

Cambo 001667

I/99 I/2004

PROJETO GEOQUÍMICA DO BAMBUÍ - BH - ETAPA II

UMA REAVALIAÇÃO REGIONAL

RESUMO

INTRODUÇÃO

DESCRIÇÃO DA ÁREA

AMOSTRAGEM E TÉCNICAS ANALÍTICAS

AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

## R E S U M O

Este documento descreve a reavaliação dos dados do Projeto Geoquímica do Bambuí-BH - etapa II.

O trabalho consiste em apresentar a distribuição geoquímica regional em sedimentos de corrente dos elementos Cu, Pb e Zn e descrever o seu relacionamento com a geologia da área estudada.

Os dados obtidos permitiram verificar que os elementos zinco e chumbo podem delimitar áreas mineralizadas no Grupo Bambuí. O elemento cobre revelou, em princípio, não estar associado nas áreas prospectáveis.

Os resultados alcançados mostram o possível papel que este tipo de trabalho possa desempenhar como um meio de definir áreas com potencial mineral, em escala regional ou semi-regional, bem como fornecer informações sobre os aspectos geológicos.

## INTRODUÇÃO

### Histórico

O Projeto Geoquímica do Bambuí II - BH foi realizado na borda ocidental do grupo Bambuí. Coletou-se cerca de 4000 amostras de sedimentos de corrente, concentrado de bateia, rochas e seixos. A interpretação dos resultados daquele Projeto baseou-se principalmente na técnica de Rose & Keith (1971), que agrupa as amostras por bacias de drenagem.

### Objetivo

Neste trabalho foi realizado uma outra interpretação na mesma área, objetivando apresentar a distribuição areal dos elementos Cu, Pb e Zn e verificar a capacidade desses elementos de delimitar áreas mineralizadas e áreas com potencial mineral. A integração dessa área com as outras já estudadas poderá estabelecer um modelo de distribuição geoquímica destes elementos metálicos e pode servir de subsídio para uma avaliação da província metalogenética do grupo Bambuí.

### Localização

A área estudada está situada na parte ocidental do Estado de Minas Gerais, tendo as cidades de Unaí ao norte e Patos de Minas ao sul (fig. 1).

É representada por um polígono regular, cujos vértices apresentam as seguintes coordenadas:

A - 46°30'W e 16°00'S

B - 47°15'W e 16°00'S

C - 47°15'W e 19°00'S

D - 46°00'W e 19°00'S

E - 46°00'W e 17°30'S

F - 46°30'W e 17°30'S

## DESCRIÇÃO DA ÁREA

### Clima

Na região são reconhecidos três tipos de climas: a) clima tropical úmido, abrangendo a maior parte da área (João Pinheiro, Vazante e Unaí), b) clima mesotérmico de verões quentes, ocorrendo em faixas estreitas passando pelos municípios de Presidente Olegário, Lagamar e Coromandel e, c) clima mesotérmico de verões brandos, predominando na parte sul da área, nos municípios de Patos de Minas e Carmo do Paranaíba.

### Vegetação

Os tipos principais de vegetação estão associados às variações litológicas e são expressos pelas variedades cerrado, predominante na área e distribuído sobre as rochas pelíticas, campos e cerradões e floresta aberta, ocorrendo sobre as rochas carbonatadas.

### Hidrografia

A área do Projeto abrange parte das bacias do rio São Francisco e Paraná. Os principais rios são: Preto, Paracatu, Prata, Traíras, Escuro, Paranaíba e São Marcos.

### Geomorfologia

O Projeto está situado na província morfo-estrutural do Planalto Central, na borda ocidental da depressão periférica sanfranciscana.

### Solos

Os principais tipos de solos da área são: latossolo vermelho escuro e vermelho amarelado, aparecendo subordinadamente, litossolos e localmente lateritas hidromórficas.

## Geologia e Mineralizações

Neste trabalho somente serão descritas, e de forma resumida, as rochas que abrangem a área amostrada e que correspondem às rochas do grupo Bambuí.

