

IMAGENS ORBITAIS APLICADAS AO LEVANTAMENTO DA CULTURA DO CAFÉ EM MINAS GERAIS¹

Tatiana Grossi Chquiloff VIEIRA - EPAMIG/CTSM, geosolos@ufla.br
Marilusa Pinto Coelho LACERDA - EPAMIG/CTSM, Bolsista recém doutor FAPEMIG,
Helena Maria Ramos ALVES - EPAMIG/CTSM

RESUMO: Este trabalho apresenta os resultados parciais do sub-projeto de pesquisa integrante do projeto denominado "Zoneamento Agroclimatológico da cultura cafeeira" com recursos financeiros do CBPD/Café, que está sendo desenvolvido pela EPAMIG/CTSM/Laboratório de Geoprocessamento. O objetivo do trabalho é a correlação das variáveis da cultura cafeeira com suas respostas espectrais em imagens TM/Landsat 5, afim de se obter padrões de identificação desta cultura por meio de sensoriamento remoto orbital e técnicas de geoprocessamento, para posterior utilização no monitoramento, gerenciamento e planejamento do parque cafeeiro de Minas Gerais. Os trabalhos de campo envolveram a seleção de áreas representativas da cafeicultura nas principais regiões produtoras do estado, com definição das áreas-piloto, seguida de levantamento de dados da cultura cafeeira e do meio físico. As áreas-piloto selecionadas para o estudo localizam-se em Patrocínio, representativa da região produtora do Alto Paranaíba, e em Machado, representativa da região produtora do Sul de Minas. Os dados de campo foram implementados em banco de dados digital do Sistema de Informações Geográficas do SPRING e as imagens TM/Landsat 5 foram tratadas também no SPRING, onde foram extraídos os valores de refletância por pixels dos talhões de café georreferenciados no campo. Os dados de reflectância, assim como os demais dados levantados no campo foram organizados em planilhas eletrônicas para os estudos de correlação. Os resultados parciais mostram que em função da grande complexidade da cultura cafeeira, da limitação da resolução espacial da imagem TM/Landsat 5, a definição de padrão orbital exato é dificultado. Sugere-se avaliações temporais e associação de produtos de sensores remotos de maior precisão espacial. No entanto, no caso de cafezais formados e em bom estado produtivo, o levantamento e monitoramento visual da cultura cafeeira por meio de imagens TM/Landsat 5 pode ser utilizado, particularmente em regiões que beneficiem o imageamento orbital, tal é o caso da região de Patrocínio.

PALAVRAS-CHAVE: Cafeicultura, imagens TM/Landsat, geoprocessamento, Patrocínio, Machado.

ABSTRACT: This work presents partial results of a subproject of the project "Agroclimatic Zoning of the Coffee Crop", which has been financed by CBPD/Café and is being carried out by EPAMIG/CTSM/Geoprocessing Laboratory. The objective of the subproject is to correlate parameters of the coffee plantations with their spectral responses in TM/Landsat 5 images, in order to obtain patterns that would allow: (i) the identification of coffee through orbital remote sensing and geoprocessing techniques, and (ii) the use of these methodologies in future monitoring, managing and planning of the coffee lands of Minas Gerais. The field work involved selection of representative areas from the main coffee production regions of the state, with definition of pilot areas from where the coffee parameters and environmental data were collected. The pilot-areas selected for study are located in Patrocínio, representative of the Alto Paranaíba region, and Machado, representative of the region Sul de Minas. The field data were input in the digital database of the geographic information system SPRING and the images from the TM/Landsat 5 were also treated in the SPRING. Reflectance values, averaged from pixels taken from various coffee areas georeferenced in the field, were extracted. The reflectance data, as well as the remaining data collected in the field, were organized in a statistical programme for correlation studies. These initial results show that due to the great complexity of the coffee and the limitations of the spatial resolution of TM/Landsat 5 products, the definition of a single pattern is unlikely. Temporal evaluations and association of the Landsat images with other products from higher precision remote sensors are suggested. Nevertheless, in the case of productive adult coffee plants in good vegetative state, the survey and visual monitoring of the field can be done through TM/Landsat images, particularly in regions like Patrocínio that show good responses in the TM sensor.

