

GEOTECNOLOGIAS NO MAPEAMENTO DA CULTURA DO CAFÉ EM ESCALA MUNICIPAL

Geotechnologies in Coffee crop mapping at municipality scale

Maurício Alves Moreira

Prof. Dr. Pesquisador Titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - mauricio@dsr.inpe.br

Marco Aurélio Barros

Mestre e Bolsista DTI do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE - aurelio@dsr.inpe.br

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff

Prof. Dr. Pesquisador Titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE- bernardo@dsr.inpe.br

Artigo recebido para publicação em 19/02/2007 e aceito para publicação em 28/02/2008

RESUMO: *A cafeicultura, atividade de grande importância econômica e social para o país, é um segmento do agronegócio que não dispõe de informações atualizadas sobre o seu agroecossistema e perfil produtivo. O presente trabalho vem corroborar no sentido de desenvolver e/ou adequar metodologias fundamentadas em geotecnologias que possam contribuir significativamente para a delimitação e caracterização da cafeicultura em Minas Gerais. Como área de estudo piloto foram selecionados os municípios de Aguanil, Boa Esperança, Campo Belo e Cristais. No desenvolvimento do trabalho foram utilizadas imagens do sensor CCD a bordo do satélite CBERS, imagens do sensor TM a bordo do LANDSAT-5. As imagens foram classificadas de forma supervisionada com o classificador Maxver e posteriormente realizada a interpretação visual para a correção dos erros de omissão e inclusão. Os resultados mostraram que foi possível identificar e mapear as áreas cultivadas com café por meio de imagens de satélites de sensoriamento remoto.*

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Mapeamento da cafeicultura, CBERS. LANDSAT. Agricultura. Multitemporal. Multisensor.

ABSTRACT: *Coffee crop, an important economic and social activity to Brazil, is a segment of the agro-business that has not updated information about its agroecosystem and the productive profile. The present work comes to corroborate in the sense to develop and/or adequate fundamental methods in geotechnologies that may significantly contribute to the delimitation and characterization of the coffee crop in Minas Gerais State. As a pilot study area the municipalities of Aguanil, Boa Esperança, Campo Belo and Cristais were selected. In the development of the work images from CCD sensor on board of CBERS satellite and images from TM sensor on board of Landsat-5 were used. Images were classified using the supervised Maxver classifier followed by a manual interpretation on the computer screen. The results showed that it was possible to identify and map coffee crop areas through the use of remote sensing satellite images.*

Keyword: Sensoriamento remoto. Mapeamento da cafeicultura. CBERS. LANDSAT. Agricultura. Multitemporal. Multisensor.

1 INTRODUÇÃO

Estima-se que a cafeicultura esteja presente em 1.700 municípios brasileiros, num total de 300 mil propriedades rurais gerando com isso empregos e renda. No Brasil, maior produtor mundial de café, a atividade cafeeira tem sua história ligada ao estado de Minas Gerais, que diferentemente das demais unidades federativas da região sudeste, foi e continua sendo destaque na produção desta cultura, responsável por 49% do café produzido no país com destaque para as regiões oeste e sul do estado (CONAB, 2005).

Face à importância sócio-econômica da atividade cafeeira o conhecimento da distribuição espacial da cultura é imprescindível tanto para a previsão de safras quanto para o planejamento agrícola em escala municipal, estadual e federal. Para isso a utilização de imagens de sensores orbitais com média resolução espacial como TM/LANDSAT, CCD/CBERS e HRV/SPOT tornam-se ferramentas estratégicas que permitem obter informações temáticas com menor custo quando comparado a métodos convencionais, minimizando a subjetividade de métodos indiretos. O potencial dessas imagens para monitoramento de áreas agrícolas foi demonstrado em trabalhos de mapeamento da cultura de cana-de-açúcar realizados na região centro-sul do Brasil, por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (RUDORFF et al., 2004; RUDORFF et al., 2005).

