

REGIONALIZAÇÃO DE UMA ÁREA AGRÍCOLA POR MEIO DE SUBCONJUNTOS DE DADOS MULTIVARIADOS

**RODRIGO LORBIESKI¹, LUCIANA PAGLIOSA CARVALHO GUEDES², MIGUEL
ANGEL URIBE-OPAZO³, FRANCIELE BUSS FRESCKI KESTRING⁴**

¹ Doutorando em Engenharia Agrícola, UNIOESTE, (45) 32207320, rodrigo.lorbieski@hotmail.com

² Prof. Dr., UNIOESTE, (45) 32207320, luciana_pagliosa@hotmail.com

³ Prof. Dr., UNIOESTE, (45) 32203228, miguel.opazo@unioeste.br

⁴ Prof. Ma., UTFPR, (45) 32408000, francieleb@utfpr.edu.br

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

RESUMO: A regionalização de uma área agrícola dividindo-a em zonas de manejo é uma importante estratégia dentro da agricultura de precisão. Dados multivariados são comuns no processo de delineamento dessas zonas, assim como o uso de técnicas multivariadas. O objetivo deste trabalho foi delinear zonas de manejo por meio de subconjuntos formados por atributos físico-químicos do solo, índices vegetativos e produtividade da soja em uma área agrícola comercial para os anos-safra de 2013/2014 e 2015/2016. Para isso foram criados cinco subconjuntos formados por esses atributos com o intuito de identificar se o uso de diferentes conjuntos de variáveis influencia na definição geração das zonas de manejo. Nesses subconjuntos foram utilizadas técnicas para a redução da dimensionalidade, agrupamento de pontos amostrais, além de análises geoestatísticas e de estatísticas descritivas. Os melhores subconjuntos geraram duas zonas de manejo e variaram entre os anos-safras analisados, sendo eles os formados pelos índices vegetativos mais a produtividade e pelos atributos físico-químicos do solo para os anos-safra de 2013/2014 e 2015/2016 respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: agrupamento; estatística espacial não paramétrica; função núcleo-estimador.

REGIONALIZATION OF AN AGRICULTURAL AREA THROUGH MULTIVARIATE DATA SUB-SETS

ABSTRACT: The regionalization of an agricultural area dividing it into management zones is an important strategy within precision agriculture. Multivariate data are common in the design of these zones, as well as the use of multivariate techniques. The objective of this work was to outline management zones by means of subsets formed by physical-chemical attributes of the soil, vegetative indices and soybean productivity in a commercial agricultural area for the 2013/2014 and 2015/2016 crop years. For this purpose, five subsets were created, formed by these attributes, in order to identify whether the use of different sets of variables influence the definition of management zones. In these subsets, techniques were used to reduce dimensionality, group sampling points, in addition to geostatistical analysis and descriptive statistics. The best subsets generated two management zones and varied between the crop years analyzed, being those formed by vegetative indices plus productivity and physical-chemical attributes of the soil for the crop years of 2013/2014 and 2015/2016 respectively.

