



# XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas  
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

## RELAÇÕES DO AMBIENTE CAFEIEIRO DA REGIÃO DE MACHADO-MG COM O MEIO FÍSICO

Elidiane da Silva<sup>1</sup>, Tatiana Grossi Chquiloff Vieira<sup>2</sup>, Helena Maria Ramos Alves<sup>3</sup>,  
Margarete Marin Lordelo Volpato<sup>4</sup> Livia Naiara de Andrade<sup>5</sup>

(1) Bolsista EPAMIG PIBIC FAPEMIG, Graduada em Agronomia, Universidade Federal de Lavras, elidianeagroufla@gmail.com; (2) Pesquisadora, M. Sc., EPAMIG, Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, tatiana@epamig.ufla.br; (3) Pesquisadora, D. Sc., EMBRAPA CAFÉ, Brasília-DF, helena@embrapa.br; (4) Pesquisadora, D. Sc., EPAMIG, Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, margarete@epamig.ufla.br; (5) Bolsista, M. Sc., EPAMIG – CBP&D/CAFÉ, Lavras-MG, livia.naiara.andrade@gmail.com.

**Resumo** – A evolução das técnicas de geoprocessamento tornou-se eficiente para o levantamento e a avaliação de fatores ambientais condicionantes de vários aspectos da cafeicultura. A organização destas informações em bancos de dados, com os respectivos mapeamentos digitais, são instrumentos para gerar ações de pesquisa e desenvolvimento, que propiciem o uso adequado da terra, de modo a preservar os recursos naturais e permitir o desenvolvimento sustentável da cafeicultura. Este trabalho teve por objetivo a caracterização do agroecossistema cafeeiro do município de Machado, MG, no ano de 2009, tomando uma área piloto representativa dos ambientes cafeeiros da região Sul de Minas, usando o geoprocessamento e produtos de sensoriamento remoto orbital. Foram gerados dados sobre o Uso da Terra e a disposição do parque cafeeiro em relação ao tipo de solo, declive, orientação de vertentes e altitude da área, por meio de levantamentos de campo e interpretação de imagens de satélite Landsat 5, sensor TM. Estas informações foram incorporadas por meio do sistema de informação geográfica SPRING para gerar um banco de dados em formato digital. A partir deste banco de dados foram gerados mapas temáticos de caracterização ambiental, os quais foram cruzados por meio de tabulações cruzadas no programa LEGAL/SPRING. No ano de 2009, a cafeicultura ocupava 25,38% (13209,3 ha) da área total estudada, sendo que esta praticamente toda em produção. Os solos ocupados pela cafeicultura referem-se 57,78% (5591,43 ha) às unidades de mapeamento Latossolos Vermelhos + Latossolos Vermelho Amarelos e 21,32% (2063,16 ha) a Argissolos Vermelhos + Argissolos Vermelho-Amarelos. A ocupação da região de Machado pela cafeicultura encontra-se, predominantemente, na classe ondulado, onde representa 54,86% (7246,53 ha) e 20,46% (2702,61 ha) na classe de relevo suave ondulado e 19,53% (2579,94 ha) em relevo forte ondulado. A cafeicultura tem um predomínio na Orientação de Vertentes nos quadrantes N-NE representando 17,56% (2311,74 ha) da área e NE-E com 18,09% (2389,59 ha), observando a exposição solar das lavouras. As classes de altitude entre 850 a 900 m estão ocupadas com 50,67% (6693,66 ha) da área de café.

**Palavras-Chave:** sensoriamento remoto, processamento de imagens, cafeicultura.

## INTRODUÇÃO

A região de Machado encontra-se entre as mais importantes regiões cafeieras do Sul de Minas, com uma cafeicultura caracterizada por estar num relevo acidentado e com predominância de produtores de médio porte. A cafeicultura mineira não é estática, ou seja, está em constante transformação, especialmente pela necessidade atual de renovação do parque cafeeiro mineiro. Mudanças na área ocupada pela cultura na região refletem mudanças econômicas e ambientais. Daí a importância da realização de uma análise espaço-temporal, que responderá como o parque cafeeiro evolui num determinado período de tempo.

