

UNIDADES DE MANEJO APLICADAS A CULTURA DA SOJA E DO MILHO

KELYN SCHENATTO¹, EDUARDO GODOY DE SOUZA², CLAUDIO LEONES BAZZI³,
NELSON MIGUEL BETZEK⁴, ALAN GAVIOLI⁵

¹Tecnóloga em Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Doutoranda em Engenharia Agrícola – UNIOESTE/CASCABEL-PR, Prof. UTFPR/SANTA HELENA/PR, (45) 9112-2008, kelynschenatto@gmail.com.

²Eng. Mecânico, Prof. Associado da UNIOESTE/CASCABEL/CCET/PGEAGRI/SBA, Grupos de Pesquisa GROSAP e GGEA, Pesquisador de Produtividade do CNPq, Cascavel, PR.

³Tecnólogo em Processamento de Dados, Prof. Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira-PR.

⁴Tecnólogo em Processamento de Dados, Doutorando em Engenharia Agrícola – UNIOESTE/CASCABEL/PR, Prof. UTFPR/MEDIANEIRA/PR.

⁵Bacharel em Ciência da Computação, Doutorando em Engenharia Agrícola – UNIOESTE/CASCABEL/PR, Prof. UTFPR/MEDIANEIRA/PR.

Apresentado no
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014
14 a 17 de setembro de 2014 - São Pedro - SP, Brasil

RESUMO: A definição de unidades de manejo (UM) visa viabilizar a agricultura de precisão (AP) mesmo para pequenos produtores, consistindo em dividir as áreas produtoras em sub-regiões que possuem características distintas. O presente trabalho teve como objetivo gerar UM em uma área comercial de 9,9 ha para cultura da soja (2012/13) e milho (safrinha 2012), utilizando dados físicos e químicos do solo, de resistência mecânica a penetração, dados altimétricos e da produtividade das culturas. Duas abordagens foram utilizadas para selecionar os atributos a serem utilizados na definição das UM: 1) abordagem estatística e 2) Abordagem Agronômica. Em cada abordagem as variáveis selecionadas apresentaram correlação significativa com a produtividade, enquanto todos os atributos redundantes e não autocorrelacionados foram descartados. A diferença é que, na abordagem agronômica todos os atributos não estáveis ao longo do tempo foram descartados. Na geração das UM utilizou-se o algoritmo Fuzzy C-Means, realizando a divisão em 2, 3 e 4 sub-regiões, sendo realizada a avaliação destas UM por meio de testes de comparação de média (Anova) e análise da redução da variância. Verificou-se que para todos os casos foi possível identificar potenciais produtivos distintos.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de precisão, fuzzy c-means, zona de manejo.

MANAGEMENT ZONES APPLIED TO THE SOYBEAN AND CORN

ABSTRACT: The definition of management zones (MZ) aims to make the precision agriculture (AP) even for small producers, consisting of splitting the producing areas in sub-regions that have distinct characteristics. The purpose of this study was to generate MZ in a commercial area of 9.9 ha cultivated with soybean (2012/13) and corn (2012), using data on the physical and chemical properties of the soil, of mechanical resistance to penetration, altimetric data and the yield. Two approaches were used to select the attributes to be used in the definition of MZ: 1) statistical approach and 2) Agronomic Approach. In each approach the selected variables were significantly correlated with yield, while all attributes redundant and not autocorrelated were discarded. The difference is that, in agronomic approach all the attributes not stable over time were discarded. In the generation of MZ were used the algorithm Fuzzy C-Means, performing the separation into 2, 3 and 4 sub-regions, and the evaluation of these MZ through tests of comparison of average (Anova) and analysis of reduction of variance. It was found that in all cases it was possible to identify distinct potential productive.

