



ESTIMATIVA DE RESERVAS POR MEIO DA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS GEOESTATÍSCAS NA REGIÃO DE ALBERTA, CANADÁ

LUANA NICOLY MARTINS TOMAZ¹; ISIS FELTRIN STEINER²; DENILSON SCHRÖDER JORGE³; LARISSA PINHEIRO DA COSTA⁴.

¹*Universidade Federal de Pelotas – luanamartinstomaz@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – isissteiner@hotmail.com*

³*Universidade Federal de Pelotas – denilsonjorge4@gmail.com*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – larissap.costa@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

A geoestatística é uma excelente ferramenta de estimativa espacial, que funciona como ligação entre a geologia e a engenharia de reservatório (TIMM, 2014). Tratando-se de um conjunto de dados, o mesmo pode ser definido como o estudo quantitativo de fenômenos posicionados no espaço, buscando descrever ou explicar o comportamento e relação com outros fenômenos espaciais. (BRAGA, 2008). Os métodos de krigagem usam a dependência espacial entre amostras vizinhas, expressa no semivariograma, para estimar valores em qualquer posição dentro do campo, sem tendência e com variância mínima, ou seja, são estimadores ótimos. (CARVALHO; ASSAD, 2005).

Segundo ROCHA et al. (2007) dos vários métodos de estimativa existentes o mais difundido é a krigagem ordinária. Este método resulta em valores com mínima variância de erro, o que confere ao domínio estimado precisão local, porém estas estimativas são suavizadas (efeito de suavização da krigagem). Na indústria petrolífera a krigagem ordinária possui ampla utilização sendo de grande importância para realização de estimativas de valores variáveis em pontos não amostrados de um reservatório de óleo e/ou gás, geração de modelos geológicos, geração de modelos de probabilidade a fim de observar as áreas (volumes) com maior ou menor probabilidade de um determinado evento ocorrer, determinação de litologias ou tipologias de minério, entre outras aplicações.

O foco deste trabalho são as areias betuminosas de Alberta, Canadá; que são consideradas areias não convencionais. Segundo SILVA FILHO et al. (2019), areias betuminosas são uma mistura de areia, água, argila e betume. O betume é uma forma de petróleo composto por hidrocarbonetos de grandes cadeias, ou seja, bastante denso (ou pesado). Outra característica do betume é a presença de metais pesados em sua composição, como o níquel, vanádio, arsênio, chumbo e o mercúrio. BARTOLOMEU (2014) afirma que com as areias betuminosas o Canadá torna-se, atrás da Arábia Saudita e Venezuela, um dos maiores detentores de reservas de petróleo do mundo, e com reservas estimadas só na província de Alberta, de 170 milhões de barris, segundo o governo provincial. As reservas do Canadá compreendem, aproximadamente, 765 milhões de m³ de petróleo bruto convencional, 200 milhões de m³ de gás natural liquefeito e 2.508 milhões de m³ de areias betuminosas. Sendo as areias betuminosas o principal recurso energético canadense, e uma das mais importantes reservas a nível mundial, colocando o Canadá como uma referência mundial ao nível dos hidrocarbonetos.

Dessa forma, é possível ressaltar a importância econômica das reservas de areias betuminosas para a indústria petrolífera canadense. Este estudo tem como objetivo realizar a modelagem geoestatística de um depósito sedimentar localizado



na região de Alberta – Canadá, através da realização de simulações e avaliação de incertezas, além de avaliar as técnicas geoestatísticas.

2. METODOLOGIA

O banco de dados utilizado nesse estudo trata-se de um banco de dados concedido em formato *txt*, constituído por quatro colunas, no qual apresenta as coordenadas (X,Y) em metros, 470 valores para betume e 268 para finos. A metodologia aplicada foi realizada no software *SGeMS* sendo desenvolvida em cinco etapas, a análise exploratória, descrição univariada, descrição bivariada, mapa de localização das amostras e krigagem. A etapa de análise exploratória é de grande importância, a partir dela é possível examinar o banco de dados disponível, sistematizar e organizar os dados e informações. Essa etapa consiste na análise dos dados geoestatísticos de distribuição a fim de examinar os dados preliminarmente com o intuito de identificar qual a melhor técnica estatística deve ser aplicada.

