


DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL-ALEMANHA

COORDENADOR GERAL: ACYR ÁVILA DA LUZ
COORDENADOR ADJUNTO: WILSON DE PÁDUA PAULA

PHL
007995
2006

 CPRM	96	SUREMI SEDGTE
ARQUIVO TÉCNICO		
Relatório n.º	240-S	
N.º de Volumes:	2	V.: 1
OSTENSIVO		



CPRM

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES
1974

CONVÊNIO GEOFÍSICA BRASIL - ALEMANHA

Superintendente de Execução
ROBERTO BREVES VIANNA

Chefe da Missão Alemã
GEORG BLÜMEL

RELATÓRIO DE PROSPECÇÃO GEOFÍSICA EXPERIMENTAL ÁREA DE TIJUCO - MUNICÍPIO DE JANUÁRIA - MG

VOLUME I

E. F. DA SILVA E D. HAGEN: GEOLOGIA
D. HAGEN: GEOQUÍMICA
A. B. VIEIRA E H. J. ULRICH: GEOFÍSICA
TRADUÇÃO: A. B. VIEIRA E M. C. C. JINNO

EQUIPE DE TRABALHO:

CPRM

ADOLFO A. DE SOUZA
ARNALDO B. VIEIRA
EDSON F. DA SILVA
ELSON G. CORREIA
EDUARDO DE S. E LIMA
HAROLDO LIMA
JOÃO C. BLANKENBURG
JOSÉ CARLOS DE SOUZA
OLINDO M. CAPISTRANO FILHO

BfB

DEDDO F. HAGEN
GUENTHER BRASS
HANS JUERGEN ULRICH
HUBERTUS HENNING
WOLFGANG GLATTE

MISSÃO GEOLÓGICA - GEOFÍSICA ALEMÃ



C P R M

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
DIRETORIA DE OPERAÇÕES

1974

SUMÁRIO

(VOLUME I - TEXTO)

pag.

RESUMO

1. <u>INTRODUÇÃO</u>	1
1.1. Histórico	1
1.2. Finalidades	2
1.3. Fisiografia	2
1.4. Operações	3
2. <u>GEOLOGIA</u>	9
2.1. Objetivos	9
2.2. Operações	9
2.3. Trabalhos Anteriores	10
2.4. Litologia	10
2.4.1. Calcário Inferior	11
2.4.2. Calcário Dolomítico	11
2.4.3. Calcário Superior	12
2.4.4. Camadas Calco-Argilo-Arenosas	13
2.5. Correlação Estratigráfica e Tectônica entre Januária e Itacarambi	14
2.6. Tipos de Mineralização e seu Significado Econômico.	15
	.a.

	pag.
2.7. Considerações sobre a Gênese do Minério	17
3. <u>GEOQUÍMICA</u>	19
3.1. Coleta de Amostras	19
3.2. Resultados	19
3.3. Sedimentos de corrente	22
3.4. Amostras de solo	26
3.4.1. Amostras de solo da fração 80 mesh	26
3.4.2. Amostras de solo - comparação com a fração 80 mesh	31
3.5. Amostras de rochas	34
4. <u>GEOFÍSICA</u>	36
4.1. Magnetometria	38
4.1.1. Operações	38
4.1.2. Resultados	38
4.1.3. Conclusões	39
4.2. Cintilometria	40
4.2.1. Operações	40
4.2.2. Resultados	41
4.2.3. Conclusões	41
4.2.4. Apêndice 1 - Cintilometria na Mina do Fabião	43

.b.

	pag.
4.3. Potencial Espontâneo	45
4.3.1. Introdução	45
4.3.2. Operações	45
4.3.3. Interpretação	46
4.4. Slingram	48
4.4.1. Operações	48
4.4.2. Resultados	48
4.4.2.1. Perfis 300 e 301 (anexo 4.4-1) ...	48
4.4.2.2. Perfil 200 (anexo 4.4-2)	49
4.4.2.3. Perfil 195 (anexo 5-1)	50
4.4.3. Conclusões	51
4.5. Turam	52
4.5.1. Operações	52
4.5.2. Resultados	52
4.5.3. Conclusões	53
4.6. Polarização Induzida	54
4.6.1. Operações	54
4.6.2. Resultados	54
4.6.2.1. Perfis 300 e 301 (anexos 4.6-1 e 4.6-2)	55
4.6.2.2. Perfil 400 (anexo 4.6-3)	57
4.6.2.3. Perfil 195 (anexo 4.6-4)	58
	.c.

	pag.
4.6.3. Conclusões	59
4.7. Eletroresistividade	60
4.7.1. Introdução	60
4.7.2. Operações	60
4.7.3. Interpretação	61
4.7.3.1. Planície Ocidental	62
4.7.3.2. Planície Oriental	63
4.7.3.3. Elevação Central	64
4.7.4. Considerações Finais	65
4.8. VLF	66
4.8.1. Apresentação do método	66
4.8.2. Operações	67
4.8.3. Resultados	68
4.8.3.1. Perfil 200 (anexo 5-2)	69
4.8.3.2. Perfil 195 (anexo 5-1)	69
4.8.3.3. Perfis 300-305 (anexos 4.8-2 e 4.8-3)	70
4.8.4. Conclusões	71
5. <u>CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES</u>	72
6. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	75

SUMÁRIO

(VOLUME II - ANEXOS)

1. INTRODUÇÃO

- 1.1-1 Mapa Aeromagnético - Folha SD-23-Z-C-IV
- 1.3-1 Mapa de Localização, escala 1:250.000

2. GEOLOGIA

- 2-1 Esboço Geológico da Serra do Cantinho, escala 1:10.000
- 2-2 Perfil Geológico da Serra do Cantinho, escala 1:5.000
- 2-3 Correlação Lito-Estratigráfica Januária-Itacarambi

3. GEOQUÍMICA

- 3.1-1 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Zn dos sedimentos de corrente
- 3.1-2 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Ni dos sedimentos de corrente
- 3.1-3 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Co dos sedimentos de corrente
- 3.1-4 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Pb dos sedimentos de corrente
- 3.1-5 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Li dos sedimentos de corrente

.e.

- 3.1-6 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Ag dos sedimentos de corrente
- 3.1-7 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Cu dos sedimentos de corrente
- 3-2 Mapa de Símbolos para Cu, Ni, Co, Zn, Pb e Li em sedimentos de corrente - escala 1:50.000
- 3.3.1-1 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Pb das areias aluviais
- 3.3.1-2 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Zn das areias aluviais
- 3.3.1-3 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Cu das areias aluviais
- 3.3.1-4 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Co das areias aluviais
- 3.3.1-5 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Ni das areias aluviais
- 3.3.1-6 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Li das areias aluviais
- 3.3.1- Listagem com Histograma e frequência acumulada de Ag das areias aluviais
- 3.3.2-1 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Pb dos calcários
- 3.3.2-2 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Zn dos calcários
- 3.3.2-3 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Cu dos calcários

.f.

- 3.3.2-4 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Co dos calcários
- 3.3.2-5 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Ni dos calcários
- 3.3.2-6 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Li dos calcários
- 3.3.2-7 Listagem com Histograma e frequência acumulada de Ag dos calcários
- 3-4 Amostragem de solo - teores de Zn e Cu
- 3-5 Amostragem de solo - teores de Pb, Ag e Li
- 3-6 Amostragem de solo - teores de Co e Ni
- 3-7 Amostragem de rocha - teores de Zn e Cu
- 3-8 Amostragem de rocha - teores de Li, Ag e Pb
- 3-9 Amostragem de rocha - teores de Co e Ni
- 3-10 Amostragem de rocha - valores de Pb, Co e Li
- 3-11 Amostragem de rocha - valores de Zn e Cu
- 3-12 Mapa de Isoteores - Zn
- 3-13 Mapa de Isoteores - Cu
- 3-14 Mapa de Isoteores - Li
- 3-15 Mapa de Isoteores - Ag
- 3-16 Mapa de Isoteores - Pb

4. GEOFÍSICA

- 4.1-1 Magnetometria - Perfis 300/305

- 4.1-2 Magnetometria, Mapa de Contorno - Perfis 300/305
- 4.2-1 Cintilometria, Perfil 200 EW
- 4.2-2 Cintilometria, Perfil 300 EW
- 4.2-3 Cintilometria, Perfil 301 EW
- 4.2-4 Cintilometria, Perfil 302 EW
- 4.2-5 Cintilometria, Perfil 303 EW
- 4.2-6 Cintilometria, Perfil 304 EW
- 4.2-7 Cintilometria, Perfil 305 EW
- 4.2-8 Cintilometria, Perfis 300/305
- A-1 Cintilometria Fabião, Perfis 1 e 2
- 4.4-1 Slingram, Perfis 300/301
- 4.5-1 Turam, Perfis 300/305, 220 Hz
- 4.5-2 Turam, Perfis 300/305, 660 Hz
- 4.6-1 Polarização Induzida, Perfil 300 EW
- 4.6-2 Polarização Induzida, Perfil 301 EW
- 4.6-3 Polarização Induzida, Perfil 400 NS
- 4.6-4 Polarização Induzida, Perfil 195
- 4.7-1 Eletroresistividade, Perfil 200 EW
- 4.8-1 VLF, Perfil 200 EW
- 4.8-2 VLF, Perfis 300/305
- 4.8-3 VLF, Mapa de Contorno, Perfis 300/301
- 5-1 Resultados Comparados, Perfil 195
- 5-2 Resultados Comparados, Perfil 200 EW

.h.

RESUMO

Desde a década de '30 se tem notícia das mineralizações de galena, zinco e fluorita associados a prata na Serra do Cantinho e adjacências de Tijuco, Município de Januária, MG.

O CGBA realizou levantamentos geofísicos e geoquímicos experimentais na Serra do Cantinho, para verificar se o tipo de mineralização é passível de ser indicado por aqueles métodos. Levantaram-se ali vários perfis, alguns dos quais diretamente sobre ocorrências de mineralizações.

A Serra do Cantinho é constituída de calcários do Grupo Bambui, mineralizados mais extensivamente nos horizontes aqui denominados calcário dolomítico e calcário superior. A mineralização é atribuída a concentrações primárias e secundárias de elementos-traço, devidas a processos diagenéticos e tectônicos. Como rocha fonte teria atuado o embasamento semi-aflorante indicado pela magnetometria.

Entre os elementos dosados (Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Li e Ag), parece que os teores de Pb, Zn e Cu são os mais sintomáticos para a prospecção geoquímica - uma escolha definitiva requer levantamentos complementares.

Dos métodos geofísicos (Magnetometria, Cintilometria, SP, IP, Slingram, Turam, ER e VLF), aplicados sobre mineralizações aflorantes, apenas magnetometria e VLF podem ser apontados como convenientes para a prospecção na área.

I. INTRODUÇÃO

por

Arnaldo Bohn Vieira

1.1. HISTÓRICO

O levantamento aeromagnetométrico do Estado de Minas Gerais de 1971 demarcou uma anomalia no canto NE da Folha SD-23-Z-C-IV, anexo 1.1-1, que se estende a N e W da vila de Tijuco, no Município de Januária. Aliás, essa anomalia fora já pressentida no início dos anos 30, pelas perturbações magnéticas experimentadas durante levantamentos geodésicos conduzidos pelo Exército.

