



DETERMINAÇÃO DAS UNIDADES DIFERENCIADAS DE GESTÃO POR MEIO DOS ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS E COMPONENTES ESPECTRAIS, APLICADO À CAFEICULTURA IRRIGADA

Leticia da Silva¹; Marcilene Soares do Nascimento²; Jonathan da Rocha Miranda³

1 Leticia da Silva, Bolsista (IFMG), Agronomia, IFMG Campus São João Evangelista; leticiasilvacmd@gmail.com

2 Marcilene Soares do Nascimento, Voluntária, Agronomia, Campus São João Evangelista; marcilenesoares98@outlook.com

3 Jonathan da Rocha Miranda, Pesquisador do IFMG, Campus São João Evangelista; jonathan.rocha@ifmg.edu.br

RESUMO

Este estudo determinou Unidades de Gestão Diferenciada (UGDs) em uma lavoura cafeeira irrigada no IFMG – Campus São João Evangelista, utilizando atributos físico-hídricos e espectrais. Foram analisados resistência à penetração do solo, capacidade de campo, NDVI e incidência de bicho-mineiro. As UGDs foram delimitadas por geoestatística e agrupamento k-means, mostrando diferenças significativas no vigor vegetativo e na incidência de pragas. As áreas com maior capacidade de campo e NDVI apresentaram melhor desempenho produtivo, enquanto unidades com menor retenção hídrica exigem ajustes no manejo para melhorar a sanidade e produtividade.

Palavras-chave: Agricultura de Precisão. Sensoriamento Remoto. Geoestatística.

1 INTRODUÇÃO

Minas Gerais desempenha um papel de destaque na cafeeicultura brasileira, sendo responsável por aproximadamente 48,4% da produção nacional de café. O estado abriga 463 municípios produtores, abrangendo uma área total de 1,2 milhão de hectares de lavouras. A espécie *Coffea arabica* é a mais cultivada, correspondendo a 67,7% da área plantada no Brasil (OIC, 2018).

O monitoramento das lavouras desempenha um papel central no levantamento de informações sobre aspectos fitossanitários, área cultivada e estimativas de safra, os quais são fundamentais para o planejamento e gestão desta commodity (BERNARDES *et al.*, 2012). Para assegurar produtividades crescentes, tecnologias empregadas desde o plantio até a comercialização tornaram-se imprescindíveis, principalmente com o avanço da Agricultura de Precisão (AP) (ALVES *et al.*, 2006).

As UGDs representam áreas homogêneas que requerem manejos específicos e diferenciados, sendo a sua delimitação uma das aplicações mais relevantes da AP. A definição



das UGDs requer o reconhecimento de parâmetros permanentes do solo, como textura e tipo, o que pode ser realizado por meio de técnicas de geoestatística (CARVALHO *et al.*, 2013).

Partindo do pré suposto que as UGDs determinadas por parâmetros permanentes do solo permitem que essas áreas sejam fixas, possibilitando o monitoramento contínuo do desenvolvimento das plantas em setores onde as condições do solo são semelhantes. Dessa espera-se que seja possível garantir que o comportamento das plantas seja similar em locais com características edáficas equivalentes.

Nesse sentido, procura-se comparar essas UGDs e verificar se há diferenças no desenvolvimento da cultura entre as classes de UGD. O objetivo deste trabalho foi determinar as áreas de UGDs e verificar se houve comportamento similar nos aspectos fitossanitários das plantas entre as diferentes classes de UGD, possibilitando uma melhor compreensão da resposta das culturas sob condições específicas de manejo e características do solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A lavoura cafeeira está localizada no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, cultivando as variedades Topázio 1190 e Catiguá MG2 em 1,5 hectares, com irrigação por gotejamento e transplântio realizado em 2019.

As amostras de solo foram coletadas de maneira sistemática usando um receptor GNSS RTK. Em cada ponto, mediu-se a resistência à penetração do solo (RSP) com um penetrômetro de impacto e determinou-se a capacidade de campo. A RSP foi medida a 60 cm da planta, registrando o número de batidas para atingir 50 cm de profundidade e convertendo para MPa.

