

## ESTIMATIVA DE ÁREAS OCUPADAS PELA CAFEICULTURA EM REGIÕES PRODUTORAS DE MINAS GERAIS POR MEIO DE GEOPROCESSAMENTO<sup>1</sup>

**Marilusa Pinto Coelho LACERDA - EPAMIG/CTSM, Bolsista recém doutor FAPEMIG,**  
[geosolos@ufla.br](mailto:geosolos@ufla.br)

**Tatiana Grossi Chquiloff VIEIRA - EPAMIG/CTSM**

**Helena Maria Ramos ALVES - EPAMIG/CTSM**

**RESUMO:** Os projetos de pesquisa financiados pelo CBPD/Café em desenvolvimento pela EPAMIG/CTSM/Laboratório de Geoprocessamento, envolvem a caracterização da cafeicultura e do meio ambiente das principais regiões produtoras de café de Minas Gerais, por intermédio de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento. Este trabalho envolve atividades conjuntas destes projetos, e por intermédio do software SPRING e imagens de satélite TM/Landsat 5, resultou na geração de mapas de uso das terras, com ênfase para a cafeicultura, em áreas-pilotos representativas das regiões produtoras do Alto Paranaíba (Patrocínio) e do Sul de Minas Gerais (Machado). O objetivo foi avaliar a utilização da metodologia de geoprocessamento e sensoriamento remoto para determinar, estimar e monitorar áreas cafeeiras. Os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios para as duas regiões em questão, ou seja 14% de café formado na área-piloto de Patrocínio e 26% da área total na área-piloto de Machado. Tanto na geração quanto na edição final destes mapas é imprescindível a associação de atividades de campo prévias e de checagem, para ajustes e correções posteriores nos mapas gerados. As imagens de satélite TM/Landsat 5, em função da sua resolução espacial reduzida pode ser utilizada nas áreas cujas características dos cafezais e do meio ambiente propiciem o imageamento orbital e a resposta espectral da cultura cafeeira, tal como a região de Patrocínio. Nas demais áreas, tal como a região de Machado, deve-se utilizar em auxílio produtos de sensores remotos de maior resolução espacial. O sensoriamento remoto e geoprocessamento mostraram que são técnicas que podem ser utilizadas na caracterização, estimativa e monitoramento do parque cafeeiro de uma determinada região, desde que as atividades sejam controladas por levantamentos de campo. As informações geradas no levantamento e monitoramento da cafeicultura podem subsidiar órgãos do governo e órgãos de pesquisa no gerenciamento racional desta cultura.

**PALAVRAS-CHAVE:** sensoriamento remoto, imagens TM/Landsat, SPRING, Patrocínio, Machado.

**ABSTRACT:** The research projects financed by CBPC/Café which are being carried out by the Geoprocessing Laboratory of EPAMIG/CTSM, endeavour the characterisation of coffee agroecosystems and environment of the main coffee production regions of Minas Gerais, using remote sensing and geoprocessing techniques. This work, which is being implemented as an integrated activity of different subprojects, using the GIS SRING and satellite images from the TM/Landsat 5, has already produced maps of land use with an emphasis on coffee. For this purpose, two pilot-areas representative of some of the main coffee production regions of the state of Minas Gerais were selected, *i.e.* the *município* of Patrocínio representing the Alto Paranaíba region and the *município* of Machado representing the south region of Minas Gerais. The objective was to evaluate the use of geoprocessing techniques and remote sensing methodologies to determine, estimate and monitor coffee areas. The results obtained showed 14% of the pilot area of Patrocínio occupied by coffee and 26% of the pilot area of Machado. In the making as well as in the final edition of these maps the field work, carried out for preliminary identifications and, afterwards, to check the results obtained, was indispensable to make the necessary adjustments and corrections in the maps. The images from the TM/Landsat 5 satellite, due to their reduced spatial resolution, can be used in particular areas where the environment and the crop propitiate good orbital imaging and spectral answers such as the case of Patrocínio. In other areas, environmentally similar to Machado, remote sensing products with higher spatial resolution must be used. Remote sensing and geoprocessing proved to be techniques usable in the characterisation, estimation and monitoring of coffee tracts, as long as the activities are controlled by field survey. The information collected in the surveying and monitoring of coffee land can subside the government and research institutions in the rational management of this crop.

---

<sup>1</sup> CONSÓRCIO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO DO CAFÉ

## INTRODUÇÃO

Este trabalho é parte integrante dos projetos de pesquisa financiados pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBPD/Café), em desenvolvimento pela EPAMIG/CTSM/Laboratório de Geoprocessamento, que objetivam a avaliação do parque cafeeiro das principais regiões produtoras de Minas Gerais, por intermédio de sensoriamento remoto e atividades de geoprocessamento.

