

# XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

## Ambiente Cafeeiro de Machado: Mapeamento do Uso da Terra e Relações Tempo-Espaço

**TATIANA GROSSI CHQUILOFF VIEIRA**<sup>(1)</sup>; **HELENA MARIA RAMOS ALVES**<sup>(2)</sup>;  
**MARGARETE MARIN LORDELO VOLPATO**<sup>(3)</sup>; **VANESSA CRISTINA OLIVEIRA DE SOUZA**<sup>(4)</sup>;  
**WALBERT JÚNIOR REIS DOS SANTOS**<sup>(5)</sup>

**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).

### Introdução

O conhecimento do uso da terra é indispensável para a análise dos processos agrícolas e ambientais e para o desenvolvimento sustentado, que deve ter como base planejamentos criteriosos subsidiados por estudos do meio físico e de sua dinâmica evolutiva. O mapeamento, a quantificação de áreas agrícolas e a determinação das variáveis do meio físico, são imprescindíveis para qualquer ação de planejamento [1].

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 Catuai e o Mundo Novo. A cafeicultura foi inserida na região na década de 1850 e muitas cidades surgiram a partir das grandes

fazendas [2]. 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. Surge então a necessidade de utilizar ferramentas e metodologias modernas para viabilizar o conhecimento e monitoramento de suas áreas.

Segundo Sanches *et al.* [3], 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, sinótico, 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

<sup>(1)</sup> Pesquisadora, M. Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, EPAMIG, Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, [tatiana@epamig.ufla.br](mailto:tatiana@epamig.ufla.br)

<sup>(2)</sup> Pesquisadora, D. SC em Soil Science And Land Evaluation, EMBRAPA CAFÉ, Lavras-MG, [helena@epamig.ufla.br](mailto:helena@epamig.ufla.br)

<sup>(3)</sup> Pesquisadora, D. Sc. em Engenharia Agrícola, EPAMIG, Bolsista FAPEMIG, Lavras-MG, [margarete@epamig.ufla.br](mailto:margarete@epamig.ufla.br)

<sup>(4)</sup> Bolsista, M. Sc. em Sensoriamento Remoto, EPAMIG CBP&D, Lavras-MG, [vanessa@epamig.ufla.br](mailto:vanessa@epamig.ufla.br)

<sup>(5)</sup> Bolsista, Iniciação Científica Agronomia, Universidade Federal de Lavras FAPEMIG, [geosolos@epamig.br](mailto:geosolos@epamig.br)

Apoio financeiro: FAPEMIG e CBP&D/CAFÉ

terrestre, através da captação do registro da energia refletida ou emitida pela superfície [4]. Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) são ferramentas computacionais especializadas na aquisição, edição, armazenamento, integração, análise e saída de dados espacialmente distribuídos [5]. Esse conjunto de tecnologias é chamado geotecnologia.

Estudos empregando geotecnologias para o mapeamento de áreas cafeeiras demonstram o potencial dessas ferramentas, assim como o potencial dessas em estudos temporais [6, 7, 8, 9].

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

## **Metodologia de Trabalho**

### *A. Área de Estudo*

A área de estudo compreende 520 km<sup>2</sup> 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.

### *B. Metodologia*

A metodologia deste trabalho segue a Figura 1. 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 [10].

A classificação foi realizada 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 [11], 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.

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 geraram-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 Algebrico (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 na Tabela 1 e Figura 2, sendo que na Figura 2 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 ocupava na região, nos anos estudados.

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 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 têm renovado seus cafezais, a fim de alcançar uma melhor safra.

A Figura 3 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.

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 [12], foi gerado o gráfico da Figura 4. Comparando o mesmo com o da Figura 3, vê-se padrões semelhantes, apesar dos dados da Figura 4 referenciarem toda a região Sul e Centro-Oeste, o que permite concluir que a região de Machado caracteriza bem a região Sul do Estado.