A identificação e o mapeamento de áreas cafeeiras via interpretação de imagens de sensores orbitais é mais complexo para o café do que para culturas como a cana-de-açúcar e soja, pois envolvem não só o uso de imagens multitemporais de um mesmo sensor mas também imagens de diferentes sensores. A complexidade na discriminação dessa cultura está relacionada em grande parte ao tipo de manejo e ao sistema de cultivo que difere bastante entre

propriedades rurais. Essa heterogeneidade provocada pelas variações no meio físico como também na fenologia da cultura acarretam mudanças significativas na geometria de iluminação da cena, aumentando a variabilidade no comportamento espectral (MOREIRA et al., 2004).

Com a evolução dos sistemas sensores e a livre disponibilização de imagens dos sensores CCD e *QUICKBIRD* pelo INPE (2005) e pelo Google earth (2006) respectivamente, novos métodos vêm sendo desenvolvidos para a identificação e o mapeamento de áreas com temas de interesse. Nesse sentido, objetiva-se apresentar um método para identificação e mapeamento da cultura do café por meio de dados multitemporais e multisensores para suprir a lacuna existente na disponibilidade de dados objetivos e quantitativos em relação à cafeicultura. O presente trabalho trouxe subsídios práticos ao desenvolvimento do projeto Geotecnologias no monitoramento da cafeicultura em Minas Gerais, em fase de conclusão.

2 MANEJO DA LAVOURA CAFEIEIRA E IMPACTOS SOBRE AS IMAGENS ORBITAIS

Segundo Rena et al. (1986) os diferentes tipos de condução dos cafezais ocorre, no Brasil, sob condições de livre crescimento das diferentes espécies e variedades que acabam interferindo na radiação captada por sensores orbitais. Além dessa variabilidade, o cafeeiro pode apresentar problemas fitossanitários que são controlados por intermédio de tratamentos culturais. Nesse contexto, uma das práticas culturais que mais altera a resposta espectral do dossel é a poda do cafeeiro.

Há três métodos de podar a cultura cafeeira que devem ser conhecidos para que as áreas cultivadas não sejam omitidas durante o processo de identificação das lavouras nas imagens:

- **Recepa baixa:** consiste no corte do tronco da planta a uma altura de 30 a 40 cm do solo. Esse trato cultural ocorre geralmente entre julho e agosto, época coincidente com a disponibilidade de imagens com ausência de nebulosidade, e pode ser realizada, segundo Rena et al. (1986) em área total da lavoura ou em talhões específicos, conforme a necessidade. Com essa prática, há o predomínio da resposta espectral do solo, mascarando a existência da cultura do café nessas áreas.
- **Recepa alta:** difere da recepa baixa apenas em relação à altura de corte do tronco da planta, que nesse caso é realizada de 60 a 100 cm do solo. É uma prática recomendada quando as lavouras possuem muitos ramos inferiores (plagiotrópicos). Com essa prática há uma redução na resposta espectral do dossel na faixa do infravermelho próximo, tornando o aspecto da lavoura com falhas na imagem.
- **Decote lenhoso:** esta prática consiste no

corte do tronco da planta a uma altura de 1,50 a 1,80 m com perda de folhas na parte superior da planta dando a aparência de pescoço pelado. Esse procedimento reduz a resposta espectral do dossel da lavoura na faixa do infravermelho próximo, causando a impressão em imagens de sensores orbitais que a lavoura tenha baixo vigor vegetativo semelhante à vegetação de cerrado (BARROS, 2006).

- **Esqueletamento:** consiste no corte dos galhos folhosos com a permanência de pequenas partes dos ramos laterais ao redor do tronco da planta.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para o mapeamento da cafeicultura na região de estudo foram utilizadas imagens TM/LANDSAT, CCD/CBERS e o banco de imagens de alta resolução espacial disponibilizado por *Google earth* (2006). A Tabela 1 relaciona os materiais que foram utilizados na pesquisa, divididos em três itens principais: 1) dados cartográficos; 2) imagens digitais e 3) aplicativos.

