



Delineamento de Zonas de Manejo para cafeicultura com base em imagens orbitais

Diogo Santos Sousa¹(PG)*, Alessandra Soares Felix(PG), Sabrina Dias de Oliveira (PG), Gustavo Henrique Baptista Pinheiro(PG), Frank Freire Capuchinho(PG), Gabriella Andrezza Meireles Campos(PG), Francisco Ramos de Melo (PQ), Elton Fialho Dos Reis (PQ)

¹ Universidade Estadual de Goiás, Departamento de Engenharia Agrícola, BR-153, 3105, Fazenda Barreiro do Meio, Anápolis, Goiás, 75132-400, Brasil.
Autor correspondente: diogo.s.sousa.x@gmail.com

Resumo: O uso do Sensoriamento remoto tem sido bastante estudado para a definição de zonas de manejo na área agrícola, dentro dos métodos utilizados para análise desses dados, o algoritmo K-means se destaca pela sua eficiência em realizar classificação. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi utilizar imagens orbitais e o algoritmo k-means para definir zonas de manejo em área agrícola, aplicar diferentes configurações de zonas, e avaliar a eficiência das mesmas a partir de dados de nitrogênio foliar. O estudo foi realizado em uma área cultivada com *Coffea arabica* L, onde foi gerada uma malha amostral regular contendo 98 pontos amostrais. Os atributos estudados foram: Índice de vegetação obtido a partir de imagens de satélite e teores de nitrogênio foliar avaliados pelo método Kjeldahl. Zonas de manejo foram geradas pelo algoritmo Fuzzy K-Means com base no índice de vegetação, e sua avaliação foi realizada a partir de testes de comparação de médias. A divisão da área em duas Zonas de manejo foi considerada a mais adequada, onde os valores de nitrogênio foliar apresentaram diferença significativa. A metodologia utilizada permitiu a geração de zonas de manejo que podem servir como fonte de recomendação para o manejo nutricional da lavoura.

Palavras-chave: k-means, Agricultura de precisão, nitrogênio foliar.

Introdução

O uso de imagens capturadas por satélites vem sendo de grande utilidade na agricultura. Essas Imagens são aplicadas sobretudo como fonte de dados na agricultura de precisão (AP). Geralmente, um dos problemas que preocupam bastante a área da AP é a necessidade de uma amostragem densa de dados espacializados, a fim de se detectar a variabilidade espacial do atributo em estudo e possibilitar a geração de mapas que representem, de maneira real, tal área. Uma das soluções para este impasse é a geração de zonas de manejo com base em informações indiretas da área (RODRIGUES et al., 2011).





Uma zona de manejo é definida por Rodrigues et al. (2011), como uma sub-região do campo que apresenta uma combinação de fatores limitantes de produtividade e de qualidade para a qual se pode aplicar uma dose uniforme de insumos. A definição de zonas de manejo torna mais fácil a aplicação das técnicas de agricultura de precisão uma vez que se pode empregar, no manejo das culturas, os sistemas similares aos utilizados na agricultura convencional.

O uso das ferramentas de análise de dados pode permitir a identificação de diferentes zonas de manejo com base em dados históricos da área. Técnicas de análises de agrupamento de dados são classificadas dentro de dois métodos principais: Hierárquico e Particionado. Os métodos particionados são de grande valia e possibilitam o uso de um conjunto de atributos diretamente correlacionados com a variabilidade nutricional da área em estudo, dentre os métodos se encontra o K-means (FRANCHINI et al., 2018).

Nesse sentido o trabalho teve como objetivo utilizar imagens orbitais e o método K-means para definir zonas de manejo em área agrícola. Aplicar diferentes configurações de zonas, e avaliar a eficiência das mesmas, com base em dados de nitrogênio foliar.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no município de Encruzilhada – BA (15° 31' 53" S 40° 54' 34" W), em uma lavoura comercial de *Coffea arábica* L. conduzida em sistema irrigado por gotejamento, plantada no espaçamento de 3,7 m entre linhas e de 0,7 m entre plantas. Com altitude de aproximadamente 690 metros, o clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo "Aw", tropical com estação seca definida. Foi gerada uma malha amostral regular, totalizando 98 pontos numa área de 10 hectares, para análise das variáveis a serem estudadas.

