

## DELINEAMENTO DE ZONAS DE MANEJO EM UMA ÁREA PRODUÇÃO DE GRÃOS NO ESTADO DE SÃO PAULO – BRASIL

JOÃO PEDRO JOSÉ FIGUEREDO SILVA <sup>1</sup>, ANA GABRIELA DE OLIVEIRA MONTEIRO <sup>2</sup>, MARCO ANTONIO ZANELLA <sup>3</sup>, AMÉLIA LAISY DO NASCIMENTO <sup>4</sup>, EMANOEL DI TARSO DOS SANTOS SOUSA <sup>5</sup>, JULIANA PINHEIRO DADALTO <sup>6</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE, joao.pedrofigueredo@ufrpe.br

<sup>2</sup> Graduada em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFRPE

<sup>3</sup> Professor, Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola - UFRPE

<sup>4</sup> Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola - UFRPE

<sup>5</sup> Professor, Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola - UFRPE

<sup>6</sup> Professora, Doutora, Departamento de Engenharia Agrícola - UFRPE

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** A implementação de zonas de manejo é uma prática essencial na produção de grãos, proporcionando uma abordagem estratégica para otimizar a produtividade e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. Essas zonas são delimitadas com base, principalmente, em variáveis do solo e das plantas. Desta forma esse trabalho teve o objetivo de explorar combinações de dados para gerar zonas de manejo em uma área de produção de grãos no estado de São Paulo. Foram utilizadas a combinação das variáveis condutividade elétrica aparente do solo, altitude, produtividade de milho e bandas de imagens orbitais. Em uma combinação de variáveis foram geradas duas zonas e em outra combinação foram geradas 3 zonas para a área. As zonas geradas demonstraram diferença significativa nos valores das amostras de solo. A utilização de zonas de manejo é importante para viabilizar o manejo diferenciado em área de produção de grãos.

**PALAVRAS-CHAVE:** manejo diferenciado, agricultura de precisão, imagens orbitais.

## DELINEATION OF MANAGEMENT ZONES IN A GRAIN PRODUCTION AREA IN THE STATE OF SÃO PAULO – BRAZIL

**ABSTRACT:** The implementation of management zones is an essential practice in grain production, providing a strategic approach to optimizing the productivity and sustainability of agricultural systems. These zones are delineated based mainly on soil and plant variables. The aim of this study was to explore combinations of data to generate management zones in a grain production area in the state of São Paulo. A combination of the following variables apparent electrical conductivity of the soil, altitude, corn yield and orbital image bands were used. In one combination of variables, two zones were generated and, in another combination, three zones were generated for the area. The zones generated showed significant differences in the values of the soil samples. The use of management zones is important to enable differentiated management in grain production areas.

