

Tecnologia de informação: imagens de satélite para o mapeamento de áreas de café de Minas Gerais¹

Maurício Alves Moreira²

Marco Aurélio Barros³

Viviane Gomes Cardoso de Faria⁴

Marcos Adami⁵

Resumo - Com a globalização da economia, aumento da população mundial, mudanças globais do clima e a questão da segurança alimentar, diversos governos estão preocupados com a estimativa da área plantada e a produtividade de forma rápida e precisa das grandes culturas agrícolas. Para obter o mapeamento de lavouras de café por meio de imagens de satélite, foram usadas imagens do sensor TM do satélite Landsat-5 e do sensor HRVIR do satélite SPOT 4 para algumas regiões do estado de Minas Gerais. Para os mapas, a metodologia empregada foi fundamentada na classificação das imagens utilizando o Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) versão 4.2, desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), seguida da interpretação visual das imagens. Por meio desta metodologia, obtiveram-se informações de área plantada com café por **municípios, macrorregiões, microrregiões** e para todo o estado de Minas Gerais.

Palavras-chave: Geotecnologia. Sensoriamento remoto. Mapeamento. Café. Banco de dados. SPRING.

INTRODUÇÃO

A cafeicultura mineira, apesar de sua importância econômica e social para o Estado, carece de informações complementares para o seu sistema produtivo principalmente em relação a sua extensão, distribuição espacial e o ambiente em que é cultivada. Esta lacuna de informações restringe o planejamento desta atividade econômica, dificulta o planejamento

ambiental, o planejamento de práticas de manejo e o controle da erosão, bem como as estimativas de produtividade que utilizam índices de penalização resultantes de adversidades climáticas e/ou fitossanitárias. Todas essas informações são importantes para o planejamento estratégico dos governos municipais. No entanto, conhecer um sistema complexo, como o agroecossistema cafeeiro, por

meio de métodos convencionais, é uma atividade extensa e de difícil desenvolvimento. A utilização de imagens de satélites e técnicas de interpretação dessas imagens, implementadas no computador é, sem dúvida, a melhor maneira para obter a área plantada com esta cultura.

No passado, época em que as imagens de satélites possuíam pior resolução espacial⁶, como as do sensor Multispectral

¹Este projeto é fruto de um convênio entre o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

²Eng^a Agr^a, D.Sc., Pesq./Prof. INPE, Caixa Postal 515, CEP 12227-010 São José dos Campos-SP. Correio eletrônico: mauricio@dsr.inpe.br

³Eng^a Agr^a, M.Sc., Bolsista DTI/INPE, Caixa Postal 515, CEP 12227-010 São José dos Campos-SP. Correio eletrônico: aurelio@dsr.inpe.br

⁴Comércio Exterior, M.Sc. Sensoriamento remoto, Bolsista DTI/CONAB/INPE, Caixa Postal 515, CEP 12227-010 São José dos Campos-SP. Correio eletrônico: vivian@dsr.inpe.br

⁵Eng^a Agr^a, Doutorando INPE, Caixa Postal 515, CEP 12227-010 São José dos Campos-SP. Correio eletrônico: adami@dsr.inoe.br

⁶Resolução espacial é definida em função da área que o sensor enxerga na superfície terrestre. Quanto menor for essa área, maior é a resolução espacial. No caso do IKONOS essa área é de 1m², o TM do Landsat 5 essa área é de 900 m². Isso limita ampliar a escala de trabalho e, conseqüentemente, o mapeamento de lavouras pequenas.

Scanner (MSS)/Landsat, os resultados obtidos, independente do procedimento adotado, foram desanimadores, conforme relataram Velloso (1974) e Velloso e Souza (1976, 1978). A partir da colocação de sensor Thematic Mapper (TM)/Landsat, Moreira et al. (2004) mostraram que a cultura do café, embora apresente variações no comportamento espectral⁷, por causa de fatores como espaçamento, idade, época do ano, pode ser identificada e mapeada em imagens de satélites de média resolução espacial, com boa precisão de mapeamento, desde que o analista realize uma interpretação visual sobre os resultados da classificação feita no computador.

O café pode ser mapeado por meio de imagens do TM/Landsat e os resultados podem ser disponibilizados tanto espacialmente como tabelados por macrorregião, microrregião, município e Estado.

PROCEDIMENTOS EMPREGADOS NO MAPEAMENTO DO CAFÉ

Para mapeamento das áreas de café, a metodologia pode ser resumida em quatro etapas: 1 - coleta de dados censitários sobre o cultivo do café no estado de Minas Gerais e espacialização desses dados por município numa base cartográfica; 2 - estruturação do banco de dados geográfico; 3 - preparo das imagens para a interpretação; 4 - mapeamento das áreas de café e quantificação da área plantada por município.

Coleta de dados censitários sobre o cultivo do café no estado de Minas Gerais e espacialização desses dados, por município, numa base cartográfica

Determinar onde a cultura está instalada, mesmo sabendo que as informações

oficiais sobre a área plantada são subjetivas, é de grande valia para o analista, pois assim poderá checar os resultados da interpretação ou dar atenção redobrada em áreas com maior concentração da cultura. Por essa razão, esta etapa da pesquisa consistiu de uma análise dos dados disponíveis sobre municípios produtores de café de Minas Gerais, extraídos do banco de dados oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004). Os dados foram espacializados sobre a malha municipal e as informações de área plantada em hectares em cada um dos municípios foram estratificadas, conforme mostrado nas Figuras 1 e 2.

Sobre o mapa resultante do cruzamento dos dados estatísticos e cartográficos foi sobreposta a malha de órbita/ponto do sensor TM do Landsat 5 e realizada uma outra estratificação para redefinir limiares de área plantada, ou seja, hectares com café em cada município. O resultado desta operação pode ser visto na Figura 2. Essa informação foi muito útil durante o processo de aquisição das imagens de satélites.