### Grupo Bambuí

As rochas do grupo Bambuí compreendem litologias tais como, calcários, arenitos arcóseos, conglomerados, siltitos, margas, filitos, ardósias, etc, com predominância do último litotipo. A coluna estratigráfica adotada foi a estabelecida por O.P.G. Braum (1968) que definiu da base para o topo, as Formações Paranoá, Paraopeba e Três Marias.

A Formação Paranoá ocorre a oeste de João Pinheiro e nas regiões de Patos de Minas, Patrocínio e Unaí. As rochas representativas são arenitos e quartzitos intercalados por metassiltitos, filitos, ardósias e argilitos.

Os contatos da Formação com o Grupo Canastra dão-se através de falhamentos, enquanto que com as rochas sobrejacentes são normais.

A Formação Paraopeba apresenta a maior distribuição dentro da área do Projeto, e encerra as litologias mais importantes, devido a sua grande potencialidade mineral.

Constitui-se por ardósias, ardósias calcíferas, argilitos, siltitos, siltitos calcíferos, filitos, margas, calcários, calcários dolomíticos, dolomitos e brechas intraformacionais. As ardósias predominam em extensão e distribuição. Os calcários ocorrem sob forma de morrotes escarpados, às vezes são estramatolíticos. Existe uma faixa dolomítica que se estende desde Coromandel até às cercanias de Unaí. É marcante a tectônica ruptural que afetou o pacote de rochas carbonáticas. O contato da Formação Paraopeba com o Grupo Canastra dá-se por falhamentos de empurrão, enquanto que com as demais Formações do

grupo Bambuí, por vezes é normal.

O topo do grupo Bambuí é representado pela Formação Três Marias, constituída de arcósios, siltitos, micáceos, grauvacas siltíticas, arenitos arcósianos e argilitos. O contato com a Formação Paraopeba dá-se através de falhamentos de empurrão, e em certos locais, transicional.

### Mineralizações

As mineralizações mais importantes são as plumbo-zincíferas que são separadas em silicatadas e sulfetadas. A principal silicatada localiza-se a NE de Vazante em uma série de elevações calcário-dolomíticas. Os minerais de minério principais são: hemimorfita, smithsonita, willemita, zincita, malaquita e galena.

Dentre as mineralizações sulfetadas, destaca-se a de Morro Agudo, com a mineralização disseminada em dolomitos e brechas intraformacionais, sob a forma de vênulas de blenda e galena preenchendo diáclases. Constatou-se, também na área, ocorrência de cobre (Madalosso, A., 1978) na fácies carbonato filito na Serra do Landim. Superficialmente tem-se malaquita em películas paralelas à xistosidade. Em profundidade tem-se galena e rara calcopirita em cristais submilimétricos paralelos à xistosidade.

Próximo a Lagamar, ocorre uma faixa fosfática de direção NE/SW distribuindo-se continuamente pelo município de Patos de Minas terminando em Coromandel. Ocorrem, também, depósitos inexpressivos de manganês intercalados em ardósias a NW de São Pedro da Ponte Firme e discretas mineralizações de fluorita em calcários da Formação Paraopeba. Ocorre, também, mineralização aurífera em veios de quartzo no local denominado Morro do Ouro. Na chaminé vulcânica de Serra Negra tem-se mineralizações de titânio (perovskita).

## AMOSTRAGEM E TÉCNICAS ANALÍTICAS

Foram coletadas 3169 amostras de sedimentos de corrente, com densidade média de uma (1) amostra por 7,9 km<sup>2</sup>. No tocante a concentrados de minerais pesados coletou-se cerca de 465 amostras, além de 51 amostras de seixos, 96 amostras de rocha e 101 amostras de solos. Neste trabalho somente foram utilizadas as amostras de sedimentos de corrente.

As amostras foram submetidas às análises por absorção atômica para Cu, Pb, Zn, Fe e Mn e por digestão em HNO<sub>3</sub> concentrado a quente. O ouro foi digerido em solução de bromo a 0,5% em ácido bromídrico concentrado a quente. O fósforo foi analisado pelo método colorimétrico e o flúor foi determinado pelo método do eletrodo de íon específico. Para o estudo somente foram utilizados os dados analíticos dos elementos Cu, Pb e Zn.

## AVALIAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

### Processamento de Dados

A partir do Arquivo Geral do Projeto, selecionou-se as amostras de sedimentos de corrente que constituíram uma única população. Posteriormente, utilizou-se o programa PRGQM 505 do SEAG-CPRM que plota através da impressora, pontos que representam a distribuição de cada elemento em um mapa. O teor de cada amostra é enquadrado em um intervalo de classe. Assim, primeiramente idealizou-se um intervalo que abrange a amplitude dos três elementos (Cu, Pb e Zn) por meio de 15 intervalos de classe. Os intervalos estão assim relacionados:

0 a 10 - 10 a 15 - 15 a 20 - 20 a 30 - 30 a 40  
40 a 50 - 50 a 60 - 60 a 80 - 80 a 100 - 100 a 120 - 120 a 150  
150 a 200 - 200 a 500 - 500 a 1000 e > 1000 ppm.

Os valores qualificados não foram considerados.

### Critérios para Interpretação

Procurando adaptar os intervalos de classe fornecido pelos mapas geoquímicos do computador ao panorama geoquímico da área, agrupou-se alguns intervalos para que pudesse melhor refletir as tendências geoquímicas da área. Estes mapas foram superpostos em um mapa geológico que discrimina a sequência carbonática (predominância de calcários, calcários dolomíticos e ardósias calcíferas) e a sequência clástica (ardósias, filitos, arenitos e quartzitos) pertencentes às Formações Paranoá e Paraopeba.

O resultado deste trabalho está evidenciado nos mapas de distribuição geoquímica do cobre, chumbo e do zinco.

Considerações sobre a aplicabilidade da amostragem de sedimentos de corrente na detecção de províncias metalogenéticas.

O levantamento geoquímico regional por sedimentos de corrente tem sido utilizado como uma técnica auxiliar para exploração mineral onde o objetivo é reconhecer áreas de interesse mineral.

Estudos geoquímicos regionais realizados em Zambíia (Armour - Brown, A & Nichol, I., 1970) e em Serra Leoa, (Garret, R.G. e Nichol, I., 1967), no continente africano, demonstraram ser possível reconhecer variações no "background" regional de elementos-traço associados a diferentes zonas metalogénicas. As unidades geológicas maiores apresentaram padrões geoquímicos distintos em escala regional expressados pelas variações na amplitude e no conteúdo médio de determinados elementos. As rochas mais fortemente mineralizadas foram igualmente associadas com um anormalmente elevado conteúdo metálico no sedimento de corrente.

A distribuição dos elementos menores nos sedimentos de corrente é normalmente controlada por um determinado número de fatores tais como, tipos de rochas locais, efeito do ambiente secundário e efeito de rochas mineralizadas, entre outros efeitos. O conteúdo dos elementos-traço na bacia de drenagem é então, uma composição de diversos fatores com características geoquímicas distintas. Esta interação de fenômenos pode mascarar um resultado na medida em que torna-se difícil discriminar o efeito da contribuição na drenagem do rio, do material proveniente do "bedrock", do efeito devido ao intemperismo. Pode, por exemplo, concentrar elementos em áreas onde não existe mineralização. Para avaliar esse efeito, na ocasião do Projeto Geoquímica do Bambuí foram coletadas amostras duplicatas de campo e réplicas de laboratório. Utilizando-se a técnica estatística da análise de variância pôde-se separar o efeito devido a geologia, do efeito devido a fenômenos não relacionados ao ambiente das rochas (influência do clima, relevo, pH, etc..). O es

tudo realizado mostrou que a influência de fatores não relacionados ao ambiente primário (variações devido a amostragem e a análise) para os elementos Cu, Pb e Zn está bem inferior ao valor considerado aceitável, significando que a influência do ambiente secundário não é fator que possa alterar a caracterização geoquímica dos elementos utilizando sedimentos de corrente na área estudada.

O objetivo deste estudo é verificar a distribuição dos elementos analisados e observar a existência de qualquer variação na concentração do elemento que indique a presença de um cinturão mineralizado. A identificação de uma alta concentração de Cu, Pb e Zn envolvendo uma zona metalogenética conhecida poderá fornecer, por comparação, subsídios para a identificação de uma área mineralizada desconhecida.

