

# GEOTECNOLOGIAS PARA MAPEAMENTO DE LAVOURAS CAFEIRAS NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Mauricio Alves MOREIRA<sup>1</sup>, E-mail: mauricio@dsr.inpe.br; Marcos ADAMIL<sup>1</sup>; Marco Aurélio BARROS<sup>1</sup>; Bernardo Frederich Theodor RUDORFF<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais- INPE, São José dos Campos, SP.

## Resumo:

Com a globalização da economia, aumento da população mundial e a questão da segurança alimentar diversos governos estão preocupados com a estimativa da área plantada e a produtividade das grandes culturas agrícolas de forma rápida e precisa. O conhecimento sobre a distribuição espacial das culturas no que diz respeito à quantidade e localização dos plantios também é importante para o planejamento ambiental, práticas de manejo e controle da erosão. O presente trabalho descreve o mapeamento do parque cafeeiro do estado de Minas Gerais por meio do uso de imagens de satélites e Sistema Geográfico de Informação. Os resultados foram disponibilizados tanto na forma de números quanto na forma de mapas apresentando a distribuição espacial dos plantios de café em cada município produtor de Minas Gerais

Palavras-chave: mapeamento do café, Sensoriamento Remoto, Sistema de Informação Geográfica

## Geotechnologies to map coffee crop fields in Minas Gerais State

### Abstract:

With the globalization of the economy, increase of world population and the food security issue several governments are being concerned with the estimation of both crop area and crop yield of major agricultural crops in a rapid, precise way. The knowledge about the spatial distribution of crops with regard to the amount and localization of plantations is also important to environmental planning, management practices and erosion control. The present work describes the mapping of the coffee crop in the State of Minas Gerais through the use of satellite images and Geographic Information System. The results are available in the form of both figures and maps that present the spatial distribution of coffee crop plantations in each producing municipality of Minas Gerais State.

Key words: mapping of the coffee, Remote Sensing, Geographic Information System.

## Introdução

Em todo o mundo existe uma grande preocupação em determinar áreas de plantio de culturas agrícolas, realizar a estimativa de produtividade e determinar os impactos causados por fenômenos meteorológicos, como geadas e secas prolongadas, chuvas excessivas e granizos, pois o planejamento e o gerenciamento do setor agrícola necessitam de informações cada vez mais precisas e com antecedência em relação à época da safra. Essas informações são essenciais para o planejamento do transporte, do processamento e do armazenamento da produção, bem como para a tomada de decisões relacionadas à comercialização. Além disso, o conhecimento do que se planta, onde se planta e como se planta é fundamental no planejamento ambiental, nas recomendações de insumos e corretivos, no controle à erosão e eventuais providências para evitar a contaminação do ambiente.

Quando se fala em previsão de safras, a primeira coisa que se pensa é no quanto se produziu, uma idéia puramente voltada para o agronegócio. É bem verdade que produção gera segurança para os governos por que gera emprego no meio rural e garante alimentos a custo baixos a população. No entanto, no setor estratégico é preciso que os sistemas de previsão de safras agrícolas sejam fontes de outras informações além da produção, para auxiliar nos planejamentos e nas ações governamentais e de iniciativas privadas neste setor. Nesta visão, conhecer a produção de uma determinada cultura agrícola e ter informações subjetivas do quanto se plantou é um dado de pouca relevância quando se fala em desenvolvimento sustentável da agricultura. Desenvolvimento sustentável implica numa relação harmoniosa do homem com a natureza. Logo é preciso ter conhecimento real da espacialização da cultura, tipo de solo em que esta cultura está implantada, infra-estruturas existentes para o armazenamento e escoamento da produção, entre outras. É evidente que essas informações não são alheias no setor produtivo, porém muitas delas são obtidas de maneira subjetiva e outras exclusivas de determinadas empresas de tal sorte que os sistemas, que deveriam ser de previsão de safras, tornam-se simplesmente o método subjetivo de informações da produção.

O agroecossistema cafeeiro é um sistema complexo, para conhecê-lo, por meio de métodos convencionais, é uma atividade extensa e difícil de ser desenvolvida, devido ao custo financeiro elevado, à necessidade de recurso humano especializado e o tempo requerido para sua realização. A opção mais econômica para a coleta de dados sobre a cafeicultura é o uso da geotecnologia, que consiste no uso de imagens orbitais, técnicas de geoprocessamento e os sistemas de posicionamento global (GPS).

