

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE
FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE

TERMO DE COOPERAÇÃO

15 de julho de 2004

PROJETO DESCOBERTO
Geologia da área de Descoberto-MG e
geoquímica dos concentrados
de minerais pesados

Cláudio José Marques de Souza
Geólogo, M.Sc.

Belo Horizonte
2005

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Dilma Vana Rousseff
Ministro de Estado

SECRETARIA DE MINAS E METALURGIA

Giles Carriconde Azevedo
Secretário

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor - Presidente

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

José Ribeiro Mendes
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Fernando Pereira de Carvalho
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Álvaro Rogério Alencar Silva
Diretor de Administração e Finanças

Carlos Schobbenhaus Filho
Chefe do Departamento de Geologia

Inácio de Medeiros Delgado
Chefe da Divisão de Geologia Básica

Cássio Roberto da Silva
Diretor do Departamento de Gestão Territorial

Regina Célia Gimenez Armesto
Chefe da Divisão de Gestão Territorial

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE BELO HORIZONTE

Hélio Pereira
Superintendente

Alice Silva de Castilho
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

Fernando Antônio Rodrigues de Oliveira
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Marcelo de Araújo Vieira
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Silvia Efigênia Vieira de Melo
Gerente de Administração e Finanças

Equipe de apoio CPRM:

Carlos Augusto da Silva Leite - Geólogo
Elizabeth de Almeida Cadete Costa - Técnico em cartografia
Maria Antonieta de Alcântara Mourão - Geóloga, M.Sc.
Maria Madalena Costa Ferreira - Analista de informações
Sarah Costa Cordeiro - Assistente técnico especializado

PROGRAMA GATE - INFORMAÇÕES PARA A GESTÃO TERRITORIAL
PROJETO DESCOBERTO

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Belo Horizonte

CPRM - Superintendência Regional de Belo Horizonte
Av. Brasil, 1731 - Bairro Funcionários
Belo Horizonte - MG - 30140-002
Fax: (31) 3261 5585
Tel: (31) 3261 0391
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Projeto Descoberto: geologia da área de Descoberto-MG e geoquímica dos concentrados de minerais pesados, relatório técnico. Cláudio José Marques de Souza, M.Sc. - Belo Horizonte: CPRM/FEAM, 2005.

26p., inclui lista de figuras, tabelas e fotos. (Série Programa Informações Básicas para a Gestão Territorial - GATE) versão digital e convencional.

1 - Geoquímica. 2 - Gestão ambiental. 3 - Sedimentologia. 4 - Bauxita. 5 - Intemperismo.
I - Título. II - Marques de Souza, Cláudio J., M.Sc. VIII - Série.

CDU 577.4

Catálogo por Analista de Informações Bibliotecária Maria Madalena Costa Ferreira

APRESENTAÇÃO

Este trabalho faz parte de um estudo realizado por várias entidades, dentre elas CPRM e CDTN, coordenadas pela FEAM, com o objetivo de avaliar a contaminação por mercúrio no município de Descoberto, estado de Minas Gerais.

Coube à CPRM os trabalhos relativos a Geoquímica e Hidrogeologia.

Este relatório contém o resultado final da investigação do comportamento geoquímico do mercúrio, realizado no período de coleta de 14 a 17 de março de 2003.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa Geológico da Região de Descoberto	5
Figura 2 – Distribuição de Ferro nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG	8
Figura 3 – Distribuição de Manganês nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG	9
Figura 4 – Distribuição de Mercúrio nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG	10
Figura 5 – Distribuição de Ouro nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG	11

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Estações de Amostragem	13
TABELA 2 - Composição Mineralógica dos Concentrados	15
TABELA 3 – Resultados das Análises Químicas.....	17

LISTA DE FOTOS

FOTO 1 - Aspecto geral do bateamento dos sedimentos de corrente na estação de amostragem.	23
FOTO 2 - Rejeito oriundo de uma provável atividade garimpeira de ouro.....	23
FOTO 3 - Estação de amostragem (amostra CM-B-03) do córrego Rico.....	24
FOTO 4 - Vista geral do bateamento no ribeirão do Grama.....	24
FOTO 5 - Aspecto geral da área onde se observam solos avermelhados.....	25
FOTO 6 - Solo de coloração amarelada que ocorre na área da contaminação de mercúrio de Descoberto..	25
FOTO 7 - Detalhe da presença de matacões na área, provenientes do forte processo erosivo das encostas das serras da região.....	26

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FOTOS.....	iv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. GEOLOGIA.....	3
2.1. GEOLOGIA REGIONAL.....	3
2.2. GEOLOGIA LOCAL.....	4
2.3. DEPÓSITO MINERAL.....	4
3. TÉCNICA DE AMOSTRAGEM.....	6
4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM.....	7
4.1. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO CÓRREGO RICO.....	7
4.2. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO RIBEIRÃO DO GRAMA.....	12
5. RESULTADOS OBTIDOS.....	14
5.1. MINERALOGIA DOS CONCENTRADOS.....	14
1. Silicato de alumínio e ferro:.....	14
2. Silicato de alumínio:.....	14
3. Óxido e hidróxido de ferro:.....	15
4. Hidróxido de alumínio:.....	15
5. Outros minerais:.....	15
5.2. ANÁLISES QUÍMICAS.....	16
6. INTEMPERISMO QUÍMICO NA ÁREA DE DESCOBERTO.....	18
7. CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22
ANEXO FOTOGRÁFICO.....	23

1. INTRODUÇÃO

O trabalho foi desenvolvido com o objetivo de verificar o comportamento geoquímico do mercúrio na área de Descoberto por meio da amostragem de concentrados de minerais pesados. Este trabalho é complementar à pesquisa desenvolvida na área, visto que vários levantamentos foram realizados por outras entidades com execução de análises de amostras de solos, sedimentos de corrente, água e vegetação. Procurou-se estabelecer no presente estudo as possíveis associações dos elementos ferro, manganês e ouro com o mercúrio, baseando-se nas análises efetuadas. A área de Descoberto está situada na região da Faixa Móvel Ribeira de idade neoproterozóico-cambriana, que foi estabelecida nas etapas finais da Orogênese Brasileira (630-480 Ma) e pertence à Província Geotectônica da Mantiqueira. As unidades geológicas desta área compreendem os litótipos da Megasseqüência Andrelândia e do Complexo Juiz de Fora, que se encontram metamorfizados na fácies granulito. Encaixado nessas unidades ocorre granada charnockito, de dimensões variadas. Sedimentos cenozóicos fluviais e coluviais recobrem as rochas e desenvolveram-se, principalmente, ao longo do sistema de drenagem. A principal atividade mineral da região relaciona-se à exploração de depósito de bauxita que se associa à meteorização das rochas do Complexo Juiz de Fora.

A amostragem dos concentrados foi efetuada em sete estações, distribuídas no córrego Rico e no ribeirão do Grama. A amostragem composta teve como meta realizar uma abrangente varredura no leito das drenagens a fim de detectar melhor a zona contaminada pelo mercúrio na fração pesada. Os dados das estações de amostragem e os resultados mineralógicos dos concentrados foram obtidos por difratometria de raios-X e estão dispostos em tabelas descritivas.

As análises de ferro e manganês foram determinadas por espectrografia de emissão de plasma e o mercúrio por espectrografia de absorção atômica à vapor frio, sendo realizadas na Fundação do Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). As análises de ouro foram executadas por ativação neutrônica pelo Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN). Os resultados das análises de ferro, manganês, mercúrio e ouro, obtidos para as amostras coletadas no córrego Rico e ribeirão do Grama, foram delimitados por faixas de valores que permitem visualizar a distribuição de cada elemento no sistema de drenagem (FIG. 2, 3, 4 e 5).

Na estação de amostragem mais próxima à área mais afetada e interdita (CM-B-02), o conteúdo de mercúrio nos minerais pesados (0,75 ppm) foi o mais acentuado. Isto indica que o principal processo de remobilização do mercúrio se deu por erosão das encostas da serra do Grama. Adicionalmente, observam-se barreiras geoquímicas naturais (devido às ondulações do leito do córrego Rico) que impedem a migração de minerais pesados e, conseqüentemente, a própria migração do mercúrio, provavelmente, vinculado às estruturas dos óxidos e hidróxidos de ferro e manganês. Acredita-se que os minerais de neoformação, observados nos concentrados de minerais pesados e resultantes do intenso intemperismo químico ao qual foi submetida a região de Descoberto, podem ter exercido um papel fundamental como uma fonte retentora do mercúrio devido ao forte poder de adsorção.

Advoga-se que o mercúrio liberado diretamente para a drenagem foi depositado e acumulado nos sedimentos de fundo, ficando relativamente imóvel. As análises dos concentrados confirmaram a migração do mercúrio do solo contaminado para o córrego Rico. A faixa de dispersão de mercúrio no córrego Rico é de pequena extensão e corresponde a uma distância de aproximadamente 100 metros à jusante do solo contaminado.

