

## Geotecnologias aplicadas à caracterização dos ambientes cafeeiros da Mantiqueira de Minas

Helena Maria Ramos Alves<sup>1</sup>  
Margarete Marin Lordelo Volpato<sup>2</sup>  
Tatiana Grossi Chquiloff Vieira<sup>2</sup>  
Marilusa Pinto Coelho Lacerda<sup>3</sup>  
Rosângela Alves Tristão Borém<sup>4</sup>  
Flávio Meira Borém<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA CAFÉ  
Parque Estação Biológica - PqEB s/n, CEP 70770-901, Brasília, DF  
[helena.alves@embrapa.br](mailto:helena.alves@embrapa.br)

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais- EPAMIG  
Campus Universitário, Caixa Postal 176, CEP 37200-000, Lavras, MG  
{margarete, [tatiana](mailto:tatiana@epamig.ufla.br)}@epamig.ufla.br

<sup>3</sup> Universidade de Brasília – UnB  
Campus Universitário Darcy Ribeiro, CEP 70910-900, Brasília, DF  
[marilusa@unb.br](mailto:marilusa@unb.br)

<sup>4</sup> Universidade Federal de Lavras – UFLA  
Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG  
[tristao@dbi.ufla.br](mailto:tristao@dbi.ufla.br)

<sup>5</sup> Líder da equipe do Projeto  
Universidade Federal de Lavras – UFLA  
Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000, Lavras, MG  
[flavioborem@deg.ufla.br](mailto:flavioborem@deg.ufla.br)

**Abstract.** Land-use and land-cover change (LUCC) is a major cause of environmental transformation. Distant drivers of local land use changes, often associated with emerging markets for specific products, are now considered one of the principal factors of LUCC and are gaining attention in land change science. Consumers show an increasing interest in local and quality food certified for its origin and/or its environmental production standards. A kind of agricultural product certification, Geographical Indications identifies a product as originating from a specific region where a given quality, reputation or characteristic is attributed to its geographical origin. Sustainable land use is potentially an indirect effect of Geographic Indications because a better management is required to preserve the natural resources associated with the unique characteristics of the product. Located in the southern region of the state of Minas Gerais is Mantiqueira de Minas, considered one of the most important regions of specialty coffees in Brazil. In 2011, the region's tradition and reputation were recognized through a Geographic Indication, the second for coffee in the country. To exploit the full potential of this area for specialty coffees and meet the growing demand for this new segment it is necessary to understand the coffee environments in the region. Geotechnology can have a significant contribution in filling this gap. This work is part of a research project that aims at a detailed characterization of the region's coffee agroecosystems. In the present study, geotechnologies were used to map the areas occupied by coffee plantations. RapidEye satellite images and SPRING and ArcGIS softwares were used. The results showed that coffee occupies approximately 8% of the region's total area and is mostly distributed in the hilly areas with higher elevations. The results of this study provide information to better understand the factors involved in the expression of the beverage quality of the specialty coffees produced in the region and the scientific basis required for obtaining a new Geographic Indication, this time in the type of Denomination of Origin (Denominação de Origem - DO).

Palavras chave: remote sensing, coffee, environmental characterization, geotechnology, geographic indication.

## 1. Introdução

O mapeamento da dinâmica do uso e cobertura da terra é fundamental para inúmeras ações de planejamento e gestão do espaço geográfico, registrando a variabilidade e peculiaridades de diferentes áreas de interesse. Dentre as aplicações mais recentes da caracterização e mapeamento de ambientes agrícolas, encontram-se as Indicações Geográficas e dentre os produtos agropecuários nacionais com maior potencial para utilização deste sinal distintivo está o café, um dos principais produtos de exportação do Brasil.

