

## SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DO PARQUE CAFEEIRO DA REGIÃO DE MACHADO – MG

Helena Maria Ramos Alves<sup>2</sup>, Tatiana Grossi Chquiloff Vieira<sup>3</sup>; Vanessa Cristina Oliveira de Souza<sup>4</sup>; Margarete Marin Lordelo Volpato<sup>5</sup>; Lívia Naiara de Andrade<sup>6</sup>; Ricardo César Arsillo Braga<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Trabalho financiado pelo Consórcio de Pesquisa e Desenvolvimento do Café e com apoio FAPEMIG

<sup>2</sup> Pesquisadora, D. Sc., EMBRAPA CAFÉ, Lavras-MG, helena@epamig.ufla.br

<sup>3</sup> Pesquisadora, M. Sc., EPAMIG, Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, tatiana@epamig.ufla.br

<sup>4</sup> Bolsista, M. Sc., EPAMIG, CBP&D, Lavras-MG, vanessa@epamig.ufla.br

<sup>5</sup> Pesquisadora, D. Sc., EPAMIG, Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, margarete@epamig.ufla.br

<sup>6</sup> Bolsista, EMBRAPA CAFÉ - CBP&D/CAFÉ, Lavras-MG lívia@epamig.ufla.br

<sup>7</sup> Bolsista, Universidade Federal de Lavras FAPEMIG, arsillo@agronomia.ufla.br

**RESUMO:** A área de estudo desse trabalho localiza-se na região de Machado, sul do estado de Minas Gerais. Essa região caracteriza bem a cafeicultura sul-mineira e contempla desde relevos mais planos a relevos mais acidentados. A região produz cafés de alta qualidade e cafés orgânicos, possuindo médios e pequenos produtores. Por sua importância, a cafeicultura de Machado tem sido alvo de estudo do Laboratório de Geoprocessamento da EPAMIG – GeoSolos desde 2000. Realizar uma análise espaço-temporal da cafeicultura dessa região é o objetivo desse trabalho. Para tanto, nos anos 2000, 2003, 2005 e 2007, a região foi mapeada utilizando imagens de sensoriamento remoto e o sistema de informação geográfica (SIG) SPRING. Essa análise revelou que a cafeicultura de Machado não é estática e vem sendo renovada desde o ano 2000. Com o SIG foi possível quantificar e mapear as mudanças ocorridas ao longo desses sete anos de estudo.

**Palavras-Chave:** mapeamento, cafeicultura, Minas Gerais, geotecnologias, SIG.

## GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM FOR SPATIAL-TEMPORAL EVALUATION OF THE COFFEE LANDS OF MACHADO, MINAS GERAIS

**ABSTRACT:** The study area of this work is the region of Machado, South of the state of Minas Gerais in Brazil. This area is representative of the region's coffee production lands, including smooth to undulating landscapes. The region produces quality and organic coffees in small holding farms. Due to its importance, Machado's coffee production has been studied by the Epamig Geotechnology Laboratory since the year 2000. The objective of this work was to evaluate the region's coffee lands in time and space. The region was mapped using remote sensing images and the GIS SPRING for the years 2000, 2003, 2005 and 2007. It was observed that coffee production in Machado is not static and is being renovated since 2000. Using GIS it was possible to quantify and map the changes that occurred during these seven years.

**Key words:** mapping, coffee, Minas Gerais, geotechnologies, GIS.

## INTRODUÇÃO

Minas Gerais é o maior produtor brasileiro de café e a região Sul de Minas contribui com mais de 50% da produção mineira. A região produz café arábica e a altitude média é de aproximadamente 950 metros. As variedades mais cultivadas são o Catuaí e o Mundo Novo. A cafeicultura foi inserida na região na década de 1850 e muitas cidades surgiram a partir das grandes fazendas (Coffee Break, 2008). Devido a aspectos climáticos, a região também é a principal produtora dos cafés tipo *gourmet*, cafés especiais que possuem nuances diferentes e se destacam pelo sabor diferenciado e pelo aroma mais acentuado. Por esta razão são considerados diferentes comercialmente e tornam-se muito valorizados no mercado. Com 70% da renda das propriedades rurais do Sul de Minas vindas do café, percebe-se a importância dessa cultura na região.