O uso do mercúrio para obtenção do ouro, em tempos históricos, é sugerido na área contaminada pela proximidade de um suposto rejeito da atividade garimpeira e pela anomalia de ouro de 14 ppm detectada por meio de bateamento dos sedimentos de corrente no córrego Rico.

2. GEOLOGIA

A descrição da geologia baseia-se nos mapeamentos realizados na região, procurando-se enfatizar os principais aspectos regionais, locais e recursos minerais.

2.1. GEOLOGIA REGIONAL

A área enfocada pertence à Província Geotectônica da Mantiqueira, estando inserida na Faixa Móvel Ribeira de idade neoproterozóico-cambriana, que se desenvolveu nas etapas finais da Orogênese Brasileira (630-480 Ma). O mapeamento geológico elaborado por Brandalise *et al.* (1976) no âmbito do Projeto Vale do Paraíba do Sul - Folha Juiz de Fora, em escala 1:250.000, demonstra a ocorrência de terrenos tectono-estratigráficos distintos: Associação Paraíba do Sul e o Complexo Juiz de Fora. A Associação Paraíba do Sul é formada por rochas da fácies granulito, discriminadas no complexo charnockítico (pertencente ao Complexo Juiz de Fora) que se distribuem em faixas de direção NE, sendo formados por ortometamorfitos básicos de origem gabróide, tipos granulíticos e leptinitos, associados aos gnaisses. Para leste, o Complexo Juiz de Fora estende-se além dos limites da Folha para as localidades de Descoberto e Astolfo Dutra, do mesmo modo que avança para sul abrangendo as cidades de Coronel Pacheco e São João Nepomuceno.

No mapeamento realizado por Brandalise *et al.* (1993) na Folha Rio Pomba (SF.23-X-D-I), escala 1:100.000, foi atribuída a denominação de Complexo Juiz de Fora para o conjunto de rochas de alto grau metamórfico, tendo sido subdividido em três unidades: a) Unidade 1 - enderbitos e charnockitos, granada-anfibolitos, metagabros (biotita gnaisses); b) Unidade 2 - biotita gnaisses, hornblenda-biotita gnaisses, migmatitos, anfibolitos, metabásicas subdomínios de enderbitos e charnockitos, subdomínios de granada-biotita gnaisses (kinzigitos); c) Unidade 3 - granitóides.

A cartografia geológica, efetuada na escala 1: 250.000 pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (Vieira, V.S. 2001), reitera que a área de Descoberto encontra-se no domínio das litologias do Complexo Juiz de Fora, estando as faixas de "charnockitos", constituídas de grande número de litótipos, destacadas no mapa. Os contatos do Complexo Juiz de Fora são de natureza tectônica com importante desenvolvimento de zonas de cisalhamento contracional (empurrões). Os dados expostos revelam a grande complexidade na evolução da área em termos geológico-estrutural e petrológico.

O Projeto Sul de Minas - Etapa I (NOCE, C.M. *et al.*, 2002 - Convênio UFMG/COMIG) incluiu as unidades litológicas da Folha Ubá nos domínios dos Complexos Andrelândia, Juiz de Fora e Paraíba do Sul, esta interpretada como uma "klippe". Adotou-se a subdivisão em três grandes conjuntos litológicos:

- a) rochas do embasamento paleoproterozóico, retrabalhadas na Orogênese Brasileira;
- b) sucessões metavulcano-sedimentares neoproterozóicas;
- c) granitos neoproterozóicos, também agrupados em função de suas relações com a deformação.

Regionalmente, a deformação principal é responsável pela compartimentação tectônica da faixa, gerada através do empilhamento de diversas escamas de empurrão com transporte tectônico rumo à área do Cráton do São Francisco.

2.2. GEOLOGIA LOCAL

O mapa geológico da região de Descoberto (FIG.1), extraído da Folha Ubá do Projeto Sul de Minas - Etapa I (*op. cit.*) mostra as unidades litológicas inseridas nos domínios Andrelândia e Juiz de Fora.

O Complexo Juiz de Fora (idade paleoproterozóica) é constituído por ortognaisses e metabasitos com paragêneses da fácies granulito. Este complexo forma uma faixa contínua no sentido SW-NE da área de Descoberto, representada na parte sudoeste por rochas gabróicas (gabronoritos) que transicionam, a norte, para gnaisses enderbíticos. As rochas são verdes escuras, de granulação média e bandamento centimétrico, contendo intercalações máficas boudinadas. Os gnaisses do Complexo Juiz de Fora podem apresentar composição granítica (гнаisses charnockíticos) e, também, exibir feições de migmatização com a presença de leucossoma que contém cristais de piroxênio bem desenvolvidos.

Segundo os autores do mapeamento, a Megassequência Andrelândia, de idade neoproterozóica, é formada por sillimanita-granada-biotita gnaisse migmatítico com intercalações de rocha calcissilicática. Esta megassequência é composta por gnaisses granatíferos de derivação pelítica a semipelítica. Corpos de granada charnockitos foliados, de dimensões variadas, encontram-se encaixados tanto na Megassequência Andrelândia como no Complexo Juiz de Fora. A sua composição varia de charnockítica a, mais raramente, enderbítica. Os litótipos da Megassequência Andrelândia e do Complexo Juiz de Fora foram metamorfizados na fácies granulito durante a fase de deformação principal como se têm demonstrado pelas associações mineralógicas. Processos retrometamórficos são generalizados nessas rochas, especialmente nas faixas miloníticas.

Os sedimentos cenozóicos fluviais e coluviais desenvolvem-se ao longo do sistema de drenagem, sendo formados por depósitos de siltes, argilas, areias e cascalhos.

2.3. DEPÓSITO MINERAL

Na área de Descoberto a exploração do depósito de bauxita representa a principal atividade mineral. As ocorrências de bauxita foram pesquisadas pela Companhia Brasileira de Alumínio (CBA), estando associadas à meteorização das rochas do Complexo Juiz de Fora e situando-se nos topos e encostas da serra do Grama.

O minério de bauxita ocorre como depósito residual e está relacionado a processos de alteração superficial devido ao intenso intemperismo químico, que culminou no enriquecimento de alumínio. Estas coberturas bauxíticas, de idade possivelmente terciário-quademária, se integram ao perfil de laterização dos solos desenvolvido sobre as rochas do Complexo Juiz de Fora. Nos topos achatados dos morros ou em meia-encostas ocorrem blocos de bauxita de tamanhos diversos, de textura nodular, coloração bege-clara a esbranquiçada, envolvidos por matriz argilosa. A paragênese é formada pelos seguintes minerais: gibbsita, quartzo, caulim, feldspato, goethita, hematita, granada e rutilo. Entretanto, a paragênese mais comum, relacionada ao depósito posicionado sobre o Complexo Juiz de Fora, é formada pela gibbsita, quartzo e caulim.

