

INTRODUÇÃO À GEOESTATÍSTICA

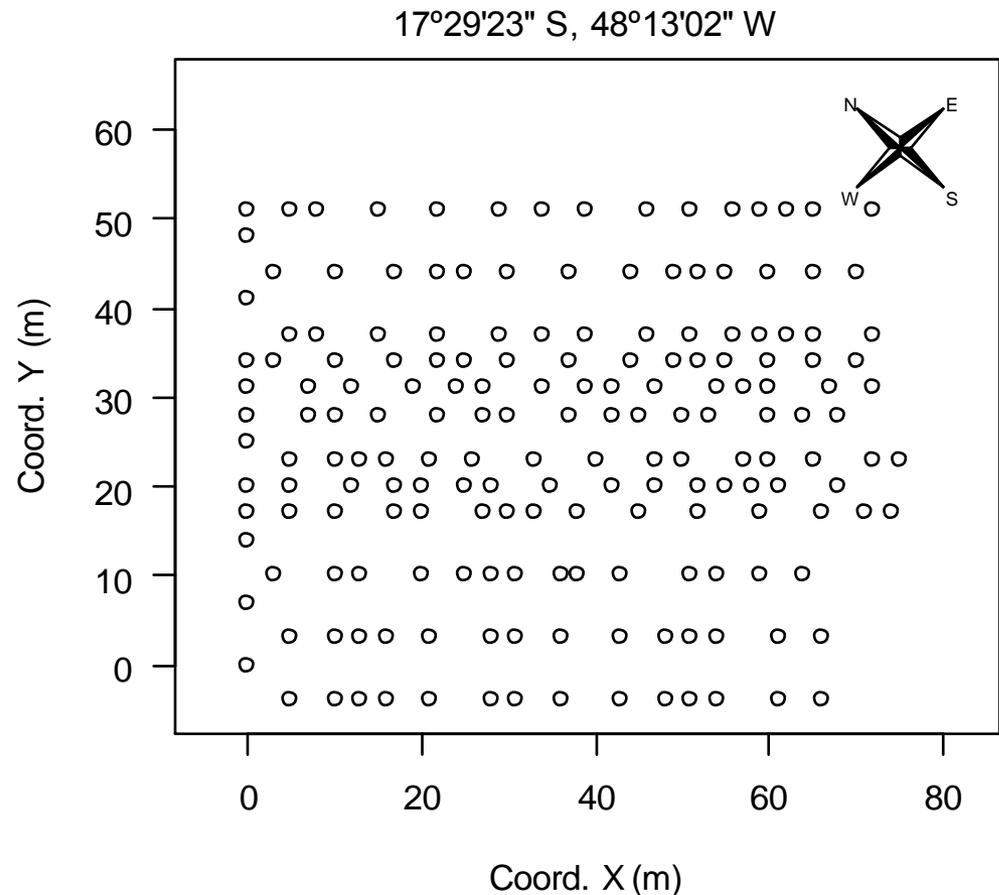
Prof. Anderson Rodrigo da Silva

`anderson.silva@ifgoiano.edu.br`

Exemplo de Introdução

Num estudo sobre compactação do solo de uma área de cerca de 3500 m², foram coletados dados de resistência do solo à penetração (MPa), de acordo com o grid semi-regular ao lado.

- Valores de resistência à penetração espacialmente próximos são semelhantes?
- Até que distância podemos afirmar isso?
- É possível predizer valores em locais não amostrados?