A região de Machado encontra-se entre as mais importantes regiões cafeeiras 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. Para acompanhar a dinâmica agrícola, o caráter global, sinóptico, multiespectral e repetitivo do sensoriamento remoto tornam-se altamente qualificados para essa atividade, principalmente em países de grandes dimensões como o Brasil.

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. Em outras palavras, é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação do registro da energia refletida ou emitida pela superfície (Crosta, 1992). Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ferramentas computacionais especializadas na aquisição, edição, armazenamento, integração, análise e saída de dados espacialmente distribuídos (Bailey e Gatrell, 1995). Esse conjunto de tecnologias é chamado geotecnologia.

Estudos empregando geotecnologias para o mapeamento de áreas cafeeiras (Dallemand, 1987; Moreira *et al.*, 2004; Vieira *et al.*, 2006; Vieira *et al.*, 2007) demonstram o potencial dessas ferramentas, assim como o potencial dessas em estudos temporais.

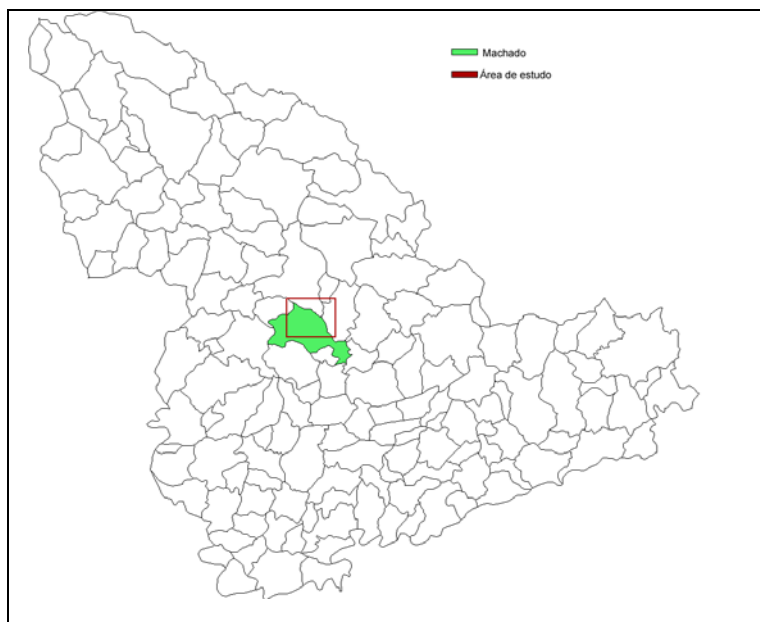
O objetivo desse trabalho é fazer um estudo espaço-temporal da cafeicultura da região de Machado/MG, entre os anos 2000 e 2007, utilizando geotecnologias.

## METODOLOGIA DE TRABALHO

### Área de Estudo

A área de estudo compreende 520 km<sup>2</sup> (figura 1) delimitada pelas coordenadas s 21°42'05'' e s 21°31'10'' e entre o 46°02'08'' e o 45°47'30'', nas folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, de Machado (SF-23-I-III-1) e Campestre (SF-23-V-D-IV-2). A região foi assim escolhida por abranger tanto um área de relevo acidentado, quanto uma área de cerrado, localizada mais a nordeste da região.

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, com grande 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 utilizadas, técnicas de manejo, características do meio físico (tipo de solo e relevo) e outras.



