

## GERAÇÃO DE UNIDADES DE MANEJO COM DADOS DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA APARENTE DO SOLO E PRODUTIVIDADE DO TRIGO DE INVERNO

VINICIUS DOS SANTOS CARREIRA<sup>1</sup>, DANILO TEDESCO-OLIVEIRA<sup>2</sup>, JEAN LUCAS PEREIRA OLIVEIRA<sup>1</sup>, EDSON MASSAO TANAKA<sup>1</sup>, ROUVERSON PEREIRA DA SILVA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> FATEC “Shunji Nishimura”, (18) 997266303, [vinicius\\_carreira@hotmail.com.br](mailto:vinicius_carreira@hotmail.com.br), [tanaka@fatecpompeia.edu.br](mailto:tanaka@fatecpompeia.edu.br),

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia e Ciências Exatas UNESP/FCAV, [daniilo.tedesco@unesp.br](mailto:daniilo.tedesco@unesp.br), [jlp.oliveira@unesp.br](mailto:jlp.oliveira@unesp.br), [rouverson.silva@unesp.br](mailto:rouverson.silva@unesp.br)

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

**RESUMO:** Inúmeros atributos são utilizados na Agricultura de Precisão visando o planejamento do cultivo e a tomada de decisão. Determinadas culturas são prestigiadas pelo valor comercial e eventualmente viram objeto de estudo principal, concentrando parte das pesquisas realizadas. O objetivo desse experimento foi realizar a geração de unidades de manejo utilizando dados de condutividade elétrica aparente do solo (CEa), em duas profundidades de mensuração: "0 - 30 cm" e "0 - 90 cm", e valores de produtividade do trigo de inverno obtido na safra de 2018/2019. Realizou-se a classificação dos grupos através de um algoritmo c-means Fuzzy no software MZA, relacionando cada profundidade de CEa com a produtividade. Com os mapas finais devidamente interpolados e os índices da classificação gerados (FPI e NCE), observou-se que houve melhor classificação quando a produtividade relacionada a CEa "0 - 90 cm", provavelmente devido a dinâmica do solo e o método de estudo realizado. A técnica empregada se mostrou eficaz na geração de unidades de manejo com a cultura do trigo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Manejo Localizado; Classificação Fuzzy; Produtividade de Trigo.

## GENERATION OF MANAGEMENT UNITS WITH DATA OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY APPARENT OF THE SOIL AND YIELD OF WINTER WHEAT

**ABSTRACT:** Numerous attributes are used in Precision Agriculture in order to plan the crop and make the decision. Certain cultures are renowned for their commercial value and eventually become the object of main study, concentrating part of the research carried out. The objective of this experiment was to generate the management units using data of apparent electrical conductivity of the soil (CEa), in two measurement depths: "0 - 30 cm" and "0 - 90 cm", and values of wheat productivity of winter obtained in the 2018/2019 harvest. The groups were classified using a Fuzzy c-means algorithm in the MZA software, relating each depth of CEa with productivity. With the final maps properly interpolated and the classification indexes generated (FPI and NCE), it was observed that there was a better classification when the productivity related to CEa "0 - 90 cm", probably due to the dynamics of the soil and the study method performed. The technique used proved to be effective in the generation of management units with wheat.

**KEY WORDS:** Localized Management; Fuzzy Classification; Wheat yield

**INTRODUÇÃO:** A cultura do trigo é primordial no cenário alimentar e econômico da sociedade, sendo no Brasil uma das principais culturas de inverno, cultivada principalmente no sul do país (STEFEN et al., 2015). Seu processo de cultivo, assim como de outras culturas agrícolas é circundado de inúmeros fatores que influenciam diretamente no produto. Esse último pode ser mensurado através do processamento de dados coletados no talhão por meio de diversos métodos, como amostragem manual, sensores diretos e remotos.

Todos os dados obtidos podem ser estatisticamente analisados a fim de buscar correlações entre variáveis na tentativa de explicar comportamento, realizar previsões ou definir unidades de manejo, que são subáreas dentro de um talhão que apresentam condições homogêneas de alguns atributos, que indicam potenciais produtivos, deficiências nutritivas e impactos ambientais (SCHEPERS et al., 2004).

Para essas práticas é muito comum o uso de dados como condutividade elétrica aparente do solo (CEa) e mapas de produtividade (FLEMING et al., 2004), pois são representações de atributos com grandes interações no cultivo. Estudos mostram a existência de correlação entre CEa e produtividade de algumas culturas comerciais, como o algodão, milho e soja (CORWIN et al., 2003; POTT, L.P et al., 2019; OLIVEIRA, F.A et al., 2011), que permitem a definição de zonas produtivas. No entanto, pouco se encontra na literatura sobre o uso desses métodos com a cultura do trigo, gerando obstáculo nas pesquisas futuras com o cereal. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi definir unidades de manejo por meio de classificação de similaridade estabelecendo relações funcionais entre a CEa com a produtividade do trigo de inverno.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Os dados coletados são provenientes de uma área comercial instalada no município de Itapeva, SP, sendo a "Área 1" com aproximadamente 14 hectares, localizada nas coordenadas centrais latitude -23,9368659 e longitude -49,0018353. O clima da região é classificado como Cfa no sistema Koppen, com média anual de temperatura de 18,9°C e pluviosidade 1254 mm. A geração dos dados de condutividade foi realizada no ano de 2018 através do equipamento VERIS 3100 (Veris Technologies, EUA), que funciona através de contato direto com solo e permite a mensuração em duas profundidades: "superficial" (0-30 cm) e "profunda" (0-90 cm).

