### Introdução ao Geoprocessamento – SER 300 LABORATÓRIO 5

Aluno: Wesley Augusto Campanharo - 139203

Este laboratório tem como objetivo explorar através de procedimentos geoestatísticos a variabilidade espacial da textura do solo da fazenda Canchim, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisas de Solos (CNPS-RJ). Foram utilizados dados de 85 amostras coletadas no horizonte Bw além de dados litólicos do local.

Os passos empregados foram: (a) análise exploratória dos dados, (b) análise estrutural (cálculo e modelagem do semivariograma) e (c) realização de inferências (Krigeagem ou Simulação).



Figura 1. Etapas da análise geoestatistica.

### Exercício 1 – Carregar os dados no SPRING

O banco de dados do projeto Canchim foi aberto no SPRING 4.3.3.



Figura 2. Banco de dados do Projeto Canchim aberto no SPRING.

LAB05

WAC(139203)

#### Exercício 2 – Análise exploratória

Nesta etapa será realizada a análise estatística univariada e bivariada do conjunto de dados das 85 amostras.

As análises univariadas constituem as estatísticas descritivas além do histograma e do gráfico de probabilidade normal.



Figura 3. Valores das estatísticas descritivas e histograma dos dados de argila.

#### Exercício 3 – Considerando Isotropia dos dados

A princípio irá se testar a hipótese dos dados serem isotrópicos, ou seja, a variação é constante para todos os eixos de dispersão da amostra, assim, um único modelo seria suficiente para descrever a variabilidade espacial do fenômeno.

# Exercício 3.1 - Análise da variabilidade espacial por semivariograma considerando isotropia.

Primeiro gerou-se um semiovariograma com os valores padrões do sistema, posteriormente ajustou seus valores de "lag", "incremento" e "tolerância" para se obter valores mais próximos a um modelo exponencial.



Figura 4. Semivariogramas com tolerância angular de 90 graus com valores padrões do SPRING (A) e com valores ajustados(B).

#### Exercício 3.2 – Modelagem do semivariograma experimental

Os dados do semivariograma ajustado com o modelo gaussiano estão apresentados na Figura 5.



Figura 5. Valores encontrados para o modelo Gaussiano ajustado.



Exercício 3.3 – Definindo os parâmetros do modelo isotrópico

Figura 6. Valores ajustados e definidos para o semivariograma.

### Exercício 3.4 – Validação do modelo de ajuste

Para se validar o ajuste são gerados estatísticas descritivas, como, histograma do erro; estatística descritivo; distribuição dos valores observados e estimados; além do diagrama espacial de erros.



Figura 7. (A) Diagrama espacial de erros do semivariograma ajustado; (B) Histograma de erros; (C) Estatistica dos erros; (D) Distribuição observado x estimado.

### Exercício 3.5 – Interpolação por krigeagem ordinária

Após validação do modelo o próximo passo será realizar a interpolação por krigeagem, obtendo-se assim o mapa de distribuição do teor de argila. Porém será necessário realizar o corte da imagem para a área de estudo, para tanto, utilizou um script em LEGAL.

Posteriormente fez-se a classificação do teor de argila de acordo com as classes proposta por Calderano Filho et al. (1996).