De acordo com os dados do IBGE (2004) e ao observar a Figura 2, pode-se notar que a cafeicultura mineira está concentrada nas regiões Sul/Sudoeste, Oeste de Minas; Campo das Vertentes; Zona da Mata e Central de Minas e parte do Alto Paranaíba.

A escolha das imagens para efetuar o mapeamento do café é um ponto crucial para o sucesso na interpretação. Entre setembro e dezembro, o café passa pelos períodos fenológicos de florada, chumbinho e expansão dos frutos. De janeiro a março ocorre a granação dos frutos. Como o café neste período encontra-se em máxima atividade fotossintética e, portanto, maior vigor vegetativo, esta seria, sem dúvida, a melhor época para adquirir as imagens de satélites para realização do mapeamento. No entanto, no período de novembro a março são plantadas outras culturas

agrícolas, o que pode dificultar a individualização das lavouras de café nas imagens de satélites, acarretando erro no mapeamento. Por essa razão Moreira et al. (2004) comentaram sobre a importância do uso de imagens obtidas no período seco, entre os meses de junho e outubro, pois nesta época do ano o contraste espectral do café e de outros alvos⁸ de ocupação do solo é bastante realçado e não há presença das culturas anuais.

Além das imagens mencionadas e do mapa digital com os limites municipais, também foram utilizadas imagens do ETM⁺ do Landsat 7 e de alta resolução, disponibilizadas no Google Earth.

Estruturação do banco de dados geográfico

Para realizar o mapeamento do café em imagens de satélite por programas computacionais, é necessário criar um banco de dados geográfico. Neste banco de dados são inseridos todos os dados disponíveis, tais como: imagens de satélites, limites estadual e municipal, dados cadastrais, como exemplo, informação da área de café por município divulgado pelo IBGE. Este banco permite ainda associar cada ponto da imagem a uma localização geográfica da superfície terrestre por meio das coordenadas geográficas.

Para facilitar o trabalho nas etapas de interpretação, no banco de dados geográfico foram criados 35 projetos, cada um correspondendo a uma imagem do TM/Landsat 5, o que facilita o gerenciamento de toda interpretação pelo coordenador.

Preparo das imagens para interpretação

O cultivo do café no estado de Minas Gerais não apresenta um padrão característico de manejo e tamanho das lavouras. Dentro de um município podem-se encontrar lavouras com o mais variado

⁷Comportamento espectral refere-se à forma como o alvo reflete a radiação solar, de modo que o sensor de um satélite possa identificá-lo.

⁸Alvos são quaisquer tipos de cobertura da superfície inclusive solo exposto.

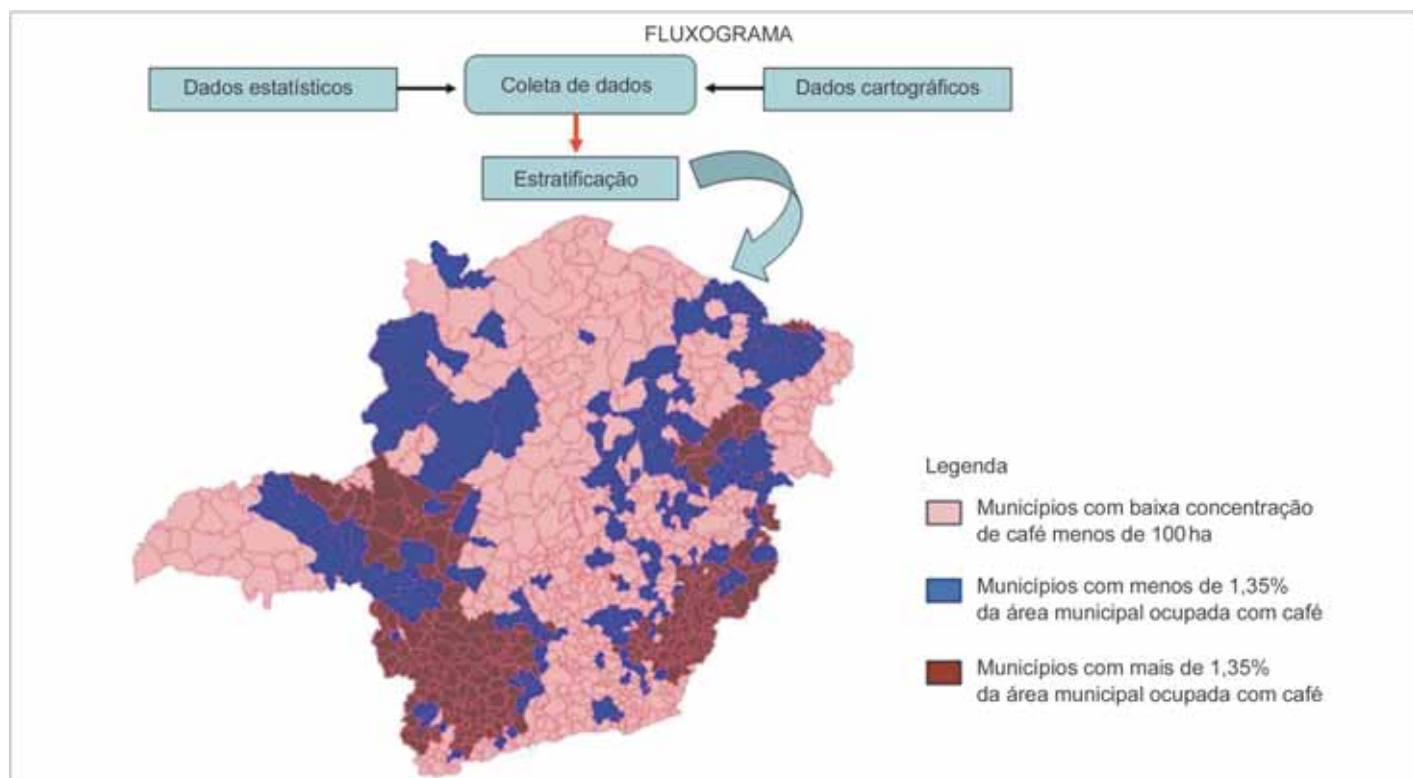


Figura 1 - Mapa do estado de Minas Gerais com a espacialização dos municípios produtores de café
 FONTE: Dados básicos: Moreira et al. (2006).