Os dados de produtividade foram obtidos durante a colheita do trigo safra de 2018/2019, utilizando uma colhedora tangencial Massey Ferguson (Duluth, EUA), série "38", equipada com sensor de produtividade e monitor AgLeader IC-800 (Ames, EUA). Os dados foram submetidos a análise exploratória para remoção de valores incorretos ou nulos, e posteriormente foram confeccionados os mapas através da interpolação por inversa distância, classificando-o em células de 10 x 10 metros.

Para a determinação das unidades de manejo, utilizou-se do software MZA (USDA, EUA) que realiza agrupamento de dados através do algoritmo "*c-means Fuzzy*", com medida de similaridade de "*Mahalanobis*" que explica variáveis desiguais e correlação entre elas. Foram realizados agrupamentos de duas até seis classes entre os três grupos de dados, sendo eles: "CEa + Produtividade" ou "Geral"; "CEa (superficial) + Produtividade" ou "CEa 30" e "CEa (profunda) + Produtividade" ou "CEa 90". O melhor resultado de agrupamento é aquele com menor índice FPI (Índice de Desempenho Fuzzy) ou NCE (Quantidade de Desorganização de Classes), conforme FRIDGEN et al., (2004), determinando então qual o conjunto de dados e número de classes ideal para a determinação da unidade de manejo.

**RESULTADO E DISCUSSÃO:** Os gráficos dos índices relacionados à classificação, bem como os mapas já processados, estão contidos na Figura 1. O agrupamento "Geral", ao contrário do esperado, obteve os maiores valores de FPI e NCE em todas as classes, enquanto a melhor classificação se deu entre a "CEa 90" em três classes (conforme o mapa). Esse comportamento pode ser explicado devido ao não monitoramento de outras variáveis que fazem parte do ciclo produtivo, entre eles o clima e processos culturais como o plantio direto que, devido a matéria orgânica presente na camada superficial do solo, pode influenciar na variabilidade da CEa, visto a grande interação entre fatores do solo como teor de água, argila, composição química e íons (NADLER & FRENKEL, 1980).