**KEYWORDS:** differentiated management, precision agriculture, orbital images.

**INTRODUÇÃO:** O delineamento de zonas de manejo é uma alternativa para o manejo diferenciado de uma área de produção de grãos. Dessa forma é necessário a avaliação da área de produção usando informações do solo e de produtividade. Nessas circunstâncias, a geoestatística destaca-se como um instrumento valioso na análise de dados. Com ela é possível caracterizar a estrutura de dependência espacial entre os parâmetros que definem a distribuição espacial da produtividade (Oliveira Filho, 2015). Esses dados, podem ser interpolados utilizando a técnica de interpolação chamada de krigagem, sendo possível estimar valores em locais não amostrados. Assim, o mapeamento possibilita a visualização espacial da produtividade na área de interesse. Tornando-se uma ferramenta importante no apoio no processamento e análise de dados da área de produção de grãos. Com os dados interpolados, é possível fazer a análise de agrupamentos de dados, buscando caracterizar melhor a área de produção. Estudos têm demonstrado que zonas de manejo podem ser delimitadas com diferentes fontes de informações para melhorar o manejo de culturas agrícolas (Martínez-Casasnovas et al., 2018; Moshia et al., 2014; Peralta et al., 2015). A adoção de zonas de manejo pode resultar em melhorias na eficiência do uso de insumos, reduzindo os custos de produção e minimizando os impactos ambientais. Desta forma, o objetivo deste estudo foi utilizar a combinação de diferentes fontes de informações para gerar zonas de manejo em uma área de produção agrícola no estado de São Paulo - Brasil.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os dados foram obtidos em uma área dedicada à produção de soja e milho em rotação de culturas, situada no município de Iepê-SP (22°38'30" S 51°6'36" O). Um talhão específico dentro dessa região foi selecionado para análise, utilizando imagens orbitais dos anos de 2018 e 2019, todas as imagens foram obtidas no nível de refletância de superfície 3A no âmbito do programa *Planet Education and Research*. Após a separação dessas imagens, empregou-se o programa computacional QGIS (versão 3.34), onde pontos foram criados por meio do complemento *Point Sampling Tool*. Esse complemento permite a extração de valores de atributos de uma camada com base na localização espacial dos pontos, resultando em uma amostragem de dados. Em seguida, utilizou-se o complemento *SmartMap* para realizar a interpolação dos pontos e gerar mapas por meio do método de krigagem. Este processo também foi aplicado aos dados de produtividade dos anos de 2018 e 2019, cujos valores foram obtidos do sensor de produtividade de máquina colhedora. Também foram utilizados dados de condutividade elétrica aparente do solo. Ainda utilizando o complemento *SmartMap*, foram delimitadas as zonas de manejo, em que os índices FPI e NCE foram utilizados para avaliar o número de zonas no talhão. Foram utilizadas diferentes combinações de dados para gerar zonas e, posteriormente, foi avaliados atributos de textura do solo obtidos após a coleta de amostras de solo presentes em cada zona.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A Figura 1a apresenta o resultado do delineamento de zonas de manejo resultando em duas zonas em que foi utilizada a combinação de dados: de produtividade dos anos de 2018 e 2019, altitude e condutividade elétrica aparente do solo. E a Figura 1b apresenta o delineamento de três zonas de manejo para a combinação dos dados de produtividade dos anos de 2018 e 2019 e as imagens orbitais de datas de aproximadamente 30 dias antes da colheita.

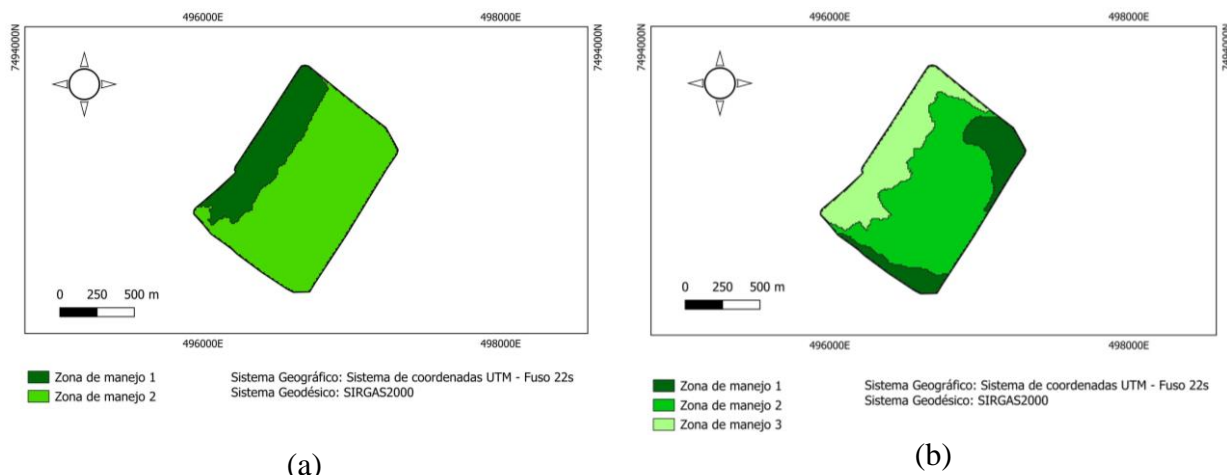


FIGURA 1. (a) Distribuição espacial das zonas de manejo geradas com dados de produtividade dos anos de 2018 e 2019, altitude e condutividade elétrica aparente do solo. (b) Distribuição espacial das zonas de manejo geradas com dados de produtividade dos anos de 2018 e 2019 e as imagens orbitais.