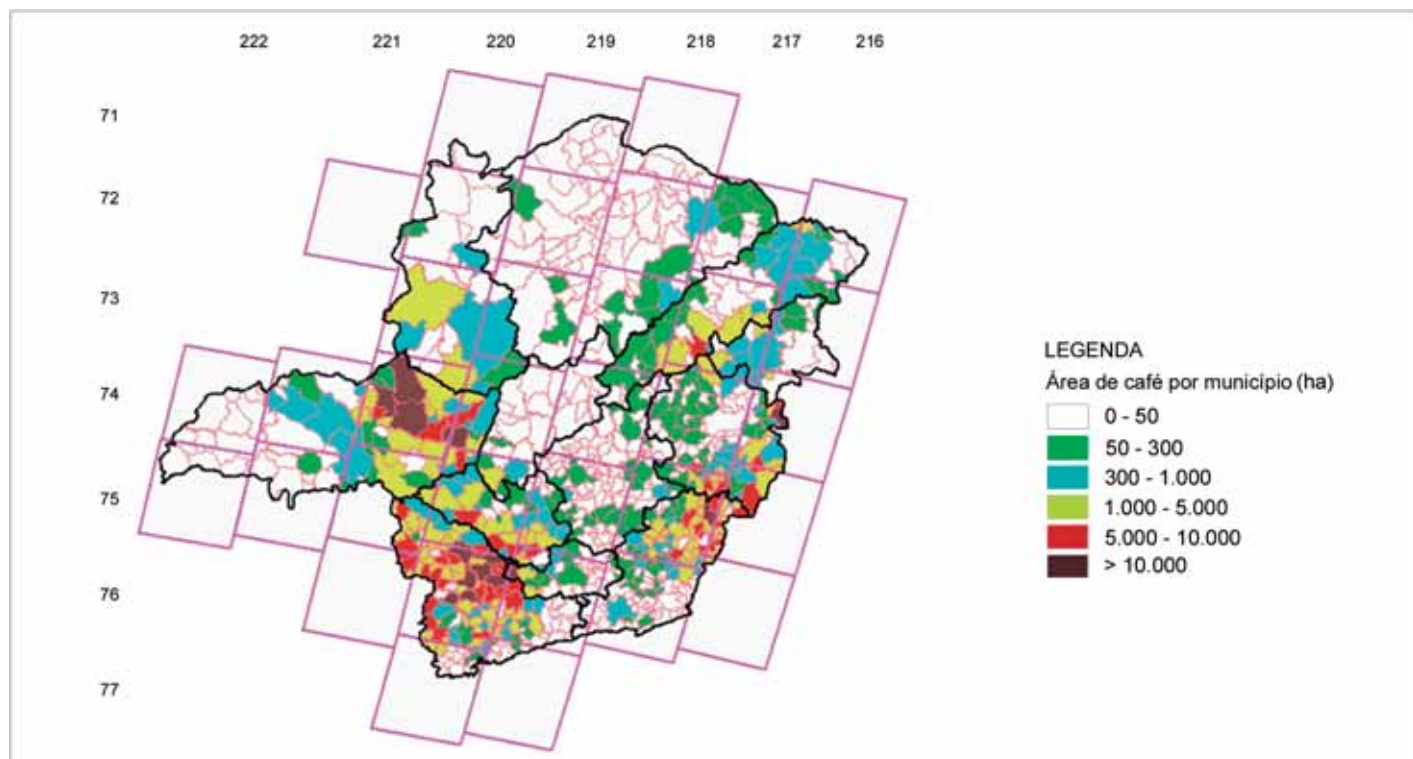


Figura 2 - Mapa de Minas Gerais com as órbitas-ponto das imagens TM do Landsat 5
 FONTE: Dados básicos: Moreira et al. (2006).
 NOTA: No sentido vertical têm-se os pontos e no horizontal, as órbitas.
 TM - Thematic Mapper.

tamanho de área, implantadas em diversas formas de relevo. Nestas lavouras cultivam-se diferentes variedades, sendo as mais utilizadas: Mundo Novo (lavoura de porte alto), Catuaí (porte baixo), Acaiá, Caturra, entre outras. Além disso, o espaçamento utilizado também varia muito. Há pelo menos três modalidades de plantio em função da quantidade de covas de café por unidade de área, ou seja, plantio normal, adensado e superadensado. Quanto ao manejo, encontram-se lavouras de café sombreado, com proteção de quebra-ventos, irrigado por pivô central ou gotejamento e o cultivo de

sequeiro tradicional. Todos estes fatores alteram o comportamento espectral do cafezal (MOREIRA et al., 2004).

Essas características indicam a necessidade do uso de imagens de satélites com alta resolução espacial, como são as imagens adquiridas pelos satélites IKONOS e o QuickBird, mostradas na Figura 3.

Essas imagens, por terem uma alta resolução espacial, permitem ampliar uma área com muito mais detalhe, quando comparado às imagens do TM/Landsat 5. Assim, fica fácil mapear lavouras pequenas de café. No entanto,

como o custo desta imagem é muito maior que o de uma imagem com resolução espacial menor, isso inviabiliza a sua utilização para grandes extensões, como o caso do estado de Minas Gerais.