Em resumo, a aplicação dos resultados obtidos nos sedimentos de corrente a nível de reconhecimento geoquímico tem demonstrado, na prática, uma utilidade em delimitar províncias metalogenéticas.

#### Distribuição Geoquímica do Zinco

Em uma breve avaliação deste elemento na área estudada verifica-se que o elemento varia de 1,5 a 470 ppm, com média geométrica de 46,4 ppm, no domínio das rochas carbonáticas e, 37,1 ppm nas rochas pelito-arenosas. O valor do limiar é de 129,8 e 96,8 ppm respectivamente, na sequência carbonática e na sequência clástica.

O mapa de distribuição mostra um incremento no valor do elemento nas proximidades das rochas carbonatadas até atingir o valor anômalo geralmente perto de uma ocorrência conhecida ou mesmo próximo a uma mina. Na sequência clástica apresenta os teores menos elevados quando existe a influência da cobertura Terciária/Quaternária Detrítica Laterítica. Esse fenôme

no é observado a noroeste e sudoeste de Paracatu, bem como a nordeste e sudeste da região de Vazante. Nota-se, também, uma zona de baixos valores a leste e a sudeste de Unaí, acreditando-se que seja devido a maior influência de sedimentos arenosos provenientes da Formação Paranoá ou mesmo contribuição quartzosas da Formação Três Marias.

A zona mais elevada na sequência clástica está situada a oeste de Paracatu e se estende até próximo do pequeno corpo de rocha carbonatada mineralizada. Deve ser investigado este "trend" anômalo, pois não está registrado no interior desta zona de altos valores nenhuma ocorrência de Pb e Zn, nem presença de corpo carbonatado mapeável. Acredita-se que seja a área de influência dos filitos grafitosos mencionados no Projeto Sondagem do Bambuí e que apresentam altas concentrações de Cu e Zn nos testemunhos de Sondagem.

Nas rochas carbonatadas nota-se altos valores ao longo do contato do corpo situado a noroeste de Unaí com as rochas pelíticas da Formação Paraopeba. Observa-se a existência de um valor acima de 100 ppm e não constata-se a ocorrência de nenhum mineral de Pb ou Zn. Já no corpo de rocha carbonatada no centro da área estudada, que se estende no sentido norte e sul e se localiza de norte a nordeste de Paracatu, existe um extenso zoneamento geoquímico do zinco acompanhando todo o corpo. Os valores mais elevados situam-se nas proximidades das ocorrências de Pb e Zn cadastradas e evidenciam que os resultados analíticos do zinco delimitam esta área mineralizada. Ao sul, na área de Vazante, onde existem as ocorrências mais expressivas de zinco, o comportamento analítico do metal mostra-se igualmente elevado. Apesar do corpo de rocha carbonatada ser menos espesso do que no corpo anteriormente focalizado, o halo de dispersão é bem mais extenso, significando que um aumento na concentração do zinco nas rochas é acompanhado de uma maior intensidade no halo geoquímico.

### Distribuição Geoquímica do Chumbo

O sumário estatístico do chumbo mostra que este elemento varia de 0,6 a 680 ppm, tendo média geométrica de 25,7 e 27,4 ppm, e valores de limiar de 76,1 e 60,1 ppm respectivamente na sequência carbonática e clástica.

O elemento na área mostra um padrão de distribuição diferente da distribuição do zinco. Na sequência clástica não é possível separar as áreas de influência da cobertura terciária nem da Formação Três Marias, apresentando teores pouco elevados na maior parte da sequência clástica. Teores relativamente elevados estão situados na parte norte da área e se estendem desde o corpo de rocha carbonatada situada a noroeste da área até a cidade de Unai. A leste desta cidade, próximo a uma falha de empurrão, ficou evidenciada uma área elevada de Pb acreditando-se ser derivado das rochas carbonatadas da Formação Paranoá presentes no local. A sequência clástica está pontilhada de teores elevados de chumbo assemelhando a vários "noises", sem um padrão de distribuição definido. Na sequência carbonática exibe um halo geoquímico nas proximidades das ocorrências conhecidas, tanto no corpo carbonático do centro da área, quanto no corpo carbonático na cidade de Vazante. Estes halos de dispersão, por serem restritos, não são tão pronunciados quanto os halos apresentados pelo zinco, mas ainda são bem perceptíveis. Talvez devido a menor mobilidade do chumbo em comparação ao do zinco, seja a forma mais adequada para explicar o fenômeno. Deve ser investigado os diversos altos geoquímicos e anomalias de chumbo em áreas tanto na sequência clástica quanto na carbonática.