A Figura 1a mostra que as duas zonas geradas são contínuas e uniformes, portanto podem ser executadas em uma área de produção de grãos. Na Figura 1b são apresentadas 3 zonas de manejo, sendo que a zona 1 e 3 estão localizadas nas bordas do talhão. Essa configuração de zonas torna sua implementação mais difícil devido às limitações manejo por máquinas e implementos agrícolas.

TABELA 1. Análise estatística de granulometria do solo para cada zona de manejo delineada.

Zona	Areia (%)	Silte (%)	Argila (%)
1	84,1 a	3,8 a	12,2 a
2	78,7 b	3,9 a	17,4 b
3	76,9 b	4,4 a	18,6 b
C.V.	7%	34%	25%
1	68,3 a	6,1 a	25,5 a
2	79,4 b	3,9 b	16,6 b
C.V.	8%	35%	27%

a, b: Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ); Letras minúsculas iguais nas colunas não diferem entre si significativamente; C.V.: coeficiente de variação.

Estudos mostram que a condutividade elétrica do solo pode estar correlacionada com vários parâmetros físicos e químicos de solo ligados à produção (Molin et al., 2005). Assim, as zonas delineadas utilizando condutividade elétrica apresentaram diferença estatística em todos os parâmetros de granulometria do solo (Tabela 1). Já as zonas delineadas utilizando as imagens orbitais não apresentaram diferença estatística em todos os parâmetros do solo analisados conforme apresentado na Tabela 1. Imagens orbitais podem apresentar variações mais acentuadas nas bordas do talhão que podem ter influenciado na geração das zonas.

Além disso, a adoção de práticas de manejo diferenciadas em cada zona pode contribuir para a conservação dos recursos naturais, como a preservação da qualidade do solo e a otimização no uso de insumos, promovendo assim a sustentabilidade a longo prazo da produção de grãos. Em suma, a geração de zonas de manejo representa uma ferramenta fundamental para otimizar a produção de grãos, integrando informações de diferentes fontes em um sistema de gestão agrícola mais eficiente e sustentável.

**CONCLUSÕES:** As zonas de manejo geradas com a combinação de dados de produtividade, altitude e condutividade elétrica aparente do solo foram uniformes e possibilitam sua implementação e a adoção de práticas de manejo diferenciadas.

**AGRADECIMENTOS:** Ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

#### **REFERÊNCIAS:**

MOLIN, J. P.; GIMENEZ, L. M.; PAULETTI, V.; SCHMIDHALTER, U.; HAMMER, J. Mensuração da condutividade elétrica do solo por indução e sua correlação com fatores de produção. **Engenharia Agrícola**, v. 25, p. 420-426, 2005.

MARTÍNEZ-CASASNOVAS, J. A., ESCOLÀ, A., & ARNÓ, J. Use of Farmer Knowledge in the Delineation of Potential Management Zones in Precision Agriculture: A Case Study in Maize (*Zea mays* L.). **Agriculture**, 8(6), 84. 2018.

MOSHIA, M. E., KHOSLA, R., LONGCHAMPS, L., REICH, R., DAVIS, J. G., & WESTFALL, D. G. Precision manure management across site-specific management zones: Grain yield and economic analysis. **Agronomy Journal**, 106(6), 2146–2156. 2014.

PERALTA, N. R., COSTA, J. L., BALZARINI, M., FRANCO, M. C., CÓRDOBA, M., & BULLOCK, D. Delineation of management zones to improve nitrogen management of wheat. **Computers and Electronics in Agriculture**, 110, 103–113. 2015.

Oliveira Filho, F. X. de., Miranda, N. de O., Medeiros, J. F. de., Silva, P. C. M. da., Mesquita, F. O., & Costa, T. K. G.. Zona de manejo para preparo do solo na cultura da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola E Ambiental**, 19(2), 186–193. 2015.