KEYWORDS: clusters; non-parametric spatial statistics; core-estimator function

INTRODUÇÃO: A aplicação das zonas de manejo (ZM) permite aos pequenos e médios produtores agrícolas fazerem uso dos benefícios gerados pela agricultura de precisão, pois possibilita a estes agricultores podem fazerem uso das máquinas tradicionais que possuem, adaptando a quantidade de insumos conforme a necessidade de cada unidade, tornando o processo mais viável economicamente (BAZZI et al., 2013). Para o delineamento dessas zonas é comum o uso de conjunto de dados multivariados, que levam em consideração simultaneamente dados de produtividade, atributos físicos e químicos do solo, topografia, e índices vegetativos (FRAISSE et al., 2001). Percebe-se então a necessidade do desenvolvimento de pesquisas que visam o aperfeiçoamento das técnicas de agricultura de precisão de forma que tal ferramenta se torne acessível para um maior número de agricultores. Assim, esse trabalho teve como objetivo delinear ZM por meio de atributos físico-químicos do solo, índices vegetativos e produtividade da soja em uma área agrícola comercial para os anos-safra de 2013/2014 e 2015/2016 utilizando métodos geoestatísticos e de análise multivariada.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi realizado com dados coletados nos anos-safra 2013/2014 e 2015/2016, numa área agrícola comercial de produção de grãos. Foi realizada uma coleta em campo, obtendo informações sobre a produtividade e atributos físico-químicos do solo, em 102 pontos. Nestas mesmas localizações amostradas foram obtidos por meio de sensoriamento remoto, os valores de índices de vegetação para os índices: *atmospherically resistant vegetation index* (ARVI), *normalized difference vegetation index* (NDVI), *enhanced Vegetation Index* (EVI2), *soil adjusted vegetation index* (SAVI), *optimized soil adjusted vegetation index* (OSAVI) e *wide dynamic range vegetation index* (WDRVI). As variáveis que apresentaram dependência espacial foram agrupadas em cinco subconjuntos: (1º) contendo todas as variáveis (TDS), (2º) índices vegetativos (I.V.), (3º) propriedades químicas e físicas do solo (F.Q.), (4º) índices vegetativos e produtividade (I.V.PRD.), e (5º) produtividade e propriedades físicas e químicas do solo (F.Q.PRD.). Para cada subconjunto foi realizada a redução da dimensionalidade por meio da técnica de MULTISPATI-PCA onde foram gerados componentes principais espaciais (CPEs) (GAVIOLI et al., 2016). Para cada subconjunto, a partir do escore desses componentes em cada localização amostral, foi construída uma matriz de dissimilaridade usando as funções semivariância direta e cruzada, com núcleo estimador não paramétrico, descritas por FOUEDJIO (2016). Essa matriz foi utilizada no processo de agrupamento hierárquico de ligação completa. Os agrupamentos foram realizados para cada subconjunto separadamente, gerando mapas com 4, 3 e 2 grupos. Foi utilizado como critério a análise do coeficiente de correlação cofenética, coeficiente de silhueta médio, índice C, índice SD, índice Dunn e índice Davies Bouldin (DB) (DESGRAUPES, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para o ano-safra 2013/2014 as ZM formadas pelo subconjunto composto pelos índices vegetativos e a produtividade foi a que obteve os melhores resultados para a maioria das métricas utilizados na escolha do subconjunto que melhor agrupou os dados. Já para o ano safra de 2015/2016, o subconjunto formado pelos atributos físico-químicos do solo foi o que resultou o melhor agrupamento. Percebe-se ainda que nos dois anos safra analisados o número ótimo de ZM para a área em estudo foi igual a dois (Tabela 1).

TABELA 1. Avaliação de formação de grupos por meio de métricas de ajuste de agrupamentos. Valores em vermelhos representam os melhores resultados para cada índice em relação aos diversos subconjuntos em estudo.

