



## PLANO DE ENSINO

### 1. DISCIPLINA:

Nome da Disciplina: Geoestatística		Código da Disciplina:
Professor Responsável: Miguel Angel Uribe Opazo		
Programa: Pós-graduação em Engenharia Agrícola		
Área de Concentração: Sistemas Biológicos e Agroindustriais		
Centro: Ciências Exatas E tecnológicas		
Campus: Cascavel		
Nível:		Semestre de oferta Primeiro
Mestrado ( )	Doutorado ( )	Mestrado e Doutorado ( x )
Carga horária total: 60h		Ano de oferta: 2021
		Carga horária teórica: 60
		Carga horária de aulas prática:

### 2. EMENTA:

Processos Estocásticos; Variabilidade espacial; Aspectos gerais de estatística espacial e geoestatística; Modelos geoestatísticos Gaussianos, relação entre os elementos da matriz de covariância e a função semivariância; Estimadores da função semivariância; Análise descritiva para dados geoestatísticos; Métodos de estimação de parâmetros: Mínimos quadrados ordinários e ponderados, Máxima verossimilhança, Máxima verossimilhança restrita; Estudo da anisotropia; Interpolação por krigagem ordinário, universal, Krigagem indicatriz; Validação de modelos; Correlação espacial; Tópicos especiais: aplicação às áreas de Engenharia Agrícola.

### 3. OBJETIVOS:

Apresentar os métodos geoestatísticos à análise de processos espacialmente contínuos.  
Ter conhecimentos teóricos e práticos, visando tanto ao planejamento e à coleta de dados georreferenciados.  
Ter conhecimento dos principais programas geoestatísticos e em especial o uso do R.  
Uso de modelos espaciais lineares.

### 4. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO:

#### Unidade 1

Introdução da variabilidade espacial; Variável aleatória; Função de variáveis aleatórias; Processos Estocásticos; Estacionalidade; Processos Gaussianos; Transformação de Box & Cox; Transformação de Johnson.

#### Unidade 2

Aspectos gerais de estatística espacial e geoestatística; A geoestatística no estudo de variáveis regionalizadas; Fundamentação teórica; Hipóteses utilizadas na geoestatística: intrinsecamente estacionário e isotropia; Função semivariância e estimadores da função semivariância: Matheron, Cressie & Hankins, Parwise, New1 e New2.

#### Unidade 3

Modelo Geoestatístico Gaussiano. Suposições, estrutura do vetor de médias e estrutura espacial da matriz de covariância. Relação entre a matriz de covariância e a função semivariância.

#### Unidade 4

Ajuste de Modelos Teóricos: Modelo esférico, gaussiano, exponencial, linear, circular, Família Matérn e Família exponencial potência; Estimação de parâmetros: Mínimos Quadrados Ordinários, Mínimos Quadrados Ponderados (WLS1, WLS2, WL3), Máximo Verossimilhança e Máxima Verossimilhança Restrita.

#### Unidade 5

Estudo da anisotropia: geométrica, zonal e combinada.

#### Unidade 6

Validação dos Modelos: Validação cruzada, Informação de Akaike; BIC; Máximo valor do logaritmo da função verossimilhança.

#### Unidade 7

Krigagem ordinário, universal e indicatriz.

#### Unidade 8

Modelos Espaciais lineares

Diagnósticos no estudo da variabilidade espacial: Influência global e local.

#### Unidade 9

Correlação espacial através do semivariograma cruzado e co-krigagem. Índice de Moran univariado e



bivariado.

### Unidade 10

Tópicos especiais. Seminários.

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 on line por meio do google meet.  
Discussão on line de artigos e trabalhos relativos ao estudo da variabilidade espacial com interação com os alunos, pelo aplicativo google meet.

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

Atividade	Peso
Avaliação seriada da seguinte maneira:	
<b>Seminário</b>	<b>20%</b>
<b>Prova-1</b>	<b>40%</b>
<b>Prova-2</b>	<b>40%</b>

Os seminários seriam apresentados on line por meio do google meet.

As provas seriam de forma remota até a Unidade 6 a primeira prova e ao final de todo o conteúdo da disciplina disponibilizada por meio do google classroom.

A frequência dos alunos em aulas é de um mínimo de 75%.