Nesse contexto, o setor de agronegócio café é desafiado a renovar constantemente sua metodologia de estimativa da área plantada, além de traçar planos estratégicos para compreender melhor e reagir ao ambiente em que estão inseridas. Daí surge a necessidade de utilizar ferramentas e metodologias modernas para viabilizar o conhecimento e monitoramento de suas áreas. Segundo Sanches *et al.* (2005), para o monitoramento da atividade agrícola, é preciso fazer um acompanhamento periódico, visto que as culturas levam um determinado tempo para se desenvolver.

Define-se sensoriamento remoto como o conjunto de processos e técnicas usados para medir propriedades eletromagnéticas de uma superfície, ou de um objeto, sem que haja contato físico entre o objeto e o equipamento sensor.

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, periodicidade de imageamento, possibilidade de análise visual e espectral e baixo custo e o SIG pela possibilidade de integrar informações de diferentes fontes, e fazer análises e operações complexas dos dados espaciais. As geotecnologias referentes ao Sensoriamento Remoto e aos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) estão cada vez mais sendo utilizadas para mapear e quantificar áreas ocupadas com a cultura do café (Dallemand, 1987; Moreira *et al.*, 2004; Vieira *et al.*, 2006; Vieira *et al.*, 2007).

O objetivo desse trabalho é fazer uma análise espacial e temporal do parque cafeeiro da região de Machado no ano de 2009, utilizando geotecnologias.

## MATERIAL E MÉTODOS

Machado está localizado no Sul de Minas Gerais, uma das principais regiões produtoras do Estado. O ambiente é caracterizado por áreas elevadas, com altitudes de 780 a 1260 metros, clima ameno, sujeito a geadas, moderada deficiência hídrica, relevo suave ondulado a forte ondulado, predomínio de Latossolos e solos com B textural, possibilidade de produção de bebidas finas, sistemas de produção de médio a alto nível tecnológico, considerando diversos fatores como características dos cafezais, dimensões médias das áreas plantadas, cultivares mais utilizados, técnicas de manejo, características do meio físico (tipo de solo e relevo) e outras.

Para este trabalho, uma área de 520 km<sup>2</sup> delimitada pelas coordenadas UTM 392 Km e 418 Km W e 7.620 Km e 7.600 Km S, ocupando porções das folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, de Machado e Campestre.

O mapeamento do uso da terra deu-se a partir da interpretação visual de uma imagem do satélite Landsat 5, sensor TM, órbita-ponto 219/75, de 01/05/2009. A imagem, cuja resolução espacial é de 30 metros foi restaurada para 10 metros. A restauração é uma técnica de correção radiométrica cujo objetivo é corrigir as distorções inseridas pelo sensor óptico no processo de geração das imagens digitais, obtendo uma imagem realçada (Fonseca, 1988)

O sistema de processamento digital utilizado foi o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) (CÂMARA et al., 1996), versão 4.3. O SPRING é um sistema de informações geográficas no estado-da-arte com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais. É um *software* livre, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e disponível no endereço eletrônico <http://www.dpi.inpe.br/spring/>.

Foi realizada a segmentação e posteriormente a interpretação visual da imagem de satélite. Nesta etapa foram adotados os critérios básicos dos elementos de interpretação, tonalidade, cor, forma, textura, tamanho, densidade e padrão nas composições coloridas RGB (vermelho, verde e azul) ajustadas para a imagem do sensor TM, nas bandas 4, 5 e 3 respectivamente.

A classificação foi realizada nas seguintes classes temáticas: café em produção, café em formação/renovação, mata nativa, reflorestamento, corpos d'água, área urbana e outros usos. Todo o processamento foi feito no *software* SPRING (Câmara et al., 1996), versão 4.2. A classe café em formação/renovação compreende cafeeiros com menos de três anos de idade e cafés podados e ressepadados. A classe outros usos compreende demais alvos presentes na imagem, como solo exposto, pastos e outras culturas agrícolas.

Posteriormente, foi gerado o mapa de uso da terra de 2009 que foi cruzado com os mapas de Solos, Altitude, Orientação de Vertente e Declividade da região, utilizando a Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algebrico (LEGAL) do SPRING. Desses cruzamentos, dados numéricos foram extraídos e analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O mapa temático de uso da terra é apresentado na figura 1. A cafeicultura da região caracteriza-se por pequenas lavouras. O gráfico da figura 2 mostra o percentual que cada classe temática ocupa na região.