Os dados foram analisados e importados para o *SGeMS* onde foram gerados histogramas, Q-Q *Plots*, *Scatter plots*, mapa de localização das amostras, variogramas e a krigagem. Para a confecção dos variogramas utilizamos oito direções como parâmetro, com intervalo de 22,5° e aplicando o limite de tolerância angular de 22,5° gerando assim oito variogramas. Devido a presença de betume encontrada ser maior em relação aos finos, o betume será a variável de interesse deste estudo. Por fim, com o intuito de estimar os valores nos pontos não amostrados, a krigagem ordinária foi realizada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam uma média de 3,10% para a variável finos, enquanto o valor encontrado para o betume foi de 21,76%. De acordo com o estudo realizado num reservatório de petróleo não convencional também localizado na província de Alberta, os resultados apresentaram comportamento similar para tal propriedade apontando que a maior concentração de betume apresentou uma média de 22% (FARIAS; SILVA JUNIOR, 2014). Ademais, a amplitude encontrada mostrou ser muito maior nas areias betuminosas, podendo ser explicada pela maior amostragem de betume quando compararmos com os finos. No mapa de distribuição das amostras (Figura 1) é possível observar que a maior parte das amostras se concentram no lado esquerdo do mapa provando que há uma certa continuidade espacial dessa variável. Por fim, o coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis foi estimado em 0,49, demonstrando uma correlação entre betume e finos. Os variogramas gerados nas oito direções utilizando o *SGeMS* podem ser observados na Figura 2, e foram posteriormente utilizados para a estimativa por krigagem ordinária (Figura 3).

A Figura 3 (A) indica um mapa composto por porcentagens de betume. As anomalias indicam áreas com uma grande porcentagem de material betuminoso, na qual se localizam as possíveis reservas. O mapa é essencialmente composto por baixas porcentagens (até 22,13%) representadas em azul escuro. Destaca-se fortes anomalias com altas porcentagens (59,18 a 71,53%) na parte noroeste do mapa. Em algumas porções localizadas estima-se porcentagens intermediárias, representadas pela variação de amarelo, azul claro e verde claro (22,13 a 46,83). A Figura 3 (B) representa a variância da krigagem, nesse estudo não comentada por não ter uma relação física ou geológica.

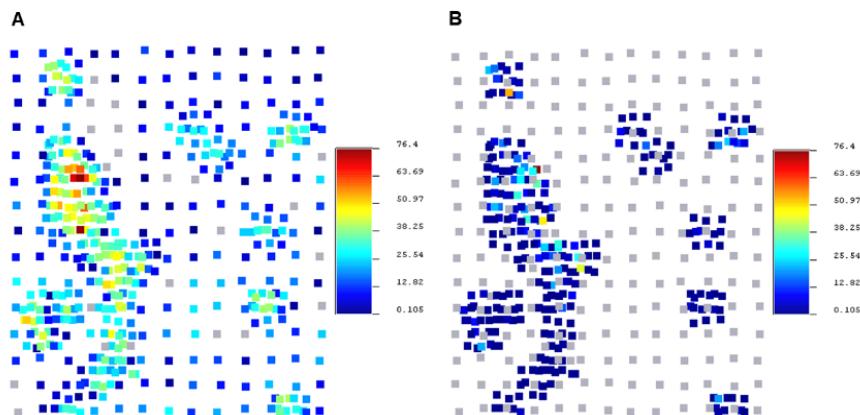


Figura 1 – Mapa de distribuição das variáveis estudadas. (A) Betume e (B) finos.

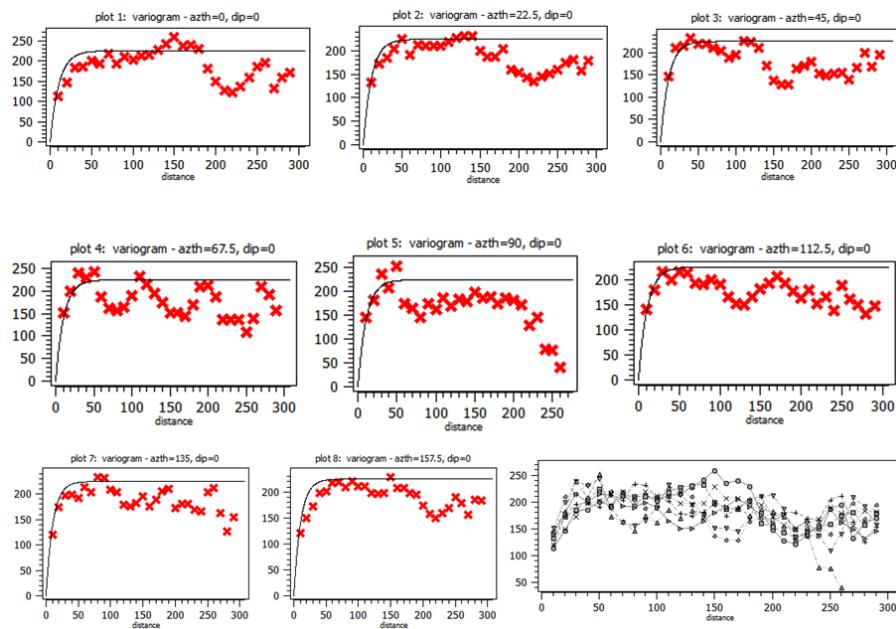


Figura 2 – Variogramas para oito direções e todos os variogramas juntos da variável betume.