Restauração das imagens

Para contornar o problema da média resolução espacial das imagens do TM/Landsat 5 e corrigir as distorções na resolução nominal introduzidas pelo envelhecimento dos sensores, faz-se a restauração. Neste procedimento, pode-se obter uma imagem de saída com tamanho

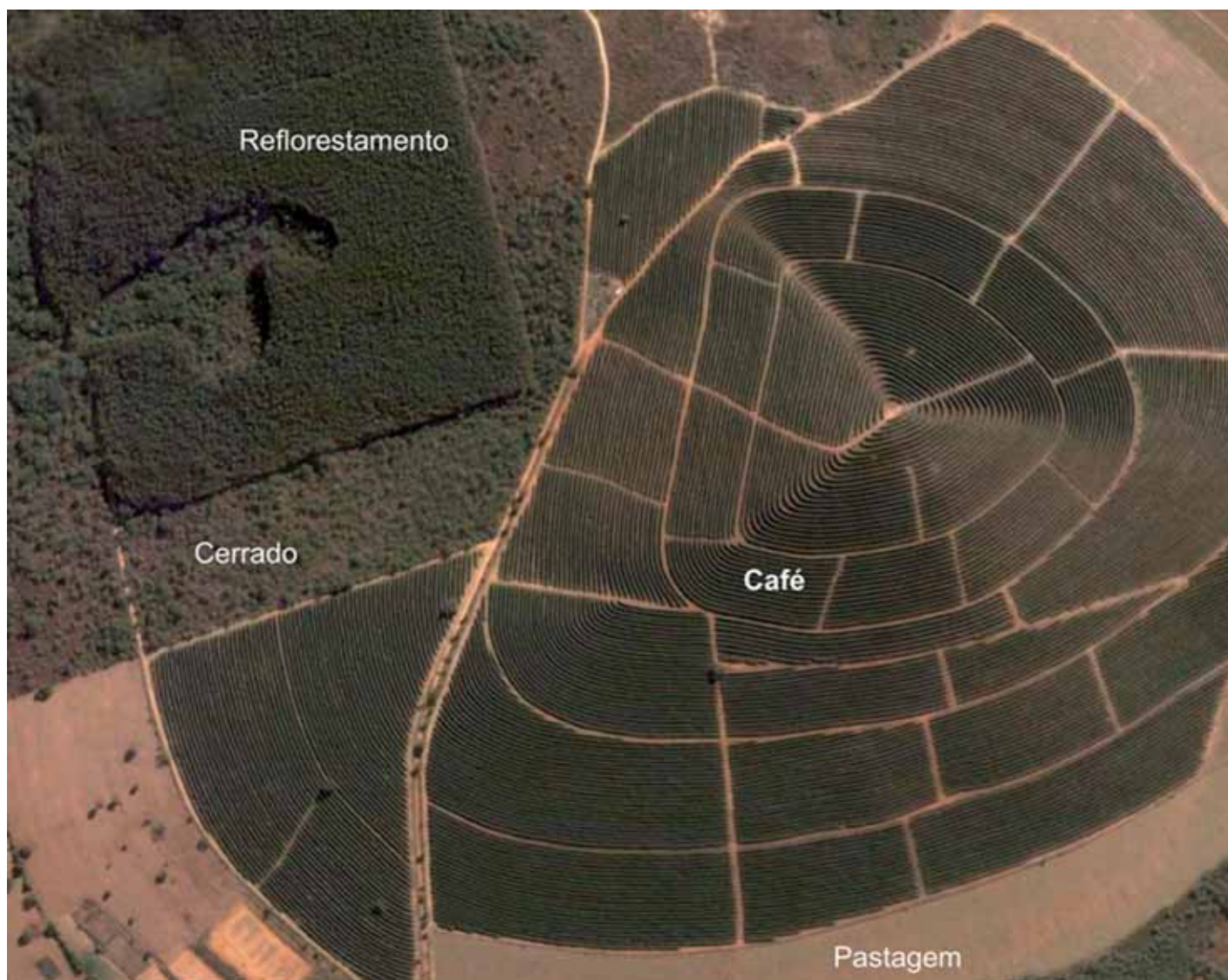


Figura 3 - Área de café vista numa imagem IKONOS

FONTE: Google Earth Free.

do *pixel*⁹ menor do que o original (FONSECA, 1988). Por exemplo, a partir da imagem do TM/Landsat 5 com resolução de 30 m, pode-se obter uma imagem restaurada com *pixel* de 20, 15, 10 e 5 m.

Os resultados obtidos por meio da classificação das imagens no computador apresentarão erros. Esses erros são inevitáveis por causa da semelhança no comportamento espectral do café com outros alvos da superfície terrestre. Por exemplo, um Cerrado típico pode ser classificado como café. Para corrigir esse erro, existe no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING) uma ferramenta denominada Edição Matricial, que permite ao intérprete interferir nos resultados da classificação.

Um importante fator para aplicar o procedimento da Edição Matricial é a escala de trabalho, pois lavouras muito pequenas são de difícil visualização e individualização nas imagens de satélites numa escala mais detalhada como, por exemplo, de 1:50.000. Quando as imagens TM/Landsat originais (*pixel* de 30 m) são ampliadas para escalas maiores que 1:40.000 ocorre o realçamento dos *pixels*, que acarreta uma descontinuidade das feições espectrais dos alvos contidos na cena. O procedimento de restauração permite a obtenção de produtos originados dessas imagens com *pixels* de menor tamanho, possibilitando uma ampliação para escalas de até 1:15.000. Na Figura 4, é mostrado o efeito visual de uma área numa imagem com *pixel* original (30 m) e, na Figura 5, uma imagem restaurada com *pixel* de 10 m, na mesma escala.

Por esta razão, a restauração da imagem torna-se um procedimento imprescindível, pois ao obter uma imagem com *pixel* menor é possível ampliá-la na tela do computador numa escala de trabalho muito maior do que a imagem original sem restauração.