No ano de 2009, a cafeicultura ocupava 25,38% (13209,3 ha) da área total estuda, de 520000 ha sendo que praticamente toda a área está em produção. Apenas 2,07% (1075,32 ha) estão ocupadas por cafés novos ou que sofreram algum tipo de poda.

O mapa da figura 3 apresenta as áreas de café distribuídas por classe de solos e a figura 4 apresenta a quantificação da área. Os solos ocupados pela cafeicultura referem-se às unidades de mapeamento Argissolos Vermelhos + Argissolos Vermelho Amarelos e Latossolos vermelhos + Latossolos Vermelho Amarelos, podendo apresentar ocorrência de horizonte A húmico ou proeminente, quando em altitudes superiores a 950 m. Estes últimos, no entanto, correspondem a uma pequena porcentagem de ocorrência no ambiente geomorfo-pedológico W-NW da área-piloto. Fica evidenciado, portanto, que a cafeicultura encontra-se diretamente relacionada à distribuição dos solos na paisagem, conforme o modelo geomorfo-pedológico utilizado na modelagem de solos.

A figura 5 apresenta o mapa das áreas cafeieiras distribuídas por classes de altitude da região de Machado, do ano de 2007 e a figura 6, a quantificação das áreas cafeieiras distribuídas por classes de altitude. As classes de altitude entre 850 a 900 m estão ocupadas com 50,67% (6693,66 ha) da área de café.

Já a distribuição dos cafezais quanto a Orientação de Vertente, apresentadas no mapa das áreas cafeieiras distribuídas por classes de orientação de vertentes da região de Machado, (figura 7). Um ponto importante é a exposição solar das lavouras em decorrência da face. Na figura 8 pode-se observa-se um predomínio nos quadrantes N-NE de 17,56% (2311,74 ha) e NE-E de 18,09% (2389,59 ha). De fato, as faces sul e sudoeste são evitadas pelos cafeicultores, pois retardam a maturação e propiciam maior ocorrência de doenças.

A figura 9 apresenta o mapa das áreas cafeieiras distribuídas por classes de declive da região de Machado, do ano de 2009 e a figura 10 a quantificação das áreas cafeieiras distribuídas por classes de declive. A ocupação da região de Machado pela cafeicultura encontra-se distribuídos em praticamente todas as classes de relevo com predomínio na classe ondulado, onde representa 54,86% (7246,53ha) e 20,46% (2702,61 ha) na classe de relevo suave ondulado e 19,53% (2579,94 ha) em relevo forte ondulado. Esta distribuição reflete a compartimentação geomórfica do parque cafeeiro da região Machado-MG.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de geoprocessamento utilizadas, aliadas às atividades de campo, mostraram-se eficientes na caracterização do agroecossistema cafeeiro de Machado, especialmente na avaliação da ocupação da cafeicultura em relação às unidades ambientais que caracterizam o meio físico podendo ser usados no levantamento e monitoramento dos agroecossistemas cafeeiros e subsidiar

o planejamento e gerenciamento racional do setor. O presente estudo mostrou que no ano de 2009, a cafeicultura ocupava 25,38% (13209,3 ha) da área total, sendo que esta praticamente toda em produção. Os solos ocupados pela cafeicultura referem-se a 57,78% (5591,43 ha) às unidades de mapeamento Latossolos Vermelhos + Latossolos Vermelho Amarelos e 21,32% (2063,16 ha) a Argissolos Vermelhos + Argissolos Vermelho Amarelos. As áreas cafeeiras estão predominantemente em classes de altitude entre 850 a 900 m ocupando 50,67% (6693,66 ha) da área de café e distribuídos em praticamente todas as classes de relevo com predomínio na classe ondulado, onde representa 54,86% (7246,53ha). A exposição solar das lavouras tem um predomínio na Orientação de Vertentes nos quadrantes N-NE representando 17,56% (2311,74 ha) da área e NE-E com 18,09% (2389,59 ha).

### AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento do Café (CBP&D Café). As autoras agradecem também à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por financiar bolsas de pesquisas.

### REFERÊNCIAS

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.

DALLEMAND, J. F. **Identificação de culturas de inverno por interpretação visual de dados SPOT e Landsat/TM no Noroeste do Paraná.** 1987. 131 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1987.

FONSECA, L. M. G. **Restauração de imagens do satélite Landsat por meio de técnicas de projeto de filtros FIR.** 1988. 148 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrônica) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos/SP. 1988.