SPRING-4.3.3 (20/12/2007) -[LAB5][Canchir	ฟ									-		
Arquivo Editar Exibir Imagem Temático	MNT <u>C</u> adastral <u>R</u> ede Ag	jálise Exec <u>u</u> tar	Eerran	nentas /	Aju <u>d</u> a							
🛢 🔟 💆 🗾 🔛 🗛 🖬 🚺	42420 Inativa	• 🛛	الا	+ 🚑	0	<u> </u>	1 🕿 1	<b>q</b> 🔶	5	8		
	)	+	+	+	+ +	+	+	+	+	+	+	+
Painei de Controle		30,6	30.4	30.0 2	5.6 21	5 14.4	12.3	14.0	18.6	20.3	17,9	16.3
Categorias		+	+	+	+ +	-	+	+	+	+	+	+
(V) Amostras_Campo		30,4	29.3	28,1	<b>90 1</b> 9	1 11,1	10.5	13.2	16,9	18.5	17.6	22.3
() Classes_500				- 1						1		
(V) Limites		32,3	31,8	27,2		5 9,855			18,7	16.0	15,9	23.9
() Mapa_Geologia				6		. 6						
() Mapa_Solos		37.4	38.3	356 2			18,4		• 15.4	141	18.0	21.8 +
() Mapa_drenagem		70.0		6.			a					10 T
(V) Superficie			+3-0	(‡' °		. <b></b>		80.1		+	<u> </u>	2203 +
		40.1	430	47 4	4.0 43	R • 49.7	50.5	37.9	018.2		20.5	30.7
		·Ŧ.	Ŧ	+	÷±	÷+.	+ •	+	÷	, <del>"</del>	1	+
Planos de informação V		37,2	37.6	36.9 3	8.9 41.	8 48.9	48.6	38.6			25.0	34,4
() KRIG ISO argia KV		+	+	+ 1	<b>a</b> +	•	+	0				+
() rund_bo_ugud_rv		41_4	39.4	35.1 3	4.0 36	4 42.7	45.1	42.0	37.3	33.40	34.5	38.7
				· .	y		•			-		
		41,9	3 <u>8</u> .4	34.7	8.3 42	B 50.2	49.7	51.3	51.1	46.2	41.9	39.0
			1	-	• •				/			
		39.5	37.5	36.0 4	Q.0 48	8 54.8	49.0	35.0	<b>S</b> .0	51.9	44.8 +	40 <u>.</u> B
						•		•	/			
		40.0		4 4	- <u>-</u>	a +0.0	43.0	.7	9110	91.6	440	40.0
		40.1	37	38.6. 3	7 1 37	3 39 3	31.5	38.7	47.5	43.4	44.0	42.1
Phondade: 300 CR		·Ŧ.	1	+			1	+	+	÷	+	·*·
🗖 Amostras 🦵 Isolinhas		39.0	37.5	35.3 3	5.3 32	7 27.4	28.0	36.1	42.8	40.7	38.6	41.3
Grade Texto		+	~	+	+ +		+	+	+	+	+	+
TIN Imagem		39.0	37.9	36.7 3	8.3 35	s 3 <u>9</u> .5	32.3	37.7	44.5	44.9	39,1	40,9
Selecionar Consultar				10		1	-	Ŧ	1	× .	× .	T
Controle de Telas		40.0	38.5	<b>36.8</b> 3	7.4 / 33	₽× 34.8	37.7	41.3	44.8	45,9	45.0	36.6
Ativar: • 1 C 2 C 3 C 4 C 5					1							
Exibir: 2 3 4 5		41,2	38. <b>%</b>	35.4	4.9 34	4 35.1	34.6	37.9	40.1	45.1	45.2	40.8 +
Acoplar: 2 3 4 5				· 1								44.0
Ampliar: @ 1 C 2 C 4 C 8		41.2		To / S	4 <u>1</u>	5 33.6	-9 <u>-</u> 5	44.4	J4.6	41.5	+2.8	1944 - Carlos Ca
Eachar   Aiuta		40.0	37.8	34.1 3	1.6 32	8 29.8	33.3	34.5	37.2	38.7	39.5	42.8
- Nous			141	- <del>4</del> .	47 T		-1-	-4-	- 4	- <del>1</del>	-47	

Figura 8. Mapa de distribuição de argila utilizando a krigeagem ordinária.



Figura 9. Teores de argila classificados.

### Exercício 4 – Considerando Anisotropia dos dados

Neste caso serão realizados análises levando em conta que existe variação da amostra ao longo de todas as suas direções. Para isso será realizado novos semivariogramas e mapas de semivariograma.

### Exercício 4.1 – Detecção da anisotropia

A superfície de semivoriograma mostra a presença de anisotropia nos dados, com destaque para a direção de maior continuidade em aproximadamente 17 graus.





## Exercício 4.2 – geração dos semivariogramas direcionais

Gerou-se o semivariograma para as 3 direções, omnidericional, 17 graus e 107 graus.



Figura 11. Semivariograma gerado para as três direções.

LAB05

#### Exercício 4.3 – Modelagem dos semivariogramas direcionais

Inicialmente gerou o semivariograma para a direção de 17 graus, depois foi gerado para a direção de 107 graus.



Figura 12. Modelo esférico ajustado para a direção de 17 graus.



Figura 13. Semivariograma esférico ajustado para a direção de 107 graus.

#### Exercício 4.4 – Modelagem da anisotropia

Nesta etapa será realizado a fusão dos modelos encontrados para 17 e 107 graus em um único modelo. Os dados do modelo único foi inserido nos parâmetros estruturais do semivariograma.