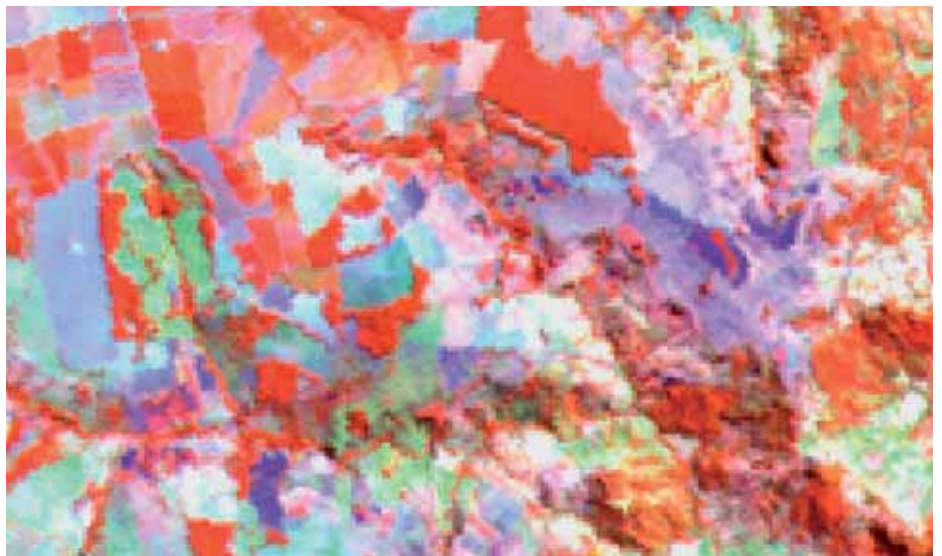


Figura 4 - Imagem TM/Landsat na composição 3(B), 4(R) e TM5(G), com *pixel* original, vista numa escala de 1:25.000

FONTE: INPE (2006).

NOTA: TM - Thematic Mapper.



Figura 5 - Imagem TM/Landsat na composição 3(B), 4(R) e TM5(G), restaurada com *pixel* de 10 m, vista numa escala de 1:25.000

FONTE: INPE (2006).

NOTA: TM - Thematic Mapper.

Georreferenciamento ou registro de imagem

O georreferenciamento tem como objetivo associar cada *pixel* da imagem a um sistema de referência. Em outras palavras,

cada *pixel* da imagem passará a ter uma localização (longitude e latitude).

Existem três maneiras para fazer o georreferenciamento:

- a) por meio de cartas topográficas, em

⁹Menor elemento de resolução da imagem. No caso das imagens do TM/Landsat o *pixel* corresponde a uma área mínima de 900 m² (30 m x 30 m).

que são identificados pontos perceptíveis na carta e na imagem. Neste procedimento são adquiridos, aproximadamente, dez pontos espalhados na área e faz-se o registro usando um interpolador;

- b) por meio de pontos coletados no campo com o Global Positioning System (GPS);
- c) usando-se uma imagem já referenciada como a Geocover, disponibilizada pela National Aeronautics and Space Administration (NASA, 2004).

No presente projeto foram utilizadas essas imagens para realizar o georreferenciamento.

Após o georreferenciamento, as imagens foram importadas para o banco de dados dentro do SPRING, para realizar o mapeamento das áreas de café. É importante salientar que cada cena do TM/Landsat foi introduzida no banco de dados georreferenciado como um projeto independente.

Mapeamento das áreas de café e quantificação da área por município

Uma vez criado o banco de dados e realizados todos os pré-processamentos nas imagens, o passo seguinte consistiu no mapeamento das áreas de café nas imagens TM/Landsat 5. Em certas regiões do Estado empregaram-se também imagens HRVIR/SPOT 4.

A interpretação visual foi inicialmente realizada nas imagens do ano de 2005. No entanto, a partir da existência de imagens do ano de 2006 estas foram inseridas no banco de dados e assim realizada uma reinterpretação do café nestas novas imagens.

Foram testadas diferentes abordagens de classificação, supervisionadas e não-supervisionadas, no intuito de facilitar o procedimento de edição matricial. A análise dos resultados mostrou que nenhuma abordagem de classificação foi satisfatória para separar o café, sendo que muitas áreas de vegetação natural de Cerrado foram classificadas como café. Assim, optou-se

por interpretar o café visualmente, ou seja, lavoura por lavoura. A delimitação das lavouras foi realizada por meio da edição matricial do SPRING.

Como o café é uma cultura perene, ou seja, as lavouras permanecem no campo por vários anos, utilizou-se outra fonte de dados para auxiliar na interpretação. Estes dados foram obtidos do Google Earth, que disponibilizou imagens de toda a Terra do ano 2001, posteriormente atualizadas em algumas regiões, por imagens IKONOS dos anos 2003, 2004 e 2005. Por permitirem maior ampliação de escala, as imagens de alta resolução do Google Earth foram usadas como referência terrestre para auxiliar na identificação do café. Por meio deste procedimento foi possível, por exemplo, identificar pequenas lavouras incrustadas no interior da classe Cerrado (Fig. 6). A grande vantagem do uso dos dados do Google Earth é a visão sinóptica e vertical da área a ser interpretada como se o interprete estivesse sobrevoando a área do município. Uma vez identificada a lavoura no dado do Google Earth, esta era asso-



Figura 6 - Lavouras de café
FONTE: Moreira et al. (2006).

NOTA: A - Imagem colorida do TM/Landsat 5 - 2006; B - Imagem Google Earth de alta resolução - 2003.

TM - Thematic Mapper.

ciada com as imagens do TM/Landsat obtidas no ano de 2006. Se a lavoura era identificada na imagem TM/Landsat então era feito o polígono para delimitá-la. Dessa forma, foi possível observar o que ocorreu com a lavoura durante este período.

