

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS SER-300 Introdução ao Geoprocessamento

Laboratório 05

Geoestatística Linear

Sacha Maruã Ortiz Siani

1 INTRODUÇÃO

Este exercício de laboratório é parte integrante da disciplina SER-300 "Introdução ao Geoprocessamento", e tem como objetivo a aplicação dos conceitos de cartografia aplicada ao geoprocessamento adquiridos em sala de aula. Para a execução do exercício de laboratório utilizou-se o *software* "Spring 4.3.3". O SPRING é um SIG elaborado pelo INPE / DPI (Divisão de Processamento de Imagens), e possui funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais.

2 **RESULTADOS**

Este laboratório tem como objetivo explorar através de procedimentos geoestatísticos a variabilidade espacial de propriedades naturais amostrados e distribuídos espacialmente. Resumidamente, os passos num estudo empregando técnicas geoestatísticas inclui: (a) análise exploratória dos dados, (b) análise estrutural (cálculo e modelagem do semivariograma) e (c) realização de inferências (Krigeagem ou Simulação).

Os dados utilizados, de propriedade do Centro Nacional de Pesquisas de Solos (CNPS - RJ), foram obtidos no levantamento dos solos da Fazenda Canchim, em São Carlos - SP. Estes se referem a uma amostragem de 85 observações georreferenciadas coletadas no horizonte Bw (camada do solo com profundidade média de 1m). Dentre as variáveis disponíveis, selecionouse para estudo o teor de argila.

Inicialmente carregou-se o banco de dados São Carlos, ativou-se o projeto Canchim e visualizou-se os PI's selecionados.



Figura 1 – Projeto Canchim.

Exercício 1 - Análise exploratória

11	Relatório de Dados 🛛 – 🗖 🗙
	E S T A T Í S T I C A S: argila => Número de Pontos
	Salvar
	Apagar Fechar Ajuda

Figura 2 – Relatório estatístico: argila.



Figura 3 – Histograma: argila.



Figura 4 – Gráfico da Probabilidade Normal: argila.

Exercício 2 - Caso isotrópico

- Análise da variabilidade espacial por semivariograma



Figura 5 – Semivariograma: argila.



Figura 6 – Semivariograma: argila (parâmetros de Lag alterados).

- Análise da variabilidade espacial por semivariograma



Figura 7 – Ajuste do semivariograma.



Figura 8 - Relatório: ajuste do semivariograma.

- Validação do modelo de ajuste



Figura 9 – Distribuição espacial do erro.



Figura 10 – Histograma do erro.

📓 🦳 Relatório de Dados 🗕 🗆 🗙
ESTATÍSTICAS DO ERRO
 > Número de amostras
Salvar Apagar Fechar Ajuda

Figura 11 – Estatísticas do erro.



Figura 12 – Diagrama: observados x estimados.

- Interpolação por Krigeagem ordinária

📾	SPRING-4.3.3 (20/12/2007) -[SER300_BD_SaoCarlos][Canchim]	- 8 ×
Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executa	ar Ferramentas Ajuda	
📓 🖬 🗲 🗾 Auto 💌 1/ 78929 Inativa 💌 🌆		
Painel de C – 🗆 🗙	28.1 28.6 25.2 25.1 18.1 14.1 16.3 18.6 17.8 16.4	
Categorias		
() Amostras_Campo	28.9 27.5 27.7 23.2 19.3 1 19.8 20.0 18.6 19.0	
() Imagem		
(V) Limites		
() Mapa_Geologia		
() Mapa_drenagem	and any after the the the the the site.	
() Mapa_vias	35.9 41.8 42.5 38.6 36.7 39.8 30.5 10.0 14.20 20.3	
(V) Superficie	an she late and an an strain and the the late	
Planos de Informação V	36.2 38.6 34.9 42.7 49.4 54.0 37.6 10.8 17.1 30.0	
(Glm) KRIG_ISO_argita		
	40,8 38,0 35,1 36,1 41,8 43,8 39,6 30,8 27,3 \$5,8	
	41.7 38.9 34.5 38.7 47.8 30.1 50.3 49.6 41.3 37.9	
	38.4 38. 36.7 45.3 53.4 51.5 52.9 65.0 46.1 38.4	
Prioridade: 300 CR	34 4 38 9 35.8 40.8 40.1 38.7 476 46.5 47.1 39.5	
🔽 Amostras 🔽 Isolinhas		
Grade Texto	36.7 \$7.5 34.9 34.3 25.6 25.9 40.7 45.7 37.1 41.9	
TIN Imagem		
Selecionar Consultar	36.0 30.9 30.0 37.7 36.7 35.8 40.6 45.7 44.7 36.0	
Controle de Telas	104 177 VEA 107 100 100 114 115	
Ativar:		
Exibir: 2 3 4 5	41.1 88.3 33.2 34.1 32.2 38.1 38.7 41.4 43.8 44.1	
Acoplar: 2 3 4 5	* 4 1 + + + + +	
Ampliar: 1 C 2 C 4 C 8	39.6 37.6 33.4 33.1 30.9 33.8 34.2 36.8 39.5 41.9	
Fechar Ajuda		
,	PI: KRIG_ISO_arqila	

