

APLICAÇÃO DE MODELO GEOESTATÍSTICO PARA POROSIDADE DE UM RESERVATÓRIO DE PETRÓLEO

DANDARA SARTORI¹; ISADORA MASCARENHAS DE ALMEIDA²; JÚLIA DIAS PIEGAS³; RÔMULO FÉLIX NUNES⁴

¹Universidade Federal de Pelotas – dandarasartori@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Pelotas – isamascarenhas@live.com

³Universidade Federal de Pelotas – ju.piegas@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – nunes.romulo@outlook.com

1. INTRODUÇÃO

A geoestatística é uma das ferramentas mais eficientes para a representação de um reservatório petrolífero de acordo com a forma com que ele se apresenta na natureza. Através de informações amostradas no campo é possível analisar qualitativamente e quantificar o hidrocarboneto contido na jazida.

A caracterização de um reservatório envolve inicialmente a obtenção de dados petrofísicos, englobando propriedades como a porosidade. Aplicando os princípios da geoestatística é possível interpolar esses dados e obter uma estimativa, de forma confiável, para todo o campo, através da krigagem ordinária.

Segundo Andriotti (2003), a geoestatística por intermédio da krigagem fornece uma estimativa do ponto ou do bloco, e juntamente, com ela, uma medida de acuracidade dessa estimativa e a validação cruzada é o procedimento mediante o qual cada amostra é retirada do conjunto de dados e é feita uma krigagem para avaliar seu valor; o valor médio das diferenças será tão mais próximo de zero quanto melhor for a estimativa.

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo criar um modelo geoestatístico para a porosidade, através da estimativa por krigagem ordinária.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo está demonstrada na figura 1 abaixo, no fluxograma da metodologia utilizada.



Figura 1: Fluxograma da metodologia utilizada no trabalho.

Utilizou-se neste estudo o software SGeMS. Portanto, todas etapas descritas, bem como resultados gerados são oriundos do mesmo.

Descrição das etapas do projeto:

- **Análise estatística descritiva:** Consiste na apreciação crítica do banco amostral, a fim de encontrar detalhes que podem vir a ser decisivos tanto para a execução, quanto para a validação do projeto, através de medidas de tendência central, medidas de dispersão e histograma.

• **Análise espacial dos dados:** A análise espacial é realizada através da modelagem variográfica. Construiu-se um variograma, a fim de identificar a continuidade espacial da porosidade. A figura 2 mostra um exemplo do semivariograma experimental com seus respectivos parâmetros. Segundo Ijanc (2012), o efeito pepita (C_0) é idealmente $\gamma(h) = 0$, porém, na prática, a medida que h tende a 0, $\gamma(h)$ se aproxima do valor positivo chamado efeito pepita. O alcance (a) é a distância na qual os elementos apresentam correlação. O patamar (C) é o valor correspondente ao alcance, a partir dele considera-se que não existe mais dependência entre os dados. E a contribuição (C_1) é a diferença entre o patamar e o efeito pepita.

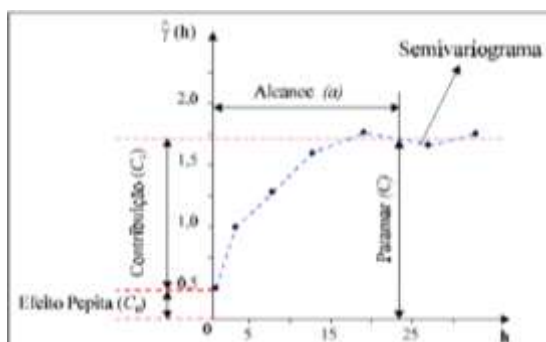


Figura 2: Exemplo teórico de um semivariograma com seus respectivos parâmetros. Fonte: Camargo (1977)

- **Geração do Grid:** Nesta etapa, realizou-se a geração do Grid de estimativa, ou seja, a melhor malha que comportaria os dados amostrais de porosidade levando em consideração as dimensões do reservatório.
- **Krigagem:** Nesta etapa, após identificado o número de *ranges* para cada ângulo do variograma horizontal, utilizou-se os seguintes dados demonstrados na tabela 1 abaixo para elaborar a krigagem:

Tabela 1: Parâmetros utilizados para krigagem.

Krigagem	
Menor alcance	704m
Média dos alcances	979m
Maior alcance	1232m
Ângulo do maior	135m

- **Validação Cruzada:** Utilizando um gráfico com dados bivariados (Scatterplots), após *krigar* os dados, compara-se com o modelo de dados relacionados para assim assegurar a validade do modelo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conjunto de dados amostrados obteve uma média de 0,1721 e variância de 0,005288. Realizou-se a modelagem variográfica através da construção dos semivariogramas horizontais e verticais, levando em consideração a anisotropia. Foi obtido os alcances para cada direção e dentre todos alcances, utilizou-se o maior alcance, o ângulo de maior alcance e o alcance mínimo para a realização da krigagem ordinária.