O mercado nacional e internacional de café indica uma crescente demanda por cafés especiais, cujas características estejam intimamente relacionadas ao meio geográfico. Nesse cenário, no qual o setor produtivo e o mercado estabelecem uma relação comercial transparente pautada na livre escolha por parte do consumidor e na agregação de valores e diferenciação de preços em função da qualidade do produto, as Indicações Geográficas representam uma nova filosofia de produção, voltada para a qualidade, a especialidade e a tipicidade, oriundas da origem da produção. A legislação brasileira prevê duas modalidades de Indicação Geográfica, a Indicação de Procedência e a Denominação de Origem. Considera-se Indicação de Procedência o nome geográfico da região ou território que tenha se tornado conhecido como centro de produção de determinado produto. Já na Denominação de Origem além da tradição e reputação, as qualidades ou características do produto devem estar diretamente relacionadas às características ambientais da região de origem.

A Região da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais ou Mantiqueira de Minas, delimitada em 2011 pela Indicação de Procedência (IP), localiza-se na Zona Fisiográfica Sul/Sudeste do Estado e compreende os municípios de Baependi, Brasópolis, Cachoeira de Minas, Cambuquira, Campanha, Carmo de Minas, Caxambu, Conceição das Pedras, Conceição do Rio Verde, Cristina, Dom Viçoso, Heliódora, Jesuânia, Lambari, Natércia, Olímpio Noronha, Paraisópolis, Pedralva, Pouso Alto, Santa Rita do Sapucaí, São Lourenço e Soledade de Minas. A estes 22 municípios que foram demarcados inicialmente, se agregaram em 2013 os municípios de Piranguinho, São Gonçalo do Sapucaí e São Sebastião da Bela Vista, que pleiteiam junto ao INPI, sua inclusão no território originalmente demarcado pela IP.

A caracterização dos agroecossistemas cafeeiros da Mantiqueira de Minas é de extrema importância para o planejamento e gestão do setor cafeeiro e o desenvolvimento sócio-econômico regional. O mapeamento das áreas ocupadas pela cafeicultura, com a delimitação de ambientes homogêneos para o direcionamento das atividades agrícolas e da preservação dos recursos naturais, fornece os subsídios necessários para a formulação de políticas públicas voltadas ao estímulo da competitividade e da sustentabilidade do agronegócio café da região.

O Brasil ainda é um país carente de caracterizações detalhadas de seus recursos naturais e é nesta lacuna que as geotecnologias e os sistemas computacionais podem contribuir. O uso de imagens de satélite representa uma ferramenta de grande utilidade para fins de mapeamento, devido a sua grande abrangência em termos de área, com possibilidade de análise visual e espectral, periodicidade e acervo histórico, a um custo relativamente baixo. Sistemas de Informações Geográficas por sua vez possibilitam a integração de informações de diferentes fontes e a realização de análises e operações complexas dos dados espaciais. As geotecnologias referentes ao sensoriamento remoto orbital e aos sistemas de informação geográfica estão cada vez mais sendo utilizadas para mapear e quantificar áreas ocupadas com a cultura do café (Moreira et al., 2004; Vieira et al., 2007).

O objetivo desse trabalho foi realizar o mapeamento do uso da terra do território recentemente demarcado como Mantiqueira de Minas, com a utilização de geotecnologias para

a delimitação das áreas ocupadas pela cafeicultura. Este mapeamento é um dos segmentos da caracterização detalhada dos ambientes cafeeiros da região.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para realizar o mapeamento do uso da terra foram usadas imagens do satélite RapidEye, do ano 2009. A região de estudo encontra-se inserida em um retângulo envolvente, delimitado pelas coordenadas: latitude 21°39'43'' e 22°46'10''S e longitude 46°2'20'' e 44°34'28''O. A extensão territorial é de 549.269 hectares, com altitudes que variam entre desde 800 a mais de 2000 metros, temperatura média anual de 17,9°C e precipitação média anual igual a 1.665 mm. O processamento digital das imagens foi realizado os softwares SPRING (Câmara, 1996) e ArcGis (ESRI, 2008). As imagens foram segmentadas e classificadas por interpretação visual. Com base nos critérios de interpretação visual, o uso atual foi mapeado de acordo com as classes de uso/ocupação: Café - lavouras de café em diferentes estádios de desenvolvimento; Mata: áreas ocupadas por vegetação natural de porte variado, incluindo matas ciliares, resquícios de floresta tropical, capoeiras e vegetação de cerrado; Área urbana: áreas de ocupação urbana; Água: rios, lagos e represas; Outros usos - pastagens, campos naturais e pastagens formadas; reflorestamentos, áreas destinadas a culturas anuais. Para a verificação do mapeamento foram realizadas campanhas de campo quando foram amostrados e georreferenciados 948 pontos, coletados em todas as classes mapeadas.

