

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/266290911>

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

Presentation · August 2009

CITATIONS

2

READS

671

1 author:



[Ana Cristina Costa](#)

New University of Lisbon

57 PUBLICATIONS 596 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



GSIMCLI [View project](#)



Educational e-learning package for skill development of 4 EU university students in GIS and Applied Geomatics to Sustainable Development, Climate Change, Renewable Energy Sources and Smart Cities and Regions [View project](#)

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

Ana Cristina Costa
ccosta@isegi.unl.pt



Universidade Federal de Pernambuco

3 Agosto 2009

Sumário

1. Introdução

- Algumas definições
- Áreas de aplicação
- Conceitos básicos

2. Aplicações

3. Bibliografia



Cristina Costa

2

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

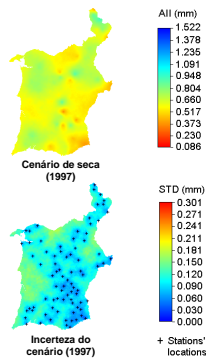
INTRODUÇÃO

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ O que é a Geoestatística? Algumas definições...

- A geoestatística preocupa-se com o estudo de fenómenos que flutuam no espaço
- A geoestatística oferece um conjunto de ferramentas determinísticas e estatísticas para compreender e modelar a variabilidade espacial

(Deutsch and Journel)



Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ O que é a Geoestatística? Algumas definições...

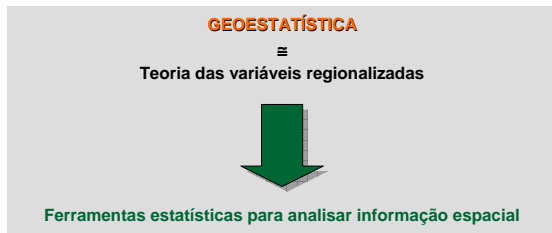
- A geoestatística permite descrever a continuidade espacial, a qual é uma característica essencial de muitos fenómenos naturais, e adapta as técnicas de regressão clássica para tirar vantagem dessa continuidade (Isaaks and Srivastava)
- A geoestatística oferece um conjunto de ferramentas estatísticas que incorporaram no processamento as coordenadas espaciais das observações (Goovaerts)

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ O que é a Geoestatística? Algumas definições...

- Os **estimadores geoestatísticos** – conhecidos por **kriging**, devido a Krige (1951) – são uma família de algoritmos de regressão de mínimos quadrados generalizados que fornecem **estimativas não enviesadas** de valores no espaço a partir de um conjunto de observações recolhidas em várias localizações, e que usam o modelo de covariâncias espaciais estimado a partir dos dados observados

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos



Aumentar o nosso conhecimento sobre os fenómenos

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ Áreas de aplicação

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| ▪ Minas | ▪ Ecologia paisagística |
| ▪ Petróleo | ▪ Detecção remota |
| ▪ Geofísica | ▪ Hidrologia |
| ▪ Geoquímica | ▪ Oceanografia |
| ▪ Ciências do solo | ▪ Meteorologia |
| ▪ Florestas | ▪ Criminologia |
| ▪ Agricultura | ▪ Geomarketing |
| ▪ Ambiente | ▪ ... |

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos



Amostragem

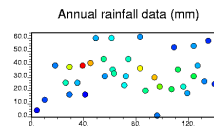


Remediação

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

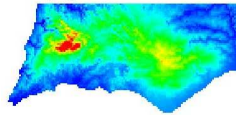
INPUT

- Conjunto de Pontos (*amostras*), distribuídos numa região
- Cada ponto representa uma medição da variável (atributo) nessa localização espacial



OUTPUT

- Modelo Espacial de Dados
- Representação computacional/matemática que permite estimar e/ou simular os valores do atributo nas localizações não amostradas



Cristina Costa

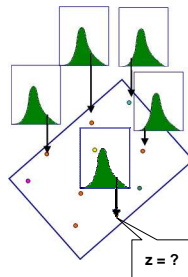
10

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

Paradigma geoestatístico

- Caracterizar qualquer valor z como uma Variável Aleatória Z , cuja distribuição de probabilidade modela a incerteza sobre z

(Deutsch and Journel)



Cristina Costa

11

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

OBJECTIVOS

- Descrever o comportamento espacial dos dados
- Estimar o valor médio de uma variável numa área ou volume
- Estimar o valor desconhecido numa dada localização
- Quantificar a incerteza associada à estimação
- Usar os valores conhecidos de uma variável para estimar os valores de outra variável
- Estimar a distribuição de valores de uma variável numa área ou volume



Cristina Costa

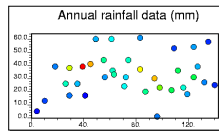
Adapted from: A.J. Sousa, *Estatística Espacial*, LMPM-IST, 2002.