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.

SANCHES, I. D. A.; EPIPHANIO, J. C. N.; FORMAGGIO, A. R. Culturas agrícolas em imagens multitemporais do satélite Landsat. **Agric. São Paulo**, v.52, n.1, jan./jun. 2005, p.83-96, 2005.

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.

VIEIRA, T. G. C.; ALVES, H. M. R.; LACERDA, M. P. C.; VEIGA, R. D.; EPIPHANIO, J. C. N. Crop parameters and spectral response of coffee (*Coffea arabica L.*) areas within the state of Minas Gerais, Brazil. **Coffee science**, v.1, n.2, p.111-118, 2006.

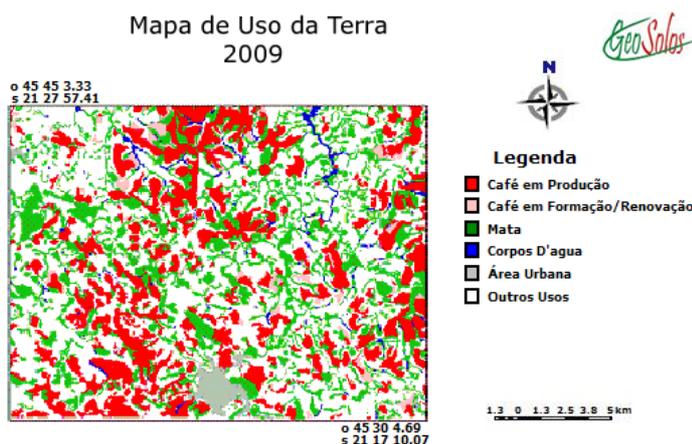


Figura 1 – Mapa de uso da terra da região de Machado, do ano de 2009.

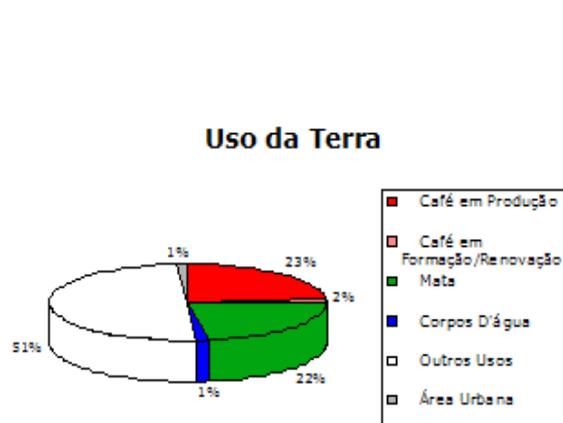


Figura 2 – Quantificação do uso da terra da região de Machado, do ano de 2009.

Áreas cafeeiras distribuídas por classes de solos

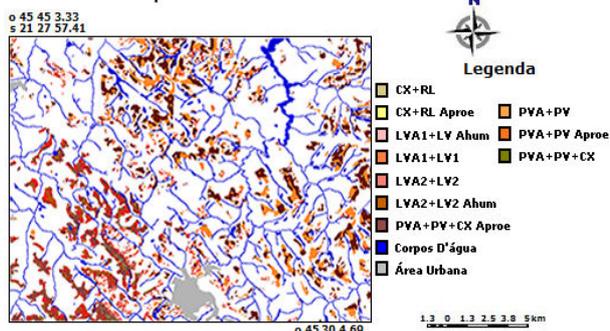


Figura 3 – Mapa das áreas cafeeiras distribuídas por classe de solos da região de Machado, do ano de 2009.

Café/Solos

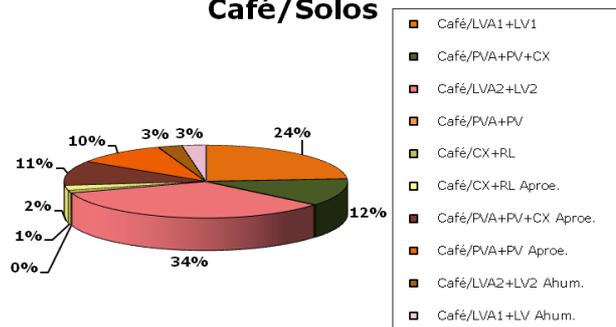


Figura 4 – Quantificação das áreas cafeeiras distribuídas por classe de solos da região de Machado, do ano de 2009.