Figura 13 – Camada KRIG_ISO_argila.

- Visualização da superfície argila

#	SPRING-4.3.3	3 (20/12/2007) -[[SER300_BD_SaoCar	arlos][Canchim]	- 8 ×
Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Ar	nálise Executar Ferramentas A	Ajuda			
🛢 🔯 🗲 🗾 Auto 💌 1/ 78929 Inativa	· 🔟 🔟 🛨 🏘	0 💐 🗹 🕿	S 🕿 🗢 🔊 🗎	8	
Painel de C • ×	28.1 28.0 + 28.1	25.2 25.1 1	8,1 14,1 16,3 18,0	3,6 17,8 16,4 + +	
() Classes_Solo	28.9 27.5 + 27.5	27.7 23.2 1	5.3 11.4 14.5 20.0	0.0 18.6 16.0 + + +	
(V) Imagem (V) Limites () Mana, Geologia	29.3 27.8 + 29.3	22	+ + + +	1 <u>6</u> .9 1 <u>6</u> .3	
() Mapa_Solos () Mapa_drenagem	33.5 35.4 +	0.7 19.0 1	4.3 17.3 18.5 14.4 + + +	+ 15.2 21.8 +	
() Mapa_vias (V) Supeficie Planos de Informação	35.9 41.8	42.5 3 <u>B.6</u> 3	16.7 39.8 30.5 16.0	42 20,3	
() IMA_KRIG_ANIS_argila () IMA_KRIG_ISO_argila	36.2 38.6	39,0 42,7 4	19.4 54.D 37.6 10.1	45 17-1 30-0 00 077 150	
() http://mc_nnis_argia (M) REC_IMA_KRIG_ISO_argia () lmg_KRIG_ISO_argia	417 389	34.5 36.7 4	7.6 50.1 50.3 49.6		
	38.4 38.4	36.7 45.3 5.	3.4 51.5 52.9 55.0	5.0 46.1 38.4	
Prioridade: 0 CR	3 <u>8</u> .4 3 <u>8</u> .9	35.9 40.8 44	0.1 30.7 478 46.5		
	38.7 57.8	34.9 34.3 2	18.6 29.9 40.7 46.7	\$7 37 <u>,</u> 1 4 <u>1</u> ,9	
Selecionar Consultar	38.0 30.9	3 0 37.7 3	1 35.8 40.8 45.7	5.7 44.7 36.0 + + +	
-Controle de Telas Ativar:	38.4 37.7 +	36.4 25.3 3	6.1 33.9 40.9 44.4	4.4 44.1 41.5 + + +	
	41.1 41.3	33.2 34.1 3	2.2 36.1 36.7 41.4	1.4 4 <u>3</u> .8 44.1	
Amplar. (• 1 C 2 C 4 C 8 Fechar Ajuda	39.6 37.6 + +	34 34 34 3	10.9 33.8 34.2 36.6 + +	5.8 39.5 41.9 + + +	
				PI: REC_IMA_KRIG_ISO_argila	

Figura 14 – Camada REC_KRIG_ISO_argila.