12

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ MODELAÇÃO

Conjunto de Amostras



Procedimentos Determinísticos

Thiessen Polygons



Inverse Square Distance



Cristina Costa

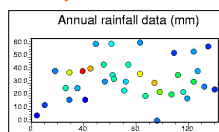
Goovaerts P. (1999). "Performance comparison of geostatistical algorithms for incorporating elevation into the mapping of precipitation". In: Proceedings of Geocomputation 99. http://www.geocomputation.org/1999/023/gc_023.htm

13

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

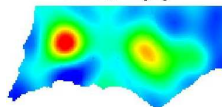
■ MODELAÇÃO

Conjunto de Amostras



Geoestatística Univariada

Ordinary Kriging



Cristina Costa

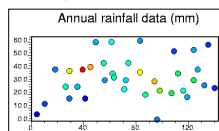
Goovaerts P. (1999). "Performance comparison of geostatistical algorithms for incorporating elevation into the mapping of precipitation". In: Proceedings of Geocomputation 99. http://www.geocomputation.org/1999/023/gc_023.htm

14

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

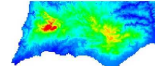
■ MODELAÇÃO

Conjunto de Amostras

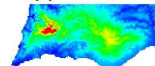


Geoestatística Multivariada

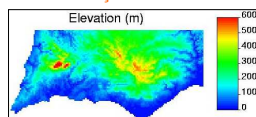
Simple Kriging with Local Means



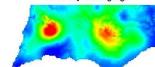
Kriging with an External Drift



Informação Secundária



Ordinary Cokriging



Cristina Costa

Goovaerts P. (1999). "Performance comparison of geostatistical algorithms for incorporating elevation into the mapping of precipitation". In: Proceedings of Geocomputation 99. http://www.geocomputation.org/1999/023/gc_023.htm

15

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ Porquê utilizar a geoestatística? Algumas ideias...

- Os procedimentos determinísticos não têm em conta a dependência espacial entre as observações
- Quando os dados são escassos, os métodos geoestatísticos fornecem melhores resultados
- Os métodos geoestatísticos permitem aumentar a precisão das estimativas da variável principal usando informação disponível de outras variáveis secundárias correlacionadas espacialmente



Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ Porquê utilizar a geoestatística? Algumas ideias...

- As técnicas **Indicator Kriging** (*krigagem da indicatriz*) permitem estimar variáveis contínuas e categóricas, bem como **incertezas** associadas e **valores extremos**
 - Mapas de incerteza local podem ser usados para
 - avaliar as estimativas
 - tomar decisões



Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ Porquê utilizar a geoestatística? Algumas ideias...

- Os métodos de **Simulação Condicional Geoestatística** descrevem a variabilidade local dos dados, com base em muitas simulações equiprováveis do fenómeno, de forma consistente com os dados e suas propriedades estatísticas
 - Reproduzem a variância e a correlação espacial dos dados amostrados
 - Fornecem uma estimativa dos valores possíveis do atributo nas localizações não amostradas
 - A incerteza espacial pode ser avaliada através de mapas de probabilidade, mapas de quantis e mapas de dispersão
 - Estes mapas não dependem da configuração geométrica das amostras, mas sim dos seus valores locais



Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ O processo geoestatístico

1. **Análise exploratória dos dados**
 - Conhecer e editar os dados de INPUT
2. **Análise estrutural: modelação da continuidade espacial**
 - **Variografia:** Modelos de autocorrelação e correlação cruzada
3. **Estimação**
 - Estimação/simulação local e global de variáveis contínuas e categóricas nas localizações não amostradas
4. **Avaliação da incerteza**
 - Local e espacial dos valores não amostrados