### 8. BIBLIOGRAFIA BÁSICA:

- BADDELEY, A.; GREGORI, p.; MATEU, J. STOICA, R. Case studies in spatial point process modeling. Springer. 2006, 306p.
- BRAGA, L. P. V. *Geoestatística e aplicações*. São Paulo, IME-USP, 1990, 35p.
- CLARK, I. *Practical Geostatistics*. Essex, Applied Science Publ., 1979, 129p.
- CRESSIE, N. *Statistics for spatial data*. New York, John Wiley & Sons, Inc, 2015, 900p.
- DIGGLE, P. J.; RIBEIRO JUNIOR, P. J. *Model-based Geostatistics*. 1.ed. New York, Springer, 2007. 230p.
- DIGGLE, P., MOYEED, R.; TAWN, J. Model based geostatistics (with discussion), *Journal of Royal Statistical Society, series C*, 47(3):299-350. 1998.
- ISAAKS, E. H.; SRIVASTAVA, R. M. *Applied Geoestatistics*. New York: Oxford University Press, 1989. 561p.
- JOHNSON, R.A.; WICHERN, D.W. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. New Jersey: Prentice-Hall, 1982, 593p.
- JOURNAL, A.G. *Geostatistics for environmental sciences*. Las Vegas, Environmental Protection Agency, 1988.
- JOURNAL, A.G.; HUIJBREGTS, C. *Mining geostatistics*. Academic Press. 1978. 600p.
- KITANIDIS, P. *Introduction to geostatistics: applications in hydrogeology*, Cambridge University Press. 1997, 249p.
- LILLESAND, T.; KIEFER, R.W.; CHIPMAN, J.W. *Remote sensing and image interpretation*. John Wiley. 2008. 756p.
- McBRATNEY, A. B.; WEBSTER, R. Choosing functions for semivariograms of soil properties and fitting



then to samples estimates. *Journal of Soil Science*. Oxford, p.617-39, 1986.  
 MOLLER, J.; WAAGEPETERSEN, R.P. *Statistical inference and simulation for spatial point processes*. Chapman & Hall/ CRC 2004. 298p.  
 RIPLEY, B.D. *Spatial statistics*. John Wiley & Sons, Inc. 2004. 252p.  
 STEIN, M.L. *Interpolation of spatial data*. Springer 1999. 247p.  
 SHERMAN, M. *Spatial Statistics and Spatio -Temporal*. 2010. 297p.  
 VAUCLIN, M.; VIERA, S.R.; BERNARD, R.; HATFIELD, J.L. Spatial variability of surface temperature a long transects of a bare soil. *Water Resources Research*. Washington. v. 18, p. 1677-86, 1982.  
 WACKERNAGEL, H. *Multivariate geostatistics*. Springer. 1995. 291p.  
 WALEY, L.A; GOTWAY, C.A. *Applied spatial statistics for public health data*. Ed. Wiley. 2004. 519p.  
 WEBSTER, R; OLIVER, M.A. *Geoestatistics for Environmetral Scientist*. 2007. 315p  
 WOLLENHAUPT, N. C.; MULLA, D.J.; CRAWFORD, G. Soil Sampling and Interpolation Techniques for Mapping Spacial Variability of Soil Properties. In: PIERCE, F. J.; SADLER, E.J. *The State of Site-Specific Management for Agriculture*. Madison, p.19-53. 1997.

**9. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:**

LOPES, P.A. *Probabilidades e Estatística*. Ed. Reichann & Affonso. 2001. 174p.  
 MAGALHÃES, M.N; LIMA A.C.P. de. *Noções de Probabilidade e Estatística*. 4ª- edição, Ed. da Universidade de São Paulo-Edusp. 2002. 392p.  
 VIERA, S.R.; CASTRO, O.M.; TOPP, G.C. Spatial variability of some soil physical properties in tree soils of São Paulo, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.333-341, 1992.  
 VIERA, S. R.; HATFIELD, J.L.; NIELSON, D. R.; BIGGAR, J. W. *Geostatistical theory and application to variability of some agronomical properties*. Hilgardia. 1983, 75p.

**10. ASSINATURAS:**

Assinatura do professor responsável: 	Cascavel, 08 de 02 de 2021.
Assinatura e carimbo do coordenador do PGEAGRI:  Prof.ª Dra. Mônica Sarolli S. de M. Costa RG 31724589	<input checked="" type="checkbox"/> ) Aprovado Ata Nº <u>01</u> do dia <u>12/02/21</u>
Assinatura e carimbo do diretor do Programa de Pós-Graduação "Stricto Sensu" em Engenharia Agrícola: 	<input checked="" type="checkbox"/> ) Homologado Ata Nº <u>03</u> do dia <u>02/06/2021</u>
Encaminhado cópia à secretaria acadêmica em: _____/_____/_____	 <b>Prof. CARLOS JOSÉ MARIA OLGUIN</b> Diretor do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - CCET