Com a extinção do Instituto Brasileiro do Café (IBC) em 1990, o setor cafeeiro ficou sem as informações estatísticas necessárias ao seu gerenciamento racional, principalmente aquelas relativas à produção, tais como a evolução em área do parque cafeeiro, produtividade, volume da safra e as demais condições ligadas à lavoura cafeeira. O nível de produção é um dos fatores que intervêm na cotação nacional e internacional do produto, tornando importante o seu levantamento e monitoramento para a adoção e condução de políticas agrícolas para o setor (Epiphany et.al., 1994).

Em face à carência de informações, realizou-se o Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais (FAEMG, 1996), baseado em levantamento de campo e amostragem estatística estratificada, que teve o objetivo de diagnosticar a situação da cafeicultura nas diversas regiões representativas de Minas Gerais e analisar as principais características das propriedades e do produtor de café. Este estudo mostrou que a cafeicultura mineira encontra-se em fase de recuperação, com a expansão dos plantios suplantando o abandono das áreas improdutivas ou economicamente inviáveis. Este diagnóstico no entanto, compreendeu, principalmente, aspectos econômicos e sociais do setor.

Neste contexto, o sensoriamento remoto orbital surge como uma opção a ser explorada no sentido de subsidiar os levantamentos de dados da cafeicultura, dado o seu caráter multiespectral, sua repetitividade e o baixo custo, em comparação com as fotografias aéreas (Epiphany et al., 1994). Atualmente, as diferentes modalidades de informações temáticas de uma região podem ser armazenadas e manipuladas por sistemas de informações geográficas (SIGs), que são bancos de dados específicos para informações codificadas espacialmente. As vantagens em relação aos métodos manuais, residem, principalmente, na dinâmica e na maleabilidade que os SIGs permitem à manipulação de informações multitemáticas georreferenciadas, dada à versatilidade propiciada pela informática (Formaggio et al., 1992).

Minas Gerais é o estado líder na produção cafeeira no Brasil, sendo que as regiões do estado com maior expansão da cultura nestes últimos anos são as regiões do Alto Paranaíba e Triângulo, denominadas de “Região do café do cerrado”, possuindo índices elevados de crescimento, tanto da área plantada quanto da produtividade.

A região Sul de Minas ainda é a mais bem estruturada para a cafeicultura, dispondo de 55,8% da infraestrutura total para produção de café no estado. Esta região encontra-se em fase de franca recuperação e renovação das lavouras.

Para que se possa fazer uma avaliação do parque cafeeiro do estado, há necessidade do monitoramento de fatores que influenciam os níveis de produção, evolução, volume de safra e de suas características de exploração, através de um diagnóstico ambiental das áreas produtoras. Para tanto é necessário levantar informações sobre o meio ambiente, que incluem características de solos, clima, vegetação, geologia, relevo e recursos hídricos, além de fatores atuais da cultura instalada na região como: produção, variedades, produtividade, sistemas de plantio e tratamentos culturais, entre outros.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi a geração de mapas temáticos de uso atual das terras, com enfoque para a cultura cafeeira, em duas áreas-piloto representativas das regiões produtoras do Alto Paranaíba e do Sul de Minas, através de imagens de satélite, fotografias aéreas disponíveis e visitas ao campo. Pretende-se até o final do projeto, avaliar as possibilidades de utilização da metodologia de sensoriamento remoto e geoprocessamento para determinar e estimar áreas cafeeiras.

As informações agregadas a este mapa são importantes para garantir o sucesso do produtor e seu empreendimento agrícola, subsidiar órgãos do governo na tomada de decisões, subsidiar órgãos de pesquisa para direcionamento de seus trabalhos e permitir o acompanhamento e monitoramento das condições ambientais, auxiliando na tomada de decisões no momento oportuno.

Pretende-se extrapolar os resultados alcançados neste trabalho e utilizar a experiência adquirida, para o estudo da cafeicultura em todas as áreas produtoras de café em Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

As áreas-piloto selecionadas para o estudo na região do Alto Paranaíba englobam porções dos municípios de Patrocínio e Coromandel, enquanto que na região Sul de Minas compreende uma porção do município de Machado. As áreas-piloto apresentam 520 Km<sup>2</sup> e foram selecionadas por serem representativas da cultura cafeeira de cada uma das regiões de estudo, levando-se em consideração parâmetros tais como: dimensões

das áreas contíguas plantadas com café, cultivares mais utilizadas, aspectos ambientais associados à cafeicultura, como relevo e tipo de solo e técnicas de manejo adotadas, entre outras. Estas informações foram obtidas por intermédio de consultas aos técnicos das cooperativas regionais e diretamente com os produtores em visitas a campo.