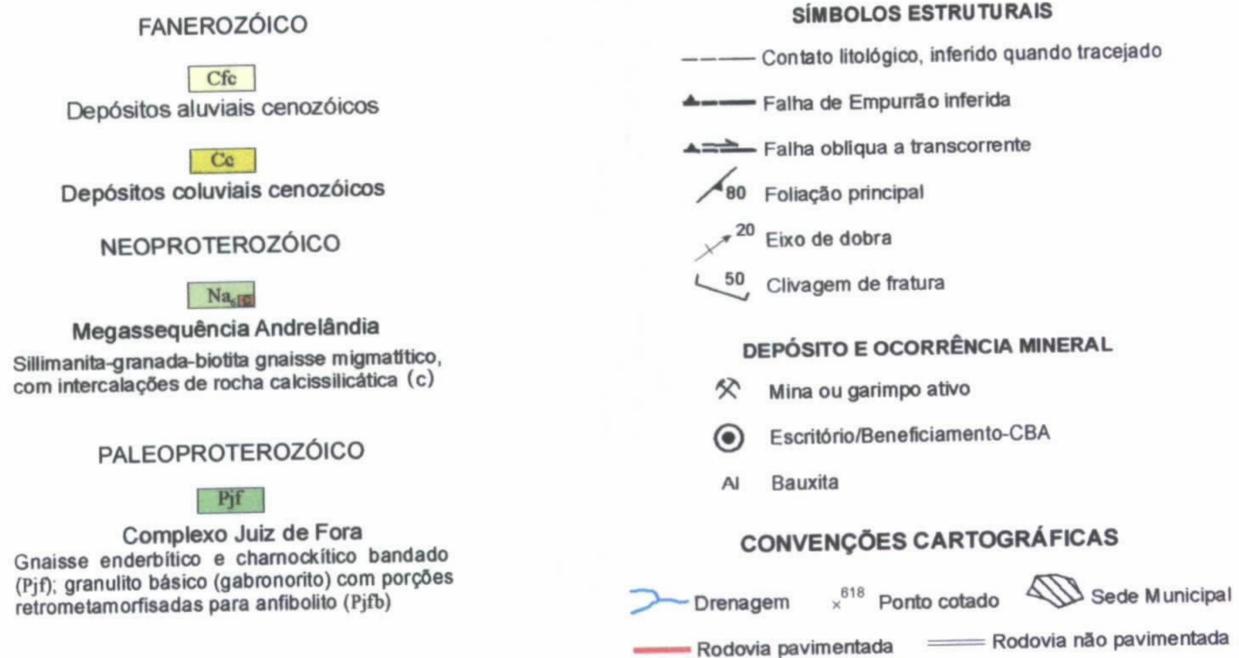
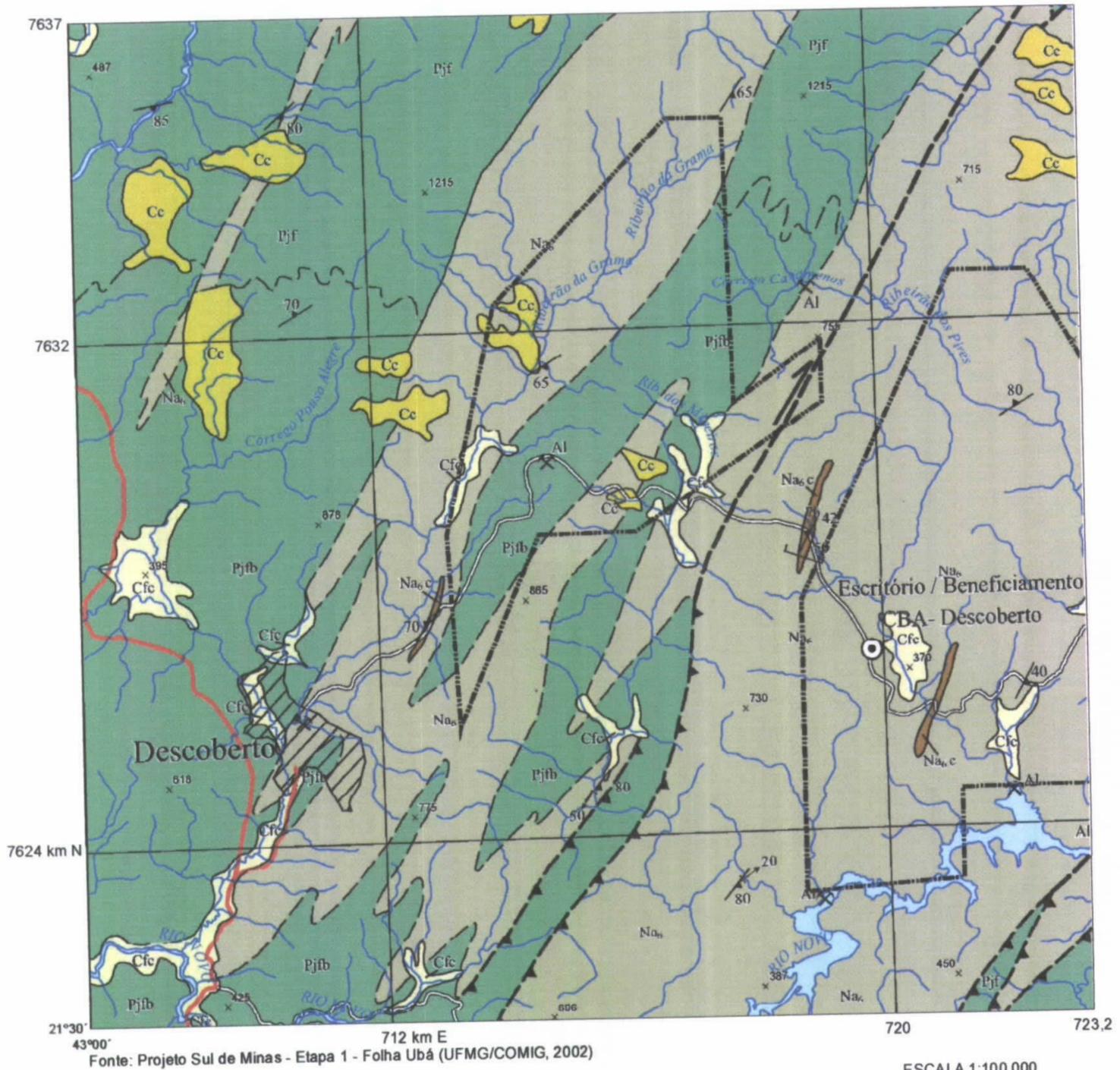


Figura 1 – Mapa Geológico da Região de Descoberto

3. TÉCNICA DE AMOSTRAGEM

Este levantamento geoquímico consistiu na coleta de material aluvionar em estações de amostragem distribuídas ao longo do córrego Rico e ribeirão do Grama, à leste de Descoberto. Em cada estação de amostragem coletou-se cerca de 20 quilos de sedimentos de fundo, realizando-se uma coleta composta em vários locais, compreendendo uma faixa representativa do leito da drenagem (FIG. 2, 3, 4 e 5). O período de coleta foi de 14 a 17 de março de 2003. Estes múltiplos pontos de coleta envolveram uma expressiva varredura nos drenos e tiveram como propósito a obtenção de melhor representatividade da amostragem.

Os sedimentos de fundo foram, posteriormente, bateados em bateia de garimpeiro (FOTO 1), obtendo-se os concentrados de minerais pesados, variando de 230 a 985 gramas, conforme o produto de cada estação de amostragem. Os concentrados foram armazenados em sacos plásticos apropriados, sendo refrigerados com gelo e dispostos em caixa de isopor, a fim de evitar possível perda do mercúrio com aumento da temperatura ambiente. As amostras foram enviadas ao laboratório da Fundação do Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC) e ao laboratório do Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) para análises mineralógicas e químicas.

4. DESCRIÇÃO DAS ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM

Os dados das estações de amostragem e do material coletado envolvendo nível d'água, cor d'água, turbidez, velocidade da corrente, situação topográfica, área de drenagem, largura do rio, profundidade de amostragem, peso original dos sedimentos, peso dos concentrados e denominação local, estão descritos na TAB.1. Do ponto de vista fitogeográfico, verificou-se na área a existência de terras cultivadas e formações de pastagens. Durante o procedimento de coleta houve a predominância de chuvas esparsas.

4.1. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO CÓRREGO RICO

O córrego Rico, afluente da margem esquerda do ribeirão do Grama, cruza a área contaminada pelo mercúrio. As coletas de amostras foram realizadas da jusante para montante, conforme se pode observar nas figuras de distribuição dos elementos químicos (FIG. 2, 3, 4 e 5). Ao longo deste córrego foram estabelecidas três estações de amostragem, representadas pelas amostras CM-B-01, CM-B-02 e CM-B-03, que correspondem, respectivamente, a três trechos do curso d'água: i) abaixo da área contaminada conhecida (CM-B-01); ii) trecho próximo ao solo contaminado por mercúrio (CM-B-02); c) trecho acima da área do solo contaminado, a partir da casa do Lott (CM-B-03).

Em cada estação de amostragem foram feitas diversas coletas para uma mesma amostra com objetivo de se fazer a varredura mais completa possível.

Nestas estações, durante o período de coleta, o córrego Rico apresentava águas com nível normal, cor clara e nenhuma turbidez. Este córrego é bastante estreito, possuindo uma largura que varia de 0,50 a 1,00 metro e profundidade entre 0,20 a 0,40 metro. As amostras foram coletadas na calha e no leito ativo do córrego, abaixo do nível d'água. A área de drenagem é em torno de 2 a 3 km².

A primeira estação de amostragem, representada pela amostra CM-B-01, teve início no córrego Rico, próximo da confluência com o ribeirão do Grama. A velocidade da corrente era baixa e a estação foi determinada no sopé da encosta da Serra do Grama. Os sedimentos foram coletados no trecho de aproximadamente 60 metros e situados a jusante da área onde se encontra o solo contaminado pelo mercúrio. Após o bateamento dos sedimentos obtiveram-se cerca de 415 gramas de concentrados de minerais pesados. As amostras apresentaram composição com predominância de sedimentos finos, de natureza argilosa.