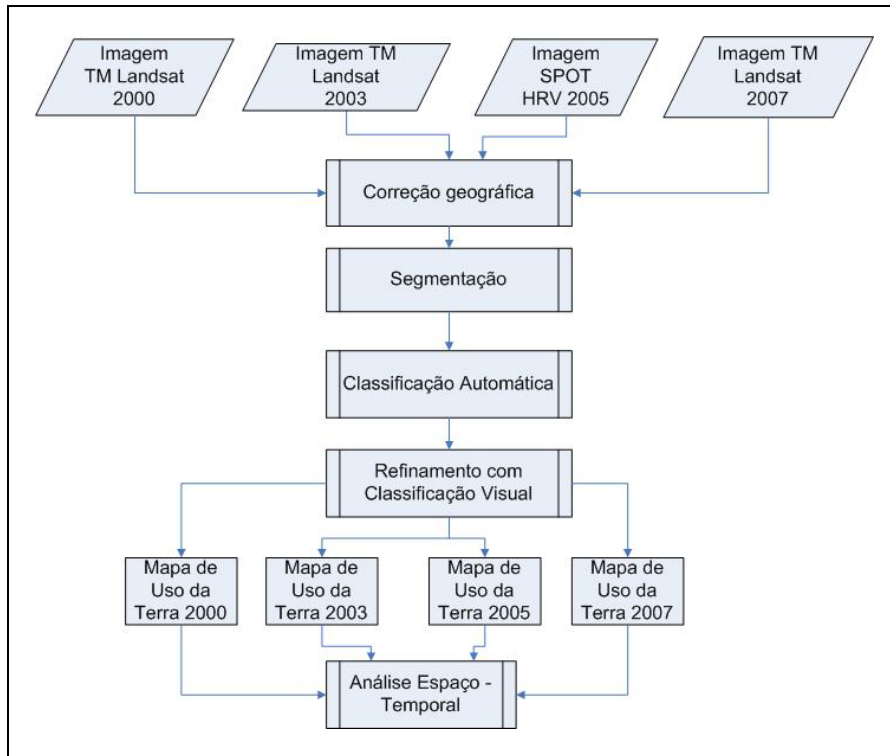
**Figura 1** - Área de estudo, região Sul de Minas

### Metodologia

A metodologia do trabalho segue a Figura 2. Foram classificadas imagens dos anos 2000, 2003, 2005 e 2007, das datas 17/06/2000, 23/04/2003, 10/07/2005 e 16/08/2007 respectivamente. As imagens dos anos 2000, 2003 são do satélite Landsat 7, órbita ponto 219/75, sensor TM, com resolução espacial de 30 metros. A imagem de 2005 é do

satélite Spot 5, sensor HRV, com resolução espacial de 10 metros e a imagem do ano de 2007 é do satélite Landsat 5, órbita ponto 219/75, sensor TM, restaurada para 10 metros (Fonseca, 1988).

A classificação foi feita nas seguintes classes temáticas: café em produção, café em formação/renovação, mata, reflorestamento, corpos d'água, área urbana e outros usos e, a partir do ano de 2005, também foi classificada a classe Solo Exposto. Todo o processamento foi feito no *software* SPRING (Câmara *et al.*, 1996), versão 4.2.



**Figura 2 - Metodologia**

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.

A etapa de refinamento constituiu uma avaliação por intérpretes experientes e pela conferência em campo dos pontos de dúvida. Essa etapa foi necessária porque a resposta espectral do café é complexa e muito semelhante a resposta espectral da mata nativa. Além disso, o relevo acentuado de Machado produz sombras e interfere no padrão visto na imagem.

Na etapa análise espaço-temporal, foram extraídos e analisados os dados numéricos e gerou-se os mapas de uso da terra do café para cada uma das datas. Foram feitos ainda cruzamentos entre os mapas de uso da terra, usando-se a Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) do SPRING. Desses cruzamentos, outros dados numéricos foram extraídos e analisados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução do uso da terra da área de estudo está exposta nas Figuras 3 e 4 sendo que na Figura 3 todas as classes temáticas mapeadas são apresentadas, excluindo-se a classe outros usos. Na Tabela 1 são apresentados os valores, em porcentagem, que cada classe temática ocupa na região, nos anos estudados.