A borda S dessa anomalia é circundada por várias ocorrências de prata associada a sulfetos, conhecidas e exploradas há mais de 40 anos. Do começo da década de 30 para cá, a região tem sido visitada por inúmeros pesquisadores, sem que se tenha concluído em definitivo sobre a viabilidade econômica de mineração em larga escala ou mesmo qual ou quais seriam os minérios.

Em julho '72 o CGBA (Convênio Geofísica Brasil-Alemanha) enviou um grupo avançado à região, a fim de escolher uma área para futuros levantamentos geológico-geofísicos pilotos, obter permissões junto aos proprietários superficiais e estudar os problemas logísticos inerentes. No respectivo relatório (FERRARI et al.) o grupo indicava a Serra do Cantinho como o local representativo ideal àqueles levantamentos, por sua topografia menos abrupta, maior extensão e número de afloramentos mineralizados, melhores vias de acesso e provisão. Recomendava ainda que o pessoal técnico engajado acampasse no flanco oriental da Serra do Cantinho, denominado Traz da Serra.

1.2. FINALIDADES

Como decorrência, em fins de abril'73, foi destacado um grupo completo de geofísica e geologia, para levantamento da Serra do Cantinho, efetuando medidas geofísicas em perfis e amostragem de solo nos mesmos e em sedimentos de corrente, para análises geoquímicas.

Visava-se, assim, experimentar métodos combinados de prospecção geofísico-geoquímica nesse tipo de mineralização, selecionando o procedimento mais adequado. Tal projeto iria orientar futuros trabalhos em escala mais ampla na região.

1.3. FISIOGRAFIA

A área de Tijuco, que compreende a Serra do Cantinho e seus sopés, é delimitada pelas coordenadas UTM:

X entre 8.274 e 8.278 km e

Y entre 543 e 547 km.

Fica a cerca de 3 km a SW do Distrito de Tijuco, Município de Januária (vide an. 1.3-1).

Os meios de acesso rodoviário e respectivas distâncias e especificações são ilustrados na prancha 1.

A Serra do Cantinho, como de resto as de Capão do Porco, Umburana, Serrote e Tijuco, é um morrote testemunho constituído

de rochas carbonáticas ainda não peneplanizadas. Seu relevo escalonado é escarpado nos flancos e suavizado no espigão (vide prancha 2, foto 1). Tem forma de âncora, com a cruz voltada para N, e cobre uma superfície de 8 km², elevando-se seu topo cerca de 130 m sobre a planície aluvionar do Rio São Francisco.

O relevo dessas serras é fortemente cárstico, como mostram as fotos 2 e 3 da prancha 3. Há superficialmente uma intensa de composição dos lapiás (vide fotos 4 e 5 da prancha 4), que prejudica sobretudo a execução das medições geofísicas.

O clima da região é sub-tropical com temperatura média anual 27°C, variando entre 24 e 32°C. As precipitações se distribuem principalmente, entre dezembro e fevereiro, chegando à marca de 1000 mm/ano.

A vegetação predominante é a de cerrado. Nos morrotes, onde a topografia cárstica intensifica a aridez das quadras secas, desenvolve-se uma flora de caatinga, representada por cactáceas (mandacarus e xique-xiques), bromeliáceas (gravatás) e urticáceas (urtiga) (ver prancha 4, fotos 4 e 5). As planícies aluvionares são recobertas de gramíneas (jaraguá e barba de bode). Árvores das famílias Bombacácea (barriguda) e Leguminosa (umburana de cheiro) são comuns aos dois ambientes.

1.4. OPERAÇÕES

Como base topográfica utilizaram-se:

Aerofotos em escala aproximada 1: 60.000, faixa A-70 n^{os}.

12.321 e 12.340, da USAF, 1966;

Carta Topográfica do Vale do São Francisco, escala 1:50.000, Folha SD-23-Z-IV-2, da SUVALE, 1967.

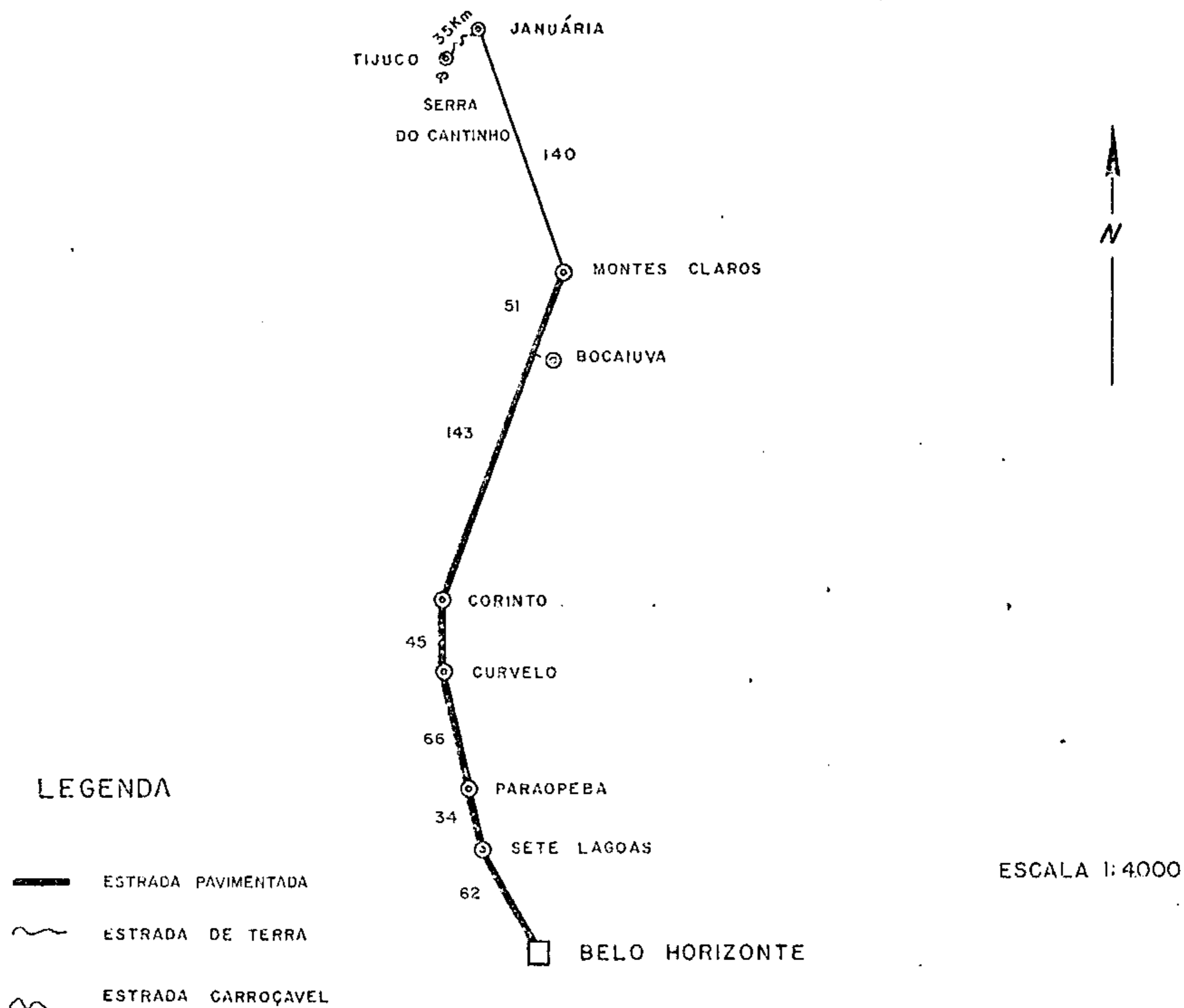
As operações de campo encetaram-se a 24.04.73, em cuja manhã se confirmou as autorizações dos proprietários das terras. À tarde passou-se à implantação do acampamento.

No dia seguinte (25.04) procedeu-se a um levantamento geológico expedito com participação do geólogo A.A. de Souza e geofísicos do grupo precedidos de guia. Procurava-se estabelecer um rumo para o perfil-base, de modo a abeirar o maior número de ocorrências e afloramentos e evitar os obstáculos topográficos violentos. É evidente que, a atender tais contingências, sacrificou-se a retidão do traçado. Alvitrou-se unanimemente a direção NE-SW que permitiu passar-se por vários afloramentos e 2 garimpos de prata em atividade. Esse perfil, denominado 200EW, serviria de guia aos trabalhos geológicos, geoquímicos e geofísicos.

O perfil 200EW foi cruzado no centro por uma linha transversal e na extremidade W traçou-se a rede de semi-detalhe, conforme anexo 2-1.

Ao todo foram cortados 7.400 m de linhas, a razão de 800m/dia.

Os trabalhos topográficos estiveram a cargo de Haroldo Lima e José Carlos de Souza, ambos da CPRM.



ACESSO:	BELO HORIZONTE - MONTES CLAROS	401 Km	ASFALTO
	MONTES CLAROS - JANUARIA	140 Km	TERRA
	JANUARIA - TIJUCO	35 Km	TERRA
	TIJUCO - SERRA DO CANTINHO	3 Km	CARROÇAVEL