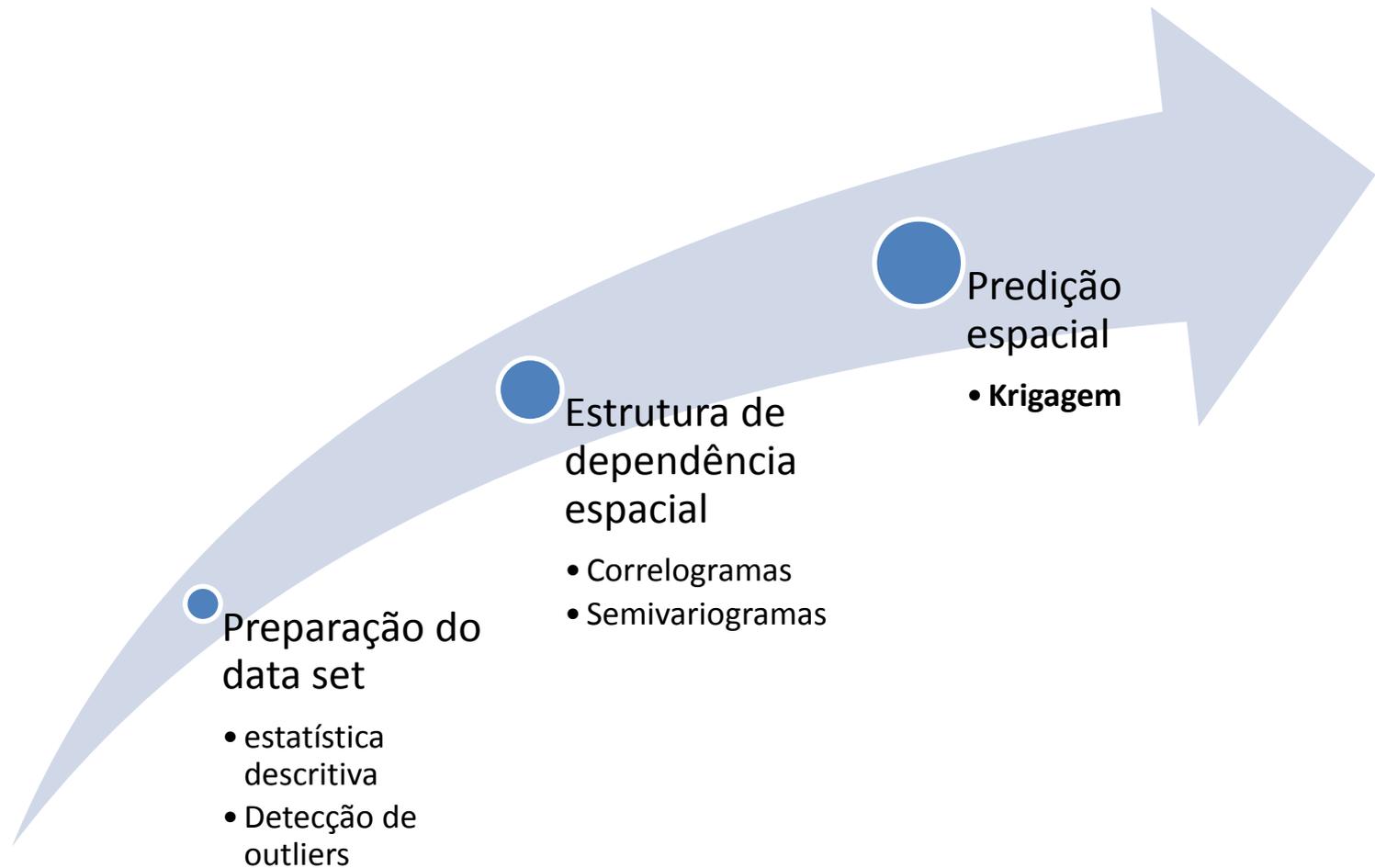


Referenciamento vs Georreferenciamento

- Estudos em áreas experimentais ou pequenas áreas podem ser apenas referenciados em relação a um ponto de referência.
- A distância euclidiana pode ser utilizada como medida de distância.
- Georreferenciamento significa referenciar os pontos amostrais em relação a algum sistema geográfico de informação, como:
 - Sistema UTM
 - Sistema Lat-Long.