Áreas cafeeiras distribuídas por classes de altitude

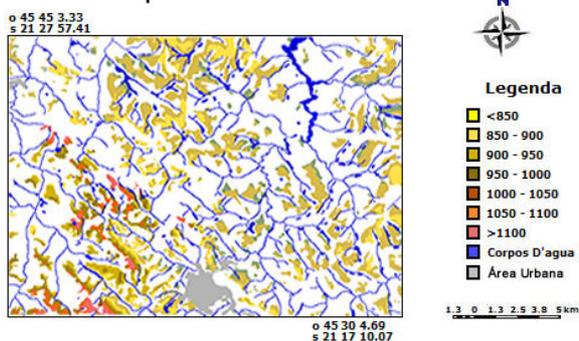


Figura 5 – Mapa das áreas cafeeiras distribuídas por classes de altitude da região de Machado, do ano de 2009.

Café/Altitude

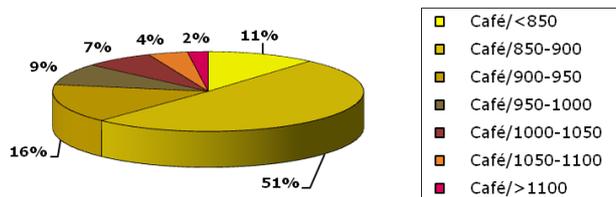


Figura 6 – Quantificação das áreas cafeeiras distribuídas por classes de altitude da região de Machado, do ano de 2009.

Áreas cafeeiras distribuídas por classes de orientação de vertentes

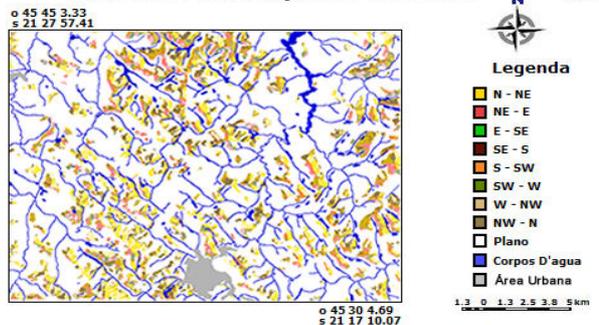


Figura 7 – Mapa das áreas cafeeiras distribuídas por classes de orientação de vertentes da região de Machado, do ano de 2009.

Café/Vertente

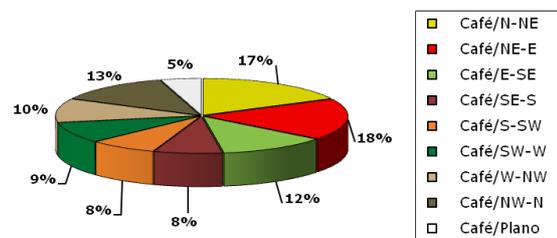


Figura 8 – Quantificação das áreas cafeeiras distribuídas por classes de orientação de vertentes da região de Machado, do ano de 2009.

Áreas cafeeiras distribuídas por classes de declividade

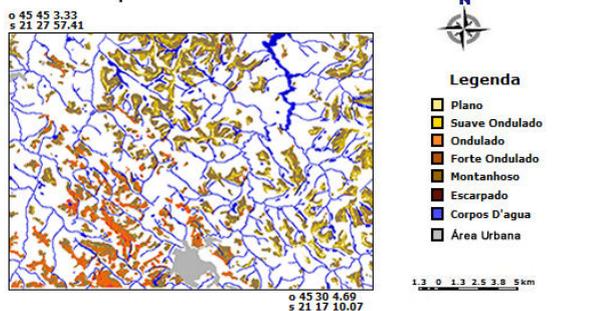


Figura 9 – Mapa das áreas cafeeiras distribuídas por classes de declividade da região de Machado, do ano de 2009.

Café/Declive

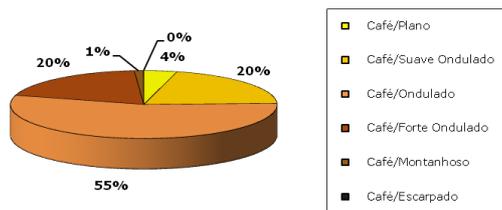


Figura 10 – Quantificação das áreas cafeeiras distribuídas por classes de declividade da região de Machado, do ano de 2009.