As áreas-piloto foram delimitadas pelas seguintes coordenadas UTM:

Área-piloto de Patrocínio, representativa da região produtora do Alto Paranaíba: 278 Km e 304 Km de longitude W e 7.922 Km e 7.942 Km de latitude S;

Área-piloto de Machado, representativa da região produtora do Sul de Minas: 392 Km e 418 Km de longitude W e 7.620 Km e 7.600 Km de latitude S.

As imagens de satélite utilizadas foram a TM/Landsat 5 no formato digital, de 1.999, nas bandas TM3, TM4 e TM5, englobando as regiões de Patrocínio (TM/Landsat WRS 220/73E) e Machado (TM/Landsat WRS 219/75E). Em auxílio à interpretação de imagens de satélite, utilizaram-se fotografias aéreas disponíveis das duas regiões, em escala 1:25.000, do extinto Instituto Brasileiro do Café (IBC). As documentações cartográficas utilizadas da área-piloto de Patrocínio foram as cartas plani-altimétricas do Ministério do Exército, escala 1:100.000 de Patos e Monte Carmelo e da área-piloto de Machado foram as cartas plani-altimétricas do IBGE, escala 1:50.000 de Machado e Campestre.

As atividades preliminares de campo consistiram na avaliação da distribuição da cafeicultura nas regiões selecionadas para o estudo, com a seleção das respectivas áreas-piloto. Nestas, selecionou-se fazendas produtoras de café representativas nas duas regiões, onde realizou-se o levantamento de dados da cultura cafeeira e do meio físico, particularmente aqueles que são responsáveis pela resposta espectral dos cafezais, ou seja: área plantada, cultivares, espaçamento de plantio, idade, porte, diâmetro médio da copa, vigor vegetativo, produção média por talhão, cobertura do substrato pelo café, tipo de cobertura do substrato ao longo das ruas, tipo de solo, declividade e quadrante das vertentes. Por intermédio de GPS Garmin 12 foram georreferenciados, no campo, as áreas plantadas com a cultura do café e com outros tipos de cobertura vegetal, para a obtenção de padrões de comparação nas imagens de satélite e nas fotografias aéreas.

O software utilizado para a implementação do banco de dados e tratamento e manipulação das imagens de satélite foi o SPRING/INPE. Os dados obtidos no levantamento de campo foram implementados no banco de dados digital criado para cada uma das áreas-piloto. Com os dados de georreferenciamento dos cafezais, criaram-se os planos temáticos denominados áreas de cafeicultura. As imagens de satélite na composição TM3, TM4 e TM5, em RGB, foram registradas, contrastadas e tratadas no módulo IMAGEM. Realizaram-se as operações de segmentação pelo método de crescimento de regiões, com suavização de arcos e, em seguida, procedeu-se à classificação supervisionada pelo classificador maxver (máxima verossimilhança) na banda TM4, com obtenção de amostras controladas das seguintes classes temáticas de uso atual das terras:

Café formado: que equivale aos cafezais cujos parâmetros de idade (acima de 4-5 anos), porte (maior que 2 m) e espaçamento de plantio, permitem uma cobertura do substrato com café maior que 50%;

Mata: que correspondente às áreas ocupadas por vegetação natural de porte elevado, isto é, matas ciliares, resquícios de floresta tropical e cerrado.

Associação vegetação\_solo: que equivale às áreas de vegetação natural de pequeno porte (cerrado), pastagens, culturas anuais, além de áreas de café em formação, que não correspondem aos requisitos da classe café formado. A área de exposição de solo corresponde a mais de 50%.

Solo desnudo: que compreende às áreas de exposição quase total do solo, ou seja: áreas preparadas para cultivo e núcleos urbanos e antrópicos.

Por meio das imagens classificadas e usando-se o SPRING, geraram-se planos temáticos matriciais de uso atual das terras para as duas áreas-piloto. Os planos matriciais foram posteriormente transformados em planos vetoriais para facilitar a re-edição dos mesmos, elaborando-se, assim, os mapas de uso das terras da região de Patrocínio e Machado.

De posse destes mapas, realizaram-se novas campanhas de campo para checagem da distribuição das classes temáticas de uso das terras no local. Com os dados da checagem de campo, os mapas de uso das terras foram corrigidos através do módulo de edição vetorial do SPRING.

## RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO

Os mapas de uso atual das terras gerados para as áreas-piloto de Patrocínio e Machado apresentaram dados que estimam satisfatoriamente a distribuição da cafeicultura nas duas regiões. Para a área-piloto de Patrocínio, representativa da região produtora do Alto Paranaíba, a classe café formado representou 14% da área total e para a área-piloto de Machado, representativa da região produtora do Sul de Minas, o valor encontrado para a classe café formado foi de 26%.