Tabela 1. Materiais utilizados na execução da pesquisa.

| Item | Descrição | Quantidade | Data Base | Especificações (Fonte) |
|------------|----------------------------|------------|------------|-----------------------------|
| 1.0 | Dados Cartográficos | - | - | - |
| 1.1 | Limite Municipal | 03 | 1998 | 1:100.000 (PRODEMGE, 1998) |
| 2.0 | Imagens | - | - | - |
| 2.1 | Imagem TM | 04 | 09/07/2005 | 219-74 (INPE, 2005) |
| 2.2 | Imagem TM | 04 | 09/07/2005 | 219-75 (INPE, 2005) |
| 2.3 | Imagem CCD | 04 | 07/2005 | 153-123 (INPE, 2005) |
| 2.4 | Imagem CCD | 04 | 07/2005 | 153-124 (INPE, 2005) |
| 2.5 | Imagem CCD | 04 | 05/2005 | 154-123 (INPE, 2005) |
| 2.6 | Imagem CCD | 04 | 05/2005 | 154-124 (INPE, 2005) |
| 3.0 | Aplicativos | - | - | - |
| 3.1 | Spring | 01 | - | SIG (CÂMARA et al., 1996) |
| 3.2 | Minitab | 01 | - | Estatística (MINITAB, 2000) |

3.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende quatro municípios do estado de Minas Gerais: Aguanil, Boa

Esperança, Campo Belo e Cristais, localizados no sudoeste do estado, ocupando uma área total de 2.253 km² conforme ilustra a Figura 1.

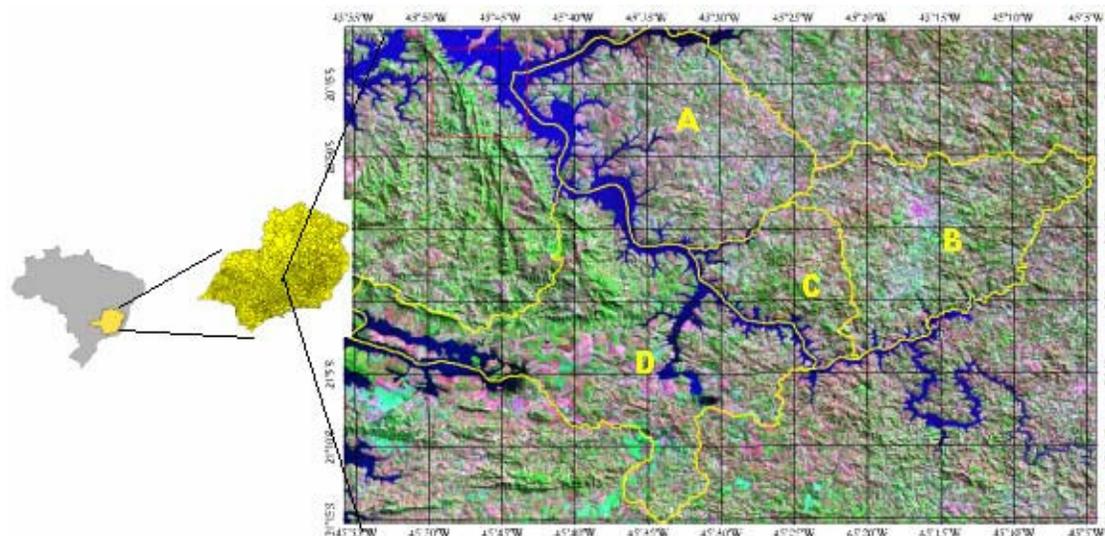


Figura 1 - A (Cristais), B (Campo Belo), C (Aguanil), D (Boa Esperança), - TM/Landsat TM7(R)TM4(G)TM3(B).

3.2 Etapas para o Mapeamento de Áreas Cafeeiras

Segundo Moreira (2003), para o mapeamento de áreas com cafeicultura via interpretação de imagens orbitais faz-se necessário que os temas de interesse sejam divididos em sub-classes para serem identificadas (ex. café em formação e café em produção), iniciando a identificação pelo alvo mais conhecido (facilmente identificado na imagem) seguido pelo alvo menos conhecido (café após poda ou sob condições de estresse/ataque de pragas). Primeiro realiza-se a individualização das classes de uso e ocupação do solo que são conhecidas (ex. mata ciliar, cidade, etc) e a convergência de evidências, que consiste em associar ao comportamento espectral outros elementos fotointerpretativos, tais como: sombra, textura, forma e tamanho, bem como a multitemporalidade que é de grande importância devido à bianualidade da cafeicultura (RENA et al., 1986).