Utilizando-se ferramentas de análise espacial, analisou-se a evolução no espaço geográfico da lavoura de café (Tabela 3). Percebe-se que, nesses sete anos estudados, a região sudoeste da área de estudo foi onde mais surgiram áreas cafeeiras, Figura 5. Tal região é caracterizada por maiores altitudes e relevos mais acidentados, como mostrado na Figura 6. Uma possível explicação da migração do parque para essa região seria a produção de cafês de bebida de melhor qualidade, onde a altitude é tida como fator relevante.

Nesse contexto, o mapa temático de altitude da região gerado por meio do SRTM foi correlacionado com o mapa temático de evolução do parque cafeeiro. Desse cruzamento, chegou-se aos resultados apresentados na Figura 7, onde fica claro que a cultura cafeeira sofreu decrementos em áreas com menores altitudes, enquanto em áreas de altitudes maiores houve o plantio de café.

Observa-se que a qualidade está correlacionada ao local de origem e com esta estratégia, torna-se possível uma maior agregação de valor ao produto, o que permite maiores ganhos para o produtor, que passa por mudanças em seu perfil.

Outro fator que pode também influenciar o deslocamento espacial da cafeicultura são as variantes econômicas, tais como o preço da terra, os menores custos de produção e o custo de oportunidade do café.

## Conclusões

As ferramentas de análise espacial do SPRING e dados de sensoriamento remoto possibilitaram 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.

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 de espacialização da cafeicultura de Machado utilizando geotecnologias podem ser extrapolados para a região Sul de Minas.

## Agradecimentos

Os autores agradecem as bolsas de pesquisa e o financiamento do projeto ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa & Desenvolvimento do Café (CBP&D Café) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG)

## Referências

- [1] EPIPHANIO, J. C. N. ; LEONARDI, L. ; FORMAGGIO, A. R. . Relações Entre Parâmetros Culturais e Resposta Espectral de Cafezais. PESQUISA AGROPECUARIA BRASILEIRA, v. 29, n. 3, p. 439-447, 1994.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] CROSTA, A. P. Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto. Campinas: UNICAMP. 1992. 170 p.
- [5] BAILEY, T. C.; GATRELL, A. C. Interactive spatial data analysis. London: Longman. 1995. 413 p.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.

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

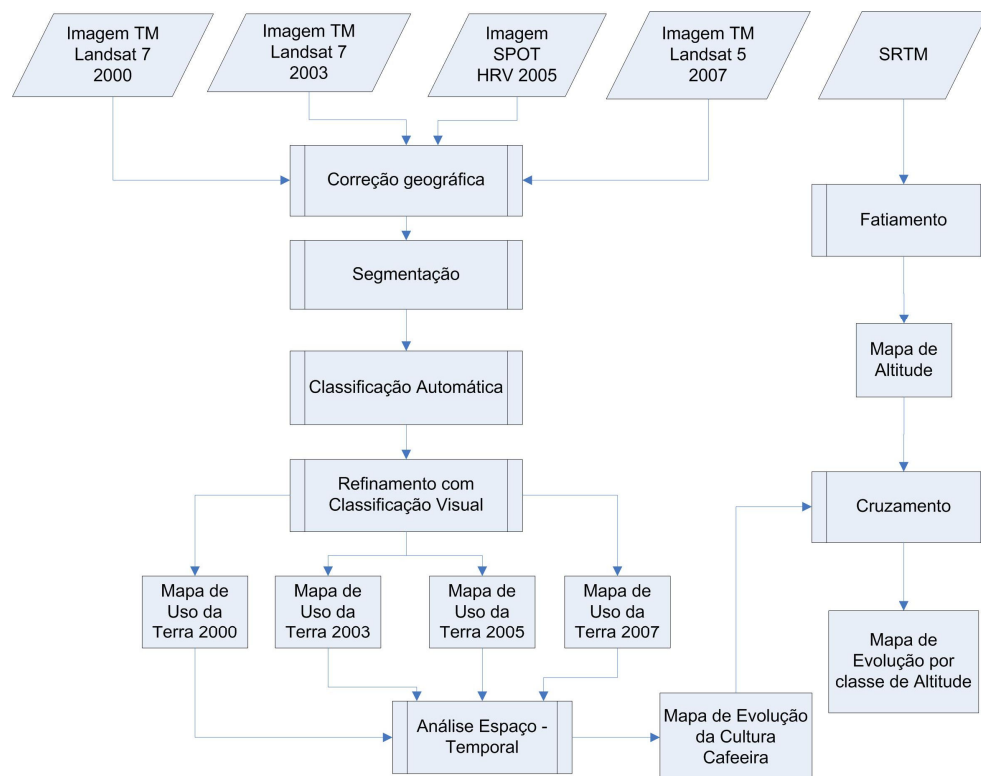
Uso da Terra -Machado/MG				
	2000	2003	2005	2007
Café em Produção	13.92	18.79	24.85	21.54
Café em Formação	11.67	3.48	3.80	2.69
Mata	14.86	21.92	19.80	21.25
Reflorestamento	0.53	0.46	0.00	0.00
Corpos D'água	0.82	0.87	1.17	1.50
Área Urbana	56.78	53.32	49.13	51.67
Outros Usos	1.41	1.17	1.25	1.36
Total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