### Distribuição Geoquímica do Cobre

Na área estudada o cobre apresentou o seguinte sumário estatístico: amplitude de valores e limiar de 1,5 a 50 ppm e 43,2 ppm na sequência carbonática e 0,6 a 95 ppm e 51,5

ppm para a sequência clástica.

A distribuição geoquímica do cobre não reflete a presença das rochas carbonáticas na área do Projeto. Não ficou evidenciado nenhum halo geoquímico marcante de cobre nas principais ocorrências de chumbo e de zinco. Isto provavelmente este ~~ja~~ indicando que o cobre não está associado ao chumbo e ao zinco nas áreas mineralizadas. Não é possível, portanto, separar a área de influência da sequência clástica da carbonática através da análise do cobre. Na área de influência da sequência clástica nota-se um abaixamento na concentração do elemento nas proximidades das coberturas terciárias e Formação Três Marias semelhante ao que ocorre com o zinco. Existe, também, uma área com valores elevados de cobre e de zinco e baixo de chumbo entre as cidades de Patos de Minas e Lagoa Formosa. Não existe ocorrência de calcários na área e o baixo teor de chumbo torna a área de baixo potencial prospectivo. Provavelmente estes al tos teores de cobre sejam provenientes de tufo da Formação Ma ta da Corda que ocorrem no local.

Em linhas gerais pode-se deduzir que este elemento traz pouca contribuição como delimitador de áreas mineralizadas de chumbo e zinco na área estudada.

### Discussão dos Resultados

A visualização dos mapas de distribuição geoquímica evidencia que o elemento zinco apresenta uma alta capacidade de delimitar áreas com potencial mineral além de registrar va riações de teores em rochas não mineralizadas. Estas qualidades tornam o zinco o principal elemento na identificação de áreas mineralizadas não exploradas. O chumbo apresenta as mesmas ca racterísticas mas talvez por problemas de mobilidade não apre senta o mesmo halo de distribuição. Algumas ocorrências não fo ram detectadas principalmente para Pb no sedimento de corrente, na área a NE de Paracatu. Em princípio, atribue-se a pouca ex

pressividade superficial destas ocorrências, o que impediu uma melhor caracterização das mesmas. Existe a necessidade de um maior estudo para esclarecer esse fenômeno pois existe a possibilidade de um aumento no pH (neutro a alcalino) ter inibido a migração dos elementos para a bacia de captação. Estes estudos são importantes pois um afloramento inexpressivo de uma substância mineral pode estar abrigando uma ocorrência econômica em profundidade devido ao enriquecimento supergênico. Ao norte, a zona de alto "background" de chumbo em rochas pelito - arenosas sem que haja correspondência de zinco é um fator que diminui o potencial metalogenético da área. Não é possível igualmente identificar variações de distribuições de chumbo nas rochas clásticas que indique a contribuição de material proveniente da Formação Três Marias e rochas Terciárias. Teores pontuais elevados de chumbo é também outro problema que deve ser investigado com mais detalhe. O cobre já não apresenta as mesmas características dos dois últimos, podendo entretanto, contribuir para identificar variações de teores em rochas não relacionadas a mineralização.

No cômputo geral, nota-se que os elementos analisados mostram, principalmente o Pb e Zn, uma alta capacidade de definir áreas com potencial mineral.