KEYWORDS: fuzzy c-means, management units, precision agriculture

INTRODUÇÃO: O crescimento contínuo da Agricultura de Precisão (AP) proporcionou o surgimento de máquinas equipadas com sensores e equipamentos que utilizam-se de tecnologia avançada, porém normalmente com altos custos de aquisição e manutenção, o que acaba por inviabilizar a sua adoção por pequenos e médios produtores (MOLIN; RABELLO, 2011). Visando adequar a relação entre o aspecto econômico e os benefícios obtidos com uso da AP, adequações nos conceitos de AP são realizadas com o intuito de identificar regiões que dentro do talhão possuem características semelhantes, denominadas unidades de manejo (UM). A definição de UM torna mais fácil a aplicação das técnicas de AP, uma vez que se pode empregar, no manejo das culturas, os mesmos sistemas utilizados na agricultura convencional, além de permitir uma redução no número de análises de solo necessárias para determinação da variabilidade espacial do talhão. O objetivo deste trabalho foi gerar UM utilizando dados físicos e químicos do solo, dados altimétricos e da produtividade da soja e do milho visando identificar regiões dos talhões com potenciais produtivos distintos e possibilitar que estas possam ser tidas como fontes de recomendações e amostragem.

MATERIAL E MÉTODOS: Este estudo foi conduzido em uma área agrícola de 9,9 ha, localizada no município de Serranópolis do Iguaçu – PR, sendo o solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico (EMBRAPA, 2006) e cultivado sob sistema de plantio direto com sucessão de soja e milho para fins comerciais. Nesta área foi definida uma grade amostral irregular com 42 pontos (4,24 pontos por ha) visando atender o critério de um mínimo de 30 pares para cada ponto do semivariograma (CRESSIE, 1993) utilizado na krigagem. Em cada ponto amostral foram determinados os atributos relativos à altitude, declividade, atributos químicos (Al, C, pH, H+Al, Ca, P, Mg, K, Cu, Zn, Fe, Mn) e texturais (argila, silte e areia), além da densidade, macro e microporosidade e porosidade total. Também foi determinada a resistência do solo à penetração nas profundidades de 0-0,1, 0,1-0,2, 0,2-0,3 m, utilizando-se um penetrômetro Falker PenetroLOG. A produtividade da cultura de soja (ano agrícola 2012/2013) e milho safrinha (ano agrícola 2013) foi determinada de forma manual, colhendo-se um metro linear em duas linhas em cada ponto amostral.

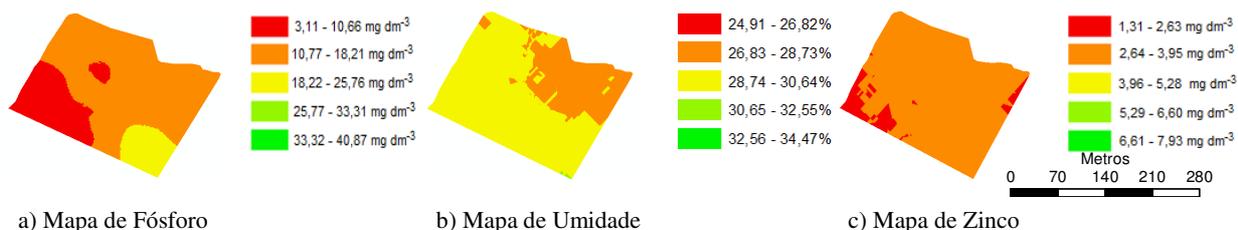
Para geração das UM foi utilizada a produtividade normalizada (cada produtividade dividida pela produtividade média do talhão) média das duas safras (soja e milho). Visando avaliar a correlação espacial entre os atributos analisados, foi utilizada a correlação cruzada entre variáveis podendo-se verificar quais atributos influenciaram de forma positiva ou negativa a produtividade, e se uma amostra está correlacionada espacialmente (autocorrelação espacial). Depois de criada a matriz de correlação espacial, foram selecionados os atributos que se correlacionaram com a produtividade, sendo a partir destes gerados os mapas temáticos, por krigagem ordinária, a serem utilizados na geração de UM, seguindo-se o procedimento utilizado por BAZZI et al. (2013).

Normalmente, a definição da unidade de manejo destina-se a servir como uma fonte de recomendação e análise para vários anos (DOERGE, 2000). Portanto, devem ser utilizadas fontes de informações espaciais estáveis e previsíveis correlacionadas com a produtividade. Entretanto fontes de informação não estáveis também poderão ser utilizadas para definir unidades de gerenciamento e ajuste da quantidade de nutrientes em um determinado ano. Assim, duas abordagens foram utilizadas para gerar as unidades de manejo: 1) Estatística, onde todos os atributos estudados (estáveis ou) são usados; e 2) Agronômica, levando-se em conta somente os atributos altitude, declividade, atributos texturais (argila, silte e areia), densidade, macro e microporosidade e porosidade total, e resistência do solo à penetração, considerados razoavelmente estáveis.