INTRODUÇÃO

Dentre os vários programas relacionados ao agronegócio do café em desenvolvimento pela Epamig, destaca-se o programa de monitoramento desta cultura. Este programa visa a obtenção de informações precisas e atualizadas referentes à cultura cafeeira no estado de Minas Gerais, para que se possa estruturar e viabilizar

planejamentos agrícolas adequados, que envolvam diversas variáveis, tanto do cafeeiro propriamente dito, quanto das diferentes regiões produtoras de café em Minas Gerais.

Este estudo apresenta os resultados parciais do projeto de pesquisa denominado “Imagens orbitais aplicadas ao levantamento de dados da cultura de café em Minas Gerais”, integrante do projeto intitulado “Zoneamento agroclimatológico da cultura cafeeira”, com recursos financeiros do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café (CBPD/Café), em desenvolvimento pela EPAMIG/CTSM/Laboratório de Geoprocessamento. Pretende-se estabelecer a correlação entre as variáveis culturais do café com suas respostas espectrais em imagens TM/Landsat 5, a fim de se obter padrões de identificação da cultura cafeeira por meio de sensoriamento remoto orbital e técnicas associadas de geoprocessamento.

O sensoriamento remoto pode ser entendido como o conjunto de técnicas que possibilitam a extração, à distância, de informações de alvos de interesse na superfície da terra. Isto é conseguido pela detecção, quantificação e análise da energia eletromagnética refletida, absorvida, transmitida ou emitida pelos alvos (Valério Filho et al., 1996).

A imagem de satélite é uma ferramenta que pode ser utilizada para gerar informações, que são obtidas através do comportamento espectral da cultura. As diferenças espectrais são registradas na imagem na forma de variações tonais, de cores ou de densidade. Os sensores remotos buscam detectar e mostrar as diferenças em tonalidades ou cor entre um objeto e o ambiente em que se encontram (Valério Filho, 1996).

Sabe-se que as culturas agrícolas variam em termos de complexidade espectral. A resposta espectral do dossel de uma cultura pode ser influenciada por diversos fatores, tais como: umidade, vigor da cultura, cobertura vegetal, tipo de solo, topografia, espaçamento da cultura, variedade, idade da planta e culturas intercalares, entre outros.

Segundo Leonardi (1990), o sensoriamento remoto é um meio potencial para a aquisição de informações relativas à cafeicultura, devido ao seu caráter multiespectral, repetitividade e baixo custo quando comparado à fotografia aérea. Sabe-se que a cultura do café em termos de observações por sensores remotos é muito heterogênea, pois há variabilidade em todos parâmetros culturais.

Diversos trabalhos têm explorado a relação existente entre variáveis agrônomicas e respostas multiespectrais. No caso de culturas perenes, a reflectância registrada num dado pixel é proveniente não só da planta em si, mas também de fatores ligados ao substrato e à geometria do sombreamento. O desenvolvimento da planta leva mais tempo, outros fatores como solo, a sistemática de uso de implementos agrícolas, o sombreamento dentro e entre fileiras e as características sazonais da cultura são importantes. A cultura do café apresenta características típicas de tal complexidade (Epiphanyo et al., 1994).

Diante do exposto, neste trabalho estão sendo estudadas algumas variáveis culturais do café em campo e sua correlação com a resposta espectral do dossel do cafeeiro, utilizando imagens TM/Landsat 5 e o software SPRING/INPE. O objetivo principal do trabalho é estabelecer a correlação entre as variáveis culturais selecionadas e suas respostas espectrais, para a obtenção de padrões de identificação da cultura cafeeira em imagens TM/Landsat 5, que posteriormente possam ser utilizados no monitoramento, gerenciamento e planejamento do parque cafeeiro de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram escolhidas duas áreas-piloto, localizadas em regiões representativas da cafeicultura mineira, em Patrocínio e Machado. Estas áreas representam ambientes diferenciados e possuem histórico da cultura cafeeira nas respectivas cooperativas regionais, cujas informações foram úteis ao desenvolvimento do trabalho.

Foram utilizadas imagens TM/Landsat 5 em formato digital, referentes às orbitas 220/73E (Patrocínio) e 219/75E (Machado), para as bandas TM3, TM4, TM5, de 1999, de épocas (abril-junho) correspondentes ao estágio mais vigoroso do café e coincidentes com o período no qual foram realizados os levantamentos de campo.