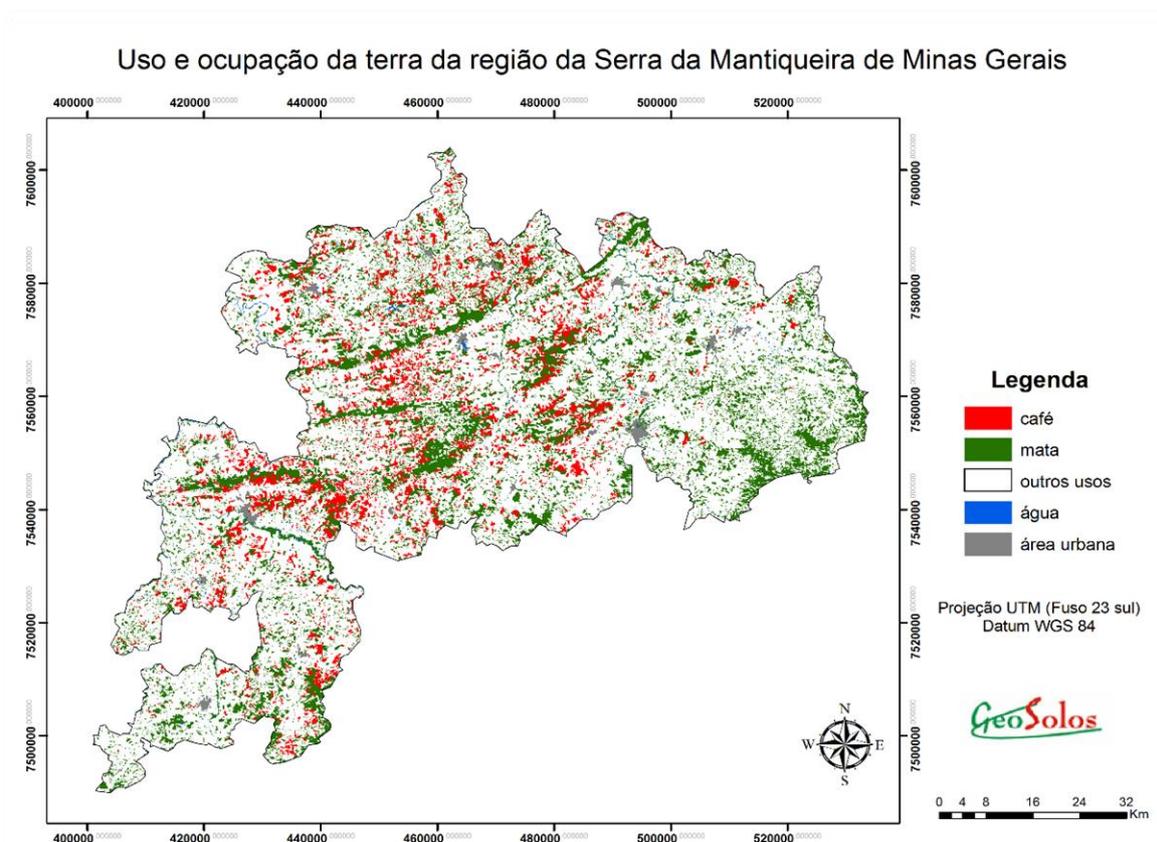
## 3. Resultados e Discussão

Os resultados apresentados neste trabalho referem-se aos 22 municípios que foram originalmente demarcados pela IG Região da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais. Existe uma solicitação para a inclusão de mais 3 municípios e o registro da região da Indicação de Procedência como Mantiqueira de Minas.