Para evitar a introdução de erros no mapeamento das lavouras com pouca expressividade de café (menos de 100 ha) nos municípios e onde não se dispunha de imagens do Google Earth de alta resolução, adotou-se como área cultivada nesses municípios as informações fornecidas pelo IBGE. Nos municípios onde a quantidade de café era pequena, mas se dispunha de imagens Google Earth com alta resolução espacial, fez-se a interpretação e a delimitação do café observado nessas imagens.

Após realizar a interpretação das lavouras de café de um dado município, o resultado era comparado com as informações oficiais. No caso de divergência de área, fez-se uma nova interpretação muito criteriosa para verificar se não houve erro de inclusão ou exclusão de área. Persistindo a diferença (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.

Nem sempre foi necessário constatar nos dados Google Earth, se o alvo era ou não café, pois a semelhança de comportamento espectral facilitou o mapeamento de muitas lavouras sem essa consulta prévia, como pode ser visto para as lavouras A, B, C e D da Figura 7.

Ao final da interpretação os resultados foram sobrepostos ao mapa cadastral constante no site do Programa Integrado de Uso da Tecnologia de Geoprocessamento pelos Órgãos do Estado de Minas Gerais (GeoMINAS), contendo os limites políticos municipais (IGA; CETEC, 1994), como é mostrado na Figura 8. Neste mapa, além do mapa de

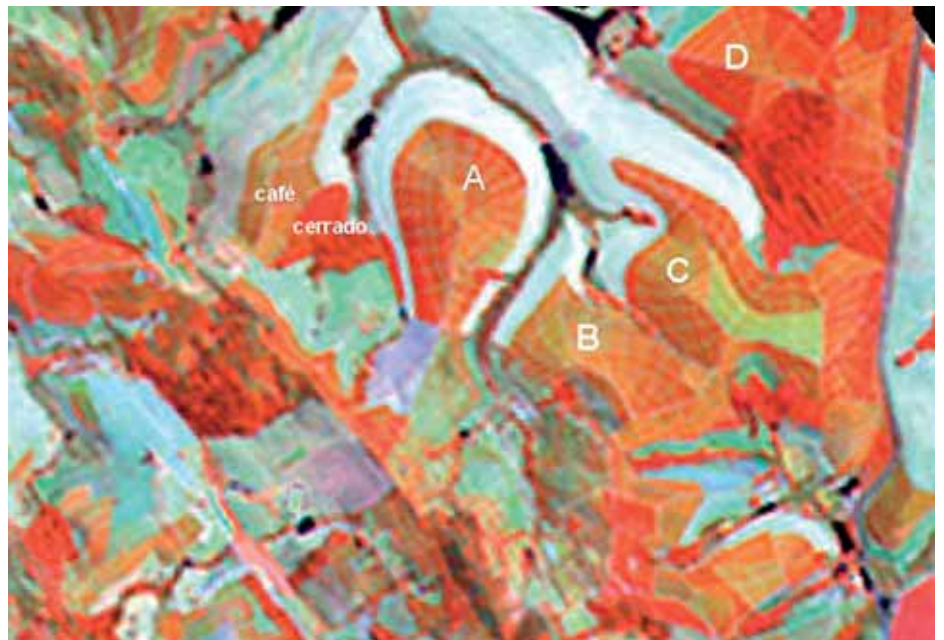


Figura 7 - Imagem colorida do TM/Landsat 5, para mostrar a semelhança de comportamento espectral de lavouras de café - 2006

FONTE: INPE (2006).

NOTA: A, B, C e D - Lavouras de café.

TM - Thematic Mapper.

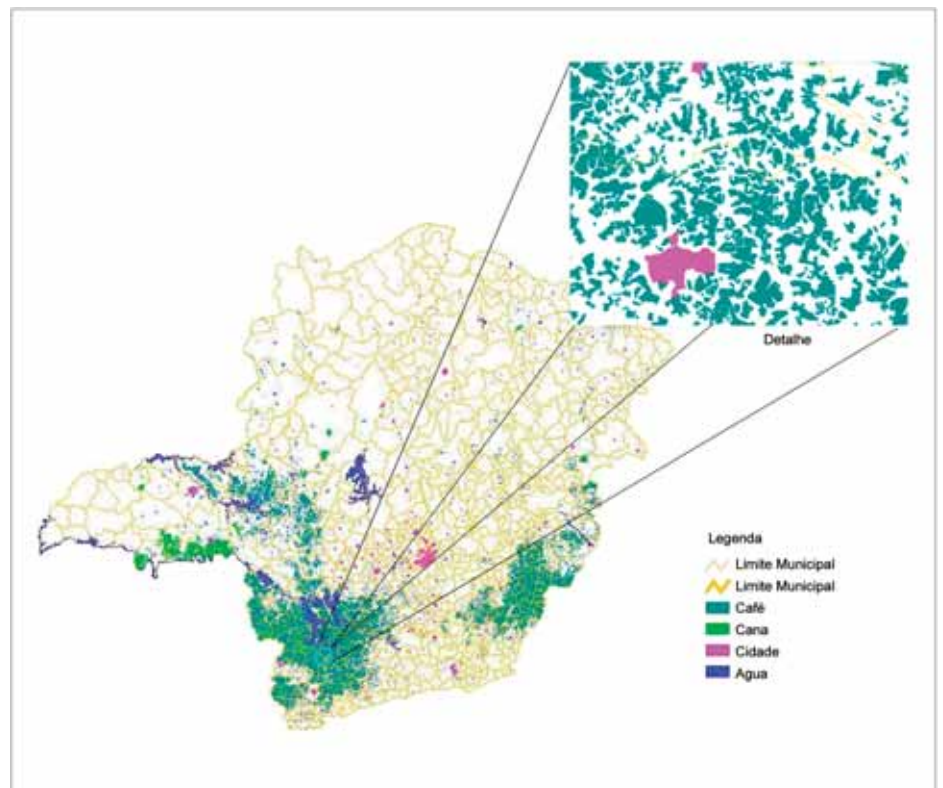


Figura 8 - Mapa de café para o estado de Minas Gerais, obtido por meio da interpretação de imagens TM/Landsat 5 - 2006

FONTE: Moreira et al. (2006).