Neste sentido, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a metodologia e os resultados do mapeamento do parque cafeeiro do estado de Minas Gerais por meio do uso de imagens de satélites e de um Sistema Geográfico de Informação.

## Material e Métodos

A área de estudo abrange todo o estado de Minas Gerais inserido entre as coordenadas 51° 44' 13" W e 39° 07' 08" W e 23° 08' 51" S e 13° 55' 18" S.

Para a interpretação das áreas ocupadas com café foram utilizados os seguintes materiais:

- Imagens do sensor TM do Landsat-5 dos anos de 2005 e 2006;
- Imagens do SPOT-4 de algumas áreas do Sul de Minas e Zona da Mata;
- Mapas com limites municipais no formato digital;
- Dados do Google Earth.

O café é uma cultura bianual quanto à produção de grãos, ou seja, um ano de produção alta e outro baixa. Entre uma produção e outra apresenta dois períodos fenológicos chamado de vegetativo e reprodutivo. No período entre outubro a março ocorre o período reprodutivo, por tanto o de maior vigor vegetativo e com a máxima atividade fotossintética. Este período é o ideal para adquirir imagens de satélites para fins de mapeamento. Todavia, nesta época cultivam-se outras culturas agrícolas. Esta situação corrobora com o erro de mapeamento devido à semelhança espectral entre as diferentes espécies vegetais, sendo necessário a utilização de um período alternativo ao supramencionado para a discriminação de lavouras cafeeiras. Por essa razão Moreira et al. (2004) comentou a importância do uso de imagens obtidas no período seco, entre os meses de junho a setembro, pois nesta época do ano o contraste espectral do café e de outros alvos é bastante realçado, mesmo tendo sido efetuada a colheita e provocado derrida de folhas.

A metodologia desenvolvida na pesquisa pode ser descrita em quatro etapas. Inicialmente foi realizada a coleta de dados sobre o cultivo do café no estado de Minas Gerais e a espacialização desses dados por município numa base cartográfica. Com isto foi estabelecido o número de órbitas/ponto a serem interpretadas e percentual da área municipal ocupada com café. A seguir foi feita a estruturação do banco de dados geográfico, com os dados cadastrais e as imagens.

Após a criação do banco de dados geográfico foi realizado o preparo das imagens para a interpretação. Nessa fase foram aplicados às imagens os procedimentos de restauração de imagens. O processo de restauração de imagens tem por objetivo reduzir o efeito de borramento de uma imagem, inserido pelo sensor, a partir do conhecimento a priori do fenômeno de degradação. Através de técnicas de restauração é possível melhorar a qualidade da imagem degradada e também gerar imagens com melhor resolução espacial efetiva em uma grade de amostragem mais fina (Fonseca, 1988). Neste trabalho as imagens foram restauradas para 10 m. As imagens restauradas para 10m foram georreferenciadas, associando a cada elemento da imagem uma coordenada geográfica. Em seguida foi aplicado um contraste, visando realçar as diferenças entre os alvos que compõem a cena.

Com isto, iniciou-se o mapeamento das áreas de café e quantificação da área plantada por município, por meio de interpretação visual. O mapeamento foi realizado através da Edição Matricial lavoura por lavoura. A edição matricial se faz através de um link dinâmico entre o analista e o computador, que permite visualizar vários Planos de Informação (PIs) de forma simultânea e interativa. Serve tanto para corrigir erros de classificação, como realizar o mapeamento total, tal como empregado neste projeto. Além dessa vantagem operacional, na edição matricial não há mudanças na matriz temática a não ser aquelas realizadas pelo interprete. Como auxílio utilizou-se as imagens disponibilizadas pelo Google Earth, que em muitas áreas disponibiliza imagens de alta resolução espacial e permite dirimir dúvidas.

De acordo com as informações oficiais inseridas no banco de dados geográfico, nos municípios com baixa concentração de café e com presença de eucalipto, adotou-se o seguinte critério: Quando o município continha uma área de café menor de 100 ha e não havia imagens Google Earth de alta resolução admitiu-se ser verdadeira a área indicada pelo IBGE. Nos municípios onde a quantidade de café era pequena, mas se dispunha de imagens Google Earth com alta resolução espacial, mesmo tendo eucalipto fez-se a interpretação e a delimitação do café observado nessas imagens.