A Figura 4 e a Tabela 2 apresentam a evolução das áreas cafeeiras na região, reunindo as classes café em produção e café em formação. Esta figura reflete bem a evolução do parque nesses sete anos. Percebe-se que no ano de 2003 houve uma queda acentuada nas áreas cafeeiras. Esse fato deve-se a uma alta safra no ano de 2002, acompanhada de uma forte geada no fim deste mesmo ano. Esses dois eventos contribuíram para podas e replantios da cafeicultura na região, minimizando as áreas passíveis de serem mapeadas por sensores remotos. Os valores da Tabela 2 estão expressos em hectares.

Por meio dos dados apresentados, percebe-se que, em valores quantitativos, o parque cafeeiro da região diminuiu 1,36%. No entanto, é provável que a produtividade da região tenha crescido, pois, como se vê na Figura 4 e na Tabela 1, há um crescimento das áreas de café em produção.

De 2000 a 2007, as áreas de café em produção tiveram aumento de 7,62%, tendo seu ápice em 2005, onde 86,74% dos cafés da região estavam produzindo. De fato, dos anos estudados, o ano de 2000 possui a maior quantidade de café em formação, indicando uma renovação do parque da região. Como dito anteriormente, essa é uma região

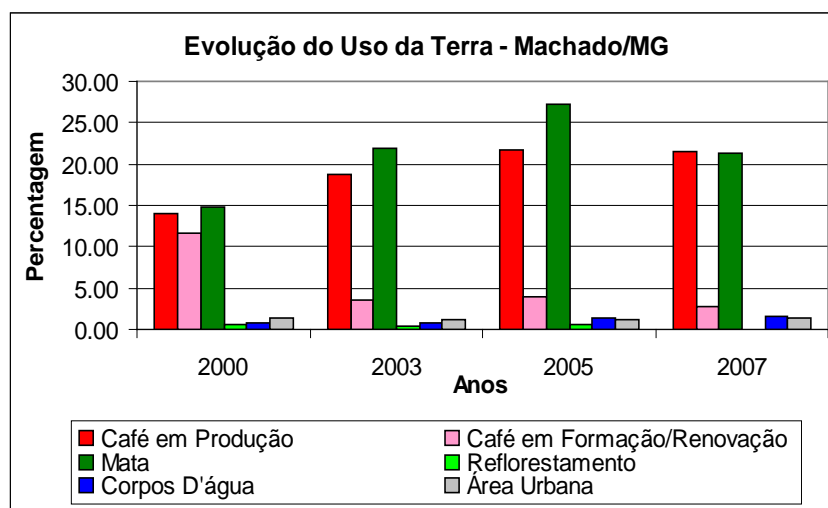
tradicional de café em Minas Gerais e possui cafezais antigos, de menor produtividade. Por conta disso, muitos produtores tem renovado seus cafezais, a fim de alcançar uma melhor safra.

**Tabela 1** - Porcentagem da área ocupada pelas classes temáticas mapeadas.

Uso da Terra - Machado/MG				
	2000	2003	2005	2007
<b>Café em Produção</b>	13.92	18.79	24.85	21.54
<b>Café em Formação</b>	11.67	3.48	3.80	2.69
<b>Mata</b>	14.86	21.92	19.80	21.25
<b>Reflorestamento</b>	0.53	0.46	0.00	0.00
<b>Corpos D'água</b>	0.82	0.87	1.17	1.50
<b>Área Urbana</b>	56.78	53.32	49.13	51.67
<b>Outros Usos</b>	1.41	1.17	1.25	1.36
<b>Total</b>	100	100	100	100