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

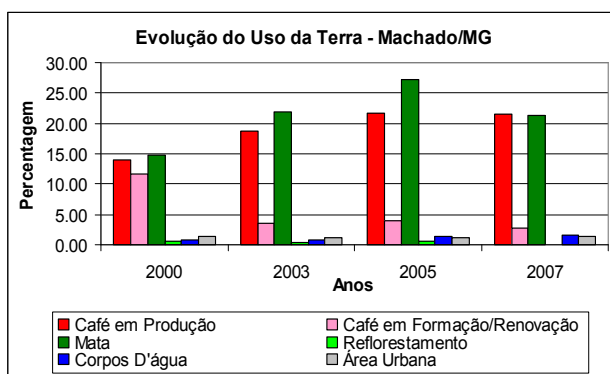
	2000	2003	2005	2007
Café	13338.54	11607.93	14903.26	12602.01

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

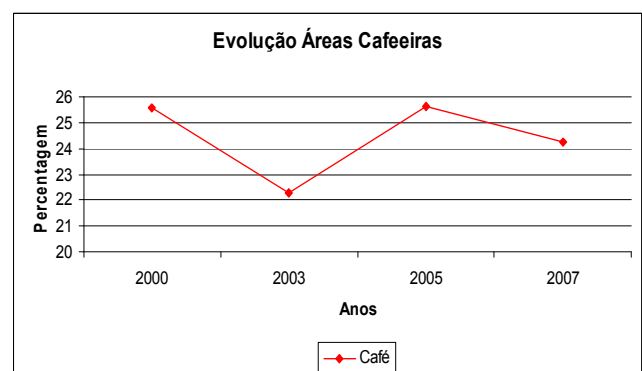
Uso entre os anos 2000 e 2007 - ha	
Áreas de Interseção	6406.35
Novas Áreas	6195.66
Áreas Extintas	6932.19



