



PLANO DE ENSINO

1. DISCIPLINA:

Nome da Disciplina: Agricultura de Precisão I	Código da Disciplina: 01
Professor Responsável: Eduardo Godoy de Souza	
Programa: PGEAGRI	
Área de Concentração: SISTEMAS BIOLÓGICOS E AGROINDUSTRIAIS - SBA	
Centro: CCET	
Campus: Cascavel	
Nível: Mestrado () Doutorado () Mestrado e Doutorado (X)	Semestre de oferta: 1º Semestre Ano de oferta: 2018
Carga horária total: 60 h	Carga horária teórica: 48 h Carga horária de aulas prática: 12 h

2. EMENTA:

Conceitos básicos. Noções de sistemas de posicionamento por satélites e de sistemas de informação geográfica. Monitoramento da produtividade das culturas. Monitoramento da fertilidade, acidez e propriedades físicas do solo. Métodos de amostragem. Métodos de interpolação. Sensoriamento remoto de AP. Elaboração de mapas temáticos. Aplicação localizada de Insumos. Sensores para Aplicação Localizada.

3. OBJETIVOS:

Desenvolver habilidades necessárias visando capacitar o aluno na avaliação dos diversos aspectos envolvidos na agricultura de precisão.

4. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

1. Conceitos básicos de agricultura de precisão (AP):
 - Sistemas de posicionamento por satélites
 - Sistemas de informação geográfica..
2. Monitoramento da produtividade das culturas
 - Monitores de Produtividade.
 - Tipos de sensores de produtividade.
 - Medição de outros parâmetros associados: velocidade, umidade, largura da plataforma
 - Fatores que afetam a produtividade.
 - Fontes de erros.
 - Mapas de produtividade.
3. Monitoramento da fertilidade, acidez e propriedades físicas do solo.
4. Métodos de amostragem de solo.
5. Métodos de interpolação.
6. Aplicações de sensoriamento remoto em AP
 - Sistemas ativos e passivos.
 - Aquisição, processamento e análise de dados.
 - Assinatura espectral.
 - Interação com a atmosfera.
 - Interação com a matéria.
 - Interação com a vegetação.
 - Aplicações.
7. Elaboração de mapas temáticos.
8. Aplicação localizada de insumos.
 - Vantagens e desvantagens.



9. Sensores de aplicação localizada.

5. ATIVIDADES PRÁTICAS (grupo de ____ alunos):

6. METODOLOGIA:

Aulas expositivas;
Palestras de Profissionais e/ou Professores convidados;

7. AVALIAÇÃO (critérios, mecanismos, instrumentos e periodicidade):

Prova final - peso 34%;
Exercícios práticos - peso 33%;
Seminários - peso 33%.

8. BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

Borém, A.; Giúdice, M.P.; Queiroz, D.M. Agricultura de precisão. Viçosa: Editora UFV, 2000. 467p.
EMBRAPA INSTRUMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA. Agricultura de Precisão: um novo olhar.
<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/publicacoes/publicacoes-da-rede-ap/capitulos>
Hunt, D. Farm Power and Machinery Management, Iowa, State University Press, Ames, Iowa, E.U.A., 292p., 1970.
Issaks, E. H.; Srivastava. An introduction to applied geostatistics. New York: Oxford University Press., 1989. 561p.
Jensen, J. R. Remote Sensing of the Environment – Na Earth Resource Perspective. Prentice Hall, New Jersey, 2000. 544p.
Lillesand, T. M.; Kiefer, R. W. Remote Sensing and Image Interpretation. John Wiley & Sons, Inc. New York, 2008. 756p.
Machado, P. L. O. A.; Bernardini, A. C. C., Silva, C. A. Agricultura de precisão para o manejo da fertilidade do solo em sistema de plantio direto. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.
Molin, J. P.; Amaral, L. R.; Colaco, A. F. Agricultura de precisão. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238p.
Moreira, M. A. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. Editora UFV. Viçosa. 2003.
Morgan, M.; ESS, D. The precision-farming guide for agriculturists. Moline, Illinois. John Deere Publishing, Dept. 374, 1997, 115p.
Pierce, F.J.; Sadler, E.J. The state of site specific management for agriculture. Madison: American Society of Agronomy. 1997. 430 p.

9. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

Albornoz, E.M., Kemerer, A.C., Galarza, R., Mastaglia, N., Melchiori, R., Martínez, C.E., 2017. Development and evaluation of an automatic software for management zone delineation. *Precis. Agric.* 1–14. doi:10.1007/s11119-017-9530-9.
Amidan, B., Ferryman, T., & Cooley, S. (2005). Data outlier detection using the Chebyshev theorem. In *IEEE Aerosp. Conf* (pp. 3814e3819).
Arlot, S., Celisse, A., 2010. A survey of cross-validation procedures for model selection. *Statist. Surv.* 4, 40–79
Arnó J., Bordes X., Ribes-Dasi M., Blanco R., Rosell J.R., Esteve J., 2005. Obtaining grape yield maps and analysis of within-field variability in Raimat (Spain). *Proc V ECPA-Eur Conf on Precision Agriculture*. Uppsala, Sweden, June 8-11. pp. 899-906.
Balastreire, L. A.; Baio, F. H. R., 2001. Avaliação de uma metodologia prática para o mapeamento de plantas daninhas. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 5, n. 2, p. 349-352.
Basso, B., Cammarano, D., Chen, D., Cafiero, G., Amato, M., Bitella, G., Rossi, R., Basso, F., 2009. Landscape position and precipitation effects on spatial variability of wheat yield and grain protein in Southern Italy. *J. Agron. Crop Sci.* 195, 301–312.
Bazzi, C.L., Souza, E.G., Khosla, R., Uribe-Opazo, M.A., Schenatto, K., 2015. Profit maps for precision agriculture. *Ciencia e Investigación Agraria (en línea. Edición en Español)* 42, 385–396.
Bazzi, C.L., Souza, E.G., Uribe-Opazo, M.A., Nóbrega, L.H.P., Rocha, D.M., 2013. Management zones definition using soil chemical and



physical attributes in a soybean area. *Engenharia Agrícola* 33, 952–964.

Bernardi ACC, Bettiol GM, Ferreira RP, Santos KEL, Rabello LM and Inamasu RY 2016. Spatial variability of soil properties and yield of a grazed alfalfa pasture in Brazil. *Precision Agriculture* 1–16.

Betzek, N., Souza, E.G., Bazzi, C.L., Schenatto, K., Gavioli, A., 2018. Rectification methods for optimization of management zones. *Comput. Electron. Agric.* 146, 1-11.

Bezdek, J. C. *Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. New York: Plenum Press, 1981. 256 p.

Bier, V. A.; Souza, E. G., 2017. Interpolation selection index for delineation of thematic maps. *Computers and Electronics in Agriculture*, 136, 202-209.

Blackmore, S. 2000. The interpretation of trends from multiple yield maps. *Computers And Electronics in Agriculture*. 26(200):37-51.

Bobryk, C.W., Myers, D.B., Kitchen, N.R., Shanahan, J.F., Sudduth, K.A., Drummond, S.T., Gunzenhauser, B., Gomez Raboteaux, N.N., 2016. Validating a digital soil map with corn yield data for precision agriculture decision support. *Agron. J.* 108, 957–965

Boydell, B., McBratney, A.B., 2002. Identifying potential within-field management zones from cotton-yield estimates. *Precis. Agric.* 3, 9–23.

Buttafuoco, G., Castrignano, A., Colecchia, A.S., Ricca, N., 2010. Delineation of management zones using soil properties and a multivariate geostatistical approach. *Ital. J. Agron.* 5, 323–332.

Carvalho, V. R. F. *Cadeia produtiva da maçã no Brasil: limitações e potencialidades*. Porto Alegre, BRDE, 2011. 44 p.

Cohen, J.A., 1960. Coefficient of agreement for nominal scales. *Educ. Psychol. Measur.* 20, 37–46.

Cohen, S., Cohen, Y., Alchanatis, V., Levi, O., 2013. Combining spectral and spatial information from aerial hyperspectral images for delineating homogenous management zones. *Biosyst. Eng.* 114, 435–443.

Córdoba, M., Bruno, C., Costa, J.L., Balzarini, M., 2013. Subfield management class delineation using cluster analysis from spatial principal components of soil variables. *Comput. Electron. Agric.* 97, 6–14.