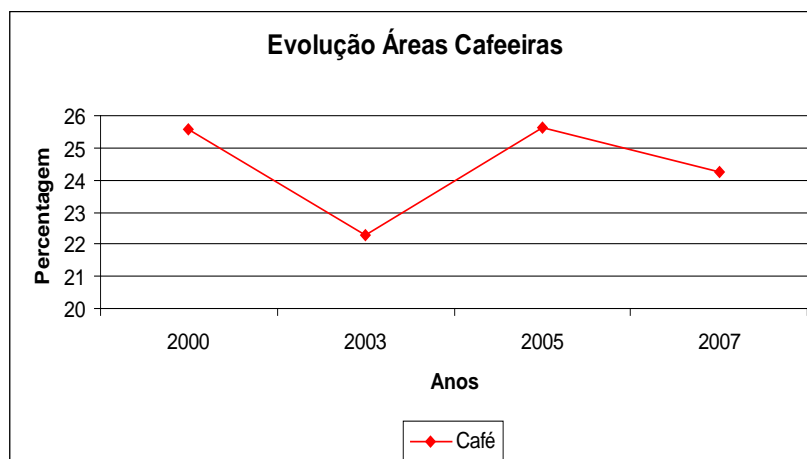
**Tabela 2** - Área ocupada pela cafeicultura na região entre os anos 2000 e 2007, em hectares.

	2000	2003	2005	2007
<b>Café</b>	13338.54	11607.93	14903.26	12602.01



**Figura 3** - Uso da terra entre os anos 2000 e 2003.

Os resultados alcançados pelo mapeamento consolidam os dados de produção da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Da série histórica de área em produção do café na região Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais (Conab, 2008), foi gerado o gráfico da Figura 5. Comparando o mesmo com o da Figura 6, vê-se padrões semelhantes, apesar dos dados da Figura 5 referenciarem toda a região Sul e Centro-Oeste, o que permite concluir que a região de Machado caracteriza bem a região Sul do Estado