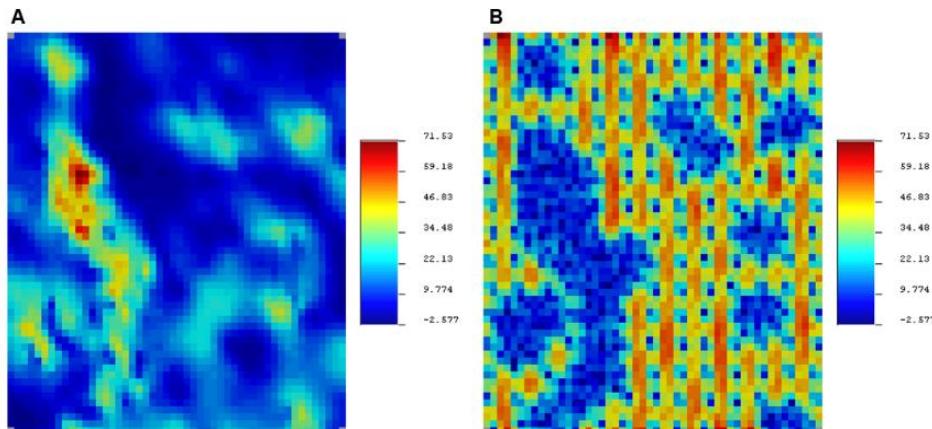


Figura 3 – (A) Krigagem ordinária da propriedade betume e (B) variância da krigagem.



4. CONCLUSÕES

A partir desse estudo conclui-se que em relação a distribuição das amostras a presença de betume mostrou ser muito maior quando comparado com a distribuição dos finos. Além disso, é possível observar que essas areias possuem uma correlação com o teor de finos, onde ocorre o aumento do teor dos finos ocorre também um aumento do betume. A partir desse estudo foi possível concluir que o objetivo inicial proposto de realizar a modelagem geoestatística de um depósito sedimentar localizado em Alberta no Canadá através da realização de simulações utilizando o software SGeMS por meio da aplicação de técnicas geoestatística foi alcançado. Como principal vantagem desse método é possível destacar a possibilidade de correlacionar espacialmente os dados a fim de obter uma estimativa de reservas mais aprimorada. Por fim, recomenda-se para a continuação da presente pesquisa um estudo avançado aplicando a metodologia em um banco de dados 3D, visando eliminar as incertezas em relação ao erro associado durante a krigagem e aperfeiçoando os resultados encontrados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTOLOMEU, S. J. A. A exploração não convencional de recursos energéticos: exemplo de Alberta (Canadá). 2014. Dissertação em Mestrado Acadêmico (Gestão de Território), Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade Nova de Lisboa, 2014.
- BRAGA, L. **Introdução A Geoestatística Com Programação R.** 1º edição. Rio de Janeiro. E-PAPERS, 2008.
- CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D. Análise espacial da precipitação pluviométrica no estado de São Paulo: comparação de métodos de interpolação. **Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 2, p. 377-384, 2005.
- FARIAS, L. F. I.; SILVA JUNIOR, A. A. Modelagem Geoestatística de Um Reservatório de Petróleo Não Convencional Sintético. In: **XXIII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**, Pelotas, 2014, **Anais...** Pelotas: Pró-reitoria de Pós-graduação e Pesquisa, 2014.
- ROCHA et al. Aplicação de Krigagem com Correção do Efeito de Suavização em Dados de Potenciometria da Cidade de Pereira Barreto – SP. **Revista do Instituto de Geociências – USP**, v. 7, n. 2, p. 37-48, 2007.
- SILVA FILHO et al. As Areias Betuminosas da Venezuela: Exploração e suas Consequências Ambientais. In: **10º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS**, Natal, 2019, **Anais...** Natal: Associação Brasileira de Petróleo e Gás, 2019.
- TIMM, P. P. **Modelagem Geológica e Petrofísica 3D de um Reservatório de Óleo.** 2014. Dissertação de Graduação em Engenharia de Petróleo, Universidade Federal de Pelotas, 2014.