



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: concentrada |
| Carga horária total: 60 h | | Ano de oferta: 2020 |
| | | 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:

Criação de sala de aula no aplicativo google classroom para envio de material e avaliação on line, além de contato com os alunos extra classe de forma remota;

Aulas expositivas por meio do videoconferência usando Google meet ou outro aplicativo que se mostre mais adequado.

Participação por meio de videoconferência de Profissionais e/ou Professores convidados;

Seminários por meio de videoconferência.

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

Prova final - peso 34%;

Exercícios práticos - peso 33%;

Seminários - peso 33%.

Avaliação de presença – Proporcional ao número de participações nas videoconferências.

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., Cafero, 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, Bettioli 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.
- Bobyk, 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. Prec. 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. Prec. 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.I.]*, 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 Casasnovas, 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.

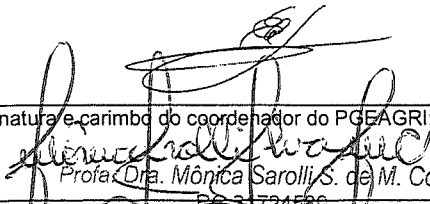
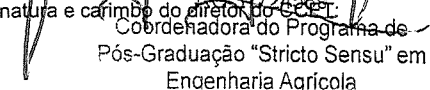

Xiang, L.P. Yu-Chun, G. Zhong-Qiang, and Z. Chun-Jiang, 2007. Delineation and Scale Effect of Precision Agriculture management zones using yield monitor data over four years. Agriculture Sciences. 6(2):180-188.

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.

10. ASSINATURAS:

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Assinatura do professor responsável: | Cascavel, 01/06/2020. |
| Assinatura e carimbo do coordenador do PGEAGRI:  Prof. Dra. Mônica Sarolli S. de M. Costa | (X) Aprovado Ata Nº <u>02</u> do dia <u>02</u> / <u>06</u> / <u>2020</u> |
| Assinatura e carimbo do diretor do CCET:  Coordenadora do Programa de Pós-Graduação "Stricto Sensu" em Engenharia Agrícola | (X) Homologado Ata Nº <u>05</u> do dia <u>11</u> / <u>11</u> / <u>2020</u> |
| Encaminhado cópia à secretaria acadêmica em: _____/_____/_____ |  Prof. CARLOS JOSÉ MARIA OLGUIN Diretor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - CCET |