NOTA: TM - Thematic Mapper.

uso da terra da cafeicultura de Minas Gerais (MOREIRA et al., 2006), foram inseridas outras classes de uso e ocupação do solo, como cidade, água e cana-de-açúcar. O mapa de uso da terra da

cana-de-açúcar foi importado do CANASAT (INPE, 2007) para o banco de dados geográfico de café de Minas Gerais.

Além do mapa, os resultados da

interpretação podem ser também expressos em forma de tabela, agrupados por macrorregiões, por microrregiões e por municípios. No Quadro 1, podem ser vistas as informações sobre a área

QUADRO 1 - Tabela simplificada da área de café por meso e microrregião que foi mapeada por meio das imagens do TM/Landsat-5

(continua)

Mesorregião	Microrregião	Área de café interpretada (ha)
Campo das Vertentes	Barbacena	342
	Lavras	19.953
	São João del-Rei	1.878
	Total	22.173
Central Mineira	Bom Despacho	403
	Curvelo	30
	Três Marias	203
	Total	636
Jequitinhonha	Almenara	4.396
	Araçuaí	7.455
	Capelinha	11.828
	Diamantina	621
	Pedra Azul	1.028
	Total	25.328
Metropolitana de Belo Horizonte	Belo Horizonte	242
	Conceição do Mato Dentro	435
	Conselheiro Lafaiete	441
	Itabira	1.068
	Itaguara	305
	Ouro Preto	144
	Pará de Minas	103
	Sete Lagoas	301
	Total	3.039
	Noroeste de Minas	Paracatu
Unaí		2.669
Total		9.656
Norte de Minas	Bocaiúva	169
	Grão-Mogol	161
	Janaúba	44
	Januária	1.103
	Montes Claros	254
	Pirapora	1.780
	Salinas	2.002
	Total	5.513
Oeste de Minas	Campo Belo	17.862
	Divinópolis	577

(conclusão)

Mesorregião	Microrregião	Área de café interpretada (ha)
Oeste de Minas	Formiga	5.896
	Oliveira	16.733
	Piuí	20.803
	Total	61.871
Sul/Sudoeste de Minas	Alfenas	70.935
	Andrelândia	361
	Itajubá	3.870
	Passos	31.452
	Poços de Caldas	48.025
	Pouso Alegre	5.324
	Santa Rita do Sapucaí	28.726
	São Lourenço	19.505
	São Sebastião do Paraíso	86.488
	Varginha	124.229
Total	418.915	
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	Araxá	25.053
	Frutal	11
	Ituiutaba	0
	Patos de Minas	36.940
	Patrocínio	73.162
	Uberaba	1.578
	Uberlândia	15.412
	Total	152.156
	Vale do Mucuri	Nanuque
Teófilo Otoni		12.513
Total		12.635
Vale do Rio Doce	Aimorés	22.180
	Caratinga	24.024
	Governador Valadares	1.549
	Guanhães	627
	Ipatinga	169
	Mantena	11.423
	Peçanha	3.381
	Total	63.353
Zona da Mata	Cataguases	281
	Juiz de Fora	691
	Manhuaçu	89.559
	Muriaé	34.998
	Ponte Nova	11.242
	Ubá	1.414
	Viçosa	16.818
Total	155.003	
Área total mapeada com café	-	930.278

plantada, por mesorregião e por microrregiões.

Nos Gráficos 1 e 2 são apresentados os

resultados da área de café e a porcentagem de lavouras de café por mesorregiões geográficas do estado de Minas Gerais.

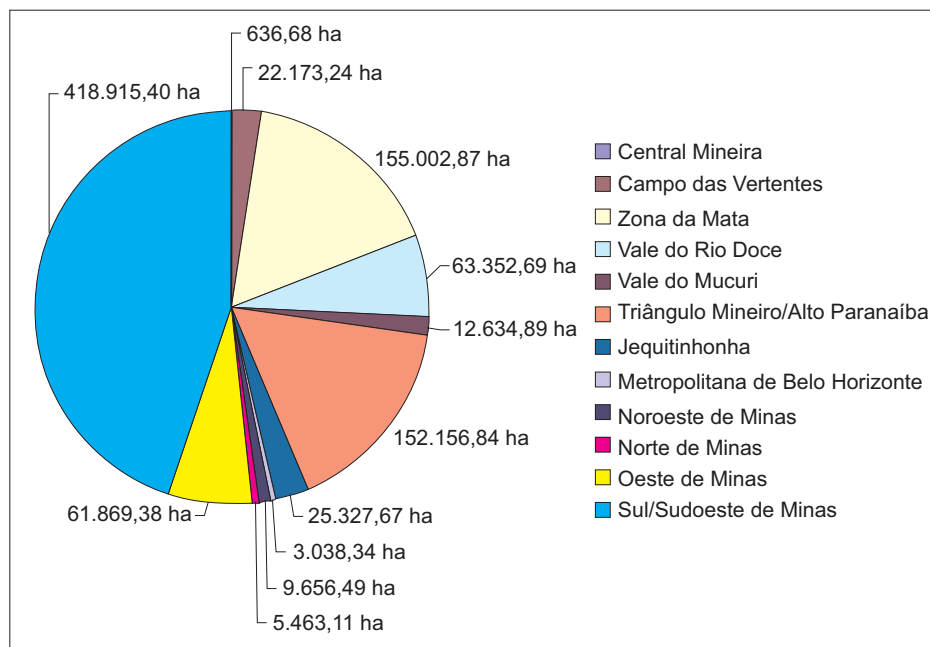


Gráfico 1 - Área de café por mesorregiões do estado de Minas Gerais, obtida por meio da interpretação de imagens TM/Landsat 5 - 2006

FONTE: Moreira et al. (2006).