-	SPRING-4.3.3 (20/12/2007) -[SER300_BD_SaoCarlos][Canchim]	- 0 ×
Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executa	Ferramentas Ajuda	
🛢 🔯 💋 🔛 Auto 🔹 1/ 78929 Inativa 💌 🔣		
🙍 Painel de C – 🗆 🔀	28-1 26-6 25-2 25-1 16-1 14-1 16-3 18-6 17-8 16-4 📈 Legenda – 🗆 🗙	
Categorias () Amostras_Campo	28,9 27,5 27,7 23,2 15,3 11,4 14,5 20,0 18,6 16,0	
(V) Fatiamento_Argia () Imagem	29.3 27.8 22.9 14.6 10.5 11.3 13.2 16.6 16.9 16.3 Metho	
() Limites () Mapa_Geologia	33,5 35,4 30,7 18,0 14,3 17,5 16,5 16,4 15,2 21,8	
() Mapa_drenagem () Mapa_drenagem ↓	36.8 41.8 428 36.8 36.7 39.8 30.5 16.0 14.2. 20.3	
Planos de Informação <u>V</u> () FAT_KRIG_JSO_argita	38.2 38.8 3 3.8 42.7 43.4 54.0 37.8 15.8 17.1 30.0	
(M) REC_FAT_KRIG_ISO_argila	40.6 30.0 35.1 36.1 41.8 48.8 30.8 27.3 35.5	
	41.7 38.9 34.5 39.7 42.8 59.1 59.5 49.4 41.3 37.4	
	3q.4 3p.0 3p.7 4p.3 8p.4 6p.5 8p.9 3p.0 4p.1 3p.4	
Prioridade: 200 CR	39.4 38.0 35.9 40.4 49.1 36.7 49.6 46.5 47.1 39.5	
Linhas Texto	34.7 37.5 34.9 34.3 28.8 28.9 40.7 46.7 37.1 41.3	
Selecionar Consultar	3q.0 3g.9 39.8 37.7 33.1 35.8 40.8 45.7 44.7 3g.0	
Ativar: • 1 • 2 • 3 • 4 • 5	34.4 37.7 <mark>38.4 58.3 35.1 35.8 40.9 44.4 44.1 41.5</mark>	
Exbir: 2 2 3 4 5 Acoplar: 2 3 4 5	41.1 <mark>.483 .333</mark> .34.1 .32.2 .34.1 .34.7 .41.4 .43.8 .44.1	
Amplian C 1 C 2 C 4 C 8 Fechar Ajuda	39.6 37.6 33.4 33.1 30.9 33.8 34.2 36.8 39.5 41.3	
	PI: REC_FAT_KRIG_ISO_arqila	

Figura 15 – Camada REC_FAT_KRIG_ISO_argila.

Exercício 3 - Caso anisotrópico

- Detecção da anisotropia



Figura 16 – Superfície de semivariograma: argila.

- Geração dos semivariogramas direcionais



Figura 17 – Semivariogramas: argila (parâmetros de Lag alterados).

- Modelagem dos semivariogramas direcionais



Figuras 18 e 19 – Ajuste do semivariograma: 17 graus.



Figuras 20 e 21 - Ajuste do semivariograma: 107 graus.

- Modelagem da anisotropia
- Validação do modelo de ajuste



Figura 22 – Diagrama espacial do erro.



Figura 23 – Histograma do erro.

🖻 Relatório de Dados 😑 🔍 🗙
ESTATÍSTICAS DO ERRO
 Número de amostras
Salvar
Apagar Fechar Ajuda

Figura 24 – Relatório de dados: estatística do erro.



Figura 25 – Diagrama dos valores observados versus estimados.

- Interpolação por Krigeagem ordinária
- Visualização da superfície de argila oriunda do modelo anisotrópico



Figura 26 – Camada REC_KRIG_ANIS_argila.