Córdoba, M., Bruno, C., Costa, J.L., Peralta, N.R., Balzarini, M., 2016. Protocol for multivariate homogeneous zone delineation in precision agriculture. *Biosyst. Eng.* 143, 95–107.

Cressie, N. 1993. *Statistics for spatial data*. Revised ed. John Wiley & Sons, New York.

Davidson, D., 2014. Evaluating the quality of your soil. *Crop Soils Mag.* 4–13.

Demattê, J.A.M., Demattê, J.L.I., Alves, E.R., Barbosa, R.N., Morelli, J.L., 2014. Precision agriculture for sugarcane management: a strategy applied for Brazilian conditions. *Acta Sci. Agron.* 36, 111.

Doerge, T.A., 2000. *Site-Specific Management Guidelines*. Potash & Phosphate Institute, Norcross.

Dray, S., Saïd, S., Débias, F., 2008. Spatial ordination of vegetation data using a generalization of Wartenberg's multivariate spatial correlation. *J. Veg. Sci.* 19, 45–56

Faraco, M. A., Uribe-Opazo, M. A., Da Silva, E. A. A., Johann, J. A. and Borssoi, J. A. 2008. Seleção de modelos de variabilidade espacial para elaboração de mapas temáticos de atributos físicos do solo e produtividade da soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa 32:463-476.

Ferguson, R.B., Hergert, G.W., 2009. Soil sampling for precision agriculture. *Ext. Precis. Agric.* 1–4.

Fraisse, C.W., Sudduth, K.A., Kitchen, N.R., 2001. Delineation of site-specific management zones by unsupervised classification of topographic attributes and soil electrical conductivity. *Trans. ASAE* 44 (1), 155–166.

Franzen, D.W., Hopkins, D.H., Sweeney, M.D., Ulmer, M.K., Halvorson, A.D., 2002. Evaluation of soil survey scale for zone development of site-specific nitrogen management. *Agron. J.* 94, 381–389

Fridgen, J.J., N.R. Kitchen, and K.A. Sudduth, 2000. Variability of soil and landscape attributes within sub-field management zones. In P. C. Roberts, et al. (Eds.), *Precision agriculture. Proceedings of the 5th International Conference of the ASA, CSSA, and SSSA*, Madison, WI, USA.

Fridgen, J. J., Kitchen, N. R., Drummond, K. A. S., Wiebold, S. T., & Fraisse, C. W. (2004). Software Management Zone Analyst (MZA): Software for subfield management zone delineation. *Agronomy Journal*, 96 (1), 100-108.

Gavioli, A.; Souza, E. G., Bazzi, C. L., Guedes, L. P. C., Schenatto, K., 2016. Optimization of management zone delineation by using spatial principal components. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 127, p. 302-310.

Gavioli, A., Souza, E. G.; Bazzi, C. L., Schenatto, K, Betzek, M., 2018. Data clustering methods for definition of management zones. *Computers and Electronics in Agriculture (In analysis)*.

Gnanadesikan, R., Kettenring, J., and Tsao, S., 1995. Weighting and selection of variables for cluster analysis. *J. Classif.* 12, 113–136.

Gonzalez, R.C., Woods, R., 2008. *Digital image processing*, third ed. Pearson Prentice Hall. New Jersey.

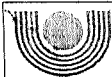
Haghverdi, A., Leib, B.G., Washington-Allen, R.A., Ayers, P.D., Buschermohle, M.J., 2015. Perspectives on delineating management zones for variable rate irrigation. *Comput. Electron. Agric.* 117, 154–167.

Harrower M, Brewer CA. ColorBrewer.org: an online tool for selecting colour schemes for maps. *Cartogr. J.* 2003; 40:27-37.

Hotelling, H., 1933. Analysis of a complex of statistical variables into principal components. *J. Educ. Psychol.* 24, 417–441.

Indiemapper (2016). The basics of data classification. <http://indiemapper.com/app/learnmore.php?l=classification>.

Isaaks, E.H; Srivastava, R.M. *Applied geostatistics*. New York: Oxford University Press, 1989. 561p.