Com os mapas temáticos referentes aos atributos do solo selecionados foram geradas as UM pelo método Fuzzy C-Means, fazendo uso do software SDUM (Software para Definição de Unidades de Manejo), apresentado em Bazzi (2011). Na etapa de avaliação das UM foi realizado o cálculo de eficiência relativa (ER) para todos os atributos avaliados, em que se espera que a soma das variâncias dos dados internos das UM seja menor que a variância total, considerando o percentual de área que cada UM representa. Para cada atributo foi realizado também o teste de comparação de médias (ANOVA) entre UM a 95% de significância, visando identificar se a produtividade possui diferença média significativa entre as classes de manejo, assumindo-se que dentro de cada UM não existe dependência espacial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Para realizar a seleção dos atributos do solo para geração das UM, primeiro foram eliminados os atributos que não apresentaram autocorrelação espacial, compreendendo a declividade, pH, areia, Ca, Cu, CTC, Fe, H+Al³, Mn, K, microporosidade, porosidade total, RSP 0-0,1, RSP 0-0,2 e RSP 0,1-0,2 m.

Considerando a abordagem estatística, após realizada a remoção dos atributos que não apresentaram correlação com a produtividade normalizada, restaram os atributos P, RSP 0,2-0,3 m, densidade, umidade e Zn. Esses atributos foram então ordenados conforme o grau de correlação em módulo com a produtividade e, como a densidade e a RSP 0,2-0,3 m apresentaram correlação com o P, e este apresentou um grau de correlação maior com a produtividade, esses dois atributos foram então eliminados. Restaram os atributos P, umidade e Zn para geração das UM. Foram então gerados os mapas temáticos dos atributos selecionados (Figura 1).



a) Mapa de Fósforo

b) Mapa de Umidade

c) Mapa de Zinco

Figura 1 Mapas selecionados para geração das unidades de manejo para as culturas da soja e milho.

Com os mapas temáticos foram geradas as UM para abordagem estatística, realizando a divisão do talhão em 2, 3 e 4 UM (Figura 2).



(a)

(b)

(c)

Figura 2 Unidades de Manejo geradas com a abordagem estatística com duas (a), três (b) e quatro (c) classes, com os atributos Fósforo, Umidade e Zinco.

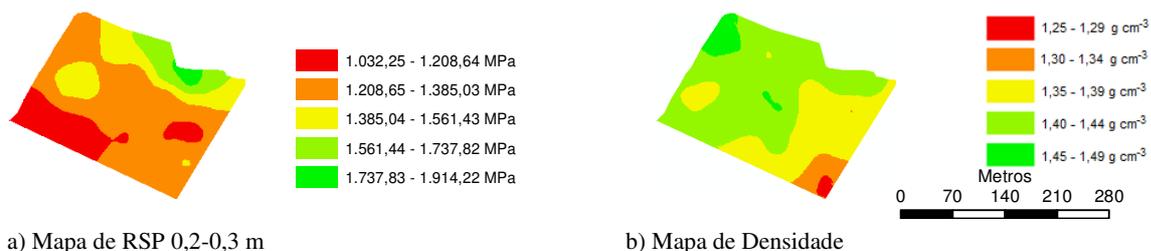
Quando as UM foram geradas com 2 classes (Tabela 1) a redução da variância foi de 9%, diferindo-se as produtividades entre classes. As divisões em três e quatro classes foram consideradas válidas, visto que houve redução do coeficiente de eficiência relativa em pelo menos 10%.

