

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE KRIGEAGEM PARA A INFERÊNCIA DE DADOS AMBIENTAIS NO RESERVATÓRIO DE MOXOTÓ

CLEBENILSON DA COSTA ARAÚJO¹
ROSANGELA SAMPAIO REIS²
WILLIAM SEVERI³

¹UFAL - Universidade Federal de Alagoas
Campus A.C. Simões – 57072-970 – Maceió-AL, Brasil
cnilson@ieg.com.br

²UFAL - Universidade Federal de Alagoas
Campus A.C. Simões – 57072-970 – Maceió-AL, Brasil
rsr@fapeal.br

³UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Dois irmãos, Recife-PE, Brasil
wseveri@truenet.com.br

Abstract. This paper presents the application of the geostatistics methods of Kriging, available in the software Idrisi32, for a sample point set on the Moxotó Reservoir – BA, Brazil. The geostatistical techniques for interpolation, named kriging, consider the environmental attributes as random variables allowing the inference of uncertainties related to the estimated values.

Keywords: kriging, geostatistic, reservoir, limnology.

1. Introdução

Em muitos estudos limnológicos os parâmetros ambientais são coletados através de amostras em determinados pontos pré-estabelecidos, de forma que se conheçam as coordenadas x e y destes, bem como seus respectivos valores. Mas, segundo Camargo et al.(2000), para gerar uma representação na forma de grade regular se faz necessário um procedimento de interpolação.

A determinação da quantidade de pontos de amostragem é influenciada por vários fatores e, de acordo com Novo et al. (1995), dois merecem destaque: o custo das coletas e o tempo requerido para levá-las a efeito. Assim, numa determinada área de estudo, faz-se necessário o uso de técnicas para estimar os valores dos parâmetros analisados em locais não amostrados.

A krigeagem compreende um conjunto de técnicas de estimação e predição de superfícies baseada na modelagem da estrutura de correlação espacial. O que diferencia a krigeagem de outros métodos de interpolação é a estimação de uma matriz de covariância espacial que determina os pesos atribuídos às diferentes amostras, o tratamento de redundância dos dados, a vizinhança a ser considerada no processo inferencial e o erro associado ao valor estimado, Camargo et al.(2000).

Neste contexto, este trabalho se propõe a inferir, através de procedimento geoestatístico de krigeagem ordinária, a variabilidade espacial de alguns parâmetros ambientais de qualidade da água, tais como alcalinidade, nitrito, nitrato, entre outros, a partir de dados pontuais, coletados *in situ*, em um reservatório do semi-árido brasileiro.

2. Área de Estudo

O vale do São Francisco está dividido em 4 regiões fisiográficas: Alto, que se estende desde as cabeceiras no município de São Roque de Minas até a cidade de Pirapora (MG); Médio, que compreende o trecho desde Pirapora até a cidade de Remanso (BA); Submédio, que

estende-se de Remanso até a cidade de Paulo Afonso (BA) e Baixo São Francisco, de Paulo Afonso à foz, no Oceano Atlântico. A área da pesquisa foi delimitada no trecho a jusante do barragem do reservatório de Itaparica até a barragem do reservatório de Moxotó (**Figura 1**), no submédio São Francisco, situada em áreas dos Estados de Pernambuco e Bahia. A região do sub-médio está situada no semi-árido nordestino. O clima, segundo a classificação de Köeppen, é o semi-árido de estepes (Bshw), com precipitações médias anuais de 560 mm.

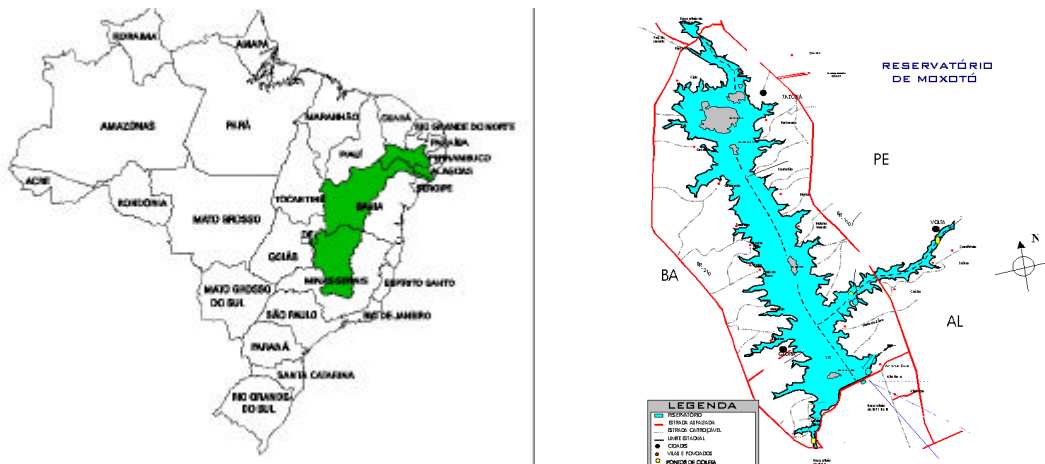


Figura 1. Reservatório de Moxotó, localizado no submédio do São Francisco.