As áreas-piloto foram selecionadas a partir de investigações prévias sobre as áreas de cafeicultura que mais representassem as regiões produtoras em questão, ou seja região do Alto Paranaíba (Patrocínio) e região Sul de Minas (Machado), 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. Assim, a área-piloto de Patrocínio foi delimitada pelas coordenadas UTM 278 Km e 304 Km W e 7.942 Km e 7.922 Km S, englobando porções das cartas topográficas do Ministério do Exército, em escala 1:100.000 de Patos e Monte Carmelo. A área-piloto de Machado foi delimitada pelas coordenadas UTM 392 Km e 418 Km W e 7.620 Km e 7.600 Km S, ocupando porções das folhas topográficas do IBGE, escala 1:50.000, de Machado e Campestre.

Um dos passos importantes foi a escolha das variáveis a serem estudadas, pois dentre inúmeras variáveis existentes, o pesquisador deve selecionar aquelas passíveis de quantificação e que tenham extensão suficiente para serem percebidas no nível orbital. As variáveis levantadas nas campanhas de campo, realizados no período de maior vigor vegetativo do café (abril a junho), foram: idade, altura e diâmetro médio das plantas, ano de poda, percentagem de cobertura do terreno por plantas de café, cultivar, densidade populacional, espaçamento entre covas e entre linhas, vigor vegetativo, produção média, declividade e orientação do declive e tipo de solo. Todos os talhões levantados no campo foram devidamente georreferenciados com o GPS Garmin 12. As épocas, município, fazendas e áreas levantadas no campo encontram-se listadas na tabela 1.

DATA	MUNICÍPIO	LOCAL	ÁREA LEVANTADA
12 a 13/04/99	Patrocínio	Fazenda São Conrado	164 ha
14 a 15/04/99	Patrocínio	Fazenda DATERRA - Tabuões	1.000 ha
16/04/99	Patrocínio	Fazenda Experimental da EPAMIG	220 ha
31/05/99 a 01/06/99	Machado	Fazenda Boa Vista	230 ha
02/06/99	Machado	Fazenda Experimental da EPAMIG	38 ha
07 a 09/06/99	Machado	Fazenda Jabneh	460 ha
10/07/99	Machado	Fazenda Perereca	500 ha
11/06/99	Machado	Fazendas Reunidas	500 ha
11/06/99	Machado	Fazendas Usina Monte Alegre	300 ha

TABELA 1 – Épocas, municípios, locais e áreas levantadas nas atividades de campo.

Posteriormente às campanhas de campo, os dados levantados foram organizados em planilhas eletrônicas e implementados no banco digital das respectivas áreas-piloto através do Sistema de Informação Geográfica (SIG) do SPRING. As imagens foram tratadas por meio do módulo Imagens do SPRING, seguindo as etapas de registro, correção atmosférica e do ângulo de elevação solar e obtenção dos valores de refletância dos talhões amostrados. O valor de refletância médio foi extraído da imagem, através do módulo Leitura de pixels, relativos às bandas TM3, TM4 e TM5. Os dados de refletância extraídos correspondem às tonalidades de cinza do pixel analisado, que variam de 1 a 256. Estes dados foram posteriormente transformados em porcentagem, que também foram anexados às planilhas eletrônicas para a posterior análise de correlação.

RESULTADOS PARCIAIS E DISCUSSÃO

Na banda TM3, localizada na faixa visível do espectro eletromagnético, no intervalo espectral de 0,63 a 0,69 μm , a vegetação verde, densa e uniforme, apresenta grande absorção, ficando escura, permitindo bom contraste entre as áreas ocupadas com vegetação e aquelas sem vegetação, tais como solo exposto, estradas e áreas urbanas. Apresenta bom contraste entre os diferentes tipos de cobertura vegetal, tais como campo, cerrado e floresta, e permite a identificação de áreas agrícolas e análise da variação litológica/pedológica em regiões de pouca cobertura vegetal.