Na segunda estação de amostragem (amostra CM-B-02) pôde-se encontrar, no leito do córrego, fragmentos de muitas rochas, em forma de matacões, calhaus e seixos, o que gerou dificuldades no procedimento de obtenção do material aluvionar. Este trecho do córrego Rico é um dos mais importante, pois, está próximo da área com solo contaminado pelo mercúrio. Este trecho do córrego situa-se na meia encosta da serra do Grama e apresenta-se com um fluxo de maior mobilidade das águas, caracterizado por rápido escoamento em forma de uma pequena corredeira. O trecho de coleta desta estação

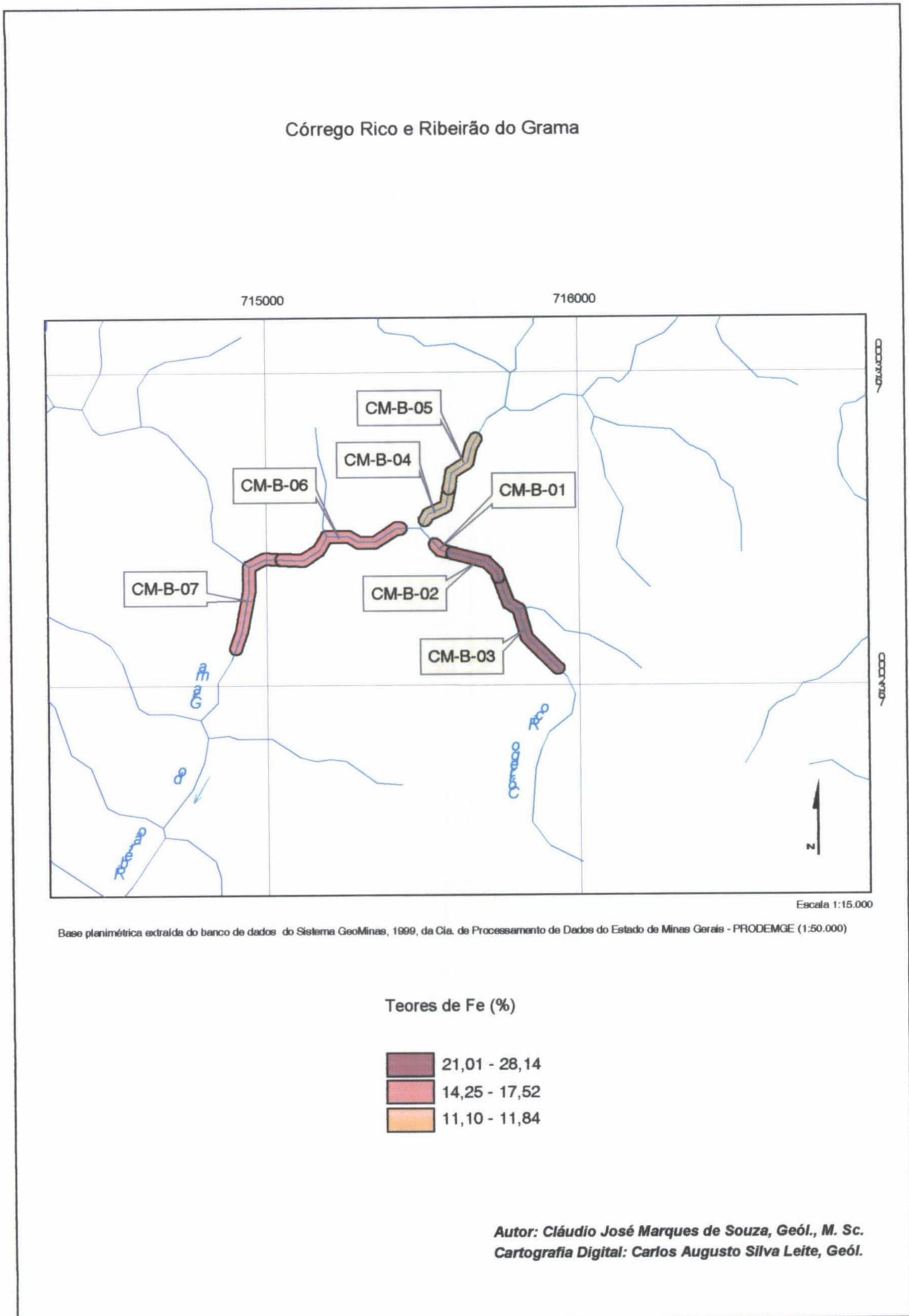


Figura 2 – Distribuição de Ferro nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG

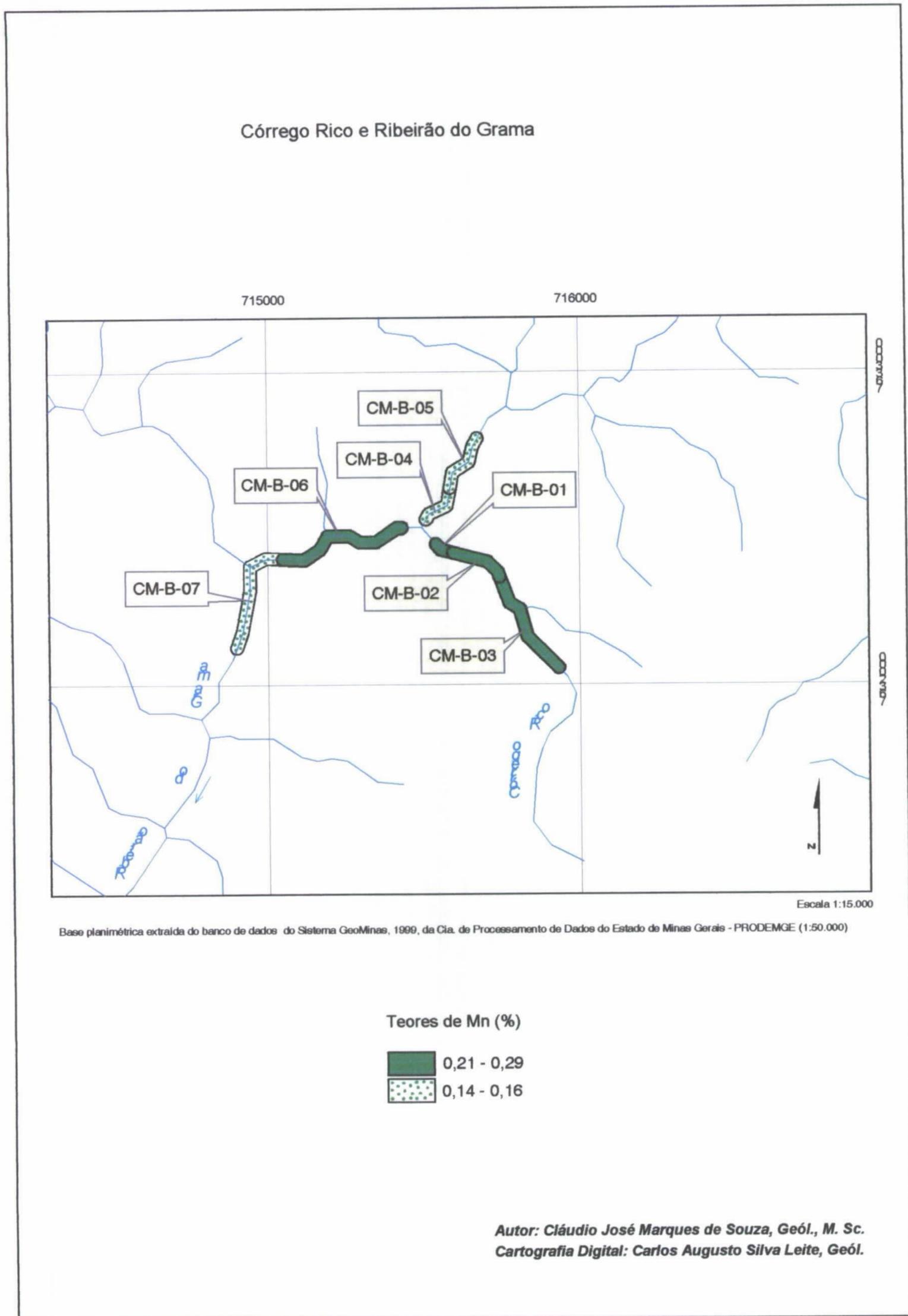


Figura 3 – Distribuição de Manganês nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG

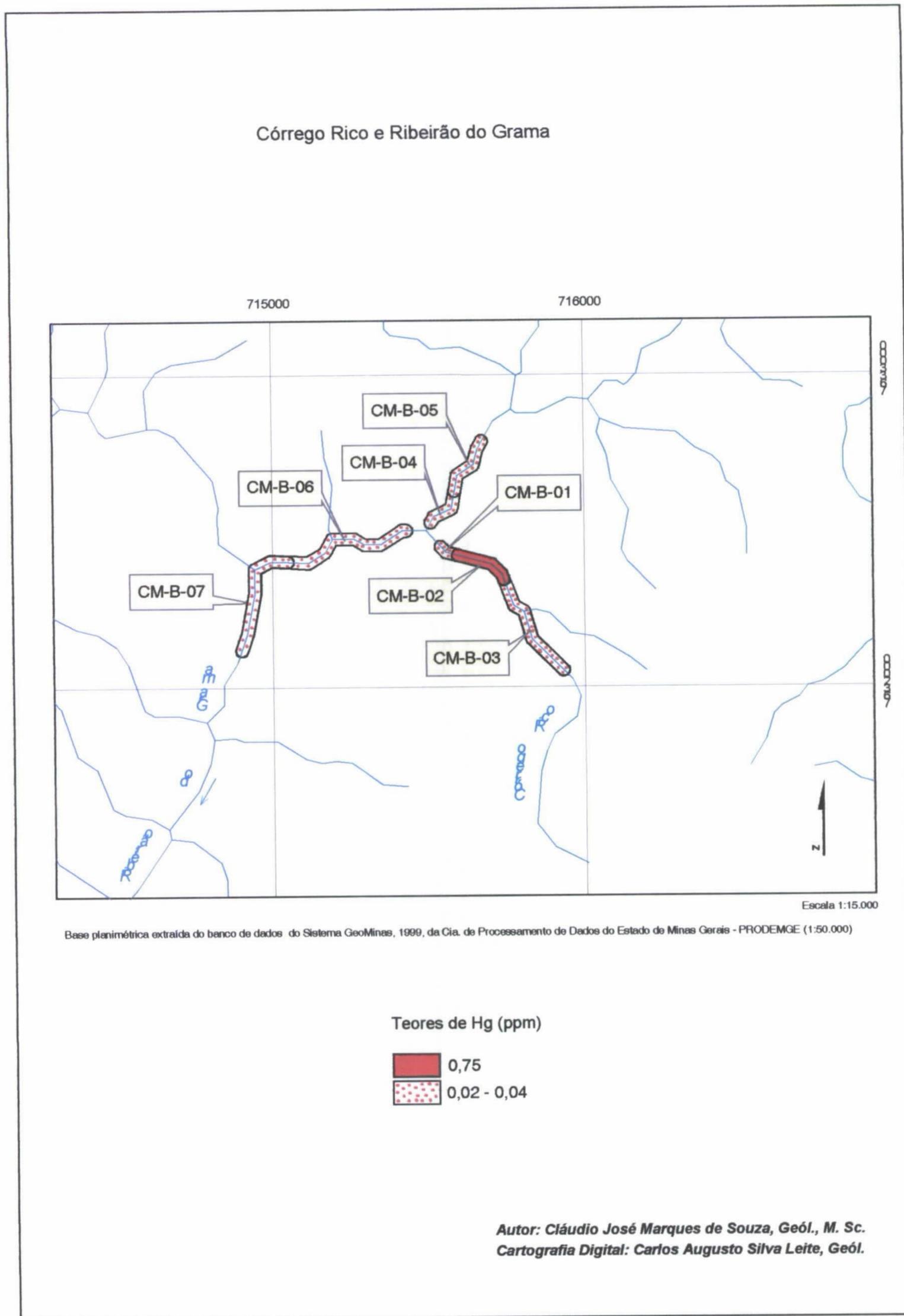


Figura 4 – Distribuição de Mercúrio nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG

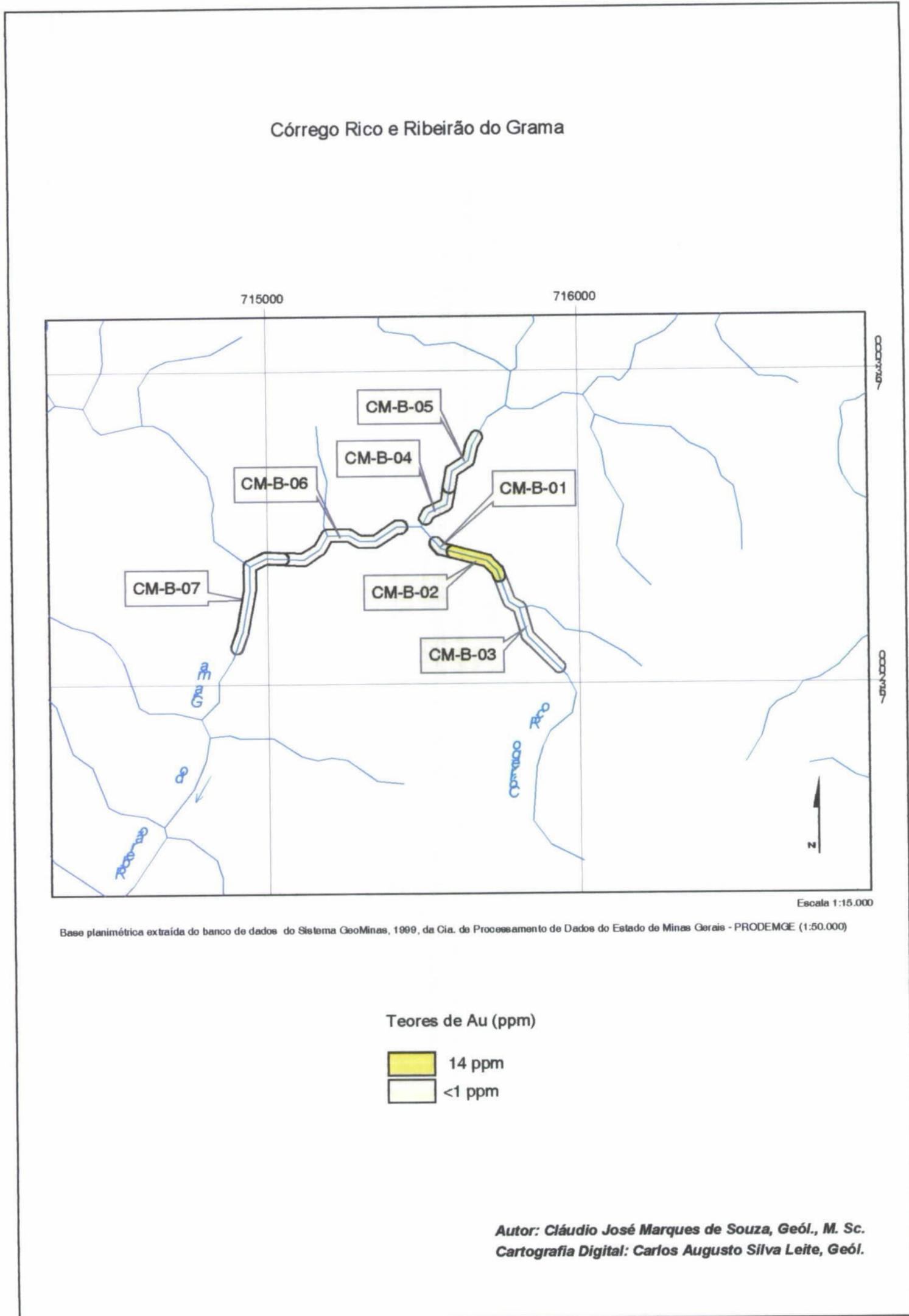


Figura 5 – Distribuição de Ouro nos Concentrados de Minerais Pesados na Área de Descoberto – MG

começou a partir do ponto final do trecho da primeira estação e terminou no quintal da casa do Sr. Lott, correspondendo uma extensão em torno de 180 metros. As amostras de concentrados deste trecho pesaram cerca de 540 gramas e foram obtidas a partir de sedimentos mais grosseiros, entretanto, a predominância era de sedimentos argilosos misturados com os cascalhos. Neste trecho observa-se a existência de barreiras geoquímicas naturais que podem representar obstáculos na migração de minerais pesados. Neste ponto ocorre, também, o único indício da provável atividade garimpeira, um rejeito formado de cascalhos do córrego (FOTO 2). Segundo o morador do local, neste lugar era explorado um veio de ouro e o material mais grosseiro do leito (fragmentos de rochas, seixos, veios de quartzo, crostas lateríticas, etc) era removido e acumulado na margem do córrego.

A terceira estação de amostragem (amostra CM-B-03) encontra-se à montante do local em que se verificou a contaminação de mercúrio. A coleta desta estação iniciou-se a partir do ponto do quintal da casa do Sr. Lott, ou seja, no final da coleta do CM-B-02 e prosseguiu para jusante até a uma pequena cachoeira na meia encosta do morro, envolvendo uma extensão de 500 metros (FOTO 3). Neste trajeto do córrego ocorrem muitos matacões de rochas e numerosos seixos de bauxita. Devido à declividade do terreno a velocidade do córrego apresentava-se muito rápida. O estreitamento do leito do córrego, os matacões, a abundância de sedimentos finos dificultaram a amostragem dos concentrados que pesaram 665 gramas. Neste trecho, além da vegetação de pastagens nas encostas da serra, ocorre, também, a vegetação de matas ciliares.

