

MODELAMENTO DE DADOS GEOLÓGICOS EM PESQUISA MINERAL UTILIZANDO LÓGICA FUZZY E PROBABILIDADE CONDICIONAL

F. R. S. Moreira, R. Almeida-Filho e G. Câmara

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, C. P. 515, São José dos Campos-SP

Lógica fuzzy, probabilidade condicional e processos de tomada de decisão (AHP), foram avaliados na integração e análise espacial de dados geológicos, visando a definição de áreas potenciais à ocorrência de minerais radioativos no maciço alcalino de Poços de Caldas (). Técnicas de inferência espacial foram aplicadas segundo um modelo prospectivo baseado em critérios diagnósticos, representado pela ocorrência de litologias favoráveis, feições estruturais e anomalias radioativas. Os critérios diagnósticos litologias favoráveis e anomalias gama-radiométricas foram convertidos em membros fuzzy, através de funções lineares operadas sob pesos definidos de maneira heurística. No caso das litologias foram também aplicadas funções lineares, com o objetivo de espacializar incertezas associadas à localização de contatos inferidos. Feições estruturais foram espacializadas através de funções quadráticas, as quais constituíram membros fuzzy ordenados em relação à distância relativa a essas feições. O "ponto de cruzamento" das funções quadráticas foi definido pela correlação espacial (probabilidade condicional) dos critérios diagnósticos, em relação a 48 ocorrências radioativas conhecidas, consideradas verdades de campo. A etapa final do modelamento constou da integração das evidências fuzzy (critérios diagnósticos) através de uma soma ponderada, onde os pesos foram definidos empiricamente segundo processo analítico hierárquico (AHP). O resultado, expresso na forma numérica, foi fatiado arbitrariamente em quatro classes de potencialidade (alta, média, baixa e nula), que

exprimem níveis diferentes de favorabilidade à ocorrência de minerais radioativos. Cada cenário foi avaliado qualitativa e quantitativamente e os resultados comparados àqueles obtidos por modelamento semelhante, realizado através do método Média Ponderada. Na análise qualitativa observou-se o número de ocorrências minerais mapeadas pelas classes de favorabilidade em cada modelo. Em ambos, a faixa "alto potencial" encerrou 12 ocorrências. Entretanto quando se considera a soma das classes "alto" e "médio potencial" (área $\cong 30\text{Km}^2$) o modelo Fuzzy leva ligeira vantagem, mapeando 27 ocorrências minerais, contra 24 do modelo Média Ponderada. Na análise quantitativa foi utilizada probabilidade condicional através do parâmetro "Grau de Confiança", para avaliar o caráter explicativo de cada classe de potencialidade em relação às ocorrências minerais. Embora os dois modelamentos tenham apresentado resultados próximos, as classes "alto" e "médio potencial" do modelo Fuzzy obtiveram valores de Grau de Confiança maiores, 12,9 e 5,7 respectivamente, em relação ao modelo Média Ponderada, 12,6 e 4,97. Analisando-se os desempenhos gerais obtidos pelas duas metodologias pôde-se concluir que a lógica fuzzy permitiu maior refinamento dos dados, melhorando a forma de representação do padrão de distribuição espacial das evidências ("variável espacial"). A distribuição dos valores de saída no modelamento fuzzy foi também mais uniforme, o que permitiu maior flexibilidade na definição dos limites de corte das classes de potencialidades (tomada de decisão).

SIG/GOIÁS – GEOLOGIA E RECURSOS MINERAIS DE GOIÁS E DISTRITO FEDERAL

Maria Luiza Osório Moreira & Heitor Faria da Costa

Av. Laurício Pedro Rasmussem, 2535 Vila Yate Goiânia GO CEP 74620-030

Telefone (62) 202 2540 – Fax (62) 202 3377 mmoreira@praca.ufg.br

Este trabalho representou um primeiro esforço do Estado de Goiás em organizar, de forma sistemática, as informações de recursos naturais. Para isto partiu-se do trabalho **Geologia e Recursos Minerais-1:500.000'**, concluído pela CPRM/METAGO/UnB/SMET no final de 1999 apresentando uma síntese das informações geológicas e metalogenéticas disponíveis e atualizadas do Estado de Goiás e Distrito Federal.

A partir de uma primeira análise desta documentação foram realizadas várias reuniões entre equipes executoras do trabalho original da CPRM e METAGO e do Departamento de Gestão Territorial e Divisão de Geoprocessamento da Diretoria de Mineração e Recursos Naturais da Agência Goiana de Desenvolvimento Industrial e Mineral, a cerca de conceitos, definições e do universo de informações que entrariam na formação do banco, gerando assim um primeiro modelo conceitual do projeto. O modelo conceitual gerado é fortemente dependente de diferentes pontos de vista apresentados pelas pessoas que possuíam as informações, que desejavam informações e de sua interpretação pela equipe que elaborou o modelo. Embora não exista uma solução única, o modelo gerado, no entanto, procurou compatibilizar as várias visões envolvidas gerando um produto final interativo.

O SIG_GOIÁS – Geologia e Recursos Minerais de Goiás e Distrito Federal, corte cartográfico 1:250.000, compreende a integração de um banco de dados geoespacial composto basicamente dois tipos de repositórios: um, onde são armazenadas as feições geográficas (pontos, linhas, polígonos, etc) e outro, onde são armazenadas as informações alfanuméricas que complementam as descrições destas feições. A integração deste ambiente

foi realizada por um Sistema de Informação Geográfica (ArcView, Arc/Info) onde as informações gráficas são gerenciadas pelo próprio SIG e as informações temáticas alfanuméricas são gerenciadas por aplicativo embutido no SIG (DBASE).

A criação de um mapa associado a um ambiente de SIG envolve duas fases: a digitalização dos elementos gráficos e a sua incorporação ao SIG. Neste caso em particular, as duas etapas foram completamente dissociadas uma vez que as entidades gráficas foram migradas do ambiente de CAD (Maxi-Cad).

O desenvolvimento do banco de dados compreendeu várias fases: Levantamento e Análise de Requisitos, Projeto Conceitual, Projeto Lógico e Físico, Projeto de Transações Básicas e Implantação do banco propriamente dito. Devido às particularidades próprias do desenvolvimento de um banco com características espaciais e levando em consideração ainda limitações do prazo e pessoal disponível, foram feitas adaptações em algumas destas etapas para adequar as estruturas de dados projetadas à utilização pretendida.

O produto final foi disponibilizado na forma de um CD contendo um visualizador – ArcExplorer, um projeto por folha 1:250.00 (34 folhas) contendo os temas geologia, contatos, fraturas, estruturas, dobras, diques, potencial metalogenético, ocorrências minerais além de drenagens, localidades, malha viária, limites municipais.

1 Lacerda Filho, Jofre Valmório de et all. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal – Programa Levantamentos Geológicos do Brasil – Escala 1:500.000. Convênio CPRM/SMET-GO/METAGO/UnB
Goiânia - GO 1999