Assim, no caso dos cafezais avaliados, os valores de refletância na banda TM3 são baixos, da ordem de 3%, naqueles que apresentam características que isoladamente ou combinadas condicionam porcentagem de cobertura do substrato por café maior que 70%, tais como idade (4-5 anos), porte (maior que 2 m), vigor vegetativo bom a ótimo e espaçamento de plantio mais adensado, entre outros. Estas características referem-se aos cafezais formados e em bom estado produtivo. Nos cafezais em formação, a porcentagem de cobertura do substrato por café é geralmente menor que 50% e a resposta espectral combinada do substrato é significativa, influenciando os valores de refletância na banda TM3, que serão portanto mais altos, atingindo 15%.

Na banda TM4, que compreende uma faixa do Infravermelho Próximo do espectro eletromagnético, no intervalo espectral de 0,76 a 0,90 μm , a vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia aparecendo

bem clara. Os corpos d'água absorvem muita energia e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem. Apresenta sensibilidade à rugosidade da copa do dossel florestal, sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obtenção de informações sobre geomorfologia, solos e geologia. É útil para mapear áreas de vegetação que foram queimadas e permite a visualização de áreas ocupadas com macrófitas aquáticas (aguapé).

Nesta banda, os resultados obtidos até o momento, mostram valores de reflectância mais altos, atingindo 35-40% para os cafezais formados e em bom estado produtivo. Nos cafezais em formação, dada a grande proporção de exposição do substrato, os valores de reflectância são mais baixos, da ordem de 20-25%.

A banda TM5 é delimitada por 1,55 e 1,75 μm , localizando-se na faixa do espectro eletromagnético do Infravermelho Médio. Apresenta sensibilidade ao teor de umidade no solo e nas plantas, servindo para observar estresse hídrico na vegetação e no solo.

Os dados analisados, mostram que esta banda reflete mais o tipo de solo, particularmente com relação às suas características físicas, tais como macro e microporosidade. Os valores de reflectância são mais altos nos cafezais em formação, com grande exposição do substrato (até 90%), atingindo valores de 28%. Nas áreas onde o solo tem grande capacidade de retenção de água, tais como os latossolos, os valores de reflectância são mais baixos, em função da absorção da água nesta banda.

CONCLUSÕES

1. Os resultados obtidos, ainda que parciais, mostram que a cultura cafeeira apresenta resposta espectral bastante complexa, em função das diversas variáveis que envolvem a caracterização da mesma, variando numa mesma região e entre regiões produtoras distintas, particularmente em função das diversas opções de plantio e manejo dos cafezais, além das alterações verificadas ao longo do ano, em função do ciclo da cultura, necessitando, então, de avaliações temporais.
2. A resposta espectral da cultura cafeeira em imagens TM/Landsat 5, em função da sua reduzida resolução espacial (30 x 30 m) é composta pelas características biofísicas das plantas de café em associações com a resposta espectral do substrato, que é variável em função da porcentagem de cobertura do substrato por café, do tipo de solo, teor de umidade, entre outros, além da cobertura vegetal que se instala entre as fileiras da lavoura. Esta associação complica a análise da resposta espectral da cultura cafeeira individualmente, dificultando o estabelecimento de um padrão orbital único para identificação de lavouras cafeeiras.
3. Apesar das considerações anteriores, o estudo mostra que a resposta espectral composta em cafezais formados e em bom estado produtivo permite o levantamento e monitoramento visual dos mesmos em imagens TM/Landsat 5, particularmente em regiões onde o imageamento orbital é beneficiado, ou seja: regiões de relevo suave, condições atmosféricas ideais, áreas contíguas de grandes dimensões ocupadas pela cafeicultura; condições estas que ocorrem na região de Patrocínio. Nas demais regiões, é aconselhável a associação de produtos de sensores remotos de maior resolução espacial, como por exemplo a imagem IKONUS, que apresenta uma resolução espacial de até 1 x 1 metro.

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.
- LEONARDI, L. **Influência de parâmetros culturais de cafezais sobre os dados TM/Landsat-5**. São José dos Campos, INPE, 1990. 141p. (Dissertação de Mestrado).
- VALERIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F. Imagens orbitais aplicadas ao levantamento de dados do meio físico: Contribuição ao planejamento de microbacias hidrográficas. In: Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 8, Londrina, 1996. **Anais...** Londrina, 1996. P. 77-94.