3. Metodologia

3.1. Coleta de Dados

Os dados foram coletados em 76 pontos de amostragem distribuídas ao longo do reservatório de Moxotó, na superfície, meio e fundo da coluna d'água. Os valores de pH, temperatura, OD e condutividade foram obtidos *in situ* com um medidor Horiba U-22. As concentrações de nutrientes e sólidos em suspensão totais foram determinados segundo o método gravimétrico (Teixeira *et al.*, 1965 e Tundisi, 1969)

3.3. Krigagem ordinária - aplicação do Software Idrisi32

A base georreferenciada utilizada foi obtida a partir de uma imagem do satélite Landsat 5, órbita 216 e ponto 66, sendo as coordenadas dos 76 pontos de coleta plotadas com auxílio do software Cartalinx, a partir dos valores de latitude e longitude obtidos com o auxílio de um GPS.

Exportando-se os pontos do Cartalinx para o Idrisi32, serão realizadas as etapas necessárias ao processo de interpolação. No Idrisi32 a técnica de krigagem é dividida em três fases, ou módulos (**Figura 2**):

- Modelo de Dependência Espacial;
- Ajuste de Curva;
- Krigagem e Simulação.

No Módulo de Dependência Espacial, com o auxílio de um semivariograma de superfície, onde podemos estimar as direções de maior e menor variabilidade espacial dos pontos amostrados (eixos de anisotropia), determina-se o semivariograma. Identificados os eixos, calcula-se os dois semivariogramas experimentais direcionais e procede-se ao ajuste dos mesmos (**Figura 3**). O passo seguinte é combiná-los num único modelo.

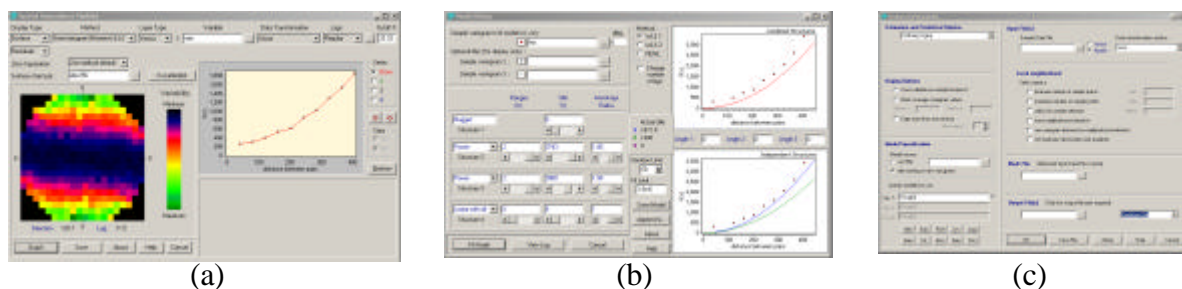


Figura 2. Os três módulos componentes da técnica de krigeagem do Idrisi32: Modelo de Dependência Espacial (a), Ajuste de Curva (b) e Krigeagem e Simulação (c).

No Ajuste de Curva será determinado o modelo teórico de semivariograma que mais se aproxime do semivariograma experimental, onde os parâmetros Efeito Pepita, Alcance e Patamar vão sendo combinados até que se ache o modelo mais adequado.

Por fim, será utilizado o módulo de krigeagem e simulação, tendo como entrada o modelo devidamente ajustado.

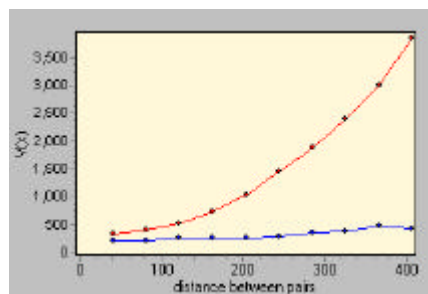


Figura 3. Exemplo de um semivariograma experimental para as direções de maior e menor variabilidade espacial de um fenômeno.

4. Resultados

O uso de técnicas de interpolação, como a krigeagem ordinária, a partir da introdução de dados georeferenciados, possibilita a discriminação de regiões com valores diferenciados do parâmetro ambiental estudado, sobre todo o reservatório, ampliando as possibilidades de inferência das condicionantes a esta variabilidade.

O principal resultado esperado nesse estudo é a obtenção de mapas que permitam a determinação dos parâmetros analisados em qualquer ponto dentro do reservatório.

5. Referências

Camargo, E. C. G. Análise Espacial de Superfície por Geoestatística. In: Análise Espacial. [online]. <<http://www.dpi.inpe.br/cursos/ser301/cap3superficies.pdf>> Nov. 2000

Deutsch, C. V. ; Journel, A. G. GSLIB Geostatistical Software Library and User's Guide. New York, Oxford University Press, 1998. 369p.

Felgueiras, C. A. ; Monteiro, A. M. V.; Fuks, S. D. e Camargo, E. C. G. Inferências e Estimativas de Incertezas Utilizando Técnicas de Krigeagem Não Linear. [online] <http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/gisbrasil99/incertezas>. 1999.

Novo, E. M. L. M.; Lobo, F.; Calijuri, M. C. Remote Sensing and Geographical Information System Application to Inland Water Studies. In: Tundisi, J.G.; Bicudo, C.E.M.;Tundisi, T.M. Limnology in Brazil. Rio de Janeiro, 1995. 384p.