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas sete etapas:

- a) pré-processamento de imagens (georreferenciamento e contraste linear);
- b) estruturação do banco de dados com imagens TM/LANDSAT e informações

estatísticas preliminares em escala municipal (IBGE, 2005);

c) classificação da imagem base TM via algoritmo Maxver e cálculo da precisão do mapeamento;

d) utilização do banco de imagens com alta resolução espacial disponibilizado por Google (2006) servindo de apoio na interpretação visual das áreas cafeeiras dos municípios.

e) interpretação visual da imagem base com a verificação simultânea em outras imagens com diferente resolução espacial e data de aquisição para a identificação das lavouras de café, utilizando o método sistemático de interpretação de imagens descrito por Moreira (2003);

f) agrupamento das informações em escala municipal em base cartográfica única;

g) cálculo das áreas e representação da cafeicultura mapeada.

Para verificar a exatidão da classificação não foram consideradas no contexto as amostras de treinamento do classificador. Foram utilizadas amostras georreferenciadas em campo, coletadas em agosto de 2005, período muito próximo da época de aquisição das imagens utilizadas no mapeamento e aplicou-se a estatística Kappa.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No município de Aguanil o café é cultivado em áreas de pequeno a médio porte. Nesta situação o desempenho da classificação Maxver foi relativamente baixo (76,6%), com uma confusão média de 23,4%. Notou-se que a classe café foi considerada semelhante pelo classificador com a classe vegetação nativa porque ambos apresentam fenologia muito semelhante conforme constatado em campo. A estatística Kappa resultou em um valor de 65,4% o que enquadrou a classificação como muito boa, conforme Fonseca (2000). Mesmo assim, o processo poderia ter um desempenho melhor com o aumento do número de amostras válidas em cada uma das classes, cuja restrição foi imposta pela limitação do tempo da atividade no campo e acesso à maioria das áreas com cafeicultura no município. Com base no desempenho do classificador, foi necessário realizar a edição manual da classe cafeicultura através de interpretação visual das imagens para melhorar os resultados da classificação e obtenção do mapa final de cafeicultura, imprescindível para dirimir erros de omissão e inclusão por parte do classificador.

Em relação ao município de Boa Esperança a classificação da cena TM resultou em um desempenho geral de 74,0%, com uma confusão média de 1,9% entre as classes temáticas mapeadas. A estatística Kappa final foi de 65,1%, o que permite concluir que o desempenho do classificador foi qualificado, segundo Fonseca (2000), como muito bom. O baixo erro de confusão médio pode estar relacionado a dois fatores: as lavouras cafeeiras apresentam-se em talhões maiores e concentrados em regiões de relevo planos. A maior semelhança no comportamento espectral dos alvos ocorreu entre as classes cafeicultura e vegetação nativa devido à similaridade fenológica entre as espécies em campo, relacionada principalmente com o porte das plantas e cobertura do solo. Devido a esse problema, houve a necessidade de edição matricial das áreas com erros de omissão e inclusão.

Em Campo Belo, o desempenho da classificação do recorte da cena correspondente ao

município foi de 67,0%, com uma confusão média de 33,0% entre as classes. A estatística Kappa final foi de 37,3%, o que permite concluir que o desempenho do classificador segundo Fonseca (2000) foi qualificado como razoável. Neste município, a classe cafeicultura apresentou maior semelhança espectral com as áreas ocupadas por pastagens (agropecuária), uma vez que as lavouras em Campo Belo estavam em condições de recuperação fisiológica pós-colheita e com ataque significativo de uma praga que enfraquece a planta, resultando na queda de folhas e predomínio da resposta espectral de galhos e solo exposto, daí a semelhança espectral com as áreas ocupadas com pastagens.