Tabela 1 Estatística descritiva e eficiência relativa dos dados de produtividade normalizada (soja 2012/2013 e milho safrinha 2013) separados por UM utilizando a abordagem estatística

Classes	%área	N	Mín	Média	Máx	D. P.	C. V.	Var. Total	E.R.
1	0,63	24	0,67	1,01a	1,19	0,10	0,10	0,008	1,09
2	0,37	18	0,86	0,99b	1,14	0,07	0,07		
3	0,17	9	0,99	1,06b	1,19	0,07	0,07		
1	0,50	15	0,67	0,97a	1,11	0,10	0,10	0,006	1,15
2	0,33	18	0,86	0,99b	1,14	0,07	0,07		
3	0,20	10	0,91	1,00a	1,14	0,06	0,06		
4	0,15	7	1,00	1,08a	1,19	0,07	0,06		

* ANOVA com 95% de significância; N- Número de amostras de produtividade; D.P – Desvio Padrão; C.V – Coeficiente de Variação; E.R. – Eficiência Relativa; Var. Total – Soma das variâncias das UM, considerando o percentual de área.

Para a abordagem estatística foram considerados somente os atributos estáveis, sendo selecionados então os atributos RSP 0,2-0,3 m e a densidade.



a) Mapa de RSP 0,2-0,3 m

b) Mapa de Densidade

Figura 3 Mapas selecionados para geração das unidades de manejo para as culturas da soja e milho.



(a)

(b)

(c)

Figura 4 Unidades de Manejo geradas considerando a abordagem agrônômica com duas (a), três (b) e quatro (c) classes com os atributos RSP 0,2-0,3 m e densidade.

Quando as UM foram geradas com 2 classes (Tabela 2), a redução da variância foi de 7%, diferindo-se as produtividades entre classes. Para divisão em três e quatro classes, verificou-se por meio do coeficiente de eficiência relativa que houve redução de 3 e 16%, respectivamente.

Tabela 2 Estatística descritiva e eficiência relativa dos dados de produtividade normalizada (soja 2012/2013 e milho safrinha 2013) separados por UM utilizando a abordagem agrônômica

U. M.	%área	N	Mín	Média	Máx	D. P.	C. V.	Var. Total	E.R.
1	0,54	22	0,67	0,97a	1,14	0,09	0,10	0,007	1,07
2	0,46	20	0,91	1,03b	1,19	0,07	0,07		
1	0,44	15	0,67	0,97a	1,14	0,10	0,11	0,007	1,03
2	0,28	17	0,86	0,99a	1,19	0,07	0,07		
3	0,29	10	0,98	1,05a	1,15	0,06	0,05		
1	0,28	9	0,93	1,01b	1,14	0,06	0,06	0,006	1,16
2	0,21	10	0,67	0,96a	1,07	0,12	0,12		
3	0,26	13	0,86	0,99b	1,19	0,08	0,08		
4	0,26	10	0,98	1,05b	1,15	0,06	0,05		

* ANOVA com 95% de significância; N- Número de amostras de produtividade; D.P – Desvio Padrão; C.V – Coeficiente de Variação; E.R. – Eficiência Relativa; Var. Total – Soma das variâncias das UM, considerando o percentual de área.

CONCLUSÕES: Verificou-se que as divisões em UM foram válidas para as duas abordagens (estatística ou agrônômica) utilizadas, pois permitiram a divisão da área em pelo menos duas sub-regiões com potencial produtivo distinto. Cada abordagem poderia ser utilizada como mapa de produtividade esperada com a finalidade de adubação em pré-plantio ou cobertura, utilizando técnicas de agricultura de precisão.

AGRADECIMENTOS: Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à CAPES, à Fundação Araucária, à UNIOESTE e à UTFPR, pelo aporte financeiro.

REFERÊNCIAS:

- BAZZI, C. L. ; SOUZA, E. G. ; OPAZZO, M. O. ; NOBREGA, L. H. ; ROCHA, D. M. Management zones definition using soil chemical and physical attributes in a soybean area. *Engenharia Agrícola*, v. 33, p. 1-14, 2013.
- CRESSIE, N. A. *Statistics for spatial data*. New York: John Wiley & Sons, 1993. 900 p.
- DOERGE, T.A. *Management zones concepts. Site-specific management guidelines*. Norcross: Potash & Phosphate Institute, 2000, 135 p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPq, 2. ed, 1997. 212p.
- MOLIN, J. P.; RABELLO, L. M. Estudos sobre a mensuração da condutividade elétrica do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 90-101, 2011.