O levantamento das características dos cafezais e do meio físico, associado ao georreferenciamento dos mesmos, realizados nas campanhas de campo prévias, forneceram os dados para geração do plano temático que corresponde às principais áreas ocupadas pela cafeicultura nas duas áreas-piloto. Estes dados foram fundamentais para o estabelecimento de padrões de resposta orbital de cafezais formados nas imagens de satélite, na composição das bandas TM 3, 4 e 5 em RGB, possibilitando a identificação visual desta cultura. A observação visual, aliada à segmentação das imagens, possibilitou a obtenção de amostras confiáveis para a classificação automatizada.

A comparação visual do mapa de distribuição das classes de uso das terras com os padrões espectrais definidos para as diversas classes na análise visual nas imagens de satélite, aliada à checagem no campo, demonstrou que para a região de Patrocínio o mapa gerado de uso atual das terras com ênfase para a cafeicultura é bastante confiável. Tal fato reflete, provavelmente, as condições geomórficas da região do Alto Paranaíba, que apresenta relevo geralmente mais suave e condições atmosféricas que propiciam o imageamento via sensores remotos orbitais, além das características dos cafezais, que correspondem, geralmente, a grandes áreas plantadas, por vezes atingindo 1.000 ha de áreas contíguas.

Já para a área-piloto de Machado, o mapa de uso das terras elaborado apresentou maior proporção de conflito da resposta espectral para as classes café formado e mata, visto que estas coberturas vegetais apresentam valores de reflectância orbital semelhantes. Este conflito acentua-se na porção W do município de Machado, onde o relevo é muito acidentado. Além do relevo, por vezes muito acidentado, a cafeicultura da região do Sul de Minas é representada por médios e pequenos produtores, resultando em talhões de dimensões muito variáveis. Estas características dificultam o reconhecimento visual nas imagens de satélite TM/Landsat, dado à sua resolução espacial que é de 30 x 30 m. Sendo assim, nesta área-piloto, o mapa de uso das terras teve maiores correções via edição vetorial, após as checagens realizadas no campo.

## CONCLUSÕES

1. Os mapas de uso das terras, com ênfase para a cafeicultura, foram gerados por intermédio de tratamento e processamento de imagens de satélite TM/Landsat 5 por meio do SPRING, em associação com os dados da cultura cafeeira levantados no campo. Para a área-piloto de Patrocínio, representativa da região produtora do Alto Paranaíba, o mapa de uso das terras apresentou 14% de café formado e na área-piloto de Machado, representativa da região produtora do Sul de Minas, a classe café formado representou 26% da área total. Os mapas das duas áreas-piloto sofreram ajustes após checagem de campo, sendo que na área-piloto de Patrocínio, estes ajustes foram em menor proporção. Estes dados foram considerados satisfatórios para as duas regiões em epígrafe.
2. As imagens do TM/Landsat 5, em função da sua resolução espacial reduzida, ou seja 30 x 30 metros, podem ser utilizadas para o levantamento de cafezais formados, ou seja, que atendam aos parâmetros da cultura, que reflitam em cobertura do substrato por café maior que 50%, em áreas de relevo plano a suave ondulado, com condições atmosféricas adequadas ao imageamento orbital e com cafezais plantados em áreas contíguas de grandes dimensões. Estas características são encontradas na região de Patrocínio.
3. Para as áreas que não se encaixam no item 2, o levantamento da cafeicultura deve ser auxiliado por produtos de sensoriamento remoto de maior resolução espacial, tais como fotografias aéreas e/ou imagens IKONOS, que apresentam resolução espacial de 1 x 1 metro, e outros afins.
4. O sensoriamento remoto orbital aliado ao geoprocessamento constituem técnicas que podem ser utilizadas na caracterização, estimativa e monitoramento do parque cafeeiro de uma determinada região, desde que as atividades sejam avaliadas e controladas por levantamentos de campo. As informações geradas no levantamento e monitoramento da cafeicultura podem subsidiar órgãos do governo e órgãos de pesquisa no gerenciamento racional desta cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EPIPHANIO, J. C. N.; LEONARDI, L.; FORMAGGIO, A. R. Relações entre parâmetros culturais e resposta espectral de cafezais. **Pesq. agropec. bras.**, Campinas, v. 29, n. 3, p. 439-447, 1994.
- FAEMG. **Diagnóstico da cafeicultura em Minas Gerais**. Belo Horizonte: FAEMG, 1996. 52 p.
- FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S.; EPIPHANIO, J. C. N. Sistemas de informações geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. **R. Bras. Ci. Solo**, v. 16, p.249-256, 1992.