

Enriquecimento de cobalto em protominérios de manganês de idade Paleoproterozoica

Autores: Evilarde Carvalho Uchôa Filho^{a,e}; Felipe Holanda dos Santos^{b,e}; Douglas Teixeira Martins^d; Wagner da Silva Amaral^c; José Alberto Rodrigues do Vale^a

^a Serviço Geológico do Brasil – SGB – DGM

^b Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, 60455-760, Fortaleza-CE, Brasil

^c Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas - (UNICAMP), Campinas, São Paulo, Brasil

^d Instituto Federal do Piauí, 64750-000 Paulistana, PI, Brasil

^e Programa de Pós-Graduação de Geologia (PPGG), Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil

A crescente dependência mundial de minerais críticos, especialmente para tecnologias de baixo carbono como veículos elétricos e turbinas eólicas, destaca a urgência de encontrar fontes alternativas para mitigar o substancial risco de esgotamento destes recursos. Este estudo apresenta uma alternativa para modelagem geoquímica, com a utilização de Análise de Principais Componentes (APC) e o método de agrupamento K-means, para os depósitos de manganês de idade Paleoproterozoica encontrados na África e no Brasil, que apresentam teores anômalos de cobalto (ca. 1200 ppm) e outros metais como arsênio, cobre, molibdênio, níquel, vanádio e zinco. Os resultados da APC para a matriz de correlação de coeficientes dos valores de Fatores de Enriquecimento de elementos maiores e menores de amostras de oito depósitos de Mn (Azul, Buritirama, Serra do Navio, Lagoa do Riacho, Morro da Mina, no Brasil e Kisenge-Kamata, Moanda, Nsuta na África), renderam uma variância cumulativa de 54,3% para as PC1 (34,6%) e PC2 (11, 8%). Na PC1 os maiores *loadings* positivos correspondem as variáveis Mn_{EF} , Ni_{EF} e Co_{EF} , ao passo que os maiores *loadings* negativos correspondem às variáveis Si_{EF} , Fe_{EF} , K_{EF} , Ti_{EF} , Cr_{EF} e Zr_{EF} . A PC2 mostra os maiores *loadings* positivos para as variáveis Ca_{EF} , Mg_{EF} e PEF . Por outro lado, os maiores *loadings* negativos para Cu_{EF} e V_{EF} . A representação em diagrama *biplot* mostrou que os clusters de vetores Mn_{EF} , Ni_{EF} , Co_{EF} , V_{EF} e Cu_{EF} , influenciam as amostras de rochas carbonáticas ricas em Mn, rochas carbonáticas-siliciclásticas ricas em Mn e rochas silicáticas ricas em Mn, ambas com altos valores de Co_{EF} (acima de 500). O cluster de vetores Ca_{EF} , Mg_{EF} e PEF apresenta maior influência nas amostras de rochas carbonáticas, que apresentam baixo valor de Co_{EF} (próximo de 0). O cluster de vetores Si_{EF} , Fe_{EF} , K_{EF} , Ti_{EF} , Cr_{EF} e Zr_{EF} mostraram maior relação com as amostras de rochas siliciclásticas de baixo Co_{EF} . Por outro lado, o cluster de vetores Cu_{EF} e V_{EF} mostraram influencia em rochas carbonáticas ricas em

Mn oxidadas. Os resultados mostraram uma dicotomia quanto a origem do enriquecimento de cobalto e outros metais nesses depósitos, que estaria ligado ao ciclo de oxirredução do Mn. Neste processo, após a formação do oxihidróxido de Mn junto à adsorção de Co e outros metais em condições óxicas, há o soterramento desses óxidos de Mn, em um ambiente diagenético anóxico, seguido da nucleação de carbonatos de Mn por processos de redução de sulfato devido à degradação microbiana e formação de sulfetos ricos em metais (Fe, Co, Ni, V). Por outro lado, a entrada de componentes terrígenos para a formação de rochas siliciclásticas ricas em Mn junto às rochas carbonáticas portadoras de Mn é evidenciada pelos proxies Si_{EF} , Fe_{EF} , K_{EF} , Ti_{EF} , Cr_{EF} e Zr_{EF} . O enriquecimento supergênico para Co nestes depósitos é evidenciado pela influência do Cu_{EF} nos protominérios oxidados. Esta abordagem alternativa, apoiada pela modelagem geoquímica, não só melhora nossa compreensão da gênese desses depósitos de manganês durante o Paleoproterozoico, mas também revela uma via alternativa para a exploração de cobalto.