4.2. ESTAÇÕES DE AMOSTRAGEM NO RIBEIRÃO DO GRAMA

O procedimento de coleta no ribeirão do Grama foi efetuado de forma semelhante à realizada no córrego Rico tendo sido determinadas quatro estações de amostragem. As amostras aluvionares foram do tipo composta e todas mostraram uma granulometria mais grosseira de predominância arenosa e com dispersão mais intensa. O ribeirão do Grama, nestas estações, apresentava-se com nível normal e águas de coloração clara e com pouca turbidez. Esta drenagem tem uma largura de 2,00 a 3,00 metros e a profundidade entre 0,20 a 0,30 metro (FOTO 4). A amostragem dos concentrados de minerais pesados foi obtida pelo canal de maior turbulência, abaixo do nível d'água, e as coletas dos sedimentos não tiveram dificuldades operacionais devido à existência de quantidade suficiente de material aluvionar no leito do rio. Todas as estações de amostragem estavam localizadas no sopé da encosta, com correntezas de velocidade moderada, abrangendo uma área total de 40 a 50 km².

Ao longo da drenagem do ribeirão do Grama, as estações de amostragem foram separadas em dois trechos: a) trecho de coleta antes da foz do córrego Rico; b) trecho de coleta depois da foz do córrego Rico.

As quarta e quinta estações de amostragem estão representadas pelas amostras CM-B-04 e CM-B-05 e situam-se no ribeirão do Grama a montante da foz com o córrego Rico. Durante a amostragem, verificou-se que o ribeirão do Grama apresentava nível normal, sem turbidez, com águas claras e de velocidade moderada. Estas estações localizam-se no sopé da encosta da serra do Grama, onde o ribeirão exhibe largura de 2 a 3 metros, sendo que a profundidade de coleta foi de 0,20 metro. Os sedimentos destas faixas são mais grosseiros, contendo muitos cascalhos e destacando-se nas aluviões os minerais de granada, de cor rósea (almandina). Obtiveram-se 985 e 860 gramas de concentrados, respectivamente, das amostras CM-B-04 e CM-B-05.

TABELA 1 - Estações de Amostragem

	Amostras						
	CM-B-01	CM-B-02	CM-B-03	CM-B-04	CM-B-05	CM-B-06	CM-B-07
Nível d'água	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Cor d'água	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara
Turbidez d'água	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Nenhuma	Pouco turva	Pouco turva
Velocidade da corrente	Baixa	Rápida	Rápida	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Situação topográfica	Pé de encosta	Meia encosta	Meia encosta	Pé de encosta	Pé de encosta	Pé de encosta	Pé de encosta
Área de drenagem	2 a 3 km ²	2 a 3 km ²	2 a 3 km ²	40 a 45 km ²	40 a 45 km ²	45 a 50 km ²	45 a 50 km ²
Largura do rio (m)	0,6	0,5	1	2	3	2	2
Profundidade média da coleta de amostragem (m)	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Peso original dos sedimentos (kg)	20	20	20	20	20	20	20
Peso dos concentrados (g)	415	540	665	985	860	230	480
Denominação local	Córrego Rico	Córrego Rico	Córrego Rico	Ribeirão do Grama	Ribeirão do Grama	Ribeirão do Grama	Ribeirão do Grama

As sexta e sétima estações de amostragem (CM-B-06 e CM-B-07) localizam-se no ribeirão do Grama após a confluência do córrego Rico. O material aluvionar é constituído por muito cascalho, destacando-se a presença de mineral de granada de cor rósea. Situando-se ao sopé da encosta, estas estações apresentaram características aluvionares semelhantes às anteriores e as coletas foram feitas numa largura em torno de 2 metros e profundidade de 0,30 metro. O nível do ribeirão do Grama mostrava-se normal, com velocidade moderada, águas de cor clara a cinza, esta devido à área de pasto, e pouca turbidez. O bateamento das amostras CM-B-06 e CM-B-07 produziram, respectivamente, cerca de 230 e 480 gramas de concentrados de minerais pesados.

5. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados obtidos no laboratório constaram de duas partes: a) identificação mineralógica dos concentrados; b) análise química de ferro, manganês, mercúrio e ouro. As análises químicas dos concentrados serviram como um parâmetro de referência para a mineralogia, dando um caráter mais quantitativo a este método e fornecendo consistência no tocante à caracterização geoquímica da área.

5.1. MINERALOGIA DOS CONCENTRADOS

Os resultados de identificação mineralógica dos concentrados de minerais pesados, obtidos por difratometria de raios-X, estão discriminados na Tabela 2 conforme o grau de frequência de cada mineral. Foram identificados os seguintes tipos de minerais nesse sistema de drenagem:

1. Silicato de alumínio e ferro:

- a) Almandina (granada) - evidencia os terrenos de metamorfismo regional, sendo proveniente da decomposição do granada chamockítico e da sillimanita-granada-biotita gnaiss (Megassequência Andrelândia) que ocorrem na região. A almandina de coloração rósea está bastante disseminada nas areias do ribeirão do Grama, apresentando-se sob a forma de grãos arredondados e em consequência da sua elevada dureza é bem resistente à abrasão;
- b) Anfibólio - pode estar relacionado aos litótipos de granulito que sofreram processos retrometamórficos na região ou estar contido nos gnaisses chamockíticos do Complexo Juiz de Fora.

2. Silicato de alumínio:

- a) Caolinita - de origem supergênica e proveniente da decomposição de rochas feldspáticas por processos químicos de hidratação. Este mineral foi detectado no córrego Rico;
- b) Sillimanita - evidencia os terrenos de alto grau de metamorfismo regional, sendo, provavelmente, proveniente da alteração dos litótipos da Megassequência Andrelândia e do Complexo Juiz de Fora na fácies granulito;
- c) Moscovita - Identificado no córrego Rico, próximo do local onde se acha um pequeno veio de quartzo;
- d) Turmalina - Mineral também identificado no córrego Rico, igualmente próximo do local onde se acha um pequeno veio de quartzo.

TABELA 2 - Composição Mineralógica dos Concentrados

AMOSTRA	Minerais identificados por difratometria de raios-X			
	Frequência > 30%	Frequência < 30%	Frequência < 10%	Frequência < 3%
CM-B-01	quartzo	ilmenita, sillimanita.	hematita, magnetita, rutilo.	anfíbólio, caolinita, gibbsita, goethita, zirconita.
CM-B-02	quartzo	ilmenita.	hematita, magnetita, rutilo, sillimanita.	anfíbólio, caolinita, gibbsita, goethita, moscovita, turmalina, zirconita.
CM-B-03	quartzo	ilmenita.	hematita, magnetita, sillimanita.	anfíbólio, gibbsita, goethita, moscovita, rutilo, turmalina, zirconita.
CM-B-04	quartzo	almandina, rutilo.	ilmenita, sillimanita.	anfíbólio, gibbsita, goethita, hematita, magnetita.
CM-B-05	quartzo	rutilo.	almandina, ilmenita, sillimanita.	gibbsita, goethita, hematita, magnetita.
CM-B-06	quartzo	ilmenita, rutilo.	almandina, gibbsita, sillimanita.	anfíbólio, goethita, hematita, magnetita, zirconita.
CM-B-07	quartzo	ilmenita, rutilo.	almandina, gibbsita, hematita, magnetita.	badelleyita, goethita, zirconita.

3. Óxido e hidróxido de ferro:

- a) Ilmenita - mineral de ferro mais abundante dos concentrados. Ocorre associada à sillimanita no córrego Rico, almandina e ao rutilo no ribeirão do Grama. Estas associações indicam uma predominância da formação de minerais de ferro e alumínio nesse tipo de ambiente;
- b) Magnetita - pode estar associada às rochas metamórficas ricas em minerais ferro-magnesianos, possivelmente de natureza básica como as rochas gabróicas (gabronoritos) do Complexo Juiz de Fora;
- c) Hematita - pode ter sido originada pela alteração da limonita ou magnetita ou estar distribuída em rochas metamórficas regionais das unidades geológicas da região;
- d) Goethita - mostra a caracterização secundária desse ambiente, originada sob condições de oxidação e hidrólise, formada pelo intemperismo químico reinante. Este mineral forma as cangas lateríticas que foram observadas na área e entra na composição de solos lateríticos e residuais, típicos da área de Descoberto.

4. Hidróxido de alumínio:

- a) Gibbsita - detectada em todas as amostras do córrego Rico e ribeirão do Grama. Trata-se de uma mistura de hidróxidos de alumínio fazendo parte da composição da bauxita. Fragmentos de bauxita em forma de seixos são observados no córrego Rico, tendo sido transportados do depósito que se encontra no cume do morro.