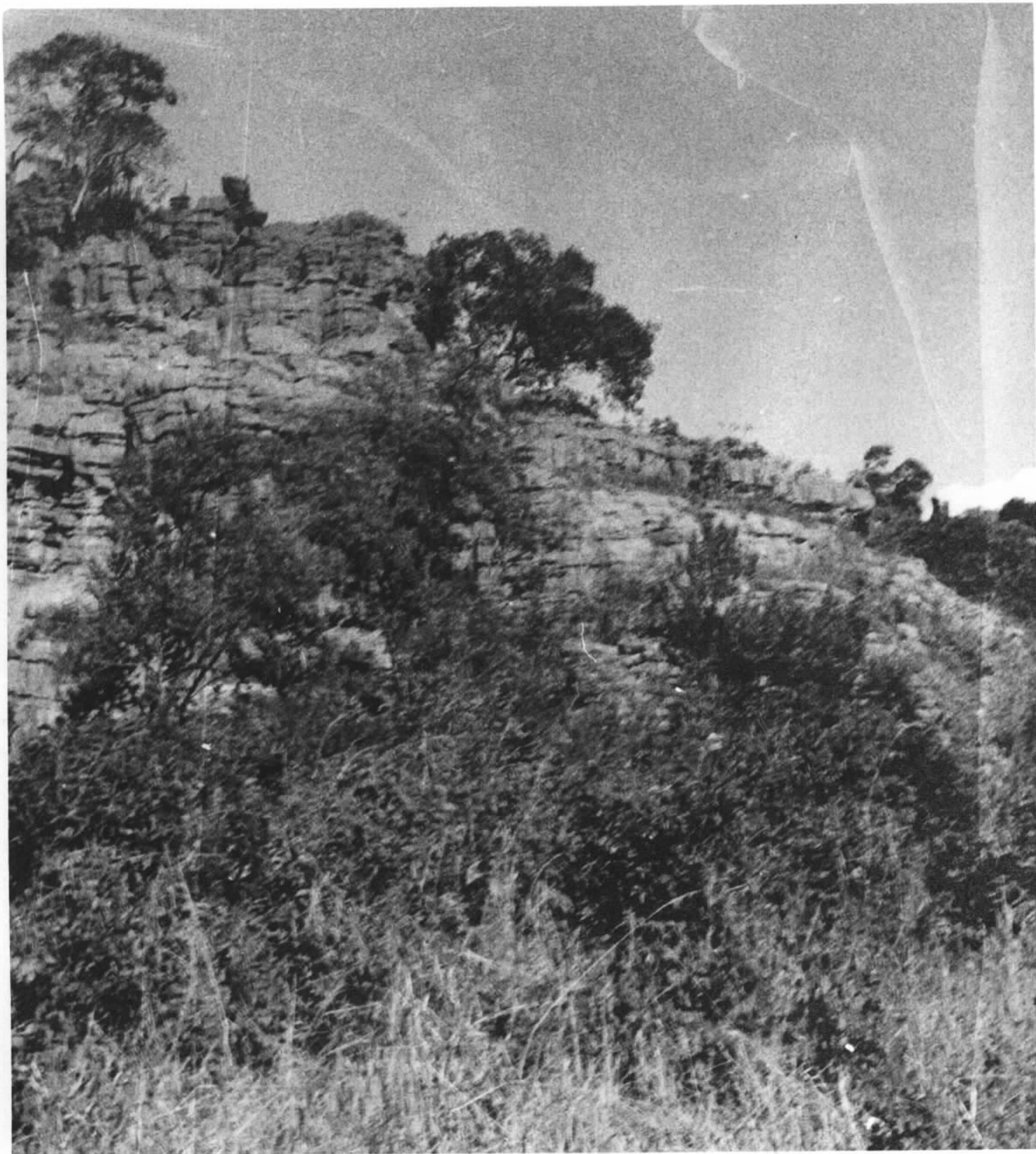


Foto nº 1 - Serra do Cantinho, vista da escarpa ocidental, destacando-se leitos calcários nitidamente horizontais. Em primeiro plano, gramíneas que recobrem a planície aluvionar do São Francisco (foto de E.F. da Silva).



Foto nº 2 - Entrada da gruta do Capão do Porco (foto de E.F. da Silva)



Foto nº 3 - Interior da gruta do Capão do Porco (foto de E.F. da Silva)



Foto nº 4 - Intemperismo cárstico na Serra do Cantinho (foto de E. de Souza e Lima).



Foto nº 5 - Cactáceas e Bromeliáceas da Serra do Cantinho (foto de A.B. Vieira).

2. GEOLOGIA

por

D. Hagen

(Tradução: M.C.C. Jinho e A.B. Vieira)



2.1. OBJETIVOS

Os trabalhos de geologia efetuados na área de Tijuco tiveram como objetivo principal dar apoio às investigações geofísicas e estudar a distribuição e paragenese mineral da sequência carbonática aí ocorrente.

›

2.2. OPERAÇÕES

As investigações geológicas foram conduzidas, de 23.04 a 12.05.73, pelo Geol. Adolfo Alves de Souza e o mot. Onofre C. da Silva. Esse primeiro grupo fez o reconhecimento dos perfis de medição, coletando 421 amostras de solo e 65 amostras de rocha.

O primeiro grupo foi substituído a 04.08 pelo Geol. Edson Ferreira da Silva e o mot. Cleiton Andrade, anteriormente engajados na geoquímica, que complementaram os trabalhos, visitando as serras do Capão do Porco e Manderoba, próximas à Serra do Cantinho, e a ocorrência de fluorita e galena da Fazenda Vargem Grande, próxima a Itacarambi.

2.3. TRABALHOS ANTERIORES

BARBOSA (1937) relata pela primeira vez a presença de argentita na região.

ROBERTSON (1963) investiga 7 ocorrências de mineralização nos arredores de Januária e Itacarambi, localizando-os dentro de um calcário dolomítico de cor cinza a bege, frequentemente silicificado. Considera fluorita, galena e esfalerita, e em menor quantidade, barita e calcopirita, como tendo origem hidrotermal controlada estruturalmente.

AMARAL e DAMASCENO (1967) revelam a presença de cerargirita na Serra do Cantinho. À cerargirita e acantita (argentita de baixa temperatura) atribuem origem supérgena.

CASSEDANNE (1969-1973) analisa ocorrências minerais em área mais ampla que ROBERTSON, cuja paragênese corrobora. Discorda, porém, quanto ao relacionamento causal entre mineralização, dolomitização e silicificação.

2.4. LITOLOGIA

A Serra do Cantinho é constituída de rochas carbonáticas do Pré-Cambriano Superior, pertencentes ao Grupo Bambuí. Sua raiz é coberta por um solo arenoso de coloração vermelho-amarelada ou, em menor escala, esbranquiçada.

Da base para o topo são distinguíveis 4 níveis concordantes de camadas, de direção NS e mergulho entre 1 e 4° para W (ver anexos 2-1 e 2-2), depositados sem dobramentos nem falhamentos.

2.4.1. Calcário Inferior

No horizonte inferior, aqui chamado calcário inferior, afloram aproximadamente 35 m de calcário cinza escuro, de granulação fina, que reage intensamente ao HCl. Esses calcários formam, geralmente, bancos decimétricos maciços, que se adelgaçam até mm.

O calcário inferior é estéril e sua base desconhecida.

2.4.2. Calcário Dolomítico

Sobrepostos ao calcário inferior seguem-se cerca de 22 m de calcário bege-marron-amarelado, às vezes bege-avermelhado, por cuja fraca reação ao HCl será nomeado calcário dolomítico. Tem estrutura sacaróide e granulação média a fina; na parte superior se torna poroso, grosseiro e quase sempre mineralizado. Brechas intraformacionais de calcário e cascalho atestam sedimentação em ambiente agitado.

Como minerais primários tem-se identificado: Galena,

Blenda, Fluorita, Pirita, Marcassita, Pirrotita, Magnetita e Hematita. Dentre estes, Galena e Blenda, associados a Fluorita, encontram-se ocasionalmente em pequenas cavidades, representando 3% do calcário mineralizado. Os minerais secundários sobrepõem-nos em abundância e variedade, como por exemplo: Ag (Argentita e Acantita), Cu (Covelina, Malaquita, Azurita), Pb (Cerusita, Piromorfita) e Zn (Smithsonita, Hidrozincita, Calamina, Willemita).

Os fragmentos de 2 a 4 cm de minerais secundários, enriquecidos pela lixiviação do calcário, são especialmente procurados pelos garimpeiros, que os denominam "mineral da terra". Ocorrem geralmente em chaminés cársticas e talus, de onde são facilmente catados. Esse material é vendido em estado bruto a Cr\$2,00/kg e fundido em Tijuco para recuperação da prata. Contém cerca de 10% Ag, embora nossas análises de laboratório tenham revelado teores algo menores (cf. 2.6).

2.4.3. Calcário Superior

Capeando o calcário dolomítico ocorrem aproximadamente 23 m de um calcário fino e bandeado, de cor cinza clara, às vezes avermelhada, doravante tratado calcário superior. É normalmente maciço, apresentando raras vezes bancos decimétricos. A reação ao HCl é, quase sempre, intensa, mas existem lentes dolomitizadas e silicificadas inertes. O calcário superior é frequentemente intemperizado nas par-

tes média e superior. Seu topo é delimitado por um leito de aproximadamente 2 m de espessura, constituído por bancos decimétricos de calcário cinza escuro, arenoso.

Este horizonte também é mineralizado e se apresenta sempre brechado nas zonas mineralizadas. Ao contrário do calcário dolomítico, onde a mineralização é concrecional, esta é aqui sempre relacionada a brechação e diaclasamento. A natureza da brechação é desconhecida, posto que escassa.

2.4.4. Camadas Calco-Argilo-Arenosas

As camadas mais jovens do pacote sedimentar da Serra do Cantinho formam uma sequência calco-argilo-arenosa, profundamente intemperizada, que constitui o solo arável do planalto.

Essa sequência, cuja espessura vai até 26 m, tem como base aproximadamente 1 m de margas clásticas, finas e macias. Segue-se-lhe cerca de 1 m de calcário fino, encimado por 20 m de camadas margosas finas. Na parte superior ocorre um banco de calcário oolítico negro e silicificado. De toda a sequência só aflora o calcário fino da base.

2.5. CORRELAÇÃO ESTRATIGRÁFICA E TECTÔNICA ENTRE JANUÁRIA E ITACARAMBI

O conjunto de camadas estudado na Serra do Cantinho é correlacionável àqueles descritos por ROBERTSON (1963) no Morro de Itapiraçaba (20 km a ENE da Serra do Cantinho) e em Itacarambi - (cerca de 100 km NE de Tijuco (vide anexo 2-3)).

Com base na estratigrafia de ROBERTSON, a equivalência entre as camadas do Morro de Itapiraçaba e da Serra do Cantinho é a seguinte:

<u>Serra do Cantinho</u>	<u>Morro de Itapiraçaba</u>
Camadas calco-argilo-arenosas	Horizonte E+F (parcial)
Calcário Superior	Horizonte C+D (parcial)
Calcário Dolomítico	Horizonte B
Calcário Inferior	Horizonte A

A estratigrafia de Itacarambi coincide também com a da Serra do Tijuco, mas apresenta algumas particularidades:

- a espessura das camadas aumenta na direção NE de Tijuco, de modo a triplicar em Itacarambi;
- as camadas são dobradas e mergulham de 20 a 30° para W;
- a brechação e dolomitização parecem ser mais intensas;
- a mineralização está estruturalmente ligada ao dobramento.