- Johnson, R.A., Wichern, D.W., 2007. Applied Multivariate Statistical Analysis, sixth ed. Pearson, New Jersey.
- Journel, A.G., Huijbregts, C.J., 1978. Mining Geostatistics. London, New York, San Francisco: Academic Press.
- Kitchen, N.R., K.A. Sudduth, S.T. Drummond, J.J. Fridgen, and C.W. Fraisse. 2002. Procedures for evaluating unsupervised classification to derive management zones. p. 330-345. In P.C. Robert et al. (ed.) Proc. 6th Int. Conf. on Precision Agriculture, Minneapolis, MN. [CD-ROM]. 14-17 July 2002. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.
- Kitchen, N.R., Sudduth, K.A., Myers, D.B., Drummond, S.T., Hong, S.Y., 2005. Delineating productivity zones on claypan soil fields using apparent soil electrical conductivity. *Comp. Electron. Agric.* 46, 285-308.
- Khosla, R., K. Fleming, J.A. Delgado, T. Shaver, and D.G. Westfall. 2002. Use of site-specific management zones to improve nitrogen management for precision agriculture. *J. Soil Water Conserv.* 57:513-518.
- Khosla, R., Inman, D., Westfall, D. G., Reich, R. M., Frasier, M., Mzuku, M., ... & Hornung, A. (2008). A synthesis of multi-disciplinary research in precision agriculture: site-specific management zones in the semi-arid western Great Plains of the USA. *Precision Agriculture*, 9(1-2), 85-100.
- Kohavi, R., 1995. A study of cross-validation and bootstrap for accuracy estimation and model selection. In: Mellish, C.S. (Ed.), *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, pp. 1137-1143.
- Kweon, G. 2012. Delineation of site-specific productivity zones using soil properties and topographic attributes with a fuzzy logic system. *Biosystems Engineering, [S.l.]*, v. 112, n. 4, p. 261-277.
- Kyaw, T., Ferguson, R. B., Adamchuk, V. I., Marx, D. B., Tarkalson, D. D., & McCallister, D. L. (2008). Delineating site-specific management zones for pH-induced iron chlorosis. *Precision Agriculture*, 9, 71-84.
- Landis, J.R., Koch, G.G., 1977. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 33, 159-174.
- Li, Y., Shi, Z., Li, F., Li, H.Y., 2007. Delineation of site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in a coastal saline land. *Comput. Electron. Agric.* 56, 174-186.
- Longo, R. D. Desenvolvimento de sistema de informação geográfica para mapeamento da qualidade de maçã. 2017. 91 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Computacionais para o Agronegócio). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.
- MacQueen, J. B. (1967). Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In *Proceedings of 5th Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability (Vol. 1, pp. 281-297)*. Berkeley: University of California Press.
- Mallarino, A.P., Wittry, D.J., 2004. Efficacy of grid and zone soil sampling approaches for site-specific assessment of phosphorus, potassium, pH, and organic matter. *Precis. Agric.* 5, 131-144.
- Martínez Casanovas, J. A., & Bordes Aymerich, X. (2005). Viticultura de precisión: Predicción de cosecha a partir de variables del cultivo e índices de vegetación. *Revista de teledetección*, 2005, vol. 24, p. 67-71.
- Mcbratney, A., Webster, R., 1986. Choosing functions for semi-variograms of soil properties and fitting them to sample estimates. *J. Soil Sci.* 37, 617-639
- Minasny, B., Mcbratney, A.B., 2002. FuzME version 3. Australian Centre for Precision Agriculture, The University of Sydney, Sydney.
- Molin, J. P., & Castro, C. N. (2008). Establishing management zones using soil electrical conductivity and other soil properties by the fuzzy clustering technique. *Scientia Agricola*, 65(6), 567-573.
- Monmonier M. (1996). *How to Lie with Maps*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- Moral, F.J., Terrón, J.M., da Silva, J.R.M., 2010. Delineation of management zones using mobile measurements of soil apparent electrical conductivity and multivariate geostatistical techniques. *Soil Tillage Res.* 106, 335-343.
- Moshia, M.E., Khosla, R., Longchamps, L., Reich, R., Davis, J.G., Westfall, D.G., 2014. Precision manure management across site-specific management zones: grain yield and economic analysis. *Agron. J.* 106, 2146-2156.
- Mzuku, M., Khosla, R., Reich, R., Inman, D., Smith, F., MacDonald, L., 2005. Spatial variability of measured soil properties across site-specific management zones. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69, 1572-1579.
- NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods, <http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/>, date 11/21/2016.
- Ord, J.K., 1975. Estimation methods for models of spatial interaction. *J. Am. Stat. Assoc.* 70, 120-126.
- Peralta, N.R., Costa, J.L., Balzarini, M., Franco, M.C., Córdoba, M., Bullock, D., 2015. Delineation of management zones to improve nitrogen management of wheat. *Comput. Electron. Agric.* 110, 103-113.
- Ping, J.L., Dobermann, A., 2003. Creating spatially contiguous yield classes for site-specific management. *Agron. J.* 95, 1121-1131
- Reza, S.K., Sarkar, D., Daruah, U., Das, T.H., 2010. Evaluation and comparison of ordinary kriging and inverse distance weighting methods for prediction of spatial variability of some chemical parameters of Dhalai district, Tripura. *Agropedology* 20, 38-48.
- Reich, R.M., 2008. *Spatial Statistical Modeling of Natural Resources*. Colorado State University, Fort Collins.
- Rousseeuw, P. (1987). Silhouettes: a graphical aid to the interpretation and validation of cluster analysis. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 20, 53-65.
- Schenatto, K., Souza, E. G.; Bazzi, C. L., Gavioli, A.; Beneduzzi, H. M. Normalization of data for delineating management zones. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 143, p. 238-248.
- Schepers, A.R., Shanahan, F.J., Liebig, M.A., Schepers, J.S., Johnson, S.H., Luchiari, J.A., 2004. Appropriateness of management zones for characterizing spatial variability of soil properties and irrigated corn yields across years. *Agronomy J.* 96, 195-203.
- Silva, F. O. Espacialização dos teores de proteína e óleo de soja e milho e sua correlação com os atributos do solo e produtividade. 2016.



