

**Classificação supervisionada de imagens de satélite para mapeamento  
de áreas cafeeiras: estudos das regiões de Três Pontas e  
São Sebastião do Paraíso - MG**

Rennan de Freitas Bezerra Marujo<sup>(1)</sup>, Margarete Marin Lordelo Volpato<sup>(2)</sup>,  
Tatiana Grossi Chiquiloff Vieira<sup>(2)</sup>, Helena Maria Ramos Alves<sup>(3)</sup>,  
Mária Bruna Pereira Ribeiro<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup>Bolsista PIBIC FAPEMIG/EPAMIG, rennanmarujo@gmail.com;

<sup>(2)</sup>Pesquisadoras/Bolsistas BIP FAPEMIG/EPAMIG - Lavras, margarete@epamig.ufla.br,  
tatiana@epamig.ufla.br; <sup>(3)</sup>Pesquisadora, EMBRAPA CAFÉ - Brasília, helena@embrapa.br;

<sup>(4)</sup>Bolsista Consórcio Pesquisa Café/EPAMIG - Lavras, mariabruna9@yahoo.com.br

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é o maior produtor e exportador de café do mundo, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE 2009), sendo estimado que o País deverá colher mais de 50 milhões de sacas de 60 kg do produto beneficiado (Árabica e Conilon) para a safra de 2012 (CONAB, 2012).

Segundo Moreira, Barros e Rudorff (2008), conhecer como a atividade cafeeira está distribuída é importante para planejar e prever sua distribuição em escala municipal, estadual e federal, vide seu valor socioeconômico para o Brasil. Mais de 50% dessa produção encontra-se no estado de Minas Gerais, apesar disso a cafeicultura mineira ainda carece de informação complementar, principalmente sobre sua distribuição espacial e o ambiente em que é cultivada.

Venturieri (1996) afirma que o processamento digital de imagem constitui de poderosas ferramentas, capazes de retificar, classificar e realçar imagens orbitais, sendo estas de grande aplicação na área de recursos naturais. Souza et al. (2009) afirmam que para o mapeamento de cultivos cafeeiros ferramentas de classificação automática raramente são utilizadas. Adami, Moreira e Rudorff (2007) explicam que isto ocorre, porque o comportamento espectral das lavouras de café é muito variado em consequência de espaçamento, sistema de manejo e cultivo, idade, dentre outros fatores assemelhando-se nas classificações a outros cultivos e mata nativa.

Coltri et al. (2011) afirmam que estudos com imagens de alta resolução como a Ikonos, Quickbird e Geoeye-1 têm obtido destaque quando aplicadas para ambientes cafeeiros e comparadas com as tradicionais imagens Landsat. Desta forma, utilizar o satélite RapidEye aparenta ser uma boa opção para estudos de ambientes cafeeiros.

Este trabalho visa avaliar a classificação supervisionada pixel a pixel do algoritmo de máxima verossimilhança em dois ambientes cafeeiros distintos: Três Pontas e São Sebastião do Paraíso, em imagens de satélite de alta resolução como a RapidEye.

## **MATERIAL E MÉTODO**

Os dados multiespectrais foram adquiridos do sensor RE-4, acoplado aos satélites REIS (RapidEye imaging system) para a região de Três Pontas, São Sebastião do Paraíso e municípios vizinhos, com data de passagem 12 de agosto de 2009. Essas imagens pertencem ao Banco de Dados Geográficos do governo do estado de Minas Gerais.

A primeira área de estudo está compreendida na região de Três Pontas (21° 20' S e 45° 28' O ponto EPAMIG); a segunda área de estudo está compreendida na região de São Sebastião do Paraíso (20°55'S e 46°55'O ponto EPAMIG). As características de cada área de estudo podem ser observadas na Tabela 1.

Inicialmente foi realizada a interpretação visual das imagens e elaboração dos mapas de uso da terra, onde foram obtidas as classes: café, mata, água, outros e urbano. Em seguida foram realizadas as amostragens das classes de uso da terra nas imagens e as classificações supervisionadas pixel a pixel do algoritmo de máxima verossimilhança. Foi utilizado o software ENVI 4.7 para classificação pixel a pixel e validação das classificações, por meio dos índices globais, Kappa, acurácia do produtor e acurácia do consumidor, obtidos na matriz de confusão gerada, mediante comparação do mapa classificado com o mapa interpretado visualmente.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para os valores da classificação da área de estudo de Três Pontas, o índice global e o índice Kappa obtiveram valores de 75,894% e 0,61964,

respectivamente enquanto que a acurácia de produtor e consumidor para a classe café obteve valores de 77,52% e 54,69%, respectivamente.