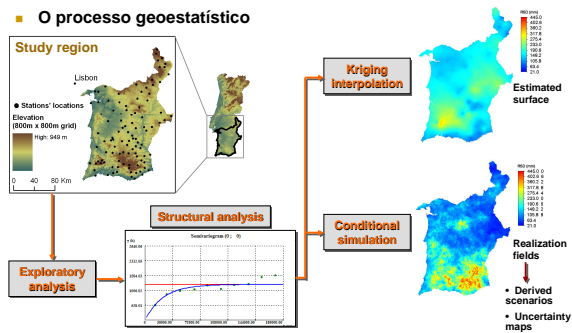


Cristina Costa

19

Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

■ O processo geoestatístico



Cristina Costa

20

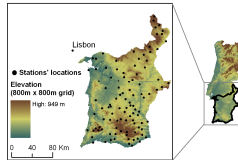
Geoestatística: Motivação e Conceitos Básicos

APLICAÇÕES

Geoestatística: Aplicações

1. A geostatistical exploratory analysis of precipitation intensity in southern Portugal

- **Objective:** provide an insight of the geographic, spatial and temporal, distribution of precipitation intensity events from 1940 to 1999
- **SDII – Simple Daily Precipitation Index:** average precipitation in wet days



Cristina Costa

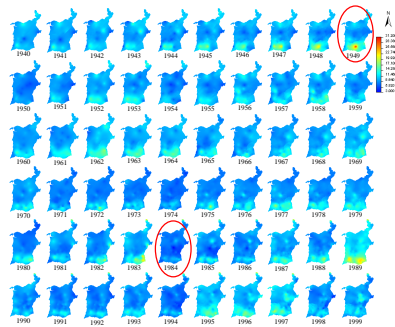
Sara Dias, Tiago Oliveira. A geostatistical exploratory analysis of precipitation intensity in southern Portugal. Erasmus Mundus Masters Programme in Geospatial Technologies, ISEG, 2008.

22

Geoestatística: Aplicações

1. A geostatistical exploratory analysis of precipitation intensity in southern Portugal

- **Space-time interpolation (ordinary kriging)**



Cristina Costa

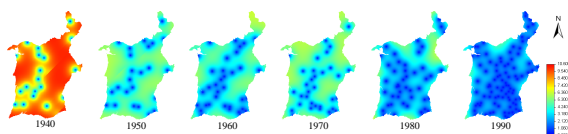
Sara Dias, Tiago Oliveira. A geostatistical exploratory analysis of precipitation intensity in southern Portugal. Erasmus Mundus Masters Programme in Geospatial Technologies, ISEG, 2008.

23

Geoestatística: Aplicações

1. A geostatistical exploratory analysis of precipitation intensity in southern Portugal

- **Interpolation accuracy (kriging variance)**



Cristina Costa

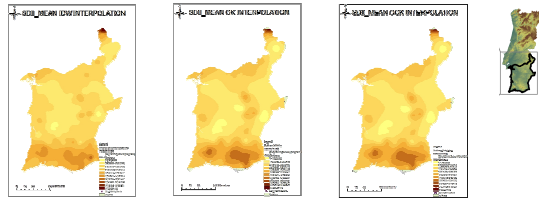
Sara Dias, Tiago Oliveira. A geostatistical exploratory analysis of precipitation intensity in southern Portugal. Erasmus Mundus Masters Programme in Geospatial Technologies, ISEG, 2008.

24

Geoestatística: Aplicações

2. Comparison of interpolation methods for the SDII

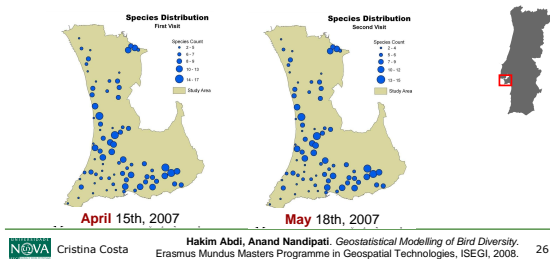
- **Objective:** compare inverse square distance, ordinary kriging and ordinary cokriging
- **Distribution of the SDII average in 1990/99**



Geoestatística: Aplicações

3. Geostatistical Modelling of Bird Diversity

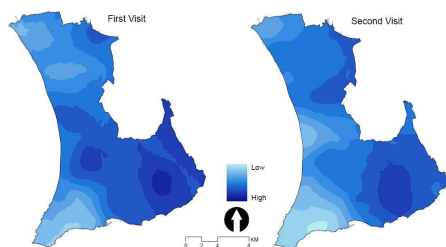
- **Objective:** determine bird species diversity and identify important breeding and migratory bird habitats
- **Locations of the bird counts**



