

33º Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras

MAPEAMENTO DE ÁREAS CAFEIRAS NA REGIÃO DE GUAXUPÉ: UMA ABORDAGEM AUTOMATIZADA

T Bernardes, Ms Ciência do Solo, Bolsista CBP&D/Café tiago@epamig.ufla.br; HMR Alves, Pesquisadora, Embrapa Café; TGC Vieira, Pesquisadora, Epamig; MML Volpato, Pesquisadora, Epamig; MS Zacarias, Pesquisador, Embrapa Café; FA Rezende, mestrando DEG/UFLA, bolsista do CBP&D/Café; TG Botelho, Cientista da Computação, bolsista do CBP&D/Café; WR Santos, graduando do 5º módulo de Agronomia, bolsista do CBP&D/Café.

O mapeamento da ocupação da terra constitui uma das mais importantes atividades de geração de dados para gerenciamento e monitoramento de ambientes agrícolas. O crescimento vertiginoso da produção de imagens de satélite aliado ao desenvolvimento de poderosos sistemas de hardware e processamento digital destes dados tem se mostrado a mais fantástica e promissora ferramenta de auxílio ao monitoramento de ambientes agrícolas. Estas técnicas vêm sendo amplamente utilizadas no mapeamento de culturas propiciando grande precisão e rapidez na geração de dados qualitativos e quantitativos a custos relativamente baixos.

Pretendeu-se neste trabalho avaliar a exatidão da interpretação visual de uma imagem SPOT 5 no mapeamento do café na região de Guaxupé, tendo como referência dados obtidos em campo, bem como comparar o desempenho de técnicas de mapeamento automático da mesma área em comparação com a interpretação visual, visando a avaliação da viabilidade de aplicação destas técnicas para agilizar o mapeamento do parque cafeeiro na região.

Foram trabalhadas imagens SPOT 5 com resolução espacial de 10 metros e de 2,5 metros. A cena foi submetida ao processamento por diferentes métodos de classificação automática para a imagem com resolução de 10 metros e por interpretação visual para a imagem com resolução de 2,5 metros. Dados obtidos em campo foram tomados como referência para obtenção de índices de exatidão do mapeamento. Foram estratificadas as classes CAFÉ, MATA e OUTROS USOS, sendo esta última oriunda do agrupamento dos demais tipos de vegetação como culturas anuais, pastagens, solo exposto, áreas urbanas, etc. Os índices utilizados foram calculados de maneira a permitir a avaliação da exatidão global da classificação e também individualmente para a classe CAFÉ.

Resultados e Conclusões

Conforme observado na Tabela 1 a interpretação visual apresentou maior acerto no mapeamento da cultura cafeeira do que os métodos de interpretação automática. Considerando-se a alta resolução espacial da imagem fusionada, ou seja, um pixel capaz de identificar objetos de até 2,5 metros, era de se esperar que a interpretação visual desta imagem proporcionasse uma exatidão próxima de 100%, já que a identificação dos diferentes tipos de cobertura vegetal pôde ser feita de maneira bem mais precisa do que com outros produtos de sensoriamento remoto em uso atualmente.

O índice Tau encontrado indica uma exatidão de aproximadamente 91% para a interpretação visual. Isto se explica pela defasagem de tempo entre a data de imageamento e a coleta de dados em campo. Esta defasagem foi admitida pelo fato do café ser uma cultura perene, havendo pouca alteração de área entre um ano e outro. Quando da coleta das informações sobre as áreas cafeeiras em campo, algumas lavouras facilmente identificadas na imagem já haviam sido eliminadas, proporcionando então a falsa impressão de erro no mapeamento. Estes erros podem ser inferidos pela análise de índices de exatidão específicos para cada classe do mapeamento, neste caso os erros de omissão (áreas de café que foram mapeadas como outra classe de uso) e comissão (áreas que não são café mas que foram mapeadas como tal) para a classe café.

Os erros de omissão para a interpretação visual da classe café indicam que 14% das áreas reais de café foram mapeados como outros usos, enquanto 86% foram corretamente mapeados. Estes 14% correspondem realmente a confusões na interpretação decorrentes de similaridades entre as classes café e mata, sobretudo em áreas de relevo acidentado e onde as duas classes ocorrem intercaladas. As diferenças decorrentes da defasagem de tempo entre a imagem e a coleta de dados de campo podem ser observadas principalmente pelos erros de comissão, os quais indicam que 29% das áreas de café mapeadas na verdade correspondem a outros usos. Isto explica a influência das áreas de café eliminadas ou renovadas no índice geral de exatidão da interpretação visual com relação aos dados de campo.