Em resumo, os resultados demonstraram a validade do conceito que mapas geoquímicos regionais, principalmente para o zinco e para o chumbo, tem um importante papel não somente na exploração mineral do grupo Bambuí, mas também como um complemento ao mapeamento geológico da área.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- 1) O resultado do trabalho efetuado indicou que o elemento zinco e com menor intensidade o chumbo, pode delimitar as áreas mineralizadas do grupo Bambuí. A associação do chumbo e do zinco em sedimentos de corrente mostra-se eficaz para detectar outras áreas prospectáveis.
- 2) O elemento cobre não exibiu a mesma utilidade dos dois últimos elementos, revelando não estar associado às áreas mineralizadas.
- 3) A distribuição dos três elementos (Cu, Pb e Zn) pode auxiliar no mapeamento geológico e mostrar a existência de variações em uma mesma unidade geológica.
- 4) Algumas ocorrências de Pb e Zn não foram detectadas no sedimento de corrente. Deve-se investigar a possibilidade sugerida pelos técnicos do Projeto Geoquímica do Bambuí-BH de que as mesmas tem pequena expressão superficial e por conseguinte, não foram reconhecidas. Deve-se verificar a existência de outros problemas relacionados ao ambiente secundário como pH, que inibiria a migração dos elementos para a corrente de drenagem.
- 5) Pode-se selecionar diversas áreas em função do conteúdo litológico e da feição geoquímica dos elementos analisados. Assim, as áreas localizadas a N e NE, sul e sudeste de Vazante, SE e NNE de Paracatu que estão enquadradas entre as mais prospectivas. Existem outras áreas, possivelmente com menor potencial, mas passíveis de um estudo de maior detalhe. Destaca-se neste critério, a Região a NW de Unaí, a SW de João Pinheiro e a faixa a oeste de Paracatu sobre filitos grafitosos. Outras áreas pontuais anômalas de Pb, Zn e Cu estão localizadas ao longo de diversas localidades.
- 6) Apesar de neste trabalho não ter sido avaliada a distribuição dos elementos P, F, Fe, Mn e Au, analisados e interpretados na ocasião do Projeto Bambuí, o mesmo procedimento poderá ser

executado nesta área.

7) Existe também a necessidade de estudar com mais detalhes, as regiões e áreas pontuais e não pontuais onde o chumbo apresenta-se elevado quando não acompanhado do respectivo aumento no teor do zinco.

8) Os resultados obtidos nas diversas etapas de trabalho no grupo Bambuí, realizados pelas três SUREG's (SA, BH e GO), podem ser integrados para fornecer um modelo de distribuição geoquímica dos elementos analisados.

9) Os dados obtidos do modelo de distribuição de cada elemento analisado nortearia todas as futuras pesquisas para as áreas a serem estudadas no grupo Bambuí.

10) Este trabalho poderá ser executado em outras regiões do País onde já exista suficiente quantidade de amostras em uma mesma região, que apresente as mesmas características metalogenéticas.

11) Os resultados alcançados por este trabalho poderão fornecer subsídios para o estabelecimento de um modelo de Província Metalogenética no grupo Bambuí, e poderão ser aplicados em outras regiões, tais como, Vale do Ribeira, região Scheelitífera do nordeste, etc ...

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARMOUR-BROWN, A. & NICHOL, I. - "Regional Geochemical Reconnaissance and the location of Metallogenic Provinces" - *Econ. Geology* v. 65, 1970, p. 313-330.
- BRAUN, O.P.G. - "Contribuição à Estratigrafia do Grupo Bambuí". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 22 Belo Horizonte, 1968, Anais do .... Belo Horizonte, Sociedade Brasileira de Geologia, 1968, p. 155-166.
- GARRET, R.G. & NICHOL, I - "Regional Geochemical Reconnaissance in Eastern Sierra Leone". *Trans. IMM (Sect. B - Appl. Earth Sci.)* 1967, 76, B 97 - B 112.
- HEINECK, C.A. et alii - "Projeto Geoquímica do Bambuí - Levantamento Regional - etapa II". Belo Horizonte, s. ed. 1980 (Relatório inédito DNPM/CPRM). 193 p.
- MADALOSSO, A. e VALLE, C.R.O - "Considerações sobre a Estratigrafia e Sedimentologia do Grupo Bambuí na Região de Paracatu - Morro Agudo (MG)". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30, Recife, 1978, vol. 2. Sociedade Brasileira de Geologia, 1978, p. 622 a 634.
- ROSE, A. & KEITH, M.L. - "Trace Metals in Stream sediments of Southeastern Pennsylvania". Pennsylvania State University, 1971. (B. Earth and Mineral Sciences Experiment Station, nº 86).