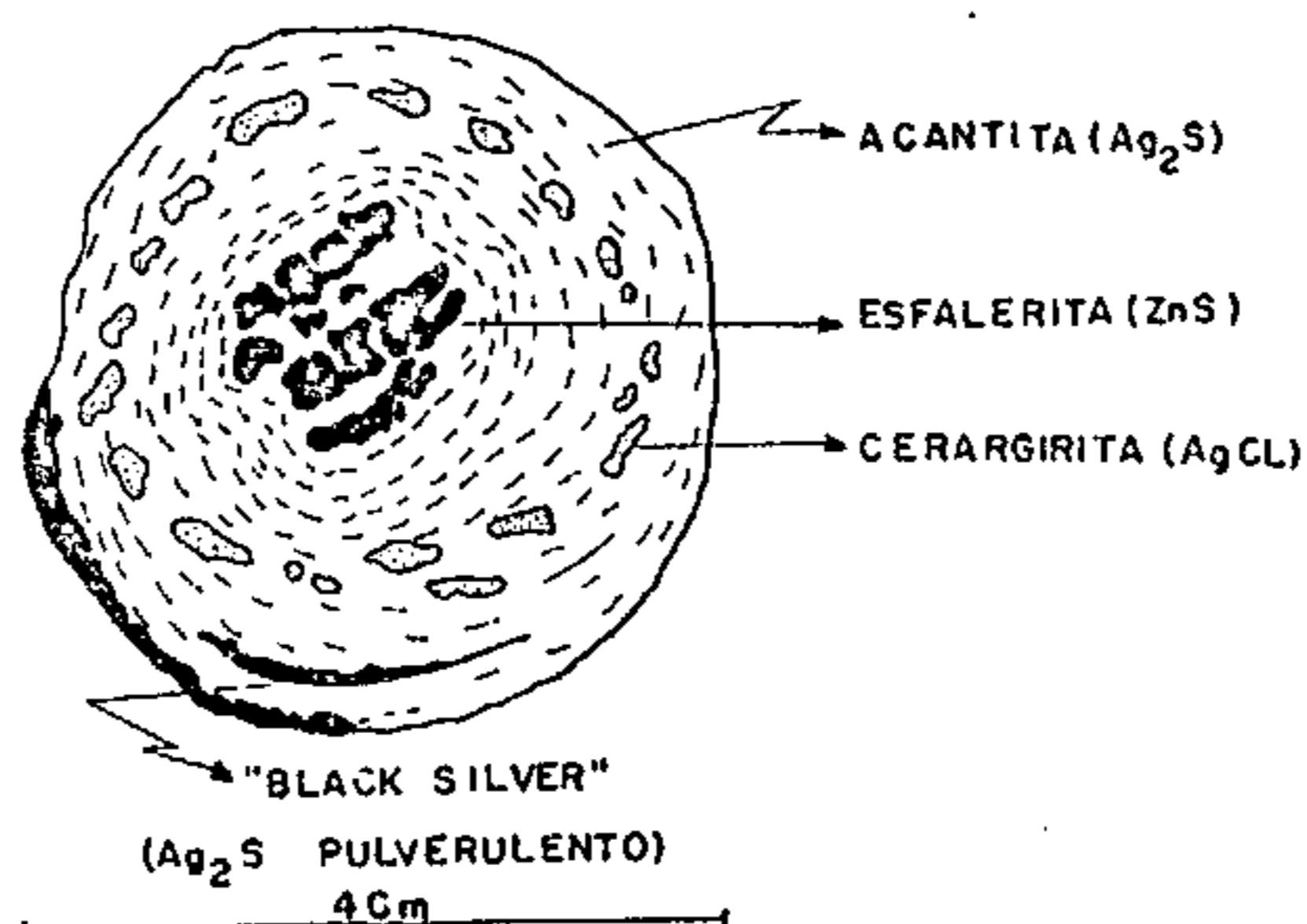
2.6. TIPOS DE MINERALIZAÇÃO E SEU SIGNIFICADO ECONÔMICO

A mineralização na Serra do Cantinho se dá em forma de nó dulos centimétricos dentro de pequenos nichos de calcário dolomi tico e nas diaclases das zonas fraturadas do calcário superior.

O minério secundário tem valor insignificante, é extraído das chaminés cársticas e às vezes de dolinas, por meio de enxa das e selecionado manualmente. Esses "minerais da terra" compõem -se de minerais secundários de Pb, Zn, Ag e Cu e, no Fabião, tam**ém** V, que se concentram por lixiviação do calcário.

Segundo AMARAL (1967) esses nódulos são concreções de, en tre outros minerais, Blenda, Cerargirita e Argentita, que se for mam próximo à superfície, quando da decomposição do calcário.

ESQUEMA DE UM NÓDULO DE MINERAIS DE PRATA



SEGUNDO G. AMARAL e E.C. DAMASCENO (1967)

Uma amostra analisada no laboratório do CGBA (W.GLATTE) ,
deu os seguintes resultados:

Zn	46,00%
Pb	14,50%
SiO ₂	13,00%
Ag	0,20%
Cu	0,08%
S*	26,00%

* Sulfeto proveniente de Zn, Pb e Ag e perda por calcinação.

O minério primário só é extraído nos locais mais acessíveis, perto da superfície.

O "mineral da terra" é vendido a Cr\$2,00/kg; o preço do minério primário é ainda mais ínfimo. Esses minérios são entregues a uma pequena fundição de Tijuco, para onde vai também o material extraído de outras serras, notadamente a do Capão do Porco. Segundo FROES DE ABREU (1973), a produção de prata na região de Januária é de 30 a 50 kg por mês.

A mineralização na região de Fabião/Itacarambi está estruturalmente ligada a zonas preferenciais de dobramentos nos calcários. O minério, principalmente Galena e Fluorita, ocorre em lentes de até 0,60 m de espessura por até mais que 100 m de comprimento. A mina do Fabião tem produzido algumas toneladas anuais de minério, extraídos por processos rudimentares e selecionados por catação. Todavia, uma exploração mecanizada e em larga escala é impraticável, face às pequenas reservas que, de resto, são muito espalhadas.

2.7. CONSIDERAÇÕES SOBRE A GÊNESE DO MINÉRIO

Da comparação entre os perfis estratigráficos resulta que a mineralização ocorre sempre nos mesmos horizontes, isto é, calcário dolomítico e calcário superior.

Uma tal mineralização é atribuída a concentração local de elementos-traço primários já abundantes dentro do sedimento (comparar com resultados das análises geoquímicas). As eventuais fontes desses elementos seriam o embasamento cristalino e intrusões (por exemplo, o granodiorito de Barreira) que sub-afloram na região de Januária e causam as anomalias geomagnéticas da área de trabalho.

A mineralização em forma de nichos, da parte superior porosa do calcário dolomítico da Serra do Cantinho e adjacências, dá-se já durante a diagênese (BEURLEN, 1973) e eventualmente, mais tarde, através de cristalização por acumulação.

O tipo de mineralização existente no calcário superior da Serra do Cantinho e Itacarambi é explicável por uma mobilização de soluções, devida a tectonismo, e precipitação nas zonas de fraqueza do calcário. Parece não ter havido migração de soluções: as lentes e horizontes de minério estão associados aos horizontes calcários. A noção de mineralização estratiforme é endossada por CASSEDANNE (1973) e BEURLEN (1973).

Injeções hidrotermais mineralizantes, conforme aventado por ROBERTSON (1963) são pouco prováveis na área. Pelo menos, a pre

sença de blenda mais clara parece indicar baixas temperaturas de formação.

3. GEOQUÍMICA

Por

D. HUYEN

(Tradução: M. C. C. Jinno)



3.1. COLETA DE AMOSTRAS

Foram coletadas 421 amostras de solo, 126 amostras de sedimentos de corrente e 65 amostras de calcário pelos 3 grupos de trabalho (comparar com o capítulo 1.4.1.).

3.2. RESULTADOS

As amostras de sedimentos de corrente e de solo foram secadas, peneiradas e 0,5 gramas da fração menor que 80 mesh aquecida em banho-maria, durante 3 horas, em uma solução de 1:1 de ácido nítrico. A seguir, encheu-se um frasco com 15 ml da solução, que foi agitada. Retirada a fração insolúvel no ácido, a solução foi decantada e examinada com o Espectrômetro de Absorção Atômica (AAS).

As amostras de rocha foram quebradas e quarteadas e, em seguida, moídas. 1 grama do material moído foi colocada numa proveta, com HNO_3 concentrado, e levado ao fogo, operação esta repetida duas vezes. O resíduo foi colocado numa solução 1:1 de ácido nítrico, filtrado num tubo graduado e preenchido até completar 100 ml. Em seguida, procedeu-se à análise com o AAS.

Para a avaliação estatística, os valores químicos de amostras isoladas foram divididos em classes com graduação logarítmica. Estas classes foram acumuladas em escalas de probabilidades, isto é, os valores de todas as classes mais elevadas são adicionados, nesta representação, aos valores de cada classe e registrados, em percentagem, na rede de probabilidades. Como resultado, obtemos uma curva característica, o conhecido diagrama de frequência acumulada. Este diagrama foi primeiramente analisado através de um método gráfico simples com o auxílio de listas de traços (processo manual). Os padrões estatísticos são então obtidos na ordenada logaritmicamente graduada da curva de frequência acumulada.

- em 50% - linha do Background (b) *
- em 16% - linha do Background + desvio-padrão (b+s)
- em 2,5% - linha do Threshold (t= b+2s)

Estes parâmetros estatísticos foram, mais tarde, também determinados pelo computador (anexo 3.1.).

O diagrama de frequência acumulada caracteriza a distribuição estatística dos valores químicos ("a população geoquímica") na região pesquisada.

Nos seus pormenores, significam:

- 1 - Curvas normais: distribuições log-normais de acordo com

* b, s, t = log Background, desvio-padrão, Threshold

a curva de distribuição normal de Gauss, isto é, dispersão estatística sem indício de zonas mineralizadas. Os pontos se agrupam no diagrama de frequência acumulada em torno de uma reta.

- 2 - Distribuições bi-modais: duas retas bifurcadas, com padrões estatísticos diferentes, separadas uma da outra por uma região mista. Tais curvas indicam que o total de dados químicos (população), divide-se em duas partes, que são atribuídas, por exemplo, a duas unidades litológicas distintas.
- 3 - Curvas anômalas: curvas com uma quebra positiva, isto é, os valores elevados estão super-representados. Isto pode ser indício de zonas mineralizadas.

Para a representação dos valores anômalos dos sedimentos de corrente foram confeccionados mapas de símbolos. Atribuiu-se um símbolo a cada elemento e os valores isolados que se encontram sobre (b+s) foram representados por símbolos de diferentes grandezas, segundo a filiação de classes a que pertencessem.

Em cada caso, os padrões obtidos da curva de frequência acumulada servem de base para a divisão das classes. De modo geral, são obtidos do ramo da curva que representa a população de Background e - no caso das distribuições anômalas - do seu prolongamento acima do ponto de quebra.

Nas distribuições bi-modais utilizou-se, quando oportuno, o ramo da curva da região mista para o estabelecimento dos pa-

drões estatísticos $(b+s)$, $(b+2s)$, etc. (comparar com os diagramas de frequência acumulada nos anexos).

Para a representação dos símbolos foram escolhidas quatro classes; a distribuição de classes foi feita, neste relatório, de acordo com o seguinte esquema:

- 1ª classe - $(b+s)$ a $(b+2s)$
- 2ª classe - $(b+2s)$ a $(b+3s)$ ou valor máximo
- 3ª classe - $(b+3s)$ a $(b+4s)$ ou valor máximo
- 4ª classe - $(b+4s)$ a $(b+5s)$ ou valor máximo

Estas classes estão representadas no mapa de símbolos - a anexo 3.2.

Os dados químicos das amostras de solo e de rocha não foram divididos em classes para a representação nos mapas, mas representados nos diagramas, como valores absolutos sobre o perfil geológico da Serra do Cantinho (anexos 3.4 a 3.9). Isto facilita uma comparação direta com os resultados das medições geofísicas que são representadas da mesma maneira.

Os valores das amostras de solo são representados ao lado da coluna litológica da Serra, para delimitar a exata região estratigráfica das concentrações mais elevadas de elementos - traço (anexo 3.10).