NOTA: TM - Thematic Mapper.

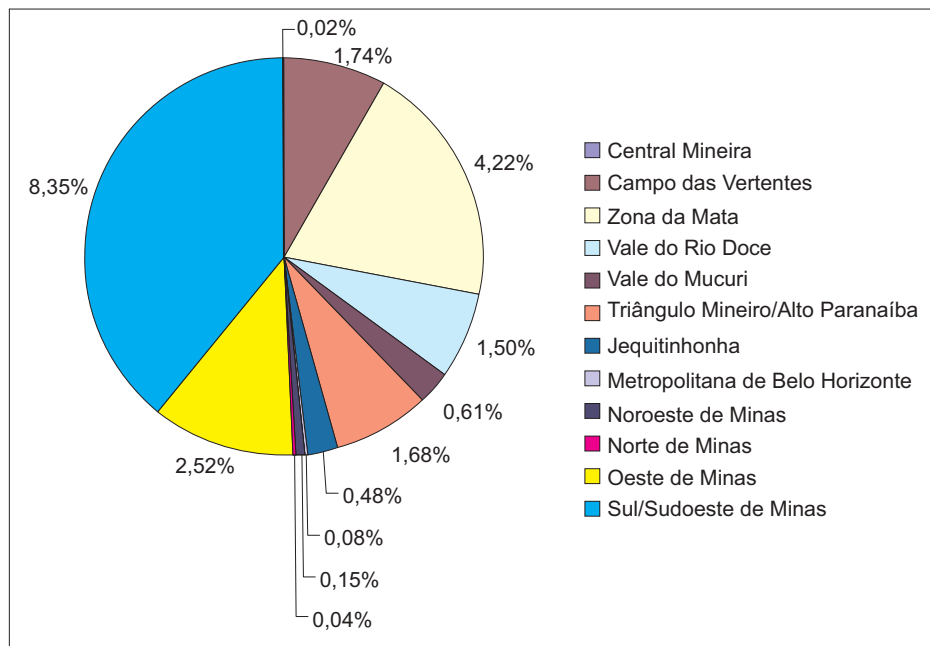


Gráfico 2 - Porcentagem de café em relação à área territorial das mesorregiões do estado de Minas Gerais, obtida da interpretação de imagens TM/Landsat 5 - 2006

FONTE: Moreira et al. (2006).

NOTA: TM - Thematic Mapper.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento da cafeicultura para grandes áreas do território, por meio de imagens de satélites e técnicas de geoinformação foi um desafio metodológico, uma vez que todos os trabalhos neste sentido foram realizados em pequenas áreas e em locais tradicionalmente produtores de café. No entanto, os resultados obtidos foram bastante encorajadores para implementar esta metodologia em outras regiões de cafeicultura do País. Além disso, a metodologia aplicada possibilitou quantificar e espacializar o café no estado de Minas Gerais, o que de certa forma é pioneira na maneira como a informação pôde chegar ao usuário. Do ponto de vista tecnológico, concluem-se:

- o café apresentou diferentes comportamentos espectrais, que estão relacionados com a idade, se houve poda e o tipo, o espaçamento, a variedade, o relevo e a época do ano;
- das classes de ocupação do solo o Cerrado e o 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);
- o emprego de dados do Google Earth, como auxiliar, substituiu os trabalhos de campo para dirimir dúvidas de interpretação;
- o Cerrado e o eucalipto novo, quando presentes, foram as duas classes de uso do solo que mais dificultaram a individualização e o mapeamento de lavouras cafeeiras.

REFERÊNCIAS

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

IBGE. **Cidades**. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www1.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em: 10 out. 2006.

IGA; CETEC. **Divisão político-administrativa de Minas Gerais - 853 municípios**. Belo Horizonte, 1994. Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br>>. Acesso em: 30 out. 2005.

INPE. **Imagem Landsat – TM**. São José dos Campos, 2006.

_____. Divisão de Sensoriamento Remoto. **CANASAT**: mapeamento da cana via imagens de satélite de observação da terra. São José dos Campos, [2007]. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/canasat>>. Acesso em: jun. 2007.

MOREIRA, M.A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B.F.T. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.3, p.223-231, mar. 2004.

_____; RAFAELLI, D.R.; BARROS, M.A.; FARIA, V.G.C.; AULICIANO, T.L.L.N.; CARVALHO, M.A. **Uso de geotecnologia para avaliar e monitorar a cafeicultura brasileira: fase 1 – estado de Minas Gerais**. São José dos Campos: INPE, 2006. (INPE – 14611 – RPE/808).

NASA. **Orthorectified Landsat enhanced thematic mapper (ETM+) compressed mosaics**. Los Angeles, 2004. Disponível em: <http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/docs/GeoCover_circa_2000_Product_Description.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2007.

VELLOSO, M.H. **Coffe inventory through orbital imagery**. Rio de Janeiro: IBC, 1974. 20p. (SR-525).

_____; SOUZA, D.D. **Sistema automático de inventário cafeeiro**. Rio de Janeiro: IBC, 1976. 8p.

_____; _____. **Trabalho experimental de inventariação automática de cafezais utilizando imagens orbitais e o equipamento image-100**. Rio de Janeiro: IBC, 1978. 2p.

Veja no próximo

INFORME AGROPECUÁRIO

Eucalipto

Aspectos socioeconômicos do setor florestal brasileiro

Produção de mudas de eucalipto

Propagação clonal

Eucalipto como matéria-prima para a indústria moveleira

Produção de carvão vegetal

Sequestro de carbono

Leia e Assine o INFORME AGROPECUÁRIO
(31) 3489-5002 - publicacao@epamig.br