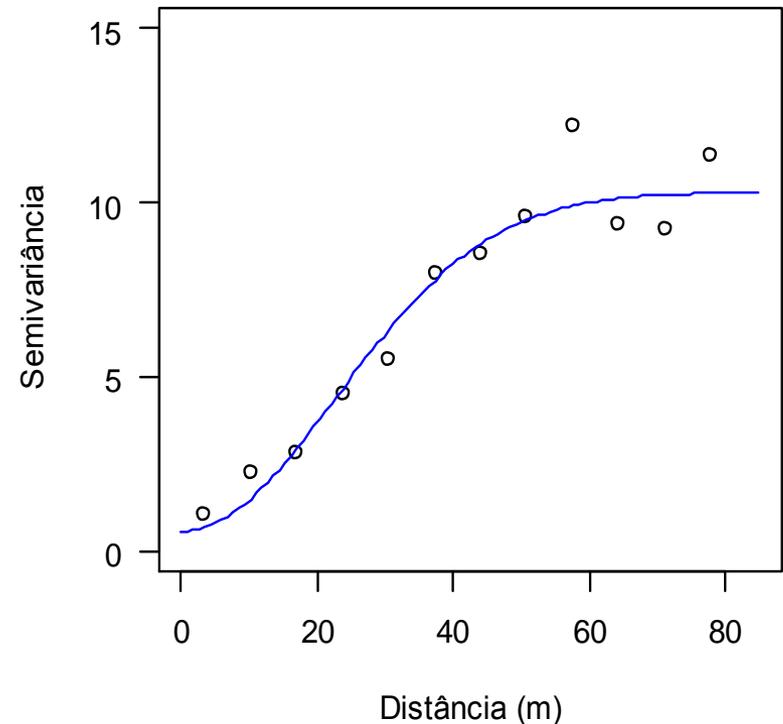
<i>RP</i>	<i>x</i>	<i>y</i>
1.25	0	0
0.56	0	7
0.9	0	14
0.9	0	17
0.9	0	20
1.59	0	25
0.9	0	28
0.9	0	31
0.56	0	34
0.9	0	41
1.94	0	48
1.94	0	51
4.01	5	51
4.01	8	51
2.97	15	51
2.28	22	51
...

Como é feita uma análise geoestatística?



Análise da dependência espacial

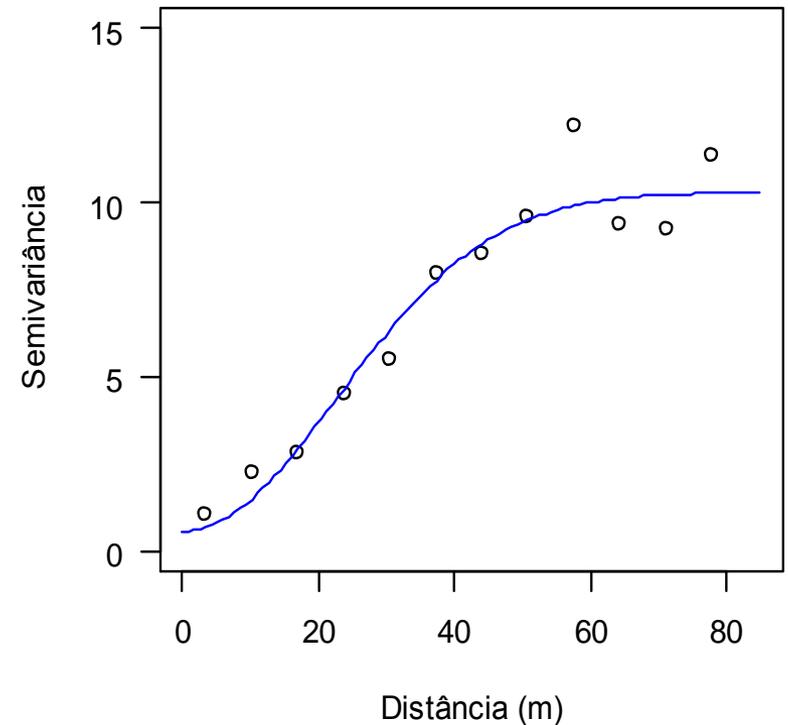
- Usualmente feita através de variogramas ou semivariogramas
 - Semivariância = variância / 2
- A idéia é identificar a dependência pela variabilidade dos dados em uma determinada distância ou classe de distância.
- Se há dependência espacial, pontos mais próximos apresentam maior correlação ou covariância, ou menor variabilidade
- Dizemos então que a covariância é função da distância apenas



Como obter um semivariograma?