A capacidade de campo foi determinada pela saturação do solo com água, seguida por drenagem natural de 24 horas e secagem em estufa, sendo a umidade na capacidade de campo considerada em 60%. O levantamento topográfico incluiu 200 pontos georreferenciados, e a modelagem foi feita por interpolação TIN.

A infestação por bicho-mineiro foi avaliada em três plantas por ponto, examinando o terceiro e quarto pares de folhas. A incidência foi determinada pela proporção de folhas infestadas. O índice de enfolhamento foi determinado por uma avaliação qualitativa,

pontuando cada planta de 1 a 5, com a mediana das notas dos avaliadores utilizada como valor final.

Imagens do satélite Sentinel-2, adquiridas em setembro de 2022 e 2024, foram usadas para calcular o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), quantificando a densidade e o vigor da vegetação.

O variograma experimental foi calculado para avaliar a continuidade espacial dos atributos do solo, e a krigagem ordinária foi aplicada para interpolar os valores no talhão.

As Unidades de Gestão Diferenciada (UGDs) foram definidas usando o algoritmo k-means, com quatro clusters baseados em resistência à penetração, capacidade de campo e topografia.

A análise de variância (ANOVA) identificou diferenças significativas entre as UGDs nas variáveis de incidência do bicho-mineiro, NDVI e enfolhamento, permitindo avaliar o manejo específico para cada unidade.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

As quatro UGDs foram delineadas de forma clara, localizando-se em áreas que podem ser facilmente segregadas no campo, permitindo uma abordagem de manejo altamente específica (Figura 1). Os resultados apontam uma maior variabilidade na capacidade de campo em relação às demais variáveis, evidenciando a relevância desta variável na definição das UGDs

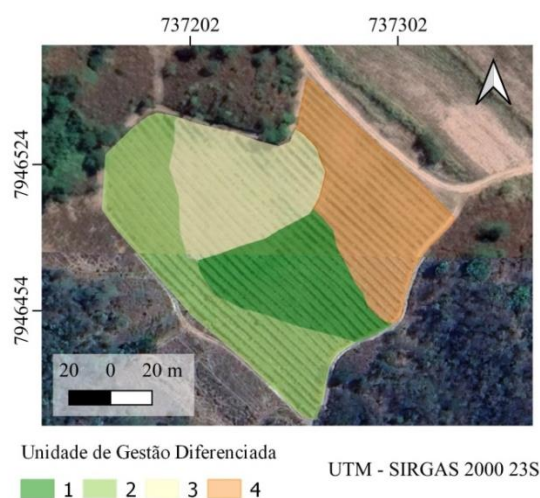


Figura 1 – Delineamento das quatro UGDs no campo

A UGD 1 foi marcada por apresentar a maior incidência de bicho mineiro, além de uma alta amplitude de enfolhamento (Tabela 1). Esta UGD possui a menor capacidade de campo (29,33%), o que implica em uma baixa retenção de água no solo.

Tabela 1 – Incidência do Bicho Mineiro, Enfolhamento e NDVI para os anos 2022 e 2024 para diferentes UGDs

Variáveis	UGD 1	UGD 2	UGD 3	UGD 4
Bicho Mineiro 2022	0.465 b	0.537 a	0.395 c	0.34 d
Bicho Mineiro 2024	0.072 d	0.338 a	0.182 c	0.338 d
Enfolhamento 2022	1.74 d	2.822 b	1.949 c	3.858 a
Enfolhamento 2024	3.142 a	2.431 c	1.26 d	2.62 b
NDVI 2022	0.434 c	0.368 d	0.457 a	0.442 b
NDVI 2024	0.498 b	0.467 c	0.531 a	0.425 d

A análise indica que o turno de rega atualmente utilizado pode não ser adequado para atender às necessidades específicas de cada UGD, especialmente para a UGD 2, que apresenta a menor capacidade de retenção de água. Esse fator parece contribuir diretamente para a maior incidência de bicho mineiro, uma vez que o estresse hídrico aumenta a vulnerabilidade das plantas ao ataque de pragas. Meireles et al. (2001), avaliando a infestação do Bicho Mineiro submetido a diferentes níveis de déficit hídrico, observaram que há maiores infestações da praga em plantas mantidas com maior déficit hídrico.