3.3. SEDIMENTOS DE CORRENTE

De uma área de 430 km², a W do Ribeirão Pandeiros, constan

te da folha Tijuco SD-23-V-III-2, escala 1:50.000, foram feitas 130 análises de Pb, Zn, Cu, Co, Ni, Li e Ag de 115 pontos de amostragem (E 384 a 498).

As amostras são mal distribuídas, estatisticamente, o que é atribuído à distribuição da rede de drenagem (comparar com o anexo 3.2.).

A maior parte da região é coberta por areias aluviais incoerentes, nas quais a água superficial pode facilmente infiltrar-se. As Serras, na área de trabalho, são fortemente cársticas, de modo que as águas penetram pelas chaminés cársticas e aparecem diretamente no pé da Serra.

Os riachos, que por acaso drenam as Serras, apresentam seus cursos superiores (montantes) secos praticamente o ano todo.

A população geoquímica dos 130 valores resultou numa distribuição normal para Li, distribuições bi-modais para Cu, Ni e Co, assim como uma distribuição anômala para Pb e Zn (anexo 3.1.).

A Tabela 1, que se segue, com os padrões estatísticos e os valores máximos, mostra que os contrastes mais fortes que se manifestam nos quocientes valor máximo/Background e nos quocientes valor máximo/Threshold, ocorrem para os elementos Zn, Li, Pb e Ag.

	b	t	Valor máximo
Pb	5	67	110
Zn	9	253	600
Cu	3	23	35
Co	3	20	25
Ni	4	36	53
Li	0,5	16	32
Ag	-1	3	11

Tabela 1: Padrões estatísticos e valores máximos, em ppm, de 130 análises de sedimentos de corrente da região de Tijuco, próximo a Januária.

Mais adiante, no capítulo 3.3. (Amostras do solo), será mostrado que os elevados valores de Li provêm da sequência de camadas sobre os calcários mineralizados, e que o Li, dessa maneira, interessa apenas como elemento indicador para regiões mineralizadas.

Os elementos adequados para a prospecção são, pois, Zn, Pb e Ag.

No mapa de símbolos ocorrem quatro regiões com valores anômalos elevados:

1 - Uma extensa região de aproximadamente 20 km² ao S da Serra do Cantinho, considerada como a região anômala mais forte.

São apresentadas, aqui, duas nascentes do Córrego Pandeiro Velho, que drena a Serra na direção do Rio São Francisco, no seu curso superior, quase sempre seco, numa extensão de aproximadamente 5 km, com teores de elementos-traço bastante elevados.

Depois desses primeiros quilômetros, os valores dos sedimentos de corrente até a foz decrescem até ao nível do Background. Com isso se retrata, nitidamente, a mineralização no calcário-Bambuí.

2 - Mais ou menos 6 km a montante da foz do Pandeiro Velho ocorrem dois pontos com valores fracamente elevados. Ambos se encontram na Fazenda Remanso, num brejo próximo ao Rio São Francisco. Os valores elevados dependem, sem dúvida, do conteúdo de material orgânico e finamente clástico apresentado pelas amostras, como mostra a experiência.

3 - A NE da Serra do Cantinho ocorrem valores fortemente elevados, cuja origem exata nos é desconhecida. Talvez provenham dos calcários da Serra do Riachinho e das elevações situadas a N, que alcançam altitudes de até 643 metros.

4 - Desconhece-se a origem dos valores anômalos a ESE da Serra do Cantinho, pontos de amostragem E 410 a 412.

3.4. AMOSTRAS DE SOLO

Na região da Serra do Cantinho, sobre os perfis geofísicos, foram coletadas 421 amostras de solo de 383 pontos de amostragem, das quais existem 427 análises da fração < 80 mesh. Para comparação, foi também examinada a fração > 80 mesh das amostras E 1 a E 250, sobre o perfil 200. As amostras aluviais e as amostras do solo decomposto dos calcários argilo-arenosos sobre os planaltos cultivados das Serras, provém do Horizonte B, numa profundidade de 0,60 - 0,80 metros.

A coleta de amostras sobre os calcários aflorantes foi sempre difícil. Muitas vezes pode ser coletado apenas o solo transportado dos altos.

3.4.1. Amostras de solo da fração < 80 mesh

Foram coletadas amostras, sobre os calcários, distanciadas de 10 metros; sobre as camadas argilo-arenosas e na região dos aluviões, a cada 25 metros. Apesar das dificuldades, distingue-se um quadro bastante nítido da distribuição dos elementos-traço nas diferentes unidades estratigráficas (anexos 2.4. a 3.6.):

1 - os elementos Pb, Zn, Cu, Ag são mais fracamente representados nos aluviões e nas camadas argilo-arenosas. Os valores se encontram bem

mais elevados nos calcários. Eles alcançam seus máximos no calcário dolomítico, principalmente na zona mineralizada. A distribuição, no exemplo da curva Zn (anexo 3.4.), deve ser objeto de uma discussão rápida:

- ao nível do aluvião, com cerca de 8 ppm Zn (amostras E 1 a 16 e E 234 a 250) segue-se o nível do calcário inferior com aproximadamente 2.000 ppm Zn (E 51 a 60 e E 196 a 206).
 - segue-se o nível do calcário dolomítico com 6.000 a 10.000 ppm Zn (E 180, 181 e 187 a 192 e E 63 a 74), com valores bem acima de 10.000 ppm (E 182 a 186) na zona mineralizada.
 - segue-se o nível do calcário superior com 200 a 500 ppm Zn (E 163 a 177 e E 96 a 104), com 700 a 2.000 ppm Zn (E 105 a 130) na zona mineralizada.
 - como último nível, topograficamente mais elevado, e na sequência pré-Cambriana, seguem-se finalmente as camadas argilo-arenosas com 40 ppm Zn.
- 2 - Os elementos Co e Ni, com valores elevados ao longo da sequência completa da Serra, distinguem-se dos valores do aluvião. Dentro da sequência dos calcários não se verificou diferen-

ciação.

- 3 - O elemento Li apresenta valores nitidamente elevados nos calcários bem como nas areias aluviais. Ele alcança, contudo, seus valores mais elevados nas camadas argilo-arenosas do topo da Serra; está, pois, distribuído de maneira inversa dos outros elementos estudados.

Para o cálculo dos padrões estatísticos deveriam ser diferenciadas tres unidades litológicas distintas:

- 1 - areias aluviais
- 2 - calcários (calcário inferior, dolomítico e superior)
- 3 - camadas calco-argilo-arenosas.

Entre estas unidades existem populações mistas. Ficaremos limitados ao cálculo dos padrões para as amostras de calcário (149 análises) e para os aluviões (131 análises). A quantidade de análises das camadas calco-argilo-arenosas (40) não é suficiente para um estudo estatístico. As amostras das regiões de transição entre estas unidades não foram levadas em consideração.

	b		t		Valor máximo	
	SOLO CAL - CÁRIO	AREIAS ALUVI- AIS	SOLO CAL- CÁRIO	AREIAS ALUVI- AIS	SOLO CAL- CÁRIO	AREIAS ALUVI- AIS
Pb	570	45	2.512	338	9.500	700
Zn	957	45	12.208	904	38.000	1.200
Cu	34	10	136	29	580	43
Co	16	9	26	18	30	20
Ni	22	11	36	27	35	35
Li	23	6	44	23	50	53
Ag	12	2	185	8	1.500	9

Tabela 2: Padrões estatísticos e valores máximos, em ppm, do Calcário-BambuÍ da Serra do Cantinho, perto de Tijuco/Januária. 140 análises serviram de base para os cálculos.

Pb e Zn são os elementos com os contrastes mais fortes, tanto nos sedimentos de corrente como nas amostras de solo. A razão Zn/Cu é nitidamente mais elevada nos calcários (calcário inferior, dolomítico e superior) do que nos aluviões e nos sedimentos calco-clásticos (camadas calco-argilo-arenosas) sobre o calcário inferior. A razão Zn/Cu sobre as regiões mineralizadas é especialmente alta. O nível ppm do Zn se encontra aqui bastante elevado, também em

relação aos outros elementos pesquisados. O halo de contaminação alcança o calcário até quase 700 metros adiante, nos aluviões circundantes. Esta zona de transição desde os elevados valores do solo calcário até o Background dos baixos valores de aluvião, foi definida a partir do limite Calcário/Aluvião até alcançar o nível do aluvião (comparar com anexos 3.11 a 3.15), da seguinte maneira:

Cu e Ag - 200 metros de largura
Co e Ni - 400 metros de largura
Pb, Zn e Li - 500 metros de largura

Não podemos definir se estes halos indicam calcários mineralizados ou se apenas causam os elevados teores de elementos-traço nos calcários. Para uma resposta a esta pergunta é necessário a realização de vários levantamentos na zona de calcário não mineralizado. Podemos apenas supor que os elevados valores nos calcários são a manifestação de uma concentração primária estratiforme de elementos traço. Os resultados dos levantamentos, tanto nas amostras de solo como nas amostras de rocha, abaixo discutidas, mostram que, dentro da sequência dos calcários, na estreita região limítrofe do calcário dolomítico, acima, e do calcário superior, abaixo, são marcantes os elevados teores de elementos-traço. Esta verificação foi feita em tres diferentes trechos de perfil (trecho W - perfil 200; trecho E - perfil 200 e perfil 195) e podem, portanto, ser considerados como seguros.

Seria, portanto, presumível, que os elevados valo-

res nos halos provavelmente indicam apenas a existência de calcário e não uma mineralização do mesmo. A relação Zn/Cu parece mais adequada (ver acima) como indicador para uma eventual mineralização.

3.4.2. Amostras de solo - comparação com a fração > 80 mesh

Das amostras E 1 a E 250, sobre o perfil 200, foi a nalisada, além da fração < 80 mesh, também a fração > 80 mesh.

O material foi moído num Rotap e, após os preparativos habituais, analisado no AAS (capítulo 3.1.2.).

Durante o processo de moagem pelo desgaste do aço (aço-Widia) - esse material é o mesmo do pote de moagem - o Co foi liberado de tal modo que seus valores não poderiam ser levados em consideração nas observações que se seguem.

A princípio deve-se verificar que, apesar dos dados divergentes das análises, discutidos no capítulo anterior, os resultados foram completamente confirmados. As relações entre os valores máximos e os valores mínimos para ambas as frações, permanecem exatamente as mesmas, em todos os elementos, porém, os valores absolutos, em ppm, dependem do material de amostragem:

- nos aluviões, para todos os elementos analisados, os valores da fração menor que 80 mesh são bem maiores ou tão baixos (Li, Ag) como os da fração maior que 80 mesh.
- nas amostras de solo, a distribuição não é uniforme. A fração maior que 80 mesh contém mais Pb e Li, e a fração menor que 80 mesh contém mais Ag e Cu. Para o Zn não foi constatada uma distribuição determinada: os valores da fração maior que 80 mesh são, algumas vezes, mais elevados, outras vezes temos os valores mais elevados na fração menor.

Tais variações nos elementos-traço devem ser causadas pelos conteúdos diferentes de mica e minerais de argila nas amostras. Esses minerais, pelo seu quimismo, são mais ricos em elementos-traço, e, pelas características de sua rede cristalina, podem mais facilmente incorporar os elementos-traço do que o quartzo, maior constituinte das amostras na fração maior que 80 mesh.