ÍNDICES	ANO-SAFRA 2013/2014						ANO-SAFRA 2015/2016					
	Nº ZM	TDS	SUBCONJUNTOS		SUBCONJUNTOS		TDS	I.V.	F.Q.	SUBCONJUNTOS		
			I.V.	F.Q.	I.V.	F.Q.				I.V.	F.Q.	
			PRD.	PRD.	PRD.	PRD.				PRD.	PRD.	
C.S.M.	4 ZM	0,14	0,14	0,08	0,13	0,07	0,05	0,07	0,06	0,08	0,03	
	3 ZM	0,16	0,16	0,08	0,14	0,07	0,06	0,1	0,05	0,07	0,05	
	2 ZM	0,22	0,21	0,17	0,23	0,10	0,25	0,15	0,09	0,1	0,07	
C	4 ZM	0,71	0,73	0,36	0,72	0,74	0,53	0,54	0,39	0,29	0,5	
	3 ZM	0,70	0,71	0,74	0,67	0,75	0,52	0,55	0,56	0,63	0,52	
	2 ZM	0,57	0,59	0,70	0,68	0,65	0,42	0,43	0,55	0,63	0,43	
SD	4 ZM	9,55	7,17	4,35	4,42	12,70	5,64	4,92	4,87	4,3	7,98	
	3 ZM	4,60	3,80	4,57	3,40	7,70	4,54	3,33	6,22	4,39	7,09	
	2 ZM	4,08	3,41	3,30	2,54	6,03	3,45	3,11	4,41	3,37	5,78	
DUNN	4 ZM	0,91	0,88	0,80	0,84	0,90	0,37	0,55	0,8	0,79	0,72	
	3 ZM	0,89	0,86	0,80	0,80	0,89	0,35	0,53	0,78	0,77	0,71	
	2 ZM	0,76	0,76	0,76	0,80	0,80	0,52	0,42	0,82	0,73	0,65	
DB	4 ZM	1,85	1,58	1,30	1,21	2,42	0,53	0,54	1,75	0,29	2,25	
	3 ZM	1,02	0,94	1,46	1,14	1,62	0,52	0,55	2,1	0,63	1,85	
	2 ZM	0,89	0,90	0,99	0,78	1,30	0,42	0,43	1,66	0,63	1,9	
C.C.C.	-	0,79	0,78	0,75	0,83	0,62	0,61	0,51	0,78	0,49	0,44	

C.S.M.: Coeficiente de Silhueta Médio; C.C.C.: Coeficiente de Correlação Cofenética; TDS: todas as variáveis; I.V.: índice vegetativo; F.Q.: atributos físico-químicas do solo; PRD.: produtividade da soja; ZM: Zonas de Manejo.

De acordo com os resultados apresentados anteriormente os mapas escolhidos com suas respectivas ZM para cada ano safra são apresentados na Figura 1.

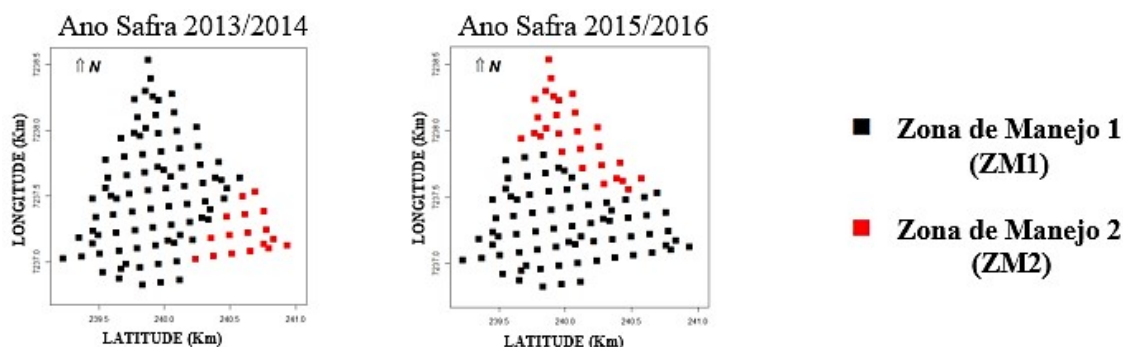


FIGURA 1. Mapas com suas respectivas zonas de manejo.

Para o ano-safra de 2013/2014, houve pouca diferença em relação a produtividade entre as ZM. Em relação aos atributos físico-químicos as maiores diferenças foram para o Manganês (Mn) e Zinco (Zn) que apresentaram valores maiores para a Zona de Manejo 1 (ZM1). Para os índices vegetativos a Zona de Manejo 2 (ZM2) apresentou valores menores nas fases VE (emergência), R6 (pleno enchimento das vagens) e R7 (início da maturação) o que pode representar menor vigor vegetativo nas plantas ou menor área de cobertura vegetal nessa região (Figura 2). Para o ano-safra de 2015/2016, a zona de manejo ZM1 apresentou valores maiores que a ZM2, em relação a produtividade, ao teor de Carbono (C) no solo e também para todos os índices vegetativos calculados. Por outro lado, a ZM2 apresentou valores maiores em relação ao teor de Cobre (Cu) e de Manganês (Mn) no solo (Figura 2).