O desempenho geral da classificação do recorte da cena que representa o município de Cristais foi calculado em 89,5%, com uma confusão média de 10,5%. A estatística Kappa resultou em um valor de 84,8% o que enquadrou a classificação como excelente segundo Fonseca (2000). Nesse município, tal como em Boa Esperança, as lavouras cafeeiras mostraram-se mais vigorosas e com melhor manejo tecnológico. Os talhões ocupados por cafeicultura são maiores, e as condições fisiográficas permitem um bom desempenho de classificação como também na edição final das áreas cafeeiras. Observou-se que as áreas de café foram espectralmente similares com áreas sob exploração agropecuária e áreas com eucalipto plantadas mais recentemente, principalmente para lavouras mais novas e recém colhidas.

De modo geral, notou-se nos resultados das classificações, mesmo conceituadas como razoável a excelente por Fonseca (2000), que o desempenho foi muito variável (67,0% a 84,8%) e a confusão média ficou entre 1,9 a 31,0%. A observação visual da classificação sobre a imagem do satélite mostrou que o desempenho da classificação ficou longe da representação real da cafeicultura. Esses resultados assemelham-se com o trabalho realizado por Moreira et al. (2004) que enfatizaram a heterogeneidade no comportamento espectral de lavouras cafeeiras relacionadas com parâmetros agrônômicos de manejo das lavouras como: espaçamento, tratos culturais e

desfolha pós-colheita. Nessa linha de pesquisa, os trabalhos de Vieira et al. (2001) e Pellerin et al. (1993) ressaltaram a influência das condições fisiográficas no desempenho da classificação de áreas cafeeiras e a maior similaridade espectral entre áreas de mata (vegetação nativa) e cafeicultura, respectivamente, fato constatado também em relação às classificações realizadas no presente estudo. Para a obtenção dos mapas finais com a classe café foi necessário realizar a edição manual das áreas cafeeiras utilizando técnicas de interpretação visual, demonstrando a

ineficiência do classificador supracitado na discriminação de lavouras cafeeiras.

Na Tabela 2 são apresentadas as estimativas de área plantada de café divulgado pelo IBGE (2005) e escritórios da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais – EMATER-MG localizados em Aguanil, Boa Esperança, Campo Belo e Cristais em paralelo aos resultados obtidos na classificação e interpretação das imagens TM e CCD.

Tabela 2. Áreas de cafeicultura obtidas via interpretação das imagens TM e CCD comparativamente a métodos subjetivos.

| Municípios | Áreas com café (ha) | | |
|---------------|-----------------------------|---------------|---------------|
| | MapeamentoImagens TM/CCD | IBGE – 2004* | EMATER** |
| Aguanil | 1.099 | 1.118 | 1.100 |
| Boa Esperança | 13.990 | 16.467 | 18.000 |
| Campo Belo | 4.006 | 4.600 | 4.000 |
| Cristais | 5.806 | 7.810 | 7000 |
| Total | 24.901 | 29.995 | 30.100 |

*FONTE: IBGE (2005) **Informações obtidas nos escritórios municipais da EMATER

Constata-se na Tabela 2 que os resultados obtidos via mapeamento a partir de imagens orbitais são discrepantes em relação às estimativas do IBGE e da EMATER. Porém, os métodos utilizados pelo IBGE e pela EMATER são subjetivos, ao contrário do mapeamento. A divergência metodológica não permite comparações com o objetivo de validação. Ressalta-se também que o período temporal

disponibilizado pelo IBGE (2005) diverge da data das imagens utilizadas para mapeamento das áreas cafeeiras. Os municípios de Aguanil, Boa Esperança, Campo Belo e Cristais totalizaram juntos 24.901 ha de áreas cultivadas com café considerando 19/07/2005 como a data de referência no mapeamento. O mapa final das áreas de cafeicultura nos quatro municípios está ilustrado na Figura 2.