5. Outros minerais:

- a) Quartzo - mineral mais abundante deste ambiente, caracterizando-se por ser um mineral extremamente resistente tanto ao ataque químico quanto ao físico e, assim, como produtos da desintegração das rochas da região são acumulados em grãos de

quartzo como areia no leito do córrego Rico e ribeirão do Grama. O quartzo pode ser derivado das rochas quartzo-feldspáticas gnáissicas, possivelmente, os charnockitos ou estar associado ao veio ou filão produtor de ouro;

- b) Rutilo - Este mineral pode ter sido derivado dos gnaisses ou charnockitos, presente como mineral acessório, ou dos filões de quartzo da região;
- c) Zirconita - Mineral acessório de rochas ígneas, podendo ocorrer nos gnaisses charnockíticos da região;
- d) Badelleyita - Mineral de zircônio identificado na aluvião do ribeirão do Grama.

5.2. ANÁLISES QUÍMICAS

As análises dos concentrados de bateia, para os elementos ferro, manganês e mercúrio, foram realizadas na Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais (CETEC). As determinações de ferro e manganês foram feitas por espectrografia de emissão de plasma e as de mercúrio pelo método de espectrografia de absorção atômica vapor à frio. As análises de ouro foram executadas por ativação neutrônica pelo CDTN (Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear).

As análises dos metais pela fração pesada permitiram verificar essencialmente a sua dispersão clástica, diferenciando-se do processo dos sedimentos de corrente, que englobaria, também, a dispersão hidromórfica. Esta característica inerente dos concentrados de minerais pesados serviu para avaliar, na área contaminada de Descoberto, o comportamento geoquímico do mercúrio neste nível de fracionamento e dos outros metais analisados como o ferro, manganês e ouro.

Os resultados das análises de concentrados de minerais pesados para ferro, manganês, mercúrio e ouro obtidos no córrego Rico e ribeirão do Grama encontram-se na Tabela 3. A distribuição desses elementos foram delimitadas por faixas de valores, as quais podem ser visualizadas nas Figuras 2, 3, 4 e 5.

A distribuição desses elementos nos concentrados serve para auxiliar na compreensão do comportamento geoquímico nesta fração de sedimentos. Os dados se revestem de um novo significado, no sentido de se identificar melhor e detectar a presença dessa zona contaminada pelo mercúrio.

Os teores de manganês neste ambiente oscilaram de 0,14 a 0,29% e os de ferro de 11,10 a 28,14%. Os conteúdos de ferro e manganês mostraram-se mais acentuados no córrego Rico. Alguns minerais das rochas do Complexo Juiz de Fora e Megassequência Andrelândia, devido ao intenso intemperismo químico na região, foram transformados em óxidos e hidróxidos de ferro, como a hematita, ilmenita e goethita. Estes minerais ferríferos juntamente com os minerais aluminosos, tais como, caolinita, anfibólio, gibbsita e moscovita podem ter uma função importante de coprecipitar o mercúrio neste ambiente. Portanto, é possível que a assembléia desses minerais secundários corresponda a um fator significativo no processo de captura de uma parcela do mercúrio, desde que este esteja, principalmente, no estado ionizado. Os teores de ferro e manganês estão relacionados às contribuições das unidades litológicas da área, possivelmente, influenciados pela decomposição dos enderbitos, charnockitos, granada-anfibolitos, metagabros (biotita gnaisses), resultando na formação de um solo de característica laterítica ou ferralítica (FOTOS 5 e 6).

TABELA 3 – Resultados das Análises Químicas

Elementos Químicos	Amostras de Campo						
	CM-B-01	CM-B-02	CM-B-03	CM-B-04	CM-B-05	CM-B-06	CM-B-07
Fe	17,05 %	21,01 %	28,14 %	11,84 %	11,10 %	14,25 %	17,52 %
Mn	0,21 %	0,21 %	0,26 %	0,16 %	0,14 %	0,29 %	0,16 %
Hg	0,03 ppm	0,75 ppm	0,02 ppm	0,02 ppm	0,03 ppm	0,04 ppm	0,04 ppm
Au	<1 ppm	14 ppm	<1 ppm				

Na estação de amostragem (CM-B-02), o conteúdo de mercúrio nos minerais pesados (0,75 ppm) foi mais acentuado do que nos sedimentos de corrente (Ponto 2 - dentro da área interdita) cujo valor foi de 0,46 ppm. Por outro lado, nas análises de água realizadas no córrego Rico e ribeirão do Grama não foram detectados teores de mercúrio. Isto constitui um reflexo do principal processo de remobilização do mercúrio que se deu por erosão das encostas da serra do Grama. O local, caracterizado por depósitos de cascalho com presença de enormes matacões (FOTO 7) e canga laterítica, indica que a sedimentação foi influenciada por processos torrenciais. No trecho da segunda estação, observa-se a existência de barreiras geoquímicas naturais (devido às ondulações do leito do córrego Rico) as quais poderão provocar obstáculos à migração de minerais pesados e, conseqüentemente, a própria migração do mercúrio por estar, provavelmente, vinculado às estruturas dos óxidos e hidróxidos de ferro e manganês.

Nesta mesma estação de amostragem (CM-B-02) detectou-se anomalia de ouro de 14 ppm, local onde verificou-se o único indício da atividade garimpeira, um rejeito oriundo da provável exploração de um pequeno veio de ouro. Apesar do ouro ter sido detectado pelo bateamento dos sedimentos, a área é muito restrita e parece indicar que as possibilidades econômicas foram bastante limitadas. A obtenção do ouro pelo uso do mercúrio em tempos históricos na área contaminada parece ser evidenciada pela superposição de fatos como a relativa proximidade do solo contaminado pelo mercúrio com a área fonte do veio de ouro no córrego Rico. Em acréscimo, o teor de ouro revelado pelo bateamento refletiu uma concentração elevada nos concentrados de minerais pesados.

6. INTEMPERISMO QUÍMICO NA ÁREA DE DESCOBERTO

O profundo intemperismo químico que atuou na região de Descoberto está indicado pela associação de minerais secundários, tais como, os óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio. Estes fazem parte da alteração sofridas pelas rochas do Complexo Juiz de Fora, Megasseqüência Andrelândia e granada chamockito.

Nos concentrados de minerais pesados, podem ser observados minerais de neoformação como gibbsita, caolinita e goethita. Estes minerais podem ter exercido um papel fundamental como uma fonte retentora do mercúrio devido ao forte poder de adsorção. A assembléia desses minerais e a própria existência da bauxita na região indicam que as rochas sofreram um profundo intemperismo químico. A formação da bauxita e dos materiais argilosos resultaram diretamente da ação de meteorização das rochas preexistentes e que se depositaram nos sedimentos fluviais. Seixos de bauxita, constituído por gibbsita, são claramente observados no córrego Rico estando preenchidos nas fissuras por material argilomorfo. O alumínio e o ferro permaneceram residualmente sob a forma de óxidos (magnetita, hematita, ilmenita) e hidróxidos (gibbsita, goethita e minerais argilosos).

Os sedimentos argilosos, crostas lateríticas, seixos de bauxita e minerais de concentrados (óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio) encontrados no leito do córrego Rico refletem de forma abrangente a espécie de solo dominante na região, ou seja, um solo proveniente de uma forte meteorização química e de natureza ferruginosa, possivelmente, um latossolo de coloração avermelhada a amarelada, proveniente de clima subtropical a tropical.

No processo de formação deste solo, a meteorização geoquímica atuou através de processos como a hidrólise, hidratação e oxidação, resultando na formação de depósito de bauxita. O local caracteriza-se por possuir uma boa drenagem, favorecendo à remoção de cátions solúveis da rocha e ao mesmo tempo que proporciona o enriquecimento de elementos pouco móveis, como o ferro e o alumínio. Resistentes ao intemperismo e transformando-se em minerais secundários hidrolizados, foram incorporados na formação deste tipo de solo. Os minerais argilosos do solo e os concentrados hidrolizados no fundo dos sedimentos de drenagem funcionaram como prováveis retentores do mercúrio, aprisionando-o em suas estruturas através de processo de adsorção.

Os processos torrenciais que se desencadeia na região poderá causar o revolvimento dos sedimentos de fundo e provocar modificações na qualidade química do meio hídrico em determinada época do ano. O panorama geoquímico do mercúrio poderá sofrer alterações no seu processo de dispersão. Por outro lado, pouco se conhece acerca do mecanismo de fixação do mercúrio no solo. Observou-se no campo, a dilatação do mercúrio líquido que ascendia através da capilaridade do solo. A temperatura do solo poderá ter atuado nos processos físicos, químicos e biológicos. A elevação térmica intensifica a ação solvente da água, a decomposição da matéria orgânica, a meteorização dos minerais e outras reações químicas com sais solúveis. Portanto, o mercúrio metálico pode se transformar em compostos orgânicos pela ação de microorganismo, mudança de pH, agentes de quelatação.