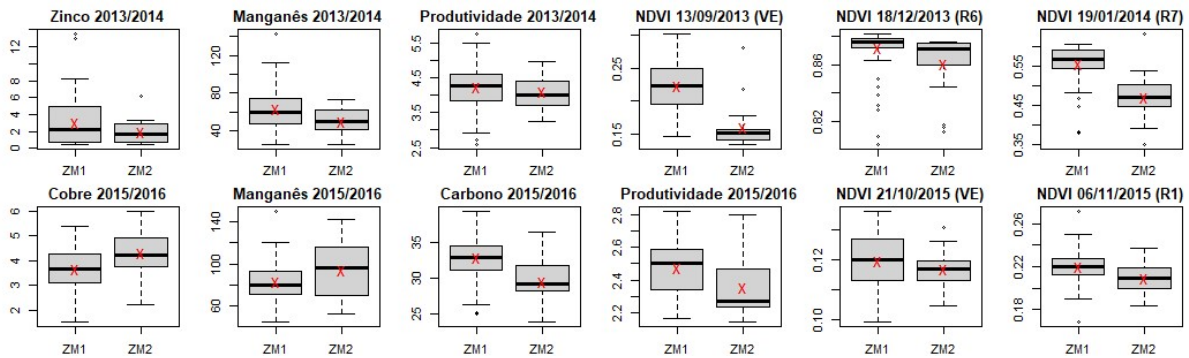


FIGURA 2. Boxplot com as variáveis que foram mais importantes na diferenciação das zonas de manejo

CONCLUSÕES: Os subconjuntos que apresentaram os melhores ajustes para o agrupamento dos pontos amostrais foram os índices vegetativos mais produtividade e os atributos físico-químicos do solo para os anos-safra de 2013/2014 e 2015/2016 respectivamente, não havendo, portanto, um subconjunto no qual os resultados se sobressaíssem em relação aos demais quanto a geração de ZM. Além disso, a melhor divisão da área foi em duas ZM, de acordo com as métricas de avaliação de agrupamento. As variáveis que foram mais importantes para a geração das ZM também variaram conforme o ano-safra analisado.

AGRADECIMENTOS: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, código de financiamento 001; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, Laboratório de Estatística Aplicada (LEA) e Laboratório de Estatística Espacial (LEE) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná-Brasil.

REFERÊNCIAS:

BAZZI, C. L.; SOUZA, E. G.; URIBE-OPAZO, M. A.; NÓBREGA, L. H. P.; ROCHA, D. M. Management zones definition using soil chemical and physical attributes in a soybean area. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 34, n.5, p. 952-964, 2013.

DESGRAUPES, B. Clustering Indices. **Package clusterCrit for R**. 2017. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/clusterCrit/vignettes/clusterCrit.pdf>> Acesso em: 12 Nov. 2019.

FOUEDJIO, F. A hierarchical clustering method for multivariate geostatistical data. **Spatial Statistics**, n. 18, p. 333-351, 2016.

FRAISSE, C. W.; SUDDUTH, K. A.; KITCHEN, N. R. Calibration of the CERES-Maize model for simulating sitespecific crop development and yield on claypan soils. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 17, n. 4, 2001.

GAVIOLI, A; SOUZA, E.G.; BAZZI, C.L.; GUEDES, L.P.C.; SCHENATTO, K. Optimization of management zone delineation by using spatial principal Componentes. **Computers and Electronics in Agriculture**. v. 127. 2016.