Alguns municípios localizados na Mesorregião do Vale do Mucuri, mesmo tendo uma quantidade expressiva de café, segundo informação do IBGE, não foi possível realizar o mapeamento, porque não se dispôs de imagem Google Earth de alta resolução espacial e não se observou uma resposta espectral característica do café nas imagens TM/Landsat. Aliado a isso se observou uma concentração alta de reflorestamentos de eucalipto, que na fase jovem forma um dossel com comportamento espectral semelhante ao comportamento espectral do dossel cafeeiro. Somado a isso, o cerrado foi uma classe que apresentou muito semelhante ao café.

Após realizar a interpretação das lavouras de café para um dado município, o resultado era comparado com as informações oficiais. No caso de divergência de área foi feita uma nova interpretação muito criteriosa para verificar se não houve erro de omissão. Persistindo a diferença de área (oficial e interpretada) realizava-se um contato telefônico com técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG) do município para esclarecer dúvidas de interpretação. Ao final do processo de classificação foi obtido um mapa temático contendo a espacialização do parque cafeeiro de Minas Gerais.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta as órbita/ponto das imagens utilizadas para o mapeamento do parque cafeeiro, bem como a área de café ocupada por município, obtida por meio da interpretação visual das imagens TM/Landsat. Pode-se observar que concentração das lavouras de café ocorre nas órbitas/ponto 216/74, 217/74, 219/74, 219/75, 220/73 e 220/74.

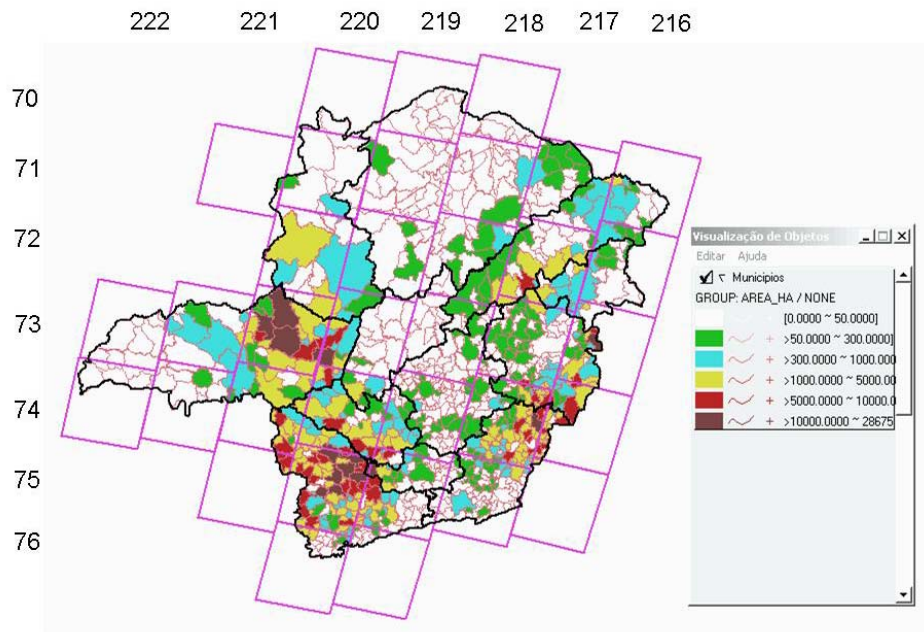


Figura 1 – Malha municipal e de órbita/ponto do sensor TM do Landsat-5 e área de café por município.

Durante a fase de interpretação das imagens de satélites pode-se observar que o comportamento espectral do café típico (lavouras bem conduzidas) no estado de Minas Gerais apresenta numa tonalidade amarronzada, o que lembra a cor do café levemente torrado ou do cobre, conforme é mostrado na Figura 2.