Os minerais de argila estão sempre presentes, tanto nas amostras de solo como nos aluviões, enquanto que a mica aparece somente nas amostras de solo sobre as camadas argilo-arenosas e nos calcários, e quase nunca ocorre nos aluviões analisados. Em cada caso, pode ser estimada uma concentração dos minerais de argila na fração menor que 80 mesh e uma concentração de mica na fração maior que 80 mesh.

Elementos bem solúveis, como Cu e provavelmente Ag, após o seu transporte em solução, são incorporados mais facilmente aos componentes finos (minerais de argila, compostos orgânicos). Por isso, tais elementos são concentrados na fração fina, tanto nos aluviões como nas amostras de solo.

Há maior concentração de Li, Pb e Ni na fração menor que 80 mesh dos aluviões e na fração maior que 80 mesh das amostras de solo. A distribuição de Ni não pode ser explicada sem investigações mais profundas. A presença do Li pode-se esperar que seja causada pela maior quantidade de mica (lepidolita) na fração maior que 80 mesh. Portanto, a quantidade de Li nas amostras de solo sobre as camadas argilo-arenosas e sobre os calcários, com seus conteúdos de mica originais não selecionados pelo transporte, como no caso dos aluviões, são mais ricos em Li na fração maior que 80 mesh do que na fração menor que 80 mesh. Contudo, na fração maior que 80 mesh, a destruição da mica na moagem, cria superfícies novas para o ataque químico, possibilitando uma maior solubilidade do Li na fração maior que 80 mesh. Por outro lado, nos aluviões, a fração menor que 80 contém mais Li, pois ela é constituída de areia de quartzo com muito pouca mica, e a fração maior que 80 mesh é constituída quase totalmente por quartzo. Assim, nos aluviões, o Li só pode ser proveniente dos minerais de argila da fração menor que 80 mesh.

O Pb pode ser oxidado, perto da superfície, a sulfato de Pb, muito pouco solúvel, e concentrado na fração mai

or que 80 mesh das amostras de solo. Por outro lado, nos aluviões, devido à força do transporte por soluções, ele é encontrado na fração menor que 80 mesh, incorporado aos minerais de argila.

3.5. AMOSTRAS DE ROCHAS

No perfil 200, de 56 pontos de amostragem, foram coletadas 57 amostras de calcário inferior, dolomítico e superior, assim como do banco de calcário fino, na base das camadas calco-argilo arenosas, e do banco oolítico, situado 23 metros acima, coletando-se, de cada vez, de 0,5 a 1 kg de rocha fresca. A preparação e as análises foram realizadas conforme descrito no cap. 3.2. Procurou-se, cuidadosamente, manter afastadas do material preparado as partículas de minério.

Não foi feita uma avaliação, pois não existiam valores suficientes das diferentes unidades litológicas (calcário inferior, calcário dolomítico, calcário superior) para os valores obtidos das análises estão representados nos anexos 3.7. a 3.9. junto com o perfil geológico, e nos anexos 3.10. a 3.11., ao lado da coluna litológica.

Os resultados das análises confirmam, em substância, os resultados da amostragem de solo. Como se pode facilmente ver, os mais elevados teores de elementos-traço sempre ocorrem na parte superior do calcário dolomítico e na parte inferior do calcário superior, exatamente onde ocorrem mineralizações na Serra do Can

tinho.

Os valores nos três horizontes de calcário se encontram bem acima da média mundial, para rochas carbonáticas. Na Tabela 3 são comparados os valores médios mundiais, segundo Rösler/Lange(1965), com os encontrados (no presente caso, valores médios geométricos) no limite calcário dolomítico/calcário superior na Serra do Cantinho (avaliado do anexo 2.5.4.).

	MÉDIA MUNDIAL NOS CARBONATOS RÖSLER/LANGE (1965)	VALOR MÉDIO GEOMÉTRICO NO LIMITE DO CALCÁRIO DOLOMÍTICO/CALCÁRIO SU- PERIOR, SERRA DO CANTI- NHO
Pb	9	150
Zn	20	500
Cu	4	8
Co	0,1	-
Ni	20	-
Li	5	1
Ag	0,0 X	6

Tabela 3: Valores médios mundiais nos carbonatos em comparação com os valores médios de 57 amostras do calcário-Bambui da Serra do Cantinho. Todos os valores em ppm.

4. GEOFÍSICA

por

D. Hogen e H. J. Ulrich

(Tradução: M.C.C. Jinno)



Os levantamentos geofísicos foram realizados entre 24.04 e 27.05.73, utilizando os seguintes métodos:

Magnetometria
Cintilometria
Potencial Espontâneo
Slingram
Turam
Polarização Induzida
Eletoresistividade
VLF

Levantaram-se os 9 perfis mostrados no anexo 2-1. Os parâmetros utilizados em cada método e perfil são especificados na prancha 5, onde constam ainda a produção em número de estações e metros por perfil por método.

Os participantes das operações são nomeados nos subcapítulos seguintes, que tratam em detalhe de cada método geofísico empregado.

Mod. 002

NE 7530.0210.03A3

Nº DO PERFIL	MAGNETOM			CINTILOM			SLING. 200'			SLING. 400'			VLF			SP			IP			ER			TURAM 220Hz			TURAM 660Hz		
	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP	IM	NE	TP
200	10	390	3690	10	390	3890	10	390	3690	50	78	3850	10	390	3690	10	390	3390	-	-	-	100 400	24	1950	-	-	-	-	-	-
195	10	85	940	10	65	840	20	39	760	-	-	-	10	85	840	20	42	620	20	126	360	-	-	-	-	-	-	-	-	-
305	10	52	510	20	21	400	-	-	-	-	-	-	20	29	540	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	14	260	20	14	260
300	10	30	290	20	32	600	20	32	600	-	-	-	20	35	660	-	-	-	20	169	530	-	-	-	20	26	500	20	26	500
301	10	50	490	20	27	520	20	36	680	-	-	-	20	58	1140	-	-	-	20	196	530	-	-	-	20	36	680	20	36	680
302	10	36	350	20	22	420	-	-	-	-	-	-	20	18	320	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	16	300	20	16	300
303	10	40	390	20	20	350	-	-	-	-	-	-	20	23	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	16	280	20	16	280
304	10	54	530	20	20	380	-	-	-	-	-	-	20	31	580	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	8	140	20	8	140
400	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	51	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-

PRANCHA 5 QUADRO SINÓTICO DOS MÉTODOS GEOFÍSICOS EMPREGADOS EM TIJUCO

IM INTERVALO DE MEDIÇÃO EM METROS

NE NÚMERO DE ESTACAS

TP TOTAL PERFILADO EM METROS



4.1. MAGNETOMETRIA

por H.J.Ulrich, trad. A.B.Vieira

4.1.1. Operações

Todos perfis foram cobertos pela magnetometria, a intervalos de 10 m entre as estações, totalizando-se 750 pontos e cerca de 7.400 m.

Utilizou-se um magnetômetro Askania Gfz, que mede a componente vertical do campo geomagnético (ΔZ), com precisão de $\pm 2 \gamma$.

Participantes: A.B.Vieira, E.de Souza e Lima, H.Henning e O.M.Capistrano Filho.

4.1.2. Resultados

Os valores de ΔZ correspondentes aos perfis 300-305 são apresentados no anexo 4.1-1. Conquanto os perfis se mostrem sobretudo ruidosos nas proximidades da zona mineralizada (proximidades dos piquetes 200), não se logrou determinar anomalias indiscutivelmente correlacionáveis àqueles afloramentos. Tampouco os perfis 195 e 200 (anexos 5-1 e 5-2) permitem tais conotações.

Informações mais acuradas são fornecidas pelo anexo 4.1-2, cujas isanômalas delineiam zonas negativas sobre a região mineralizada, corroborando as isolinhas de VLF (cf. 4.8-3).

Em virtude do grande espaçamento entre os perfis e do fato de a anomalia magnética não ter sido totalmente abrangida, ficaram prejudicados os trabalhos de cálculo de modelos. Investigações posteriores deverão esclarecer quais os minerais responsáveis pelo magnetismo das rochas.

4.1.3. Conclusões

A magnetometria parece ser adequada ao trabalho proposto, todavia é absolutamente imprescindível um levantamento equidimensional (malha quadrada), com menor intervalo entre as estações.

4.2. CINTILOMETRIA

por H.J.Ulrich, trad. A.B.Vieira

4.2.1. Operações

Todos perfis foram investigados pela Cintilometria.

O cintilômetro empregado foi o Mc Phar TV-5, cujos 4 canais medem 4 diferentes níveis de energia, o que permite separar as radiações correspondentes aos conteúdos de Th, U e K. Esses canais, seus respectivos limiares superiores e funções são:

T_0 (0,20 MeV) - mede a radiação "total"

T_1 (1,30 MeV) - mede os produtos de desintegração do K
(K^{40}), U(Bi^{214}) e Th (Pb^{212})

T_2 (1,63 MeV) - mede os produtos de desintegração de U e Th

T_3 (2,50 MeV) - mede os produtos de desintegração de Th

Esse instrumento dispõe de um cristal de NaI ativado por Tl, com $1\frac{3}{4}$ " de diâmetro por 2" de altura.

O espaçamento usado foi sempre 10 m.

Participantes: E.de Souza e Lima, G.Brass, H.J.Ulrich e O.M.Çapistrano Filho.

4.2.2. Resultados

Por razões de simplicidade, os anexos apresentam as leituras de T_1 , T_2 , T_3 e T_0 , lidas no campo.

No anexo 4.2-1 constam aqueles parâmetros, medidos no perfil 200EW.

Na planície oriental destaca-se um nível de 3.000 a 4.000 cpm, sem perturbações. Em direção à serra esses valores chegam quase a dobrar, mas só quando existe cobertura de solo; sobre afloramentos (por exemplo entre os piquetes 181-185, 191-198 e 211-221) os valores medidos são mais baixos. Dentro deste mínimo ocorrem máximos relativos, nos afloramentos de calcário dolomítico (piquetes 183, 195 e 218), mesmo onde ele é visivelmente estéril, como no piquete 183.

Os resultados dos outros perfis (anexos 4.2-2 a 4.2-8) são os mesmos, pelo que excusa discutí-los.

4.2.3. Conclusões

O método cintilométrico responde ao calcário dolomítico, desde que este seja capeado por solo. Comprovou-se que a radiação proveniente da cobertura de solo é substancialmente maior que a das rochas aflorantes e que as zonas

mineralizadas se confundem com as estéreis.

Isto significa que os afloramentos de calcário dolomítico, sem distinção de mineralização, são mapeáveis pela cintilometria. Visto que um imprescindível reconhecimento geológico resulta mais fácil, rápido e detalhado, a cintilometria terrestre se torna dispensável. Não obstante, as anomalias aerocintilométricas devem ser cuidadosamente analisadas com vistas a esse tipo de mineralização.