1009 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2016.

Souza, E.G., C.L. Bazzi, R. Khosla, M.A. Uribe-Opazo, and R.M. Reich. 2016. Interpolation type and data computation of crop yield maps is important for precision crop production. *Journal of Plant Nutrition*. 39:531–538.

Tagarakis, A., Liakos, V., Fountas, S., Koundouras, S., and Gemtos, T. A.: Management zones delineation using fuzzy clustering techniques in grapevines. *Precis. Agric.*, 140, 18–39, 2013.

Taylor, J.A., Mcbratney A.B., Whelan B.M., 2007. Establishing management classes for broadacre agricultural production. *Agron J* 99(5), 1366-1376.

Taylor, J.C., G.A. Wood, R. Earl, and R.J. Godwin. 2003. Soil Factors and their Influence on Within-field Crop Variability, Part II: Spatial Analysis and Determination of Management Zones. *Biosystems Engineering*. 4(84):441-453.

Timlin, D.J., Pachepsky, Y., Snyder, V.A., Bryant, R.B., 1998. Spatial and temporal variability of corn grain yield on a hillslope. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62, 764.

Wollenhaupt, N.C., Wolkowski, R.P., Clayton, M.K., 1994. Mapping soil test phosphorus and potassium for variable-rate fertilizer application. *J. Prod. Agric.* 7, 441–448.

Xiang, L.P. Yu-Chun, G. Zhong-Qiang, and Z. Chun-Jiang, 2007. Delineation and Scale Effect of Precision Agriculture management zones using yield monitor data over four years. *Agriculture Sciences*. 6(2):180-188.

Yan, L., Zhou, S., & Feng, L. 2007a. Delineation of site-specific management zones based on temporal and spatial variability of soil electrical conductivity. *Pedosphere*, 17, 156–164.

Yan, L., S. Zhou, L. Feng, and L. Hong-yi. 2007b. Delineation of site-specific management zones using fuzzy clustering analysis in a coastal saline land. *Computers and Electronics in Agriculture*. 56:174-186.

Zhang, X., Shi, L., Jia, X., Seielstad, G., Helgason, C., 2009. Zone mapping application for precision-farming: a decision support tool for variable rate application. *Precision Agric.* 11, 103–114.

Prof. Dr. Ralpo Rinaldo dos Reis
RG 8706247-3
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação "Stricto Sensu" em
Engenharia Agrícola

ata n.º 03 de 25.04.18

Homologado em 16/05/2018.

Ata n.º 003/2018-CCET

Prof. ANIBA MANTOVANI DINIZ
Diretor do Centro de Ciências
Exatas e Tecnológicas