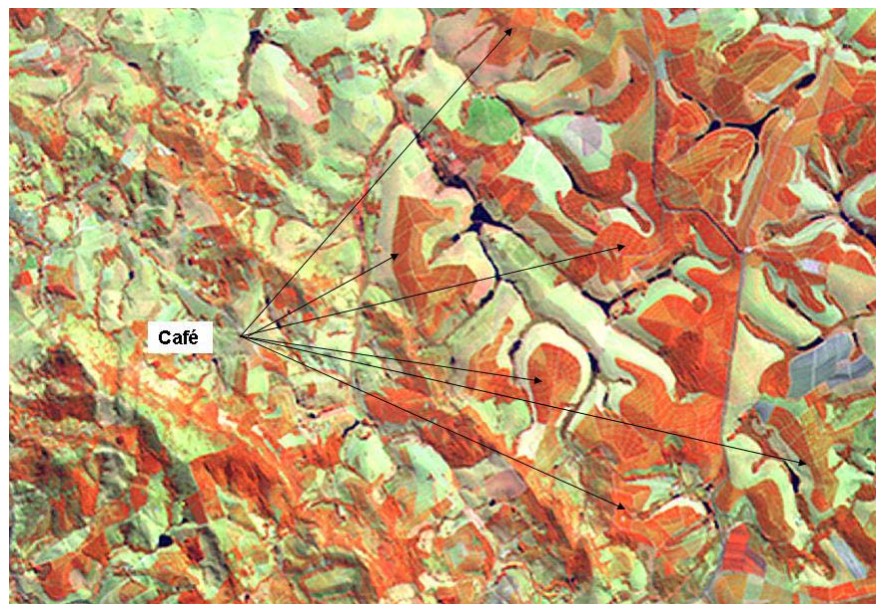


Figura 2 – Lavouras de café vista na composição colorida TM3(B), TM4(R), TM5(G), em relevo suave ondulado a ondulado. Locais: Machado e Serrania, Sul de Minas.

Cor mais clara está muito relacionada com o índice de área foliar da lavoura, que por vez, está relacionado com o sistema de plantio (normal, adensado ou super-adensado), com a idade e derriça das folhas durante a colheita. De maneira geral, o café típico não foi difícil realizar o mapeamento por meio da interpretação visual, uma vez que a resposta espectral das áreas cafejeiras são bem características. É bom ressaltar que a classificação digital não mostrou resultados satisfatórios. O erro de classificação foi grande, por causa da semelhança espectral do café com a classe de cerrado típico. A maior dificuldade encontrada na interpretação visual foi com relação o café atípico, isto é, as lavouras que por algum motivo (tratos culturais, derriça extrema ou idade) afetou o comportamento espectral do café, conforme é mostrado na Figura 5.3. Essas mudanças foram observadas mesmo em imagens obtidas no mesmo ano. Ao buscar uma explicação para essa mudança notou certa relação com a quantidade de café no município. Em geral, isso aconteceu em municípios em que a relação percentual do café com a área territorial é baixa e as lavouras são relativamente pequenas. Logo, acredita-se que nessas condições o manejo da cultura é mal conduzido. A Figura 3 apresenta um exemplo do efeito da poda na resposta espectral do café.

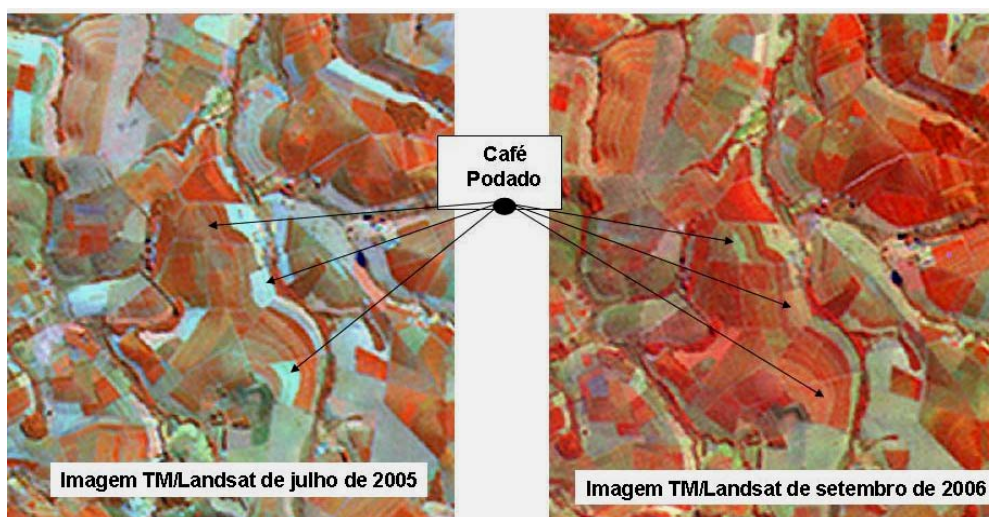


Figura 3 – Áreas de café podadas no ano de 2005 e recuperadas em 2006.