O mercúrio presente no solo da área em questão poderá ter sido alterado do seu estado fundamental (Hg^0) para estados de oxidação +1 e +2 devido à radiação solar.

7. CONCLUSÕES

A partir do exposto no texto, pode-se concluir que:

- A assembléia dos minerais de concentrados (Tabela 2) e a própria existência da bauxita na região indicam que as rochas preexistentes foram submetidas a um profundo intemperismo químico. A identificação dos minerais secundários permitiu a caracterização do ambiente geoquímico da região. A bauxita e os materiais argilosos resultaram diretamente da ação de meteorização das rochas e que se depositaram nos sedimentos fluviais. O alumínio e o ferro, que são de menor solubilidade, permaneceram residualmente, concentrando-se sob a forma de óxidos (magnetita, hematita, ilmenita) e hidróxidos (gibbsita, goethita e minerais argilosos). A formação da crosta ferruginosa em forma de canga laterítica pode potencialmente significar uma provável fonte retentora de mercúrio;
- O intenso intemperismo químico que ocorreu na área de Descoberto permitiu a formação de um solo argiloso, possivelmente um latossolo de coloração vermelho e amarelo, cujas características físico-químicas tendem a limitar a migração do mercúrio de origem antrópica. É possível que a principal fonte retentora deste ambiente seja os minerais argilosos de elevado poder de adsorção;
- As análises dos concentrados confirmaram a migração do mercúrio do solo contaminado para o córrego Rico. Entretanto, a dispersão de mercúrio no córrego Rico ocorreu em uma estreita faixa de aproximadamente 100 metros à jusante do solo contaminado. É evidente que o principal processo de remobilização do mercúrio neste ambiente verificou-se por processo erosivo das encostas da serra do Grama. A presença de enormes matacões e cangas lateríticas e o relevo bem acidentado indicaram que a migração do mercúrio foi influenciada por processos torrenciais. O mercúrio liberado diretamente para a drenagem foi, posteriormente, depositado e acumulado nos sedimentos de fundo, ficando relativamente imóvel;
- As determinações de mercúrio nos concentrados de minerais pesados indicaram que a faixa de amostragem CM-B-02, próxima do local da contaminação do solo, exibe concentrações significativamente mais elevadas do que todas as de outras faixas estudadas no córrego Rico e ribeirão do Grama. Isto reflete a pouca mobilidade do mercúrio nos sedimentos, estando limitada às proximidades do local originalmente contaminado pela ação antropogênica ligada à atividade garimpeira de ouro;
- Na estação de amostragem (CM-B-02), o conteúdo de mercúrio nos minerais pesados (0,75 ppm) foi mais relevante do que nos sedimentos de corrente (Ponto 2 - dentro da área interditada) cujo valor foi de 0,46 ppm. Por outro lado, nas análises de água realizadas no córrego Rico e ribeirão do Grama o mercúrio foi encontrado em teores muito baixos ou não foi detectado. Reconhecendo-se a baixa solubilidade do mercúrio líquido, aliada à sua alta densidade em ambiente hídrico, pode-se afirmar que a precipitação e posterior adsorção aos sedimentos hidrolizados constituíram a forma adequada para a concentração do mercúrio neste ambiente. Portanto, ao nível da fração

pesada dos sedimentos, os óxidos hidratados de ferro associados ao manganês assumiriam o papel principal como fonte retentora do mercúrio;

- Os concentrados de bateia mostraram nas aluviões uma dispersão essencialmente clástica dos elementos, sob a forma de minerais secundários, resídeos e minerais de neoformação. Os concentrados no fundo dos sedimentos de drenagem, tais como, óxidos e hidróxidos de ferro, manganês e alumínio, representados por hematita, gibbsita, caulinita e goethita, possivelmente, funcionaram como prováveis retentores do mercúrio, coprecipitando-o em suas estruturas. Os mapas de distribuição de ferro e manganês (FIG. 2 e 3) apresentaram faixas de valores mais destacados no córrego Rico (predominância dos litótipos do Complexo Juiz de Fora e influência do depósito de bauxita) do que no ribeirão do Grama (domínio dos litótipos da Megassequência Andrelândia);
- A existência de barreiras geoquímicas naturais, observadas no campo, especificamente na estação de amostragem CM-B-02, poderá ser mais um fator restritivo à mobilidade de minerais pesados e conseqüentemente da migração do mercúrio. As irregularidades do leito em determinados trechos do córrego Rico formam barreiras de retenção que permitem a natural concentração desses minerais mais pesados associados ao mercúrio;
- O rejeito (fragmentos de rochas, seixos, veios de quartzo, crostas lateríticas, etc) observado na margem esquerda do córrego Rico é o único indício verificado em campo de uma provável atividade garimpeira de ouro que teria sido explorada através de um pequeno veio de quartzo. Sabe-se que técnicos do CDTN encontraram no local registros mais contundentes da atividade garimpeira. Nesta localidade obteve-se um teor de 14 ppm de ouro. Apesar do ouro ter sido confirmado pela análise do concentrado de minerais pesados, a área é muito restrita e parece indicar que as possibilidades econômicas foram bastante limitadas. A obtenção do ouro pela amalgamação do mercúrio em tempos históricos na área contaminada revela certa coincidência entre a relativa proximidade do solo contaminado pelo mercúrio com a área fonte do veio de ouro no córrego Rico;
- O panorama geoquímico do mercúrio poderá sofrer alterações no seu processo de dispersão nos sedimentos de corrente, águas e solos devido às próprias mudanças naturais. Os processos torrenciais poderão revolver os sedimentos de fundo e provocar alterações significativas na qualidade química do meio hídrico. Por outro lado, o mercúrio pode, também, sofrer transformação no seu processo de fixação ao solo. Fatores tais como variabilidade da temperatura do solo, decomposição da matéria orgânica, meteorização dos minerais, mudança de pH, agentes de quelação, ação de microorganismo e outras reações químicas, isoladamente ou combinados, podem alterar o estado fundamental do mercúrio líquido para os estados de oxidação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANDALISE, L. A. et al. *Projeto Vale do Paraíba do Sul; relatório final*. Belo Horizonte, DNPM/CPRM, 1976. 411p. il., (Mapa geológico, Arq. Téc. DGM n.2595).

BRANDALISE, L. A. et al. Rio Pomba, Folha SF.23-X-D-I, estado de Minas Gerais. In: *Projeto Barbacena*. Belo Horizonte: DNPM/CPRM, 1993. 176p. (Mapa geológico e metalogenético).

NOCE, C. M. et al. Folha SF.23-X-D-II. estado de Minas Gerais. In: *Projeto Sul de Minas - etapa I*. Belo Horizonte: UFMG/COMIG, 2002. (mapa geológico - folha ubá, escala 1:100.000).

VIEIRA, V. S. *Geologia da Folha Juiz de Fora (SF.23-X-D), Sudeste do Estado de Minas Gerais -1:250.000*. CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2001. In: XI Simpósio de Geologia de Minas Gerais. (Mapa geológico - CD-ROM).

ANEXO FOTOGRÁFICO



FOTO 1 - Aspecto geral do bateamento dos sedimentos de corrente na estação de amostragem.



FOTO 2 - Rejeito oriundo de uma provável atividade garimpeira de ouro. Fragmentos de rochas, seixos, veios de quartzo e crostas lateríticas eram removidos e acumulados à margem do córrego Rico.



FOTO 3 - Estação de amostragem (amostra CM-B-03) do córrego Rico. No trecho do córrego ocorre muitos matacões de rochas e numerosos seixos de bauxita. Entretanto, há predominância de sedimentos aluviais de granulometria mais fina e de natureza mais argilosa, podendo ter alguma influência de matéria orgânica.



FOTO 4 - Vista geral do bateamento no ribeirão do Grama. Neste trecho os sedimentos são mais grosseiros com predominância de granulometria mais arenosa, sendo visíveis granadas (tipo almandina) de coloração rósea. A drenagem abrange uma área entre 40 a 50 km².



FOTO 5 - Aspecto geral da área onde se observam solos avermelhados. As condições do clima e drenagem adequada permitiram o desenvolvimento de um intenso intemperismo químico na região. A vegetação é de arbusto e gramíneas.



FOTO 6 - Solo de coloração amarelada que ocorre na área da contaminação de mercúrio de Descoberto. O solo é bem desenvolvido, bastante argiloso e associado a feição de relevo ondulado, formando parte da encosta da serra do Grama.



FOTO 7 - Detalhe da presença de matações na área, provenientes do forte processo erosivo das encostas das serras da região.