O mapa temático de uso da terra é apresentado na figura 1 e na tabela 1 a quantificação das classes de uso da terra. A área total dos 22 municípios da Região da Serra da Mantiqueira de Minas Gerais é de 549.275,61 ha. Destes, 45.769,49 ha são ocupados com plantações de café. As demais classes de uso mapeadas ocupam os seguintes percentuais em relação à área total da região: Corpos d'água: 0,38%; Área urbana: 0,96%; Mata: 19,99%; Outros usos: 70,34%. A acurácia do mapeamento foi avaliada mediante a comparação do mapa gerado e o conjunto de pontos georreferenciados em campo. Obteve-se um valor para o índice Kappa igual a 90,2% e de 0,86 para o índice Global de acerto, que são valores ranqueados como excelentes. Tais índices são baseados na construção de matrizes de erro, que constituem maneiras de representar a acurácia de um conjunto de dados simulados ou estimados, em relação a um conjunto de dados de referência (Bernardes, 2006).

**Tabela 1.** Área ocupada e distribuição percentual das classes de uso e ocupação da terra da Mantiqueira de Minas.

Classes de uso/ocupação	Área (ha)	%
Água	2092,42	0,38
Área Urbana	5300,57	0,96
Café	45769,03	8,33
Mata	109801,79	19,99
Outros usos	386311,80	70,34
<b>Total</b>	<b>549275,61</b>	<b>100,00</b>



**Figura 1.** Mapa de uso e ocupação da terra da Indicação de Procedência Mantiqueira de Minas

A tabela 2 apresenta a matriz de confusão das classes mapeadas. O acerto para cada classe mapeada encontra-se na diagonal principal. Todas as classes, com exceção da classe Água, apresentaram índices de acerto elevados. Para a classe café 89,66% dos pontos verificados de lavouras de café foram corretamente representados no mapa temático gerado a partir da classificação das imagens de satélite. O baixo desempenho da classe Água deve-se à presença de vegetação ao longo dos rios e rede de drenagem.

**Tabela 2.** Matriz de confusão das classes de uso e ocupação da terra mapeadas (%).

Classe	Café	Mata	Água	Área urbana	Outros usos
<b>Café</b>	89,66	1,25	0,00	0,00	0,00
<b>Mata</b>	0,38	96,88	31,64	0,00	0,29
<b>Água</b>	0,00	0,00	35,71	0,00	0,00
<b>Área urbana</b>	0,00	0,00	3,06	96,43	0,29
<b>Outros usos</b>	9,96	1,87	29,59	3,57	99,42
<b>Total</b>	100	100	100	100	100

#### 4. Conclusão

Os resultados deste trabalho fornecem subsídios para o entendimento dos fatores envolvidos na expressão da qualidade da bebida dos cafés da região. A partir da caracterização ambiental, será possível conhecer a dinâmica espacial e temporal da cafeicultura regional, estabelecer as relações entre a qualidade do café e o ambiente e fornecer a fundamentação

científica requerida para a obtenção de uma nova Indicação Geográfica para a região, na modalidade de Denominação de Origem ou D.O., para os cafés especiais produzidos na região.

**Agradecimentos:**

Este trabalho foi financiado pelo Consórcio Pesquisa Café e CNPq. Os autores também agradecem à FAPEMIG pela concessão de bolsas de pesquisa.

**Referências Bibliográficas**

BERNARDES, T. Caracterização do ambiente agrícola do complexo serra negra por meio de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica. 2006. Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2006.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. *Computers & Graphics*, v.20, n.3, May/June 1996, p.395-403, 1996.

ESRI. Environmental System Research Institute. ARC/INFO V.9.3.0 [programa de computador]. Redlands: ESRI, 2008.

MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.3, p.223-231, 2004.

VIEIRA, T. G. C., ALVES, H. M. R., VOLPATO, M. M. L., BERNARDES, T., SANTOS, E. R. 2009. Avaliação de classificadores automáticos no mapeamento de áreas cafeeiras da região de Guaxupé, Minas Gerais. 2009. In: VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 6p.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; BERTOLDO, M. A.; SOUZA, V. C. O. Geotechnologies in the assessment of land use changes in coffee regions of the state of Minas Gerais in Brasil. *Coffee Science*, v.2, p.142-149, 2007.