A área de café e o percentual de contribuição de cada microrregião na área total de café resultante do mapeamento estão relatados na Tabela 1.

Tabela 1 – Área de café em hectares por microrregião e percentual desta área em relação ao total.

Microrregiões	Área (ha)	Percentual em relação ao total
Aimorés	22.179,50	2,38%
Alfenas	70.935,49	7,63%
Almenara	4.395,82	0,47%
Andrelândia	361,13	0,04%
Araçuaí	7.454,56	0,80%
Araxá	25.052,89	2,69%
Barbacena	341,86	0,04%
Belo Horizonte	241,73	0,03%
Bocaiuva	168,91	0,02%
Bom Despacho	403,44	0,04%
Campo Belo	17.861,79	1,92%
Capelinha	11.828,14	1,27%
Caratinga	24.024,26	2,58%
Cataguases	280,95	0,03%
Conceição do Mato Dentro	434,55	0,05%
Conselheiro Lafaiete	440,69	0,05%
Curvelo	30,00	0,00%
Diamantina	620,79	0,07%
Divinópolis	576,58	0,06%
Formiga	5.895,74	0,63%
Frutal	11,00	0,00%
Governador Valadares	1.548,83	0,17%
Grão Mogol	161,00	0,02%
Guanhaes	627,16	0,07%
Ipatinga	169,18	0,02%
Itabira	1.067,92	0,11%
Itaguara	305,00	0,03%
Itajubá	3.869,70	0,42%
Ituiutaba	-	0,00%
Janauba	24,00	0,00%
Januária	1.103,18	0,12%
Juiz de Fora	691,17	0,07%
Lavras	19.953,01	2,14%
Manhuaçu	89.558,67	9,63%
Mantena	11.423,11	1,23%

Microrregiões	Área (ha)	Percentual em relação ao total
Montes Claros	224,04	0,02%
Muriae	34.998,16	3,76%
Nanuque	121,66	0,01%
Oliveira	16.732,58	1,80%
Ouro Preto	144,00	0,02%
Para de Minas	103,45	0,01%
Paracatu	6.987,08	0,75%
Passos	31.451,66	3,38%
Patos de Minas	36.940,49	3,97%
Patrocínio	73.162,18	7,86%
Peçanha	3.380,65	0,36%
Pedra Azul	1.028,36	0,11%
Pirapora	1.779,96	0,19%
Piui	20.802,69	2,24%
Poços de Caldas	48.025,17	5,16%
Ponte Nova	11.241,92	1,21%
Pouso Alegre	5.323,98	0,57%
Salinas	2.002,02	0,22%
Santa Rita do Sapucaí	28.726,36	3,09%
São João Del Rei	1.878,37	0,20%
São Lourenço	19.505,06	2,10%
São Sebastião do Paraíso	86.487,88	9,30%
Sete Lagoas	301,00	0,03%
Teófilo Otoni	12.513,23	1,35%
Três Marias	203,24	0,02%
Uba	1.413,67	0,15%
Uberaba	1.577,86	0,17%
Uberlândia	15.412,42	1,66%
Unai	2.669,41	0,29%
Varginha	124.228,97	13,35%
Viçosa	16.818,33	1,81%
Total	930.227,60	100,00%

## Conclusões

A metodologia aplicada possibilitou quantificar e espacializar o café no estado de Minas Gerais em nível municipal, o que de certa forma é pioneira na maneira como a informação pôde chegar ao usuário. Do ponto de vista tecnológico pode-se chegar às seguintes conclusões

- O café apresentou diferentes comportamentos espectrais, que está relacionado com idade, tipo de poda, espaçamento, variedade, relevo e época do ano.
- Das classes de ocupação do solo o cerrado e eucalipto novo foram as que mais apresentaram semelhanças espectrais com o café.
- A Restauração das imagens TM/Landsat para pixels de 10 m possibilitou uma ampliação dos dados para uma escala de até 1:15.000. Esse fato permitiu mapear pequenas áreas de café.
- A melhor época de aquisição das imagens para o mapeamento do café é no período seco (junho a setembro). No entanto a prática de poda do cafeeiro após a colheita mudar por completo o comportamento espectral da lavoura
- O emprego de dados do Google Earth, como dado auxiliar foi de extrema valia, uma vez que substituiu os trabalhos de campo para dirimir dúvidas de interpretação

## Referências Bibliográficas

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, mar. 2004

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