Para os valores da classificação da área de estudo de São Sebastião do Paraíso, o índice Global e o índice Kappa obtiveram valores de 82,3148% e 0,6195, respectivamente, enquanto que a acurácia de produtor e consumidor para a classe café obteve valores de 72,91% e 50,71%, respectivamente.

De acordo com a classificação de Landis e Koch (1977) para o índice Kappa, ambos resultados de classificação foram muito bons. Em uma análise geral, a classificação em São Sebastião do Paraíso sobressaiu-se nas acurácias, mas em uma análise puramente da classe cafeeira, a área de estudo de Três Pontas obteve uma acurácia maior, o que pode ser explicado pelo seu relevo ondulado com menor sombreamento e plantios mais bem definidos, quando comparada com a área de estudo de São Sebastião do Paraíso. Sombras e irregularidades no plantio favorecem a confusão da classe com a mata nativa, uma vez que a resposta espectral do café e da mata nativa são complexas e semelhantes como observado por Souza et al. (2009) e Adami, Moreira e Rudorff (2007).

## CONCLUSÃO

O algoritmo supervisionado de classificação pixel a pixel de máxima verossimilhança obteve uma classificação satisfatória, demonstrando que o método possui grande potencial para ser utilizado no mapeamento de áreas cafeeiras em condições ambientais semelhantes às encontradas neste estudo.

## AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelas bolsas e financiamentos concedidos.

## REFERÊNCIAS

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, 13<sup>o</sup>, 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 nov. 2012.

COLTRI, P.P. et al. Classificação de áreas de café em Minas Gerais por meio do novo algoritmo QMAS em imagem espectral Geoeye-1. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15<sup>o</sup>, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p.539-546. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0993.pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2012.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: café-safra 2012 - terceira estimativa setembro/2012**. Brasília 2012. 19p. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/otalaCMS/uploads/arquivos/12\\_09\\_06\\_10\\_10\\_21\\_boletim\\_café\\_-\\_setembro\\_20120.pdf](http://www.conab.gov.br/otalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_10_10_21_boletim_caf%C3%A9_-_setembro_20120.pdf). Acesso em 15 out. 2012.

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-174, Mar. 1977.

IBGE. Censo Agro 2006: IBGE revela retrato do Brasil agrário. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/previdencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=164&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/previdencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=164&id_pagina=1)>. Acesso em: 10 jul. 2012.

MOREIRA, M.A.; BARROS, M.A.; RUDORFF, B.F.T. Geotecnologias no mapeamento da cultura do café em escala municipal. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v.20, n.1, p.101-110, jun. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-45132008000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1982-45132008000100007&script=sci_arttext)>. Acesso em: 12 jul. 2012.

SOUZA, V.C.O. de et al. Análise e classificação textural de áreas de mata e café na região de Machado – MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p.7925-7932. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880111/1/Analiseeclasseificacao.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2012.

VENTURIERI, A. **Segmentação de imagens e lógica nebulosa para treinamento de uma rede neural artificial na caracterização do uso da terra na região de Tucuruí (PA)**. 1996. 140p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/iris@1912/2005/07.20.10.59>>. Acesso em: 30 abr. 2012.

Tabela 1 - Caracterização das áreas de estudo

Área de Estudo	Três Pontas	São Sebastião do Paraíso
Área (km <sup>2</sup> )	510	520
Altitude	900	890
Precipitação média anual (mm)	1.434	1.470
Temperatura média (°C)	18,5	20,8
Relevo	Ondulado	Suave ondulado
Solo	Latosolos	Latosolos e Nitossolos Vermelhos Férricos