Geoestatística: Aplicações

3. Geostatistical modelling of bird diversity

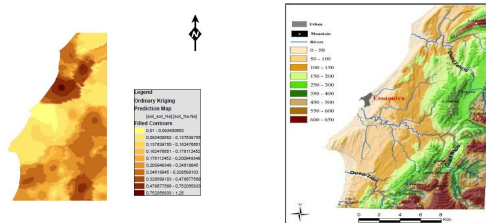
- **Bird diversity** (ordinary kriging)



Geoestatística: Aplicações

4. Spatial analysis of sodium (Na^+) in the soil in Essaouira – Morocco

- **Objective:** investigate the spatial distribution of sodium
- **Sodium distribution** (ordinary kriging)



Geoestatística: Aplicações

5. Optimised beach surface creation and volume calculation

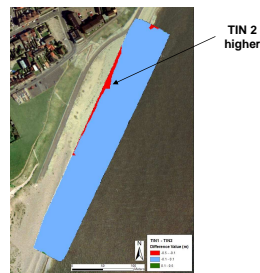
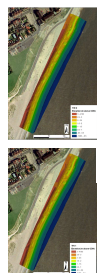
- **Objective:** create a DEM of Lowestoft Beach (UK) and compare
 - ❑ Different data sources: traditional GPS, videography
 - ❑ Interpolation methods: TIN, inverse square distance, splines, ordinary kriging
- **Why**
 - ❑ To facilitate modeling e.g. sea level rise
 - ❑ To study beach volume
 - ❑ Monitor and predict erosion and its causes (seasonal or storm driven)
 - ❑ Monitor and predict the effects of coastal engineering works (e.g. groynes, renourishment...)



Geoestatística: Aplicações

5. Optimised beach surface creation and volume calculation

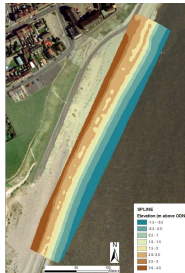
- **TIN surfaces**



Geoestatística: Aplicações

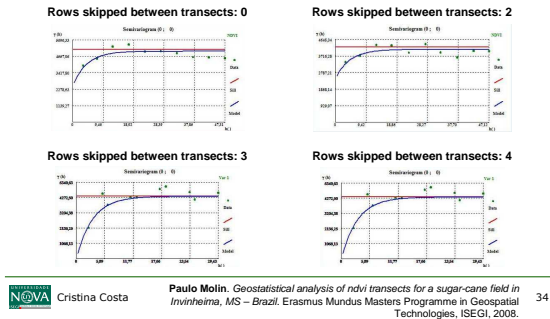
5. Optimised beach surface creation and volume calculation

▪ Spline surface



Geoestatística: Aplicações

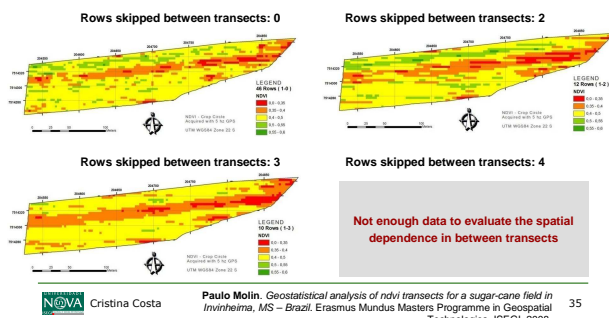
6. Geostatistical analysis of NDVI transects for a sugar-cane field in Invinheima, Mato Grosso do Sul – Brazil



34

Geoestatística: Aplicações

6. Geostatistical analysis of NDVI transects for a sugar-cane field in Invinheima, Mato Grosso do Sul – Brazil



35

Bibliografia

- Goovaerts P. (1997). *Geostatistics for Natural Resources Evaluation*. Oxford University Press, Inc, New York, USA
- Isaaks E.H., Srivastava R.M. (1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*. Oxford University Press, Inc, New York, USA
- Deutsch C.V., Journel A.G. (1998). *Geostatistical Software Library and User's Guide*. Oxford University Press, New York, USA
- Soares A. (2000). *Geoestatística para as Ciências da Terra e do Ambiente*. Instituto Superior de Técnico, IST Press. Lisboa, Portugal