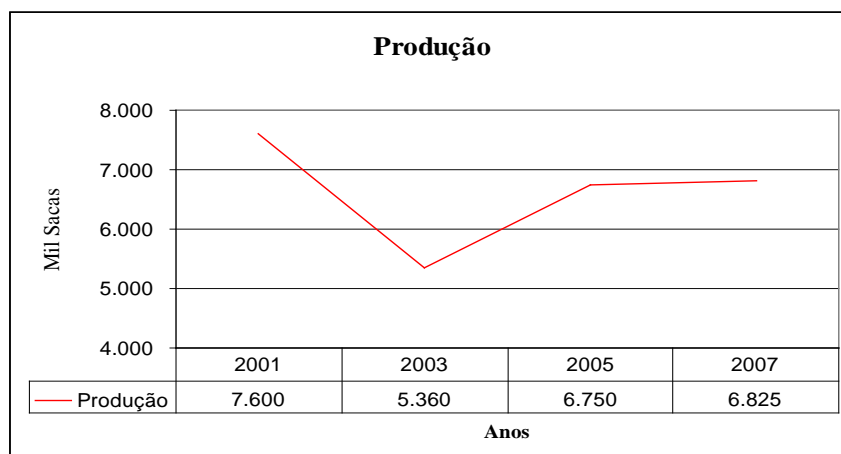


**Figura 4** - Evolução das áreas cafeeiras na região.

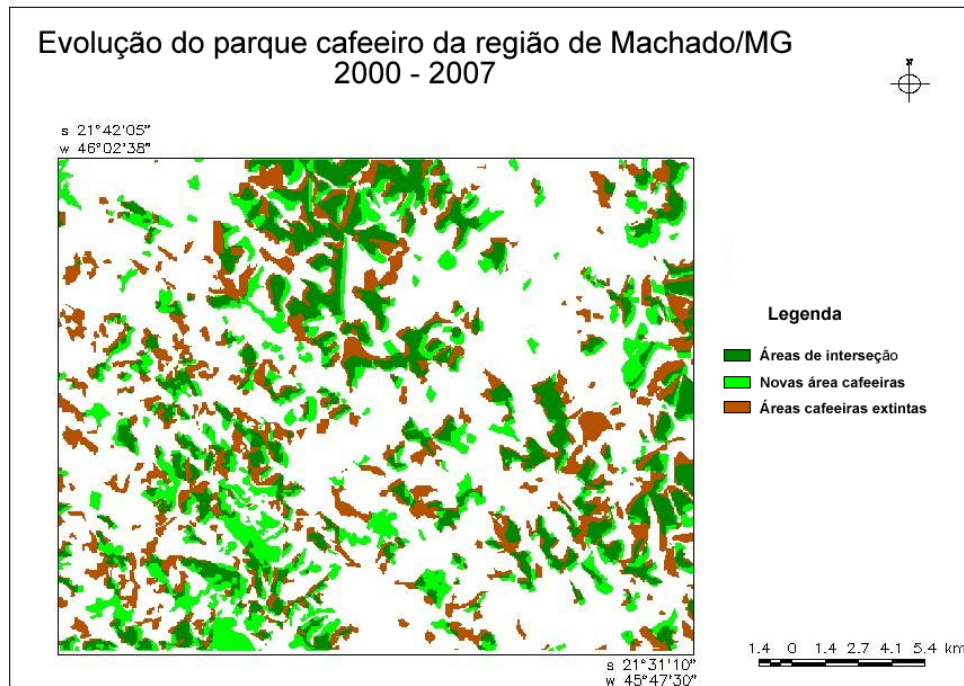
A Figura 6 e a Tabela 3 mostram como o parque cafeeiro mudou nesses sete anos. As áreas de interseção são as áreas que estavam ocupadas com café no ano 2000 e continuaram sendo em 2007. As Novas Áreas são as áreas que não estavam ocupadas pela cafeicultura em 2000 e passaram a estar em 2007. Já as Áreas Extintas eram áreas cafeeiras em 2000 e não são mais em 2007.

**Tabela 3** - Evolução do parque cafeeiro entre os anos de 2000 e 2007, em hectares.

Uso entre os anos 2000 e 2007 - ha	
Áreas de Interseção	6406.35
Novas Áreas	6195.66
Áreas Extintas	6932.19



**Figura 5** - Produção de café na região Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais.  
Fonte: (Conab, 2008)



**Figura 6** - Evolução do uso da terra entre os anos 2000 e 2007 na região.

## CONCLUSÕES

Com as ferramentas de análise espacial do SPRING e dados de sensoriamento remoto foi possível quantificar e mapear as mudanças do parque cafeeiro da região de Machado. Dessa análise, conclui-se que o parque está em constante modificação e que, apesar de passar por períodos onde a área mapeada decresce, a tendência é que a cafeicultura ocupe cada vez mais espaço na região. A avaliação de tais mudanças pode subsidiar tomada de decisão por parte de toda cadeia produtiva do café, incluindo planejadores e legisladores. Visto que, uma região que possui sua cobertura do solo mapeada está mais apta a obter melhores estimativas de safra, e ter uma melhor política de uso da terra para o desenvolvimento da região.

Percebe-se que, nesses sete anos estudados, a região sudoeste da área de estudo foi onde mais surgiram áreas cafeeiras. Tal região é caracterizada por maiores altitudes e relevos mais acidentados. Uma possível explicação da migração do parque para essa região seria a produção de cafés de bebida de melhor qualidade, onde a altitude é tida como fator relevante.

O mapeamento da região é dificultado pelas características ambientais de relevo e pela produção em áreas pequenas. Relevos muito acidentados originam sombras e ocultam as plantações. Portanto, áreas pequenas podem não ser captadas pelos sensores de média resolução espacial, como é o caso do TM/Landsat. No entanto, apesar da dificuldade, os mapeamentos têm estado em concordância com os valores de produção da CONAB, representado de forma satisfatória o que realmente ocorre na região. Por essa concordância, conclui-se que estudos feitos em Machado podem ser extrapolados para o Sul de Minas.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. **Interactive spatial data analysis**. London: Longman. 1995. 413 p.

- 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.
- COFFEE BREAK, O. C. Sul de Minas: café representa 70% da renda agrícola. 2008. Disponível em: <<http://www.coffeebreak.com.br/ocafezal.asp?SE=6&ID=38>>. Acesso em: 02.set.2008.
- CONAB, C. N. D. A. Café - Série histórica de área em produção. 2008. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/serie\\_historica\\_mai2008.xls](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/serie_historica_mai2008.xls)>. Acesso em: 24 out. 2008.
- CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: UNICAMP. 1992. 170 p.
- 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.