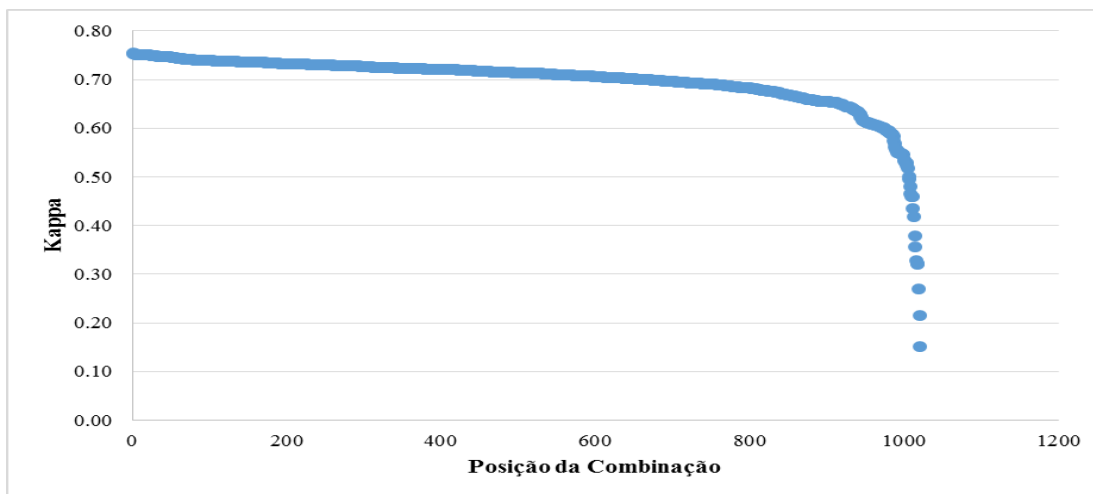


Figura 2 – Valores do índice Kappa em ordem decrescente

Tabela 2 - Porcentagem de pixels coincidentes entre as 182 melhores classificações

	Café	Mata	Eucalipto	Solo	Água	Pastagem	Nuvem	Sombra
Café	63,59	8,83	24,75	0,61	0,23	1,90	0,00	0,00
Mata	7,29	88,88	2,43	0,09	0,19	0,37	0,00	0,56
Eucalipto	4,09	3,61	90,87	0,24	0,00	0,48	0,00	0,00
Solo	1,00	0,60	0,00	81,40	2,20	13,60	0,20	0,20
Água	0,00	0,00	0,00	1,14	92,05	0,00	0,00	1,14
Pastagem	9,83	0,31	5,86	3,97	1,57	77,72	0,00	0,10
Nuvem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,52	0,00
Sombra	0,00	0,48	0,00	0,00	7,14	0,00	0,00	88,57