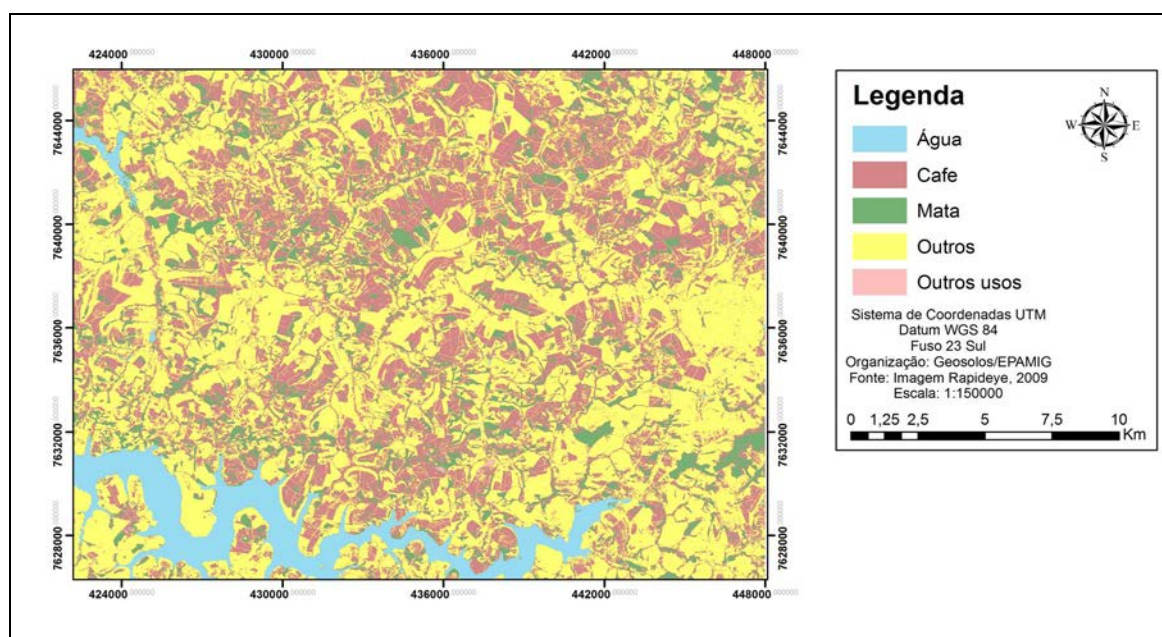


Figura 1 - Classificação pixel a pixel supervisionada por meio do algoritmo de máxima verossimilhança para a área de estudo de Três Pontas, MG

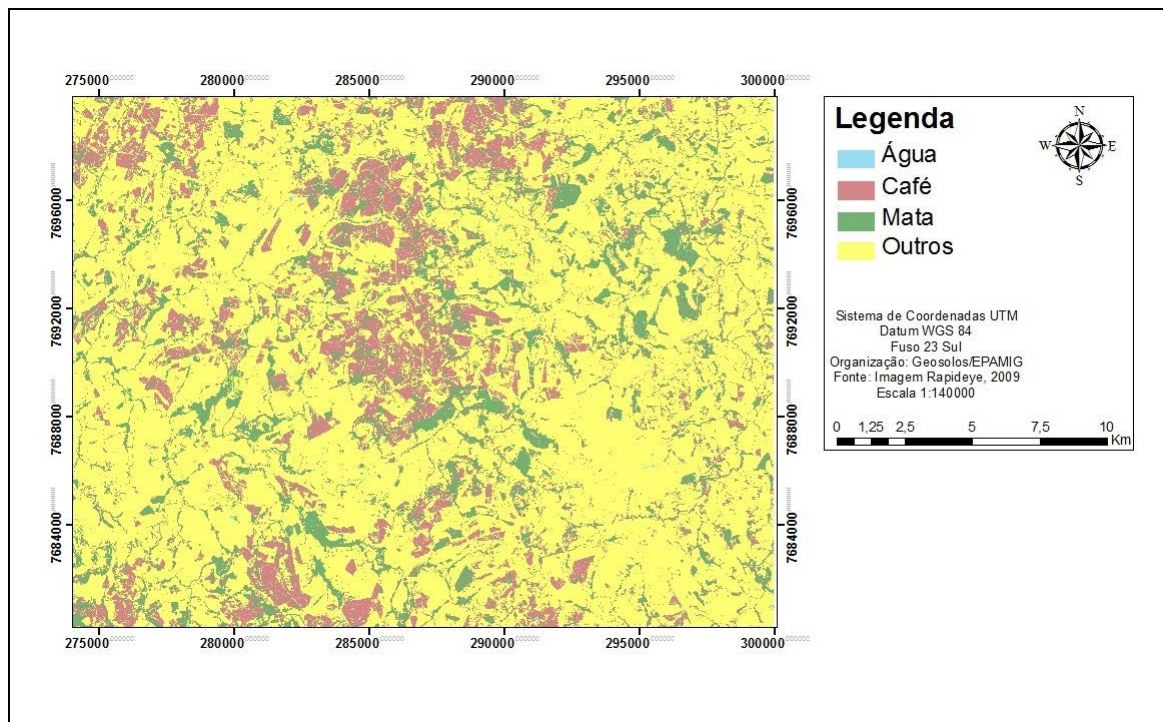


Figura 2 - Classificação pixel a pixel supervisionada por meio do algoritmo de máxima verossimilhança para a área de estudo de São Sebastião do Paraíso, MG