4.2.4. Apêndice 1 - Cintilometria na Mina do Fabião

Participantes: G.Brass, H.J.Ulrich, A.B.Vieira e E. de Souza e Lima.

A 27.04.73 foram efetuadas medições experimentais com o cintilômetro TV-5, da Mc Phar, na mina de fluorita do Fabião. As operações foram conduzidas pelos autores. Essas medições tinham por finalidade verificar a possibilidade de localizar os veios de fluorita aí ocorrentes através da cintilometria.

Em primeiro lugar, realizaram-se medidas nos afloramentos da mina (ver anexo), obtendo-se valores médios de: $T_1 = 95$ cpm; $T_2 = 80$ cpm e $T_3 = 36$ cpm.

A seguir, mediram-se dois perfis, um dos quais (Perfil 1) dentro da garganta (vide anexo A-1) e o outro (Perfil 2) na parte superior da parede do vale (vide anexo). As medidas foram realizadas a cada 10 m e a direção dos perfis aproximadamente N-S.

O perfil 1 mostrou dois máximos nas três componentes. O segundo perfil apresentou um máximo relativo a T_1 e T_2 . É notável o fato de os valores de T_1 serem consideravelmente mais elevados no perfil 1, dentro da garganta, do que os do perfil 2 (até 7.000 cpm).

Uma medição bem longe da mina registrou 7.000 cpm de

radiação total. Isto significa que a radiação total nas vi
zinhanças da mina é nitidamente inferior à radiação total
normal, enquanto as outras componentes têm valores de mes
ma ordem de grandeza.

4.3. POTENCIAL ESPONTÂNEO

por Arnaldo Bohn Vieira

4.3.1. Introdução

Ainda que o método do SP não seja indicado para o tipo de mineralização da região de Tijuco, resolveu-se em pregá-lo na tentativa de confirmar eventuais anomalias ele tromagnéticas, principalmente de Slingram e VLF.

Tal finalidade não foi atingida; mesmo assim, a ex periência é válida. Em primeiro lugar porque o levantamen to de dois perfis não exigiu mais que 2 dias, graças à ra pidez de operação do método, além do fato de se exercitara a equipe. Finalmente, a falta de resposta ao método pod erá, incidentalmente, significar ausência de bons condutores e létricos maciços na área.

4.3.2. Operações

A 05.05 e 25.05.73 procedeu-se o levantamento do po tencial espontâneo dos perfis 200EW e 195NS, com medidas es paçadas de 25 m e 20 m, respectivamente. Realizaram-se, na queles dois dias, 151 medições, o que dá em média, 75,5 pon tos/dia.

Os trabalhos demandaram a utilização de 5 bases, das quais só em uma se operou com o carro de medida e 2 cabos. As restantes foram realizadas a pé, com cabo lançado em sentido único. Todo o pessoal disponível foi distribuído ao longo do cabo, na prevenção de rupturas sobre as rochas e auxiliando na tração do mesmo.

Os lances foram mantidos dentro do limite de 600 m, com uma única exceção, 740 m. Esse lance maior foi usado na base 200/195, interseção dos dois perfis.

Os eletrodos não polarizáveis originais do instrumento foram trocados pelos modelos maiores e mais estáveis do IP. Esta substituição é aconselhável, tanto porque se evita repetições de leituras, como também se padroniza eletrodos para dois métodos.

Participantes: H.Henning e J.C.Blankenbunrg.

4.3.3. Interpretação

Os vários lances foram amarrados entre si e referidos ao ponto 200/180. As amarrações são, de modo geral, boas. Somente dois trechos do perfil 200EW apresentaram discrepâncias maiores que 10 mV, mas como o recobrimento era de 2 a 3 pontos a dificuldade foi contornada utilizando-se valores médios e a tendência das curvas.

Os resultados são apresentados nos anexos 5-1 e 5-2.

As curvas são calmas, isto é, sem anomalias e também sem ruído. Infelizmente, as zonas mineralizadas não provocam mudanças nítidas que se pudesse considerar anômalas. Dessa maneira, parece improvável a localização de mineralizações na área com auxílio do potencial espontâneo.

4.4. SLINGRAM

por H.J.Ulrich, trad. A.B.Vieira

4.4.1. Operações

Levantamentos eletromagnéticos com o processo Slingram foram encetados nos perfis 300, 301, 195 e 200, tendo-se medido 596 estações separadas de 20 m, totalizando ... 10.245 m lineares.

O equipamento empregado foi o Geonics EM-17, que opera na frequência de 1.600 Hz, com espaçamento 200' ou 400' entre o transmissor e o receptor.

Participantes: E.G.Correia, H.Henning, H.Lima e O. M.Capistrano Filho.

4.4.2. Resultados

4.4.2.1. Perfis 300 e 301 (anexo 4.4-1)

Nesses perfis se utilizou uma distância de 200' entre o transmissor e o receptor. Acidentes do relevo impedem operar com distâncias maiores; de res

to, tais medidas trariam pouca ou nenhuma informação adicional.

Conforme a geologia (anexo 1.4-1) esses perfis atravessam três vezes os calcários mineralizados: o perfil 300 desde o piquete 200 até além do 225 e o perfil 301 nos piquetes 225 e 232. Nesses registraram-se fracos desvios na componente real mas a componente imaginária não foi afetada.

É difícil que indícios dessa natureza sejam suficientes para a descoberta de mineralizações capeadas por solo.

4.2.2.2. Perfil 200 (anexo 4.4-2)

No anexo 4.4-2 são comparadas as medidas feitas com 200' e 400'. Entre os piquetes 182-185, 194-197, e 212-218 aflora calcário dolomítico, reconhecidamente mineralizado entre os piquetes 194 e 197.

A curva de 200' só exhibe anomalias fracas nesses locais, bastante semelhantes às aquelas dos perfis 300 e 301 (cf. 4.2.2.1.).

O comportamento da curva de 400' é visivelmente perturbado. Sobre os afloramentos ocorrem ano

malias nítidas, algumas das quais só abrangem poucos pontos.

Não obstante, pode-se duvidar da exatidão das medidas - o relevo acidentado pode causar erros na distância transmissor-receptor e na orientação entre as bobinas, induzindo anomalias falsas. O fato é que as zonas mineralizadas não são indicadas com precisão pelos valores anômalos.

As bem caracterizadas anomalias positivas das planícies ocidental e oriental são, por enquanto, geologicamente inexplicáveis. Pode-se, no entanto, atribuí-las a zonas mais úmidas *ipsu factu* mais condutivas, do subsolo.

4.2.2.3. Perfil 195 (anexo 5-1)

Os resultados desse perfil são ainda piores. Nem o calcário superior mineralizado (piquete 200) tampouco o calcário dolomítico (entre os piquetes 205 e 215) foram assinalados.

4.4.3. Conclusões

Ainda que as zonas mineralizadas pareçam provocar a anomalias Slingram em vários lugares, as anomalias são tão reduzidas que não aconselham a utilização do método para trabalhos dessa ordem.

4.5. TURAM

por H.J.Ulrich, trad. A.B.Vieira

4.5.1. Operações

Levantamentos eletromagnéticos na modalidade Turam foram conduzidos nos seis perfis paralelos 300-305, onde se mediram 116 estações, espaçadas de 20 m. Dada a inacessibilidade do terreno, não se pôde cobrir todos pontos, o que explica as lacunas de alguns perfis.

Empregou-se o modelo Turam TS, da ABEM, nas frequências 220 Hz e 660 Hz, com separação de 20 m entre as bobinas receptoras. Como fonte do campo primário optou-se por uma espira indutora de dimensões 150 m x 225 m.

Participantes: E.G.Correia, G.Brass, H.Henning, H.J. Ulrich e J.C.Blankenbourg.

4.5.2. Resultados

Os anexos 4.5-1 e 4.5-2 mostram os resultados dos trabalhos, com 220 Hz e 660 Hz, respectivamente. As linhas contínuas representam a relação de amplitudes reduzida (R) e as tracejadas a defasagem (P).

Nenhum dos gráficos permite identificar grandes anomalias, seja em (R) ou (P), em ponto algum. Em alguns locais é possível reconhecer tênues anomalias, como por exemplo no piquete 200 do perfil 300 (anexo 4.5-2). Ainda que ali ocorra calcário mineralizado, não se pode afirmar que o calcário seja responsável pela anomalia, porque os valores são muito baixos.

4.5.3. Conclusões

A experiência mostrou que as mineralizações de Uijú não são bem detectáveis pelo método Turam, pelo que se desaconselha seu emprego na área.

4.6. POLARIZAÇÃO INDUZIDA

por H.J.Ulrich, trad. A.B.Vieira

4.6.1. Operações

O IP foi empregado em quatro zonas mineralizadas, escolhidas nos perfis 300, 301, 400 e 195, para verificar se aí se manifestaria um efeito IP mensurável (variação da resistividade aparente em função das diferentes frequências do campo primário).

O instrumento utilizado é da firma Mc Phar, que opera no domínio de frequência, tendo-se utilizado 0,3 e 2,5 Hz. O arranjo Dipolo-Dipolo, com distância de 20 m entre cada par de polos, foi deslocado com espaçamento de dipolos de até $n = 7$ (de 20 até 140 m). O espaçamento entre as estações foi de 20 m, tendo-se medido 1.600 m lineares.

Participantes: E.G.Correia, E.de Souza e Lima. G. Brass, H.Henning e H.J.Ulrich.

4.6.2. Resultados

Os anexos do IP apresentam sempre a mesma disposição:

- na parte superior - distribuição das resistividades aparentes;
- no centro - distribuição do efeito de frequência;
- na parte inferior - distribuição do efeito de metal.

Visto que as medidas foram realizadas no planalto central, carente de grandes desníveis topográficos, os perfis são representados nos anexos como sendo planos.

4.6.2.1. Perfis 300 e 301 (anexos 4.6-1 e 4.6-2)

Ambos perfis começam no ponto 196, atravessam um trecho de calcário dolomítico mineralizado, depois uma zona de calcário superior e, mais adiante, até perto do piquete 221, uma área de calcários estratificados arenosos e margosos.

As resistividades aparentes variam, nos 2 perfis, entre 100 e 25.000 ohm.m. Este é o mais alto valor observado em Tijuco tendo sido registrado na parte W dos perfis, próximo ao ponto 211. Em seguida, há uma zona menos resistiva (500 ohm.m), que vai até o piquete 218 e se reduz em profundidade. Essa zona se repete no ponto 221 do perfil 300, onde mergulha para E. Tal repetição é omitida no perfil 301. A resistividade aumenta de novo na direção E, atingindo 7.000 ohm.m no perfil 301.

O efeito IP só ocorre muito fracamente, nos dois perfis. É notável a completa omissão desse efeito entre os piquetes 206 e 214 (nos dois perfis), o que significa materiais cuja resistividade independe da frequência.

O fator de metal, por sua vez, mostra duas faixas de valor elevado, entre os pontos 207-210 e 214-221, onde o fator de condutividade excede 0,5.

Com base na distribuição de resistividade, infere-se a presença de material condutivo (provavelmente calcários margosos umedecidos) que corta ortogonalmente os perfis, entre os pontos 210 e 219. Os elevados valores de resistividade, medidos fora dessa área, significam calcário fraturado.