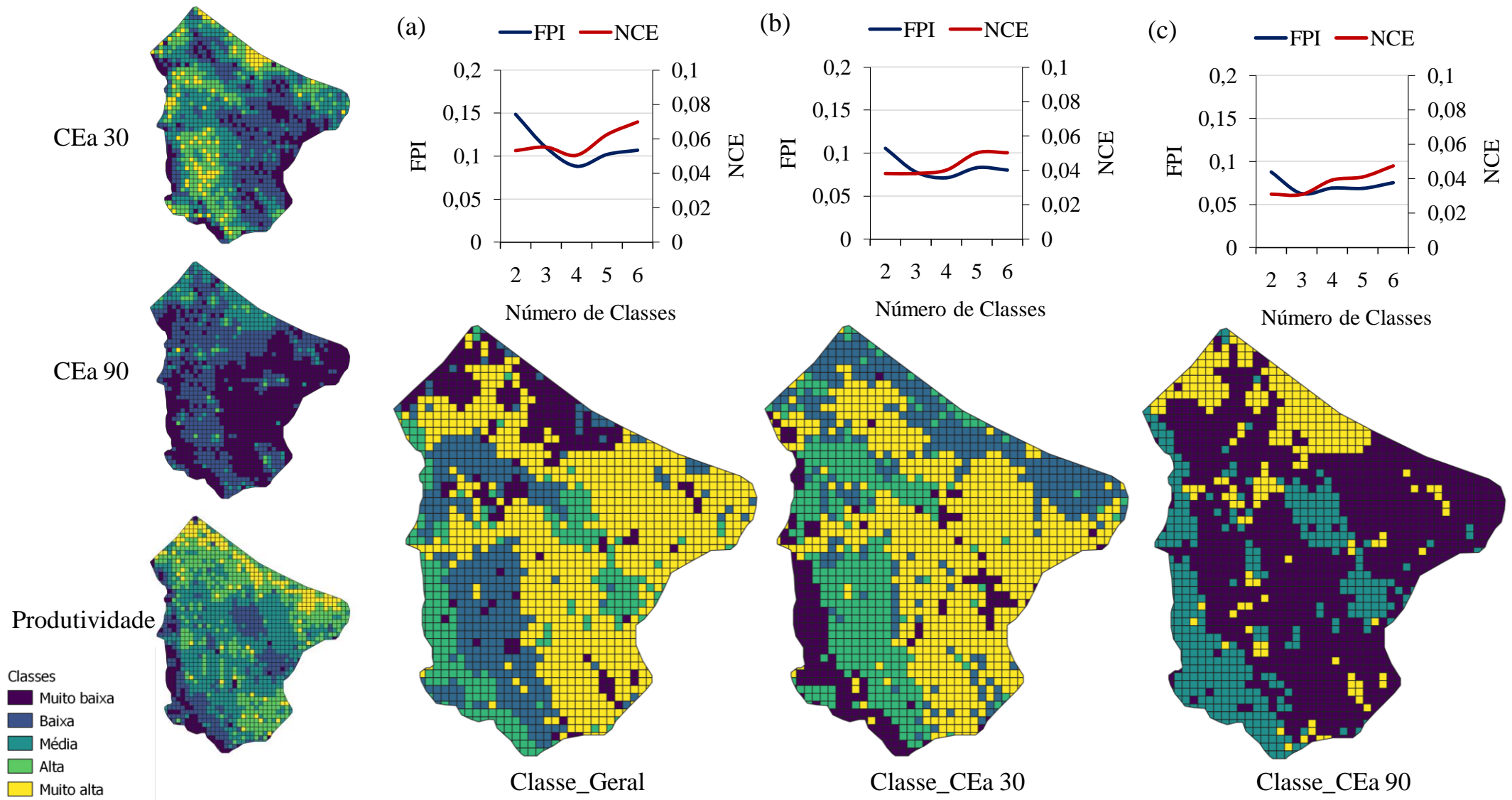


FIGURA 1. Mapas classificados e Índices de Desempenho de Fuzzy (FPI) e Quantidade de Desorganização de Classes (NCE)

Além disso, um extenso estudo de revisão literária sobre sistemas radiculares de FAN et al., (2013) mostrou que o sistema radicular do trigo atinge entre 50 - 100 cm de profundidade. THORUP-KRISTENSEN et al., (2009) constatou que o trigo de inverno pode ter o dobro do comprimento de raiz que os de demais estações. Esses valores indicam que existe o aumento da interação com camadas mais profundas do solo, estruturando a ideia de que essas podem ser mais funcionais e estáveis do que as camadas superficiais nesse cenário.

**CONCLUSÃO:** Obteve-se índice satisfatório de classificação quando utilizado a produtividade e CEa "Profunda" (0 - 90 cm), demonstrado que a técnica empregada atende o objetivo.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- FRIDGEN, J.J.; KITCHEN, N.R.; SUDDUTH, K. A.; DRUMMOND, S. T.; WIEBOLD, W. J.; FRAISSE, C. W. Management zone analyst (MZA): software for subfield management zone delineation. *Agronomy Journal*, Madison, v.96, p. 100 - 108, 2004.
- OLIVEIRA, F.A.; FRANCHINI, J.; DEBIASI, H.; JUNIOR, A.O.; MACHADO, T.M. Variabilidade espacial da produtividade da soja e da condutividade elétrica de um Latassolo Bruno, v.1, p. 153 - 156, 2001.
- POTT, L.P.; AMADO, T.J.C.; GUTHEIL, A.L.; PREUSS, D. Relação da condutividade elétrica aparente do solo com a produtividade de grãos milho.
- CORWIN, D.L.; LESCH, S.M.; SHOUSE, P.J.; SOPPE, R.; AYARS, J.E. 2003. Identifying soil properties that influence cotton yield using soil sampling directed by apparent soil electrical conductivity. *Agronomy Journal* 95: 352 - 364.
- SCHEPERS, A.R.; SHANAHAN, J.F.; LIEBIG, M.A, SCHEPERS, J.S.; JOHNSON, S.H.; LUCHIARI, A. Appropriateness of management zones for characterizing spatial variability of soil properties and irrigated corn yields across years. *Agron. J.* 96, 195.
- FLEMING, K.L.; HEERMANN, D.F.; WESTFALL, D.G. Evaluating soil color with farmer input and apparent soil electrical conductivity for management zone delineation. *Agron. J.* 96, 1581 - 1587.
- NADLER, A.; FRENKEL, H. Determination of soil solution electrical conductivity from bulk soil electrical conductivity measurements by the four-electrode method. *Soil Science Society of America Journal*, v.44, n.5, p. 1216-1221, 1980.
- STEFEN, D.L.V.; SOUZA, C.A.; COELHO, C.M.M.; GUTKOSKI, L.C.; SANGOI, L. A adubação nitrogenada durante o espigamento melhora a qualidade industrial do trigo (*Triticum aestivum* cv. Mirante) cultivado com regulador de crescimento etiltrinexapac. *Revista de La Facultad de Agronomía*, v.114, n.2, p.161-169, 2015.
- FAN, J., MCCONKEY, B., WANG, H., & JANZEN, H. (2016). Root distribution by depth for temperate agricultural crops. *Field Crops Research*, 189, 68–74. doi: 10.1016/j.fcr.2016.02.013
- THORUP-KRISTENSEN, K., SALMERÓN CORTASA, M., & LOGES, R. (2009). Winter wheat roots grow twice as deep as spring wheat roots, is this important for N uptake and N leaching losses? *Plant and Soil*, 322(1-2), 101–114. doi:10.1007/s11104-009-9898-z