A UGD 3 possui a maior capacidade de campo (61,97%), indicando uma excelente retenção de água no solo, além disso, registrou os maiores valores de NDVI nos anos de 2022 e 2024, refletindo um vigor vegetativo elevado e uma maior densidade de cobertura vegetal. Esta separação da unidade de maior capacidade de rendimento pode ser utilizada para um café de maior valor agregado. De acordo com Fernandes 2020 Com um manejo mais preciso e personalizado, os produtores podem proporcionar as condições ideais para o desenvolvimento dos grãos, o que pode resultar em um café de melhor sabor e aroma (FERNANDES et al., 2020).

Outro ponto relevante é a relação inversa entre o NDVI e a incidência de bicho mineiro. Vale ressaltar que o NDVI foi calculado antes da avaliação da incidência do bicho mineiro, evidenciando seu potencial preditivo para a ocorrência de pragas. O uso de índices para detecção de doenças no cafeeiro foi detectado para antracnose (MIRANDA *et al.*, 2020), ferrugem (CHEMURA *et al.*, 2017) e cercosporiose (MARIN *et al.*, 2019). O que demonstra



que esta relação do índice com a doença um potencial uso na agricultura de precisão na previsibilidade de ações de controle de fitossanitário no cafeeiro.

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a UGD 2 necessitará de intervenções específicas para melhorar a capacidade de retenção de água e reduzir a suscetibilidade ao ataque do bicho mineiro. Isso pode incluir ajustes no manejo da irrigação e a adoção de práticas de conservação do solo. Em contrapartida, a UGD 3 demonstra um elevado potencial produtivo e pode servir como referência para áreas bem manejadas, caracterizadas por baixa incidência de pragas e alta produtividade.

REFERENCIAS

ALVES, E. A.; QUEIROZ, D. M.; PINTO, F. A. C. **Cafeicultura de precisão**. 1 eded. [S. l.]: Editora UFLA, 2006. 2006.

BERNARDES, T.; ALVES MOREIRA, M.; ADAMI, M.; FRIEDRICH THEODOR RUDORFF, B.; MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; GIAROLLA, A.; RUDORFF, B. F. T. Monitoring biennial bearing effect on coffee yield using MODIS remote sensing imagery. **International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS)**, [s. l.], v. 4, n. 9, p. 3760–3763, 2012.

CARVALHO, L. C. C.; DA SILVA, F. C. F. M.; FERRAZ, G. A. e. S.; DA SILVA, F. C. F. M.; STRACIERI, J. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo e características agrônômicas da cultura do café. **Coffee Science**, [s. l.], v. 8, n. 3, p. 265–275, 2013.

CHEMURA, A.; MUTANGA, O.; DUBE, T. Separability of coffee leaf rust infection levels with machine learning methods at Sentinel-2 MSI spectral resolutions. **Precision Agriculture**, [s. l.], v. 18, n. 5, p. 859–881, 2017.

MARIN, D. B.; ALVES, M. de C.; POZZA, E. A.; GANDIA, R. M.; CORTEZ, M. L. J.; MATTIOLI, M. C. Multispectral remote sensing in the identification and mapping of biotic and abiotic coffee tree variables. **Revista Ceres**, [s. l.], v. 66, n. 2, p. 142–153, 2019.

MEIRELES, D. D., CARVALHO, J. D. A., & MORAES, J. C. Avaliação Da Infestação Do Bicho-Mineiro E Do Crescimento Do Cafeeiro Submetido a Diferentes Níveis De Déficit Hídrico Evaluation of Leaf Minner Infestation and Coffee Culture Growth Submitted To Different Levels of Water Deficit. **Ciênc. agrotec**, [s. l.], v. 25, n. 2, p. 371–374, 2001.

MIRANDA, J. da R.; ALVES, M. de C.; POZZA, E. A.; SANTOS NETO, H. Detection of coffee berry necrosis by digital image processing of landsat 8 oli satellite imagery. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, [s. l.], v. 85, n. 3, p. 101983, 2020.