Para análise de atributos físicos do café, foi mensurado o teor de nitrogênio foliar em 98 pontos amostrais, coletados no dia 18/03/2019. As análises foliares foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, utilizando-se o método de "Kjeldahl" para determinação do nitrogênio (TEDESCO et al., 1995).





Os dados referentes ao sensoriamento orbital foram obtidos gratuitamente no banco de dados do site USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). Foram utilizadas cenas do satélite Sentinel 2, capturadas no dia 15 de março de 2019. Empregando ferramentas do software SIG Qgis® 3.16, foi realizado o processamento para obtenção do índice de vegetação NDVI (índice de vegetação por diferença normalizada), conforme metodologia proposta por Rouse et al. (1973).

Para delimitação das zonas de manejo utilizou-se o software Qgis® 3.16, através de algoritmo com base na lógica fuzzy k-means, tendo como conjunto de dados, os valores do índice de NDVI presentes na imagem orbital. Na busca pelo número ideal de zonas, a técnica foi aplicada em três cenários diferentes, sendo: 2 subdivisões; 3 e 4.

Diferenças significativas entre os valores médios de cada conjunto de dados amostrados pertencentes a cada zona de manejo foram avaliadas pelos testes ANOVA e Tukey, a fim de identificar a diferença existente entre as diferentes configurações de zonas de manejo e assim a eficácia de cada uma.

Resultados e Discussão

Os resultados referentes a análises estatísticas descritiva dos valores NDVI e do teor de nitrogênio foliar mostram que os valores de coeficiente de variação (CV), 11,23 para nitrogênio foliar e 5,22 para NDVI foram classificados como baixos ($CV < 12\%$), conforme Warrick e Nielsen (1980). O valor médio de nitrogênio foliar foi de 3,056, resultado semelhante aos obtidos por Rodrigues Júnior (2011), com valores médios de 3,01, sendo considerados como dentro do nível satisfatório.

A figura 1 mostra o resultado do delimitação para 2, 3 e 4 zonas de manejo obtidas através do método K-means. É notável observar que o talhão ao norte é caracterizado por ter valores mais elevados do índice NDVI, e, a partir da visualização de ambos os mapas, esta área se apresenta de uma forma mais homogênea, se mantendo como uma única classe nos três cenários. Já o talhão ao sul é mais heterogêneo, visto que à medida que se aumenta o número de zonas de manejo, ele se molda, dividindo-se em até três zonas distintas.



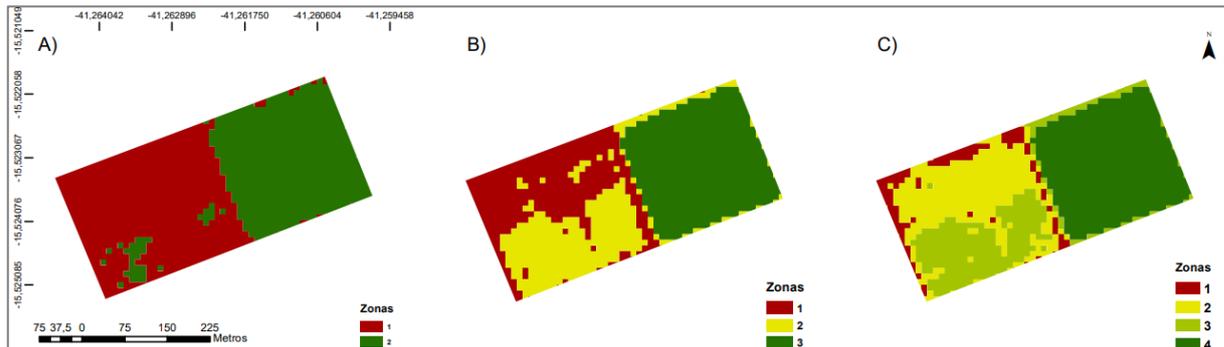


Figura 1. Zonas de manejo delimitadas a partir do algoritmo k-means aplicado em dados do índice NDVI, sendo: (A) 2 zonas; (B) 3 zonas; (C) 4 zonas.