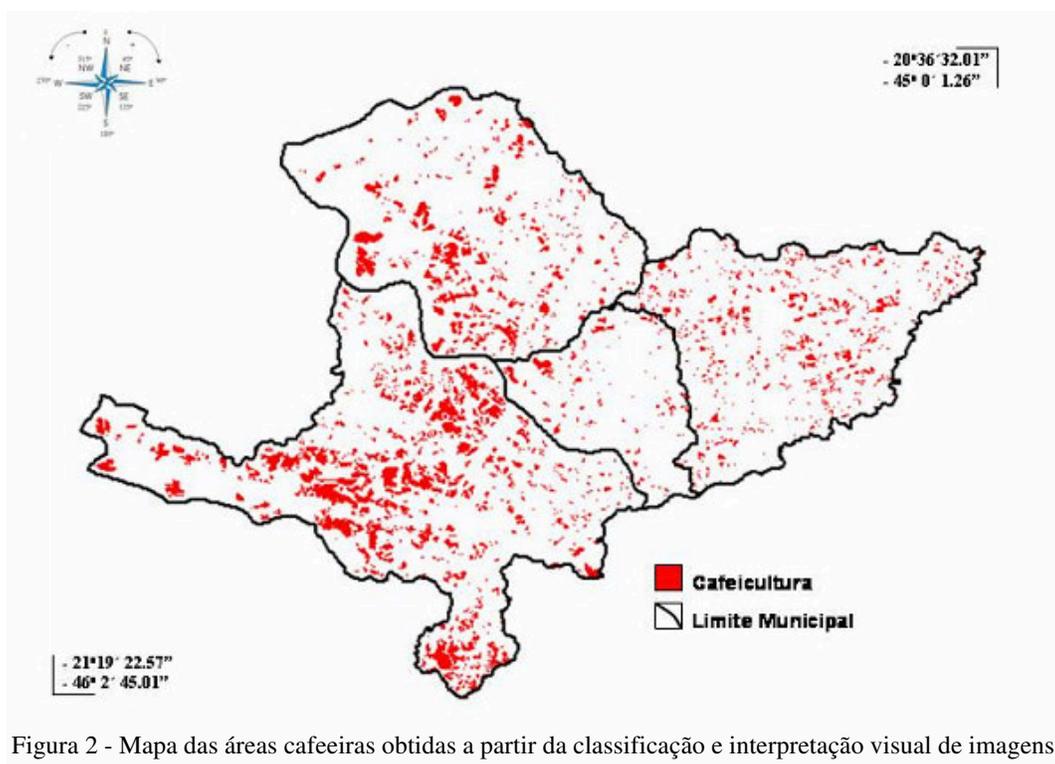


Figura 2 - Mapa das áreas cafeeiras obtidas a partir da classificação e interpretação visual de imagens TM/LANDSAT e CCD/CBERS-2 (BARROS, 2006).

As imagens CCD/CBERS e TM/LANDSAT não se mostraram isoladamente as mais adequadas para a interpretação visual das áreas cafeeiras devido à grande mistura espectral entre as diferentes espécies cultivadas, como também a influência do relevo muito movimentado. O problema da mistura espectral em imagens de média resolução espacial foi minimizado com a consulta às imagens com maior resolução espacial para dirimir tais dúvidas, nesse caso os dados fornecidos pelo *Google earth* (2006). Notou-se durante o processo de interpretação visual que as áreas de café cercadas por áreas de cerrado só puderam ser discriminadas em imagens do sensor TM, com a composição TM3 (azul), TM4 (vermelho) e TM5 (verde). Nas imagens do sensor CCD, a saturação da

faixa espectral do infravermelho próximo e a ausência de uma banda no infravermelho médio não permitiram essa separação, mesmo com uma resolução espacial de 20 m contra 30 m da imagem TM. Infere-se, portanto que a faixa espectral referente ao infravermelho médio associado a um filtro colorido pode melhorar a separabilidade visual das classes café e cerrado, conforme comentado por Batista et al. (1990) podendo ser observado na Figura 3. No recorte da imagem à esquerda, verifica-se que é possível distinguir áreas com café muito vigorosas de outras com o predomínio de gramíneas, enquanto na imagem à direita, a discriminação da cultura em relação à vegetação torna-se mais difícil pela aparência mais homogênea e menor contraste visual.