A semivariância de um conjunto de pontos separados por uma distância d é calculada por meio de:

$$\gamma(d) = \frac{1}{2N(d)} \sum_{i=1}^{N(d)} [z(s_i) - z(s_i + d)]^2$$



Pressuposições

- Considere $z(\mathbf{x})$ a realização da variável Z indexada pelo vetor de coordenadas \mathbf{x} (2 ou 3D).
- $z(\mathbf{x})$ é considerada uma variável contínua
- Há n realizações (observações)
- Vamos assumir que:
 - **Estacionariedade**: a variabilidade é (praticamente) a mesma em qualquer parte da área amostrada
 - **Isotropia**: o grau de dependência espacial entre os valores $z(\mathbf{x})$ é (praticamente) o mesmo em qualquer direção da área
 - $z(\mathbf{x})$ tem **distribuição normal**

Análise da dependência espacial

Dizemos que dois pontos, z_i e z_j , separados pela distância d apresentam a seguinte covariância:

$$Cov(z_i, z_j) = 2\tau^2 + 2\sigma^2\{1 - Cor(z_i, z_j)\}$$

$$\frac{1}{2}Cov(z_i, z_j) = \textit{semivariância}$$

Um modelo comumente usado para a correlação espacial é o exponencial:

$$Cor(z_i, z_j) = \exp(-d/\phi)$$

Análise da dependência espacial

Temos, então, os seguintes parâmetros para o modelo de semivariância:

τ^2 : efeito pepita ou variação ao acaso

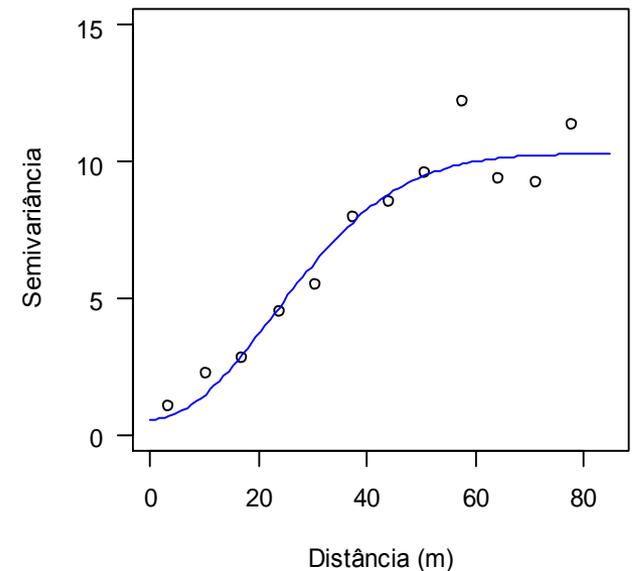
σ^2 : variação espacial

Φ : parâmetro de alcance (em alguns programas, o *alcance prático* é 3Φ)

Os modelos de semivariância são ajustados a partir da estimação dos três parâmetros.

Dentre os métodos de estimação, destaca-se o método da máxima verossimilhança.

Uma vez ajustado o modelo, é possível realizar predição espacial.



Krigagem

- É o método de predição espacial, isto é, o processo de interpolação de dados.
- Nada mais é do que um modelo de regressão. Uma combinação linear ponderada de valores.
- Alguns tipos de krigagem são:
 - Ordinária
 - Simples
 - Universal
 - Co-krigagem