Dentre as classificações automáticas o algoritmo Isoseg apresentou o melhor desempenho, com um coeficiente Tau de aproximadamente 71%. Este valor representa a exatidão do mapeamento para todas as classes, isto é, considerando-se também a classe MATA e OUTROS USOS. Numa análise somente da classe café os valores caem para 48%, o que corresponde à acurácia do produtor. Ainda assim, dados os empecilhos relativos ao comportamento da cultura cafeeira em imagens orbitais, esta constitui a melhor alternativa para mapeamento automático do café até o momento, concordando com diversos trabalhos realizados com este objetivo.

É importante também ressaltar a necessidade de uma análise integrada de todos os índices para escolha da melhor classificação. Quando se deseja avaliar a exatidão de mapeamento para todas as classes de uso existentes o índice geral (IG, Kappa ou Tau) é indicado. Quando se tem interesse numa classe específica deve-se lançar mão dos erros de omissão e comissão, os quais apontam a acurácia do produtor e consumidor. A acurácia do produtor dá um bom indício da qualidade do mapeamento explicitando a porcentagem de área mapeada de uma classe que corresponde ao real. Se toda a área

fosse mapeada como café haveria um acerto de 100% com relação ao real, porém uma grande porcentagem corresponderia a erros de comissão. Classificadores como Mahalanobis, MínimaDistância e Paralelepípedo, podem muitas vezes apresentar erros de omissão inferiores àqueles obtidos pelo Iseseg, mas superestimam as áreas de café. Assim, grande parte dessas áreas mapeadas como café corresponde a outros tipos de cobertura no campo (erros de comissão). Sob esta ótica, a melhor classificação automática realizada recai sobre o algoritmo Iseseg, que apresentou os menores erros de omissão e de comissão (o que equivale ao mesmo que dizer maior acurácia do produtor e usuário).

Observa-se que a tarefa de extração de informações relativas à cultura apresenta ainda alguns desafios no sentido de se obter metodologias mais confiáveis de interpretação automática dos dados. A grande variabilidade de padrões espectrais da cultura apresentados numa cena de satélite, decorrentes de variados estágios fenológicos e vigor vegetativo, espaçamento, culturas intercalares e tratos culturais dificulta o reconhecimento de padrões por métodos automatizados.

Numa análise dos valores digitais que identificam a cultura na imagem, as áreas cafeeiras apresentaram confusões com diferentes classes de ocupação da terra como pastagens, solo exposto e culturas anuais. No entanto, fragmentos de vegetação nativa como cerrado e mata densa são os que mais dificultam o desempenho dos algoritmos para interpretação automática de imagens. Além disso, importantes parâmetros do meio físico como declividade e exposição de vertentes, alterando o sombreamento e geometria de reflexão da radiação, somados a padrões irregulares de forma, tamanho e estratificação dos talhões com fragmentos de vegetação nativa, dificultam a definição de regras estatísticas para identificação de intervalos de *nível de cinza* na imagem, representativos de áreas cafeeiras com precisão satisfatória. A experiência tem mostrado que os melhores classificadores automáticos para mapeamento do uso da terra têm seu desempenho fortemente reduzido quando avaliada a exatidão da classe CAFÉ individualmente, em função das dificuldades que a cultura impõe no mapeamento.

Tabela 1: Parâmetros indicativos da exatidão dos mapeamentos como um todo e para a classe CAFÉ especificamente

Classificação	IG	Kappa	Tau	A _{usuário}	E _{comissão}	A _{produtor}	E _{omissão}
Interpret. visual	0,95	0,75	0,91	0,71	0,29	0,86	0,14
Bathacharya	0,76	0,51	0,64	0,28	0,72	0,52	0,48
Iseseg	0,80	0,58	0,71	0,58	0,42	0,48	0,52
Paralelepípedo	0,46	0,19	0,19	0,22	0,78	0,77	0,23
Mdist	0,72	0,43	0,58	0,27	0,73	0,78	0,22
Malahanobis	0,66	0,38	0,49	0,23	0,77	0,83	0,17

Conclui-se, portanto, que nenhum dos métodos de interpretação automática da imagem se prestou para utilização isoladamente no mapeamento da cafeicultura na região de Guaxupé, embora para outras culturas eles venham sendo utilizados com sucesso, ou mesmo para a cafeicultura em regiões mais homogêneas. Sendo assim, o mapeamento do café ainda depende fortemente do uso de técnicas de interpretação visual, as quais incluem critérios subjetivos como a observação simultânea dos elementos de reconhecimento.