A tabela 2 demonstra os parâmetros utilizados para a construção dos semivariogramas horizontais, semivariogramas verticais, e os alcances obtidos dos mesmos:

Tabela 2: Parâmetros utilizados para gerar os variogramas.

Azimute	Mergulho	Tolerância angular	Bandwidth	Alcance (m)	Função
Semivariograma Horizontal					
0°	0	100	125	880	Esférica
22,5°	0	45	125	968	Esférica
45°	0	45	125	792	Esférica
57,5°	0	45	125	704	Esférica
90°	0	45	125	880	Esférica
112,5°	0	45	125	1232	Esférica
135°	0	45	125	1232	Esférica
157,5°	0	45	125	1144	Esférica
Semivariograma Vertical					
0°	45°	45	5	48	Esférica
0°	90°	45	5	40	Exponencial

Após a modelagem variográfica realizou-se a construção do grid, no qual, os parâmetros podem ser vistos na tabela 3.

Tabela 3: Dados para geração do Grid .

X (m)	Y (m)	Z (m)
Origens (Desconto de 20m)		
427957,7	6737703	-3748,42
N° de Células		
20	20	20
Tamanho das Células		
190,0103	433,9023	39,91525

Após a inserção dos parâmetros da variográfica no algoritmo de krigagem ordinária, realizou-se a estimativa da porosidade utilizando o grid de estimativa. O resultado gerado pode ser visto na figura 3, no qual mostra a estimativa da porosidade do reservatório em estudo.

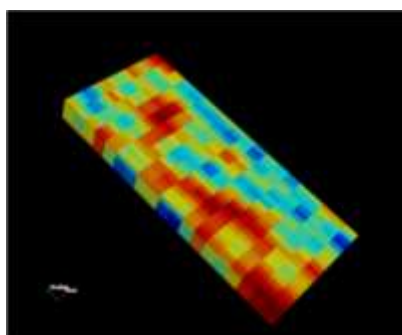


Figura 3: Modelo gerado através da estimativa por Krigagem ordinária.

A validação da estimativa se deu através da validação cruzada. Gerou-se um gráfico *scatterplot*, que pode ser visto na figura 4.

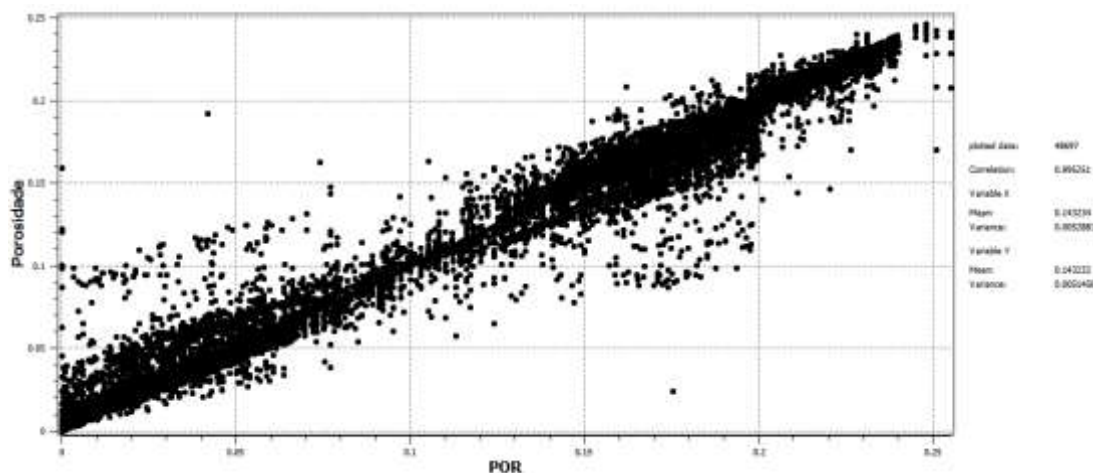


Figura 4: Validação cruzada para a porosidade do modelo de dados e para o novo modelo gerado.

Nota-se que a variância do modelo obtido é de 0,00514507, ou seja, uma diferença de 0,00014304 entre ela e a do modelo de dados.

4. CONCLUSÕES

Através das metodologias, foi possível realizar a estimativa da porosidade em locais não amostrados. A validação do método pôde ser efetuada visualmente, averiguando a coerência entre os valores amostrados e estimados em um mesmo ponto e pôde ser solidificado através do *Scatterplot*, que mostra a correlação entre os valores reais e estimados. Portanto, por meio da modelagem variográfica e da estimativa por krigagem ordinária foi possível gerar um modelo geoestatístico da porosidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOTTI, J. L. S. **Introdução à Geoestatística**. Porto Alegre: Estudos Tecnológicos - Acta Geológica Leopoldensia, 1988. 81 p.

CAMARGO, E.C.G. **Desenvolvimento, Implementação e teste de Procedimentos Geoestatísticos (Krigagem) no Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING)**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1997. 105 p.

IJANC,F.M. **Aplicação da Geoestatística em Controle Estatístico de Processos**, 2012, 64 f.Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Estatística) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2012.