Apresentam-se, na tabela 1, os valores médios do índice NDVI e do nitrogênio foliar contido dentro de cada classe, geradas para os três cenários com 2, 3 e 4 zonas de manejo. Para as médias do NDVI, atributo utilizado no algoritmo de formação das zonas, houve diferença significativa entre todas as zonas de manejo, mostrando a eficácia do método k-means em segregar áreas diferentes no conjunto de dados. Já para as médias do nitrogênio foliar, o primeiro mapa com duas zonas se mostrou mais eficiente, visto que ao aumentar o número de zonas não se encontrou mais regiões com diferença significativa.

Tabela 1. Valores médios de NDVI e concentração de nitrogênio foliar por classe, nas diferentes zonas de manejo obtidas pelo método K-means.

Zona	2 Zonas	
	NDVI	Nitrogênio Foliar (%)
2	0,769a	3,262a
1	0,648b	2,819b
3 zonas		
3	0,774a	3,290a
2	0,680b	2,846b
1	0,620c	2,805b
4 Zonas		
4	0,774a	3,290a
3	0,693b	2,908b
2	0,640c	2,741b
1	0,584d	2,946b

* médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de probabilidade. ($p \leq 0,05$).

Resultados similares são encontrados na literatura com intuito de se delimitar zonas de manejo, utilizando diferentes fontes de dados, com casos variando desde baseados em imagens (KUIAWSKI, 2017), de produtividade (DA SILVA UMBELINO,





2018), atributos químicos do solo (SANTOS, 2015), análises foliares (RODRIGUES JUNIOR 2011), entre outros. A imagem orbital, nas condições desde trabalho, se mostrou adequada para gerar zonas de manejo do estado nutricional da lavoura, visto que conseguiu delimitar regiões onde os valores de nitrogênio foliar do cafeeiro demonstraram diferenças significativas.

Considerações Finais

A metodologia utilizada foi capaz de gerar zonas de manejo que podem servir de fonte de recomendação e análise de nitrogênio foliar. A subdivisão em duas zonas foi a mais eficiente para as condições encontradas nesse trabalho.

Agradecimentos

Ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e da Universidade Estadual de Goiás.

Referências

- DA SILVA UMBELINO, A.; OLIVEIRA, D. G.; OLIVEIRA MARTINS, M. P.; DOS REIS, E. F. Definições de zona de manejo para soja de alta produtividade. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 674-682, 2018.
- FRANCHINI, J.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; JORGE, L.D.C.; DEBIASI, H.; DIAS, W.; GODOY, C.; OLIVEIRA, M.C.N. **Uso de imagens aéreas obtidas com drones em sistemas de produção de soja**. Embrapa Soja, Londrina, ed.1, p. 38, 2018.
- KUIAWSKI, A.C.M.B.; SAFANELLI, J.L.; BOTTEGA, E. L.; OLIVEIRA NETO, A.M.D.; GUERRA, N. Vegetation indexes and delineation of management zones for soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.47, n.2, p.168-177, 2017.
- RODRIGUES JUNIOR, F.A.; VIEIRA, L.B.; QUEIROZ, D.M.; SANTOS, N.T. Geração de zonas de manejo para cafeicultura empregando-se sensor SPAD e análise foliar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.778-787, 2011.
- ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS**. In: Proceedings of the 3rd. ERTS-1 Symposium. Washington, v.1, p.309-17, 1973.
- SANTOS, E. O. J.; PINTO, F. B.; BARBOSA, M. A.; GONTIJO, I.. Delineamento de zonas de manejo para macronutrientes em lavoura de café conilon consorciada com seringueira. **Coffee Science**, v. 10, p. 309-319, 2015.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Departamento de Solos da UFRGS, Porto Alegre, v.5, ed.2, p.174, 1995.
- WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties the soil. In: HILL, D. (ed.). **Applications of soil physics**. New York, p. 319-344, 1980.