Parâmetros Estruturais 🗖 🗉 🔀
Parâmetros
Número de Estruturas: O 1 O 2 💽 3
Efeito Pepita: 28
Primeira Estrutura
Tipo: Esférico
Contribuição: 63 Ångulo Anis.: 17
Alcance Máx.: 1677 Alcance Mín.: .000001
Segunda Estrutura
Tipo: Esférico
Contribuição: 140 Ângulo Anis.: 17
Alcance Máx.: 2962 Alcance Mín.: 1677
Terceira Estrutura
Tipo: Esférico
Contribuição: 71 Ångulo Anis.: 17
Alcance Máx.: 100000 Alcance Mín.: 2962
Executar Fechar Ajuda

Figura 14. Parâmetros de ajuste do semivariograma único.



Exercício 4.5 - Validação do modelo de ajuste



### Exercício 4.6 – Interpolação por krigeagem ordinária

Uma vez realizada a validação do modelo, agora inicia-se o processo de interpolação dos valores.

Arquivo Editar Exibir Imagem Temático MN	T <u>C</u> adastral <u>R</u> ede A <u>nálise Execu</u> tar	Eerramenta	is Aju <u>d</u> a				_						
🛢 🔟 🗲 🗾 😥 Auto 💌 1/ 42420	0 Inativa 💌 🚺	≝ +	ş 0 🗣	<u> </u>	S 6	7 🗢	5	?					
Painel de Controle	+	+ +	+ +	+	+	+	+	+	+	+			
Categorias	30.4	28.8 27.0	25.8 20.3	15.7	14.7 +	14.8	19.2	19.0	18.2	23.4			
(V) Amostras_Campo	32.2	29.2 28.3	P40 01	115	10.8	17.1	18.9	17.2	20.4	22.8			
() Classes_500 () Fatiamento_Argila	T 10.4	T T						) *	-	T			
(V) Imagem (V) Limites	28,4	541 2 <u>4</u> 1	+ +	+4		244	+	120	24.0	20-0			
() Mapa_Geologia	31,5	33.4 34	25.6 16.6	20.8	22.7	26.3	•16.3	+	19.2	30.3 +			
() Mapa_solos () Mapa_drenagem	34.3	37.4 977	30.2 27.0	o 34.0	a 36.6	31.B		13.2	<b>24</b> .0	30.9			
() Mapa_vias (V) Superficie						•				- 			
Blassa da Infamosoña VI	35,6	38.7 39.2	34.1 37.5	44.6	48.8 -	35.6	•1 <u>B</u> .3	+	7	36.2			
() KRIG_ISO_argla	3610	39.6 38.4	35.0 40.1	46.5	49.6 +	36.0	23.8	21.6	31.4	37.9			
() KRIG_ISO_argia_KV O KRIG_ANIS_argia_teste	36.8	38.0 37.8	5.4 41.6	48.0	46.9	40.4	37,8	30.1 0	\$ 38.2	37.3			
() KRIG_ANIS_argila_teste_KV			2.			-		<u> </u>		-			
() KRIG_ANIS_argia_KV	++1-3	421 365	2.0 44.0	48.4	46.5	+0./ +	50.5 +	- 36.9	4	210			
	41,3	37.9 35.6	36.9 473	48.9	48.4	48.0	4	44.0	38.5	37.7			
	38.2	36.2 35.4	38.4 47.0	43.7	42.2	48.5	49.1	43.2	37.2	37.9			
	40.0	10 71 0	77.9 41.7	• •	74	2		40.7	79.0				
Prioridade: 300 CR	+	1	+ +	0	1	+	- <u>+</u> -	"÷'	+	+			
Grade Texto	38.9 +	34.0 34.4	37.6 37.5	28.5	35.1	47.5 +	45.6	42.9	41.8 +	38.B +			
TIN Imagem	39.3	35.0 35.3	97.4 . 30.5	32.1	37.2	45.6	50.3	36.6	42.5	41.9			
Selecionar Consultar	10.0	10.1	340 AV	1	47.2	47.8	47.3		30.5	42.0			
Ativar: @ 1 C 2 C 3 C 4 C 5	400	*** /***		<b>*</b> <sup>33,4</sup>	+42	+	++	τŗ,	+	+			
Exabir: 2 3 4 5	40.6	40.1 34.3	P.6 36.9	35.5	43.5	42.0	45.3	46.8	42.0	42.0			
Acoplar: 2 3 4 5	41.3	102 33.9	38.0 36.8	36.2	41.8	42.5	44.8	44.9	45.8	41.9			
Ampliar: © 1 C 2 C 4 C 8	40.9	38.3 36.3	38.6 36.1	35.9	42.6	43.0	42.2	43.7	44.2	45.3			
	12.	- <u>+</u> - <u>b</u> + <u></u>	-1-1 OF	5410	-10			4	+	.1	PI: KRIG_ANIS_argila	ı teste	

Figura 16. Mapa de distribuição de argila utilizando modelo anisotrópico.



