

## **Estimativa e Classificação de Recursos Minerais: um exercício a partir de um depósito de carvão mineral**

Adriano Gomes Mirais de Oliveira, discente do PPGEM, Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul

Prof. Dr. Luis Eduardo de Souza, docente, Universidade Federal do Pampa

Prof. Dr. Ricardo José Hundelshausen Rubio, docente, Universidade Estadual do Amapá

adrianooliveira.aluno@unipampa.edu.br

A estimativa de recursos minerais é a metodologia que busca prever valores em áreas não amostradas a partir de um conjunto de amostras distribuídas no espaço. Por sua vez, a classificação de recursos minerais busca estabelecer níveis de confiança com base na distribuição geométrica ou espacial dos dados e no nível de confiança ou grau de certeza associado às estimativas. Dessa forma, com base nas normas estabelecidas pela Comissão Brasileira de Recursos e Reservas (CBRR), um recurso mineral é um inventário realístico de mineralizações que tem como referência condições técnicas e econômicas que justifiquem um depósito se tornar, totalmente ou em parte, economicamente lavrável. Diante disso, os recursos minerais podem ser classificados como inferido. O presente trabalho faz um exercício de estimativa e classificação de recursos a partir de um banco de dados com 134 amostras de carvão mineral localizado no município de Figueira – PR. Este depósito está situado no contexto geológico da Bacia do Paraná, com amostras distribuídas entre as Formações Irati, Palermo, e no Membro Paraguaçu, caracterizados por sua origem a partir de um ambiente sedimentar marinho-costeiro inserido na sequência Gondwana I. O objetivo principal deste trabalho é classificar a variável espessura do banco de dados de carvão referente a mina Armando Simões PI-08 pertencente a Carbonífera do Cambuí LTDA, a partir do método do erro padrão. Os objetivos específicos são o tratamento e a análise exploratória dos dados, a definição da elipse de anisotropia do depósito, e ainda, a estimativa de recurso através da krigagem ordinária. A metodologia ocorreu através dos *softwares* Isatis.Neo®, Qgis® e da planilha Excel®, tendo iniciado a partir do tratamento do banco de dados e da análise exploratória dos dados. A análise variográfica é definida como a representação gráfica das funções de distribuição de uma variável, expressando o aumento da variância com o incremento da distância na amostragem. A krigagem ordinária é um interpolador que objetiva por minimizar a variância do erro a partir das informações estruturadas fornecidas pelo variograma. A validação da estimativa se deu através de validações visuais, análise de deriva e da utilização da técnica de validação cruzada. Na classificação de recursos, foi utilizado o método do erro padrão, ao qual avalia o erro da estimativa a partir do desvio padrão da estimativa dividido pela raiz quadrada do tamanho amostral. Os critérios para classificação de recursos são adaptados dos limites definidos por Diehl & David (1982). O volume para cada uma das classes de recurso foi obtido a partir da razão entre o tamanho do bloco, nº de blocos de cada classe e a espessura de cada bloco. Os resultados obtidos partem da construção de um sumário estatístico detalhado,

com o intuito de caracterizar estatisticamente o depósito, a partir de medidas de tendência central, de espalhamento e de forma. Em seguida, a partir da análise variográfica, foi definida uma elipse de anisotropia com *range* de 1600m para direção de maior alcance (30°), e de 1000m para direção de menor alcance (120°), que em conjunto com um *grid* de 85 x 85m, deram suporte a estimativa por krigagem ordinária. Como resultado da interpolação, foi gerado um mapa contendo estimativas da variável espessura para cada um dos 3348 blocos do *grid*, além de mapas e estatísticas referentes a variância e desvio padrão da krigagem. A interpolação foi submetida e aprovada a partir de validações visuais, análise de deriva e pelo método de validação cruzada. Acessando os quantis do erro padrão de cada um dos blocos, foram definidos os limites para as classes de recursos, sendo definidos os quantis  $\leq 10\%$  como recurso medido,  $10\% >$  indicado  $\leq 20\%$ ,  $20\% >$  inferido  $\leq 40\%$  e, os blocos com erro padrão  $> 40\%$  foram definidos como dados exploratórios. Dos 3348 blocos estimados, 384 foram classificados como medido, com um volume de 1.406.691,31 m<sup>3</sup>; 297 foram classificados como indicado, com um volume de 1.268.770,15 m<sup>3</sup>; 670 dados foram classificados como inferido, com um volume de 2.223.168,83 m<sup>3</sup>; por último, 1997 blocos são referentes aos dados exploratórios, aos quais representam um volume de 6.210.334,06 m<sup>3</sup>. Métodos clássicos de classificação de recurso, como o erro padrão, eram costumeiramente utilizados na indústria, quando ainda não havia uma padronização bem definida a respeito dos critérios para classificação de recursos. O erro padrão calculado a partir da variância de krigagem não é considerada uma boa medida de erro de estimativa, uma vez que a própria variância de krigagem leva em consideração apenas a localização dos dados, e não os seus valores, o que pode gerar uma classificação inadequada em cenários onde ocorra uma vizinhança de dados com valores discrepantes. Portanto, para uma adequada classificação de recursos, sugere-se uma comparação entre metodologias geoestatísticas comprovadamente robustas, como o Máximo Erro da Estimativa, o Índice de Risco e o *Superkriging*.

**Agradecimentos:** Agradeço a UNIPAMPA e a UFRGS, bem como aos professores, pelo ensino de qualidade. Também agradeço a Fundação Luiz Englert pela bolsa e oportunidades concedidas, e a Carbonífera do Cambuí LTDA pela disponibilidade do banco de dados.

**Palavras-chave:** Classificação de Recursos; Estimativa de Recursos; Carvão Mineral.