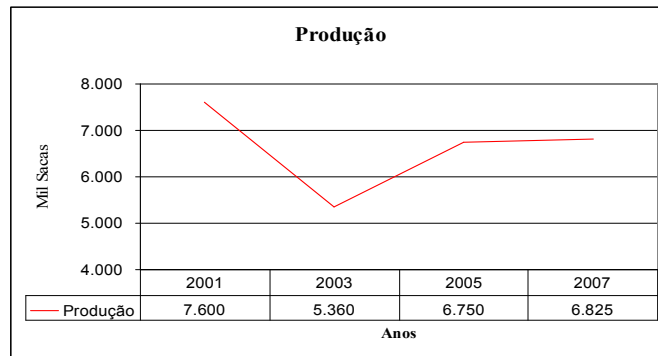
**Figura 1.** Metodologia



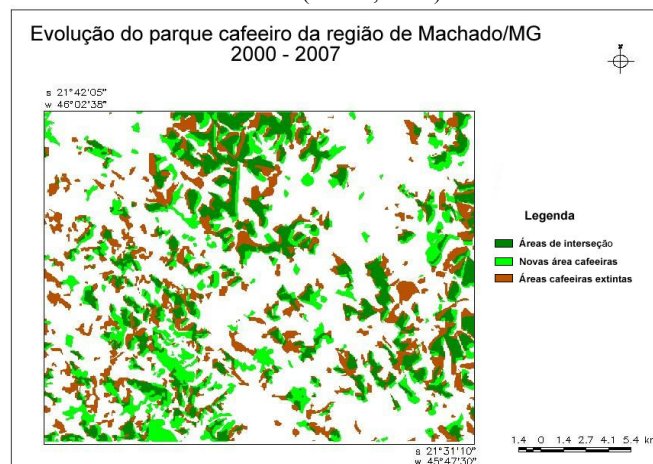
**Figura 2.** Uso da terra entre os anos 2000 e 2007.



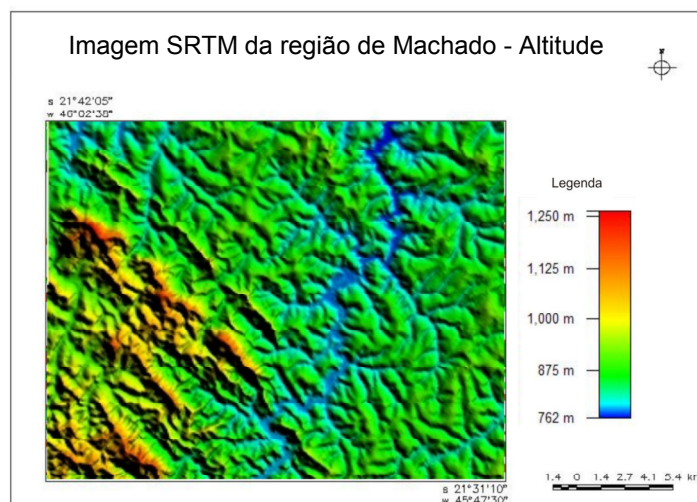
**Figura 3.** Evolução das áreas cafeeiras na região.



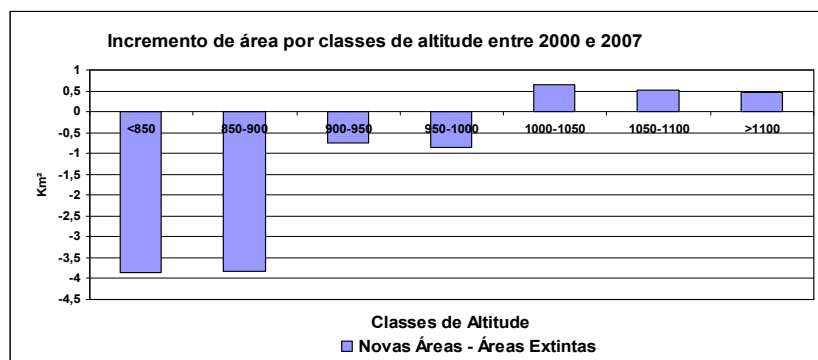
**Figura 4.** Produção de café na região Sul e Centro-Oeste de Minas Gerais.  
Fonte: (Conab, 2008)



**Figura 5.** Evolução do uso da terra entre os anos 2000 e 2007 na região.



**Figura 6.** Imagem SRTM da região de Machado - Altitude



**Figura 7.** Evolução do parque cafeeiro de Machado, MG