Figura 17. Teores de argila classificados.

### Exercício 5 – Computar o teor médio de argila para cada classe do solo

Nesta etapa computou-se o teor médio de argila para cada classe de solo, a partir das superfícies isotrópicas e anisotrópicas, e atualizou-se a tabela de atributos, para isso utilizou-se um script em LEGAL.

SPRING-4.3.3 (20/12/2007) -[LAB5][Canchim]			-			Construction of the local distance of the lo	
quivo Editar Exibir Imagem Temático MNT Cadastral Rede Análise Executar Ferramentas A	Ajuda						
🔞 🚅 🗾 😥 Auto 💌 1/ 42420 Inativa 💌 🔢 🛨 🛟	0 💐 🗹	S 2 2 4	5	8			
Painel de Controle	Tabelar	Tino Solos					X
	Tuberu.	100_0000					
() American Compo	Arquivo	Mostrar Ajuda					-
Gráfico	NOME	ROTULO AF	REA F	PERIMETRO	TEOR_ARGILA_ISO	TEOR_ARGILA_AN	
Annulus	1 A	A 80	370.34 1	1395.394043	30.595141	35.350831	
Arquivo	2 AQd	AQd 32	72219. 1	17477.39453	13.881252	15.027424	
	3 AR	AR 71	682.26 1	1448.520508	45.591157	48.611153	
Scatter Plot	4 HAQ	HAQ 56	4843.0 1	10592.86523	22.652064	22.682304	
60	5 HO	HO 36	6193.7 5	5723.883789	21.414105	25.133529	
	6 LEa1	LEa1 35	4876.1 4	4247.094238	34.675764	32.596617	
<u>1</u> 55	7 LEa2	LEa2 12	85648. 7	7550.580078	26.363898	27.677554	
50	8 LEa3	LEa3 70	9710.0 7	7029.316895	22.418603	23.145547	
	9 LEd1	LEd1 95	5865.5 8	8742.685547	35.468718	36.639345	
R45	10 LEd2	LEd2 19	52525. 1	17373.08203	43.572013	42.461500	
740	11 LEd3	LEd3 38	87722. 2	20300.21484	24.813226	25.381410	
A	12 LEe	LEe 16	8485.6 2	2847.727539	51.027205	47.683987	
R35	13 LRd1	LRd1 14	82600. 1	15086.88085	44.590682	39.758913	
G <sub>30</sub>	14 LRd2	LRd2 13	59989. 8	8674.695313	46.024828	45.464240	
•	15 LRd3	LRd3 13	7398.9 2	2185.700928	54.284638	51.515428	
L 25	16 LRd4	LRd4 50	4212.3 7	7796.621582	40.513123	37.527336	
A <sub>20</sub>	17 LRd5	LRd5 18	2801.2 1	1736.538208	50.958528	46.975182	
	18 LRe	LRe 12	3338.1 2	2534.555664	43.845620	40.894477	
A 15	19 Lu	Lu 19	7399.5 2	2171.041748	45.079712	47.631286	
N <sub>10</sub>	20 LVa1	LVa1 16	6728.8 1	1712.438232	36.718980	37.990300	
10	21 LVa2	LVa2 97	6134.4 5	5550.308105	38.290370	36.025427	
S 5	22 LVd1	LVd1 28	4002.0 4	4702.278809	35.296851	37.673129	
	23 LVd2	LVd2 12	03044. 1	10894.32812	36.375340	36.450239	
0 10 20 30 40 50 60	24 LVd3	LVd3 49	7323.9	6063.661133	32.921775	34.548579	
	25 LVd4	LVd4 25	79356. 2	20743.45312	36.213662	36.020395	
IEUR_ARGILA_ISU	26 P	PVd 42	3258.1 3	3407.995117	36.661947	37.739835	
	27 TRe1	TRe1 81	0927.3 1	15372.86621	47.651065	46.591221	
	•						•
Fechar Ajuda							

Figura 18. Tabela de atributos atualizado.