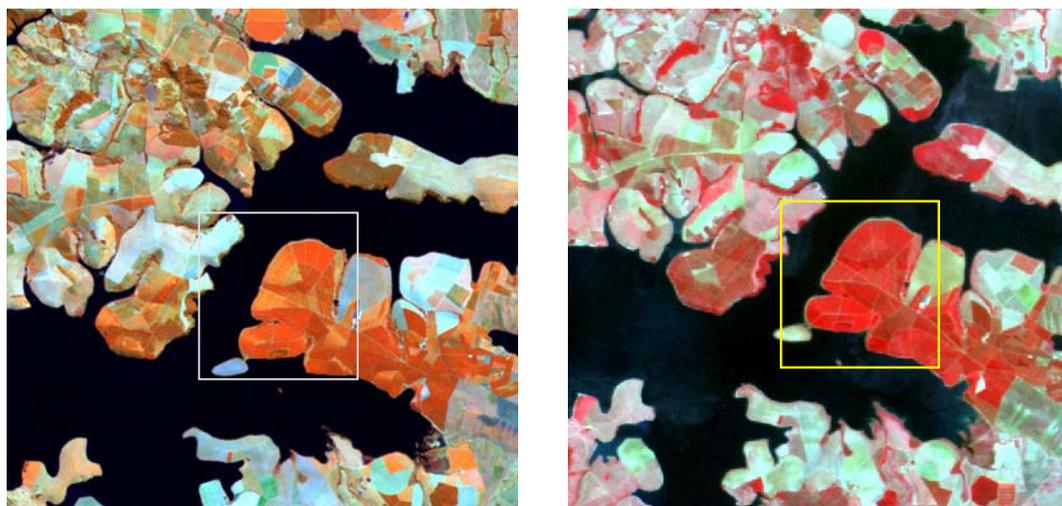


Figura 3 – Imagem TM 4(R)5(G)3(B) (esquerda) e Imagem CCD 4(R)3(G)2(B) (direita) com contraste linear 2%.
Detalhe no quadrado: área com café+lavoura anual.

A dificuldade na interpretação visual de imagens para a identificação e mapeamento de áreas cafezeiras relativamente pequenas pode ser observada na Figura 4, em que são apresentadas duas imagens: a primeira (A) com resolução espacial de 30m e a

segunda (B), com resolução aproximada de 1m. O uso combinado destas imagens pelo intérprete torna-se necessária, senão imprescindível, para a correta identificação e mapeamento de áreas cafezeiras.

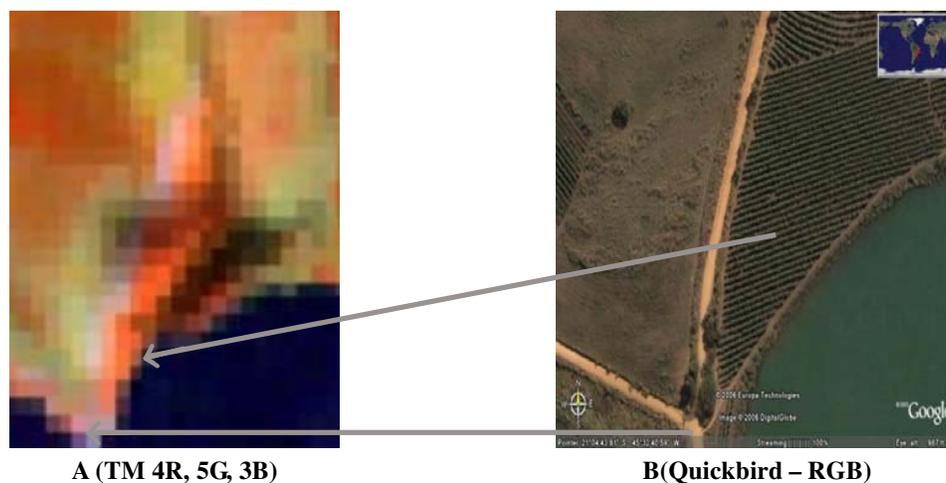


Figura 4 – Imagens: **A**-TM 4(R)-5(G)-3(B) de 07/2005; **B**- Quickbird – visível R-G-B.

5 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

Com base nos resultados das classificações das imagens TM e CCD pelo classificador Maxver e posterior interpretação visual constatou-se que não é

possível obter um resultado favorável na identificação e mapeamento das lavouras de café utilizando somente cenas CCD/CBERS. Ressalta-se que a topografia influenciou negativamente no resultado do classificador Maxver, associado também à quantidade

e à distribuição das amostras no treinamento e avaliação do classificador. A utilização de imagens multitemporais permitiu discriminar as áreas de cafeicultura de outros tipos de exploração agropecuária.

O mapeamento de áreas cafeeiras depende diretamente da experiência e conhecimento do campo por parte do intérprete, mas a utilização de imagens de alta resolução espacial substituiu a visita em campo nas áreas com o predomínio de lavouras cafeeiras. Sugere-se a utilização de imagens com maior resolução espacial do que a TM, disponíveis em plataformas dos satélites SPOT4 ou SPOT5. A utilização de imagens da época seca, conforme constatado por Moreira et al. (2004) foi determinante no processo de identificação e mapeamento, pois evita que espécies espectralmente semelhantes à cafeicultura sejam mapeadas. O método mostrou-se eficaz no mapeamento da cafeicultura na região em estudo conforme resultados supramencionados e gerou subsídios técnicos para o desenvolvimento do projeto Geotecnologias no Monitoramento e Avaliação da Cafeicultura em Minas Gerais, desenvolvido pelo INPE e patrocinado pelo CNPq e CONAB, em fase de conclusão e divulgação dos resultados à sociedade.

6 REFERÊNCIAS

BARROS, M.A. **Geotecnologias como contribuição ao estudo do Agroecossistema cafeeiro de Minas Gerais em nível municipal**. 2006. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2006.

BATISTA, G.T.; et al. Avaliação de produtos HRV/ SPOT e TM/LANDSAT na discriminação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 379-386, 1990.

CÂMARA, G.; et al. Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers e Graphics**, Amsterdam, v. 20, n.3, p. 395-403, maio/jun. 1996.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (PRODEMGE). **Limite dos Municípios de Minas Gerais**. Belo Horizonte, 1998. Escala 1:100.000. Disponível em: <<http://www.geominas.mg.gov.br/>>. Acesso em: 15 mar. 2005.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB); Acompanhamento da Safra 2005/2006. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2005.

FONSECA, L.M. **Processamento Digital de Imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2000. 105p.

GOOGLE EARTH. Google Inc. Disponível em: <earth.google.com/>. Acesso em: 03 nov. 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal (PAM). Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 12 dez. 2005.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Catálogo CBERS 2**. São José dos Campos. Disponível em <www.dgi.inpe.br>. Acesso em: 15 abr. 2005.

MINITAB INC. Minitab Statistical Tab. 2000.

MOREIRA, M.A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. Viçosa: Ed. Universidade de Viçosa, 2003. 307p.

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, p. 223-231, 2004.

PELLERIN, J.; POUGET, J.; VALERIANO FILHO, M. Metodologia de utilização de dados espaciais Landsat MSS e TM no estudo de uso do solo: região de Marília, SP. **Geosul**, Florianópolis, v. 8, n. 16, 1993.

RENA, A.B.; et al. **Cultura do Cafeeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1986.440p.

RUDORFF, B.F.T.; et al. Estimativa de Área Plantada com Cana-de-Açúcar em Municípios do Estado de São Paulo por Meio de Imagens de Satélites e Técnicas de Geoprocessamento: ano safra 2004/2005. **INPE-11421-RPQ/762.**, 54p., 2004

RUDORFF, B.F.T.; et al. Imagens de Satélite no Mapeamento e Estimativa de Área de Cana-de-Açúcar em São Paulo: ano safra 2003/04. **Revista de Economia Agrícola**, São Paulo, v. 52, n. 1, p. 21-39, jan. 2005.

VIEIRA, T.G.C.; LACERDA, M.P.C.; ALVES, H.M.R. Imagens Orbitais Aplicadas ao Levantamento da Cultura do Café em Minas Gerais. In: II Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **Anais**. Vitória, 2001.: Consórcio Brasileiro de Pesquisas.