Os valores de MCF (=1,0 a E do ponto 214) indicam que, na zona de baixa resistividade, existe material condutor factível de causar efeito IP mensurável. Mas esse material não se distribui uniformemente em toda aquela zona, senão que numa estreita faixa entre os pontos 214 e 220, onde os valores de MCF são altos.

4.6.2.2. Perfil 400 (anexo 4.6-3)

Este perfil se localiza, em geral, sobre uma zona de calcário dolomítico mineralizado.

Os valores de resistividade variam entre 3.000 e 25.000 ohm.m; valores de 500 ohm.m, relacionáveis aos perfis 300 e 301, não foram encontrados.

O F.E tem mesma ordem de grandeza que a dos perfis 300 e 301.

Na distribuição de MCF inexistem zonas de valores elevados, similares àquela de 300 e 301.

Essa falta de indícios da zona mineralizada pode ser atribuída a duas causas:

- os calcários dolomíticos seriam tão fraturados que as cavidades atuariam como isolantes entre as rochas;
- a mineralização seja muito fraca.

É mais provável que ambos fatores se so-mem, anulando o efeito IP.

4.6.2.3. Perfil 195 (anexo 4.6-4)

O perfil 195 corta, a N, uma zona de calcário dolomítico mineralizado no topo e , a S, um calciário não dolomítico.

As resistividades decrescem de S (> 3.000 ohm.m) para N (< 500 ohm.m), configurando uma zona mais condutiva a N do piquete 210, correlacionável àquela dos perfis 300 e 301.

Os valores de F.E têm mesma ordem de grandeza que a dos perfis já discutidos.

A distribuição do MCF indica claramente uma faixa de valores acima de 1,0 (às vezes $> 10,0$), que se estende para o N a partir do ponto 210, coincidente com a zona dos calcários dolomíticos mineralizados.

Esses resultados permitem concluir que a zona mineralizada foi detectada, possivelmente porque as condições aqui vigentes sejam menos adversas que no perfil 400.

4.6.3. Conclusões

Como se viu, o método IP só logrou detectar a zona mineralizada uma vez, no perfil 195.

Sobre os calcários estratificados registraram-se também faixas condutivas, embora os valores sejam inferiores àqueles do perfil 195. Posto que não se conhecem mineralizações nestas camadas, é de se supor que os condutores sejam de natureza diversa da mineralização conhecida.

Por isso, o método IP parece ser inadequado para a prospecção de mineralizações nessa área.

4.7. ELETRORESISTIVIDADE

por A.B.Vieira e H.J.Ulrich

4.7.1. Introdução

Face a escassez de anomalias representativas reveladas pelos métodos geofísicos expeditos, a pesquisa geoeletrica só foi intentada no perfil 200EW, sobre anomalias de Slingram e VLF. Infelizmente as condições do terreno impossibilitaram levantamentos geoeletricos sobre as zonas mine^{ra}lizadas.

De 21.05 a 24.05.73 totalizaram-se 28 sondagens, distribuídas em 24 pontos, o que perfaz, em média, 7 sondagens /dia.

4.7.2. Operações

Para efeito de operação, o perfil 200EW foi dividido em 3 seções; planície de E, elevação central e planície de W.

As planícies laterais se unem à elevação central por escarpamentos abruptos, onde se repetem afloramentos de rocha fresca com dezenas de metros de extensão. Esses desnív

veis elevados e a alta resistência de contato oferecida pela rocha fresca tornam-se assaz desfavoráveis ao método geoeletrico, pelo que aquelas escarpas não foram pesquisadas. Os afloramentos também impediram o acesso do carro de medida à elevação central, de sorte que os instrumentos e acessórios foram retirados da viatura e carregados a braços morto acima. Conquanto o equipamento seja adequado a esse tipo de operação, as medições tornam-se morosas e requerem elevado número de auxiliares (10), o que baixa substancialmente a produção média.

A disposição dos eletrodos seguiu o esquema Schlumberger, como de praxe. Os 24 pontos foram sondados com dispositivo E-W, isto é, ao longo do perfil. Para aferição das curvas, realizaram-se medições N-S sendo 3 na planície oriental e 1 na ocidental.

Participantes: H.Henning e J.C.Blankenbourg.

4.7.3. Interpretação

A interpretação das curvas de sondagens se fez por comparação com gráficos - padrão para 3 camadas (edição do BfB) e curvas auxiliares.

A forma das curvas de campo é distorcida, provavelmente, pelo relevo e/ou leitos condutivos delgados. Para diferenciar entre uma e outra causa dispôs-se, unicamente,

de corte geológico, onde constam a atitude das camadas inferida de afloramentos, localização das zonas mineralizadas e altitude dos piquetes. Esse controle é precário, pois se ignora se a mineralização é contínua ao longo de u'a mesma camada. Destarte, correlacionar geologicamente certos pequenos mínimos só foi possível por tentativa, método fastídioso e nem sempre produtivo.

As curvas de sondagens com dispositivos ortogonais entre si mostram, normalmente, boa coincidência.

Os resultados são apresentados em forma de corte, no anexo 4.7-1.

4.7.3.1. Planície Ocidental

Caracteriza-se por uma sequência de estratos com atitude nitidamente horizontal.

A camada superficial (solo?) se estende até uns 6 metros de espessura, com resistividade entre 470 e 1.000 Ω m. Imediatamente abaixo, segue-se o material mais condutivo - entre 60 e 120 Ω m - até mais ou menos 15 m de profundidade.

Sotoposta àquelas camadas, um bom condutor - 15 Ω m - com espessura próxima de 25 m, encimando material resistivo - entre 1.800 e 2.600 Ω m, cuja

base não foi determinada.

Todo o conjunto se arqueia levemente para cima, nas proximidades da elevação central.

Estas estruturas sugerem um vale aluvionar, preenchido por calcários oriundos das serras vizinhas. Nestas circunstâncias, as diferenças de resistividade entre as camadas serão devidas, principalmente, ao lençol freático. Infelizmente não há da dos geológicos para confirmação.

4.7.3.2. Planície Oriental

É estruturalmente similar à anterior mas, aqui, a configuração do vale é mais pronunciada e as resistividades mais altas.

A forma das curvas não permitiu determinar com segurança a profundidade do topo de camada resistiva inferior. Este contato é representado em tracejado no corte 4.7-1.

4.7.3.3. Elevação Central

A elevação central foi investigada pelas sondagens de nº 18 a 27, compreendendo o trecho entre os pontos 200/210 e 200/191. No ponto 200/195 a flora o calcário superior mineralizado.

Entre os pontos 200/199 e 200/208 a camada superficial é constituída por material pouco resistivo - entre 60 e 540 m - que corresponde, provavelmente, aos calcários argilosos e arenosos do alto da serra. O limite inferior dessas rochas, conforme sondagens 19, 21, 22 e 23, fica próximo e paralelo àquele mapeado pela geologia (dados geológicos em pontilhado, na fig. 4.7-1).

Na sondagem 20 aquele material condutivo atinge sua maior profundidade, o que se pode interpretar de duas maneiras:

- Rebaixamento do topo do calcário superior, com preenchimento por material condutivo;
- Mineralização do topo do calcário superior, com minerais altamente condutivos, sem rebaixamento.

Sob o ponto de vista da distribuição de resistividades, ambas possibilidades se equivalem, dada a ambiguidade inerente aos métodos potenciais. É quase certo que esta zona condutiva terá sido a causa das anomalias de Turam e VLF verificadas entre os

pontos 200/205 e 200/210.

Os resultados das demais sondagens, de 24 a 27, carecem de grande interesse. A sequência de camadas estabelecida segundo as curvas de sondagem dificilmente se harmoniza com a estratigrafia. Assim, os limites do calcário dolomítico não podem ser demarcados com precisão.

A curva de sondagem 25, medida diretamente sobre afloramento do calcário superior mineralizado não oferece a menor indicação sobre tal ocorrência.

4.7.4. Considerações Finais

Para a prospecção de mineralizações disseminadas, do tipo aqui encontrado, o método geoeletrico não é o mais indicado. Ele poderá concorrer para a determinação da estrutura regional, mas não se constituirá em evidência direta de ocorrências minerais.

O quanto se poderá concluir dos dados de resistividade é imprevisível. As medições na área são dificultadas pela delgada cobertura de solo e fraturamento de rocha.

4.8. VLF

por H.J.Ulrich, trad. A.B.Vieira

4.8.1. Apresentação do método

Os métodos de prospecção eletromagnética se baseiam na medição dos campos secundários induzidos por condutores imersos num campo primário. As diversas modalidades, dentre as quais o VLF, diferem só quanto ao modo de geração e frequência do campo indutor e aos parâmetros medidos.

Como campo primário, o VLF utiliza ondas de rádio-frequência muito baixas (Very Low Frequency, daí o nome do método), em geral empregadas para comunicação com submarinos. Os transmissores dispõem de antenas verticais, que irradiam campos magnéticos concêntricos e horizontais: a distâncias maiores que 20 km as frentes de onda são praticamente planas, ou seja, o vetor magnético tem direção horizontal e amplitude constante. Esse campo primário interage com condutores do subsolo, tornando-os sede de campos secundários que se somam ao primário e cuja resultante é passível de ser medida em superfície. Em casos favoráveis essas medidas podem dar a conhecer a localização, forma e parâmetros elétricos do corpo.

Antes do levantamento deve-se escolher uma estação transmissora cujo azimuth coincida com o das estruturas geo

lógicas a prospectar; na prática são tolerados desvios de até $\pm 45^{\circ}$.

No presente levantamento foi empregado um receptor Geonics Scopas EM-16, que dispõe de duas bobinas receptoras: uma longa, com eixo vertical e outra menor, com eixo horizontal.

Para efetuar uma medida orienta-se o plano das bobinas ortogonalmente à direção da estação, vale dizer, o plano das bobinas contém a linha de força do campo. Em seguida bascula-se o instrumento até minimizar o sinal da bobina vertical e anula-se o sinal restante compensando-o com parte do sinal da bobina horizontal.

O ângulo de basculamento do instrumento é uma medida da projeção vertical da componente em fase com o campo primário; o valor da compensação corresponde à projeção vertical da componente em quadratura.

4.8.2. Operações

A prospecção com VLF em Minas Gerais é condicionada pela direção NNW das duas únicas estações sintonizáveis: Cutler, no Maine, USA (17,8 kHz e 1000 kW) e Balboa, do Panamá (24,0 kHz e 150 kW).

O sinal recebido é, por seu turno, muito fraco, mas

captável com nitidez pelo EM-16 - o instrumento de fabricação Scintrex experimentado revelou-se inútil.

Todos perfis foram levantados com intervalos de 10 e 20 m entre as estações. Entre os piquetes 180 e 220 do perfil 200 utilizaram-se ambas frequências (17,8 e 24,0 - kHz) para comparação: nos outros somente o sinal de Cutler (17,8 kHz).

Ao todo foram medidos 670 pontos, correspondentes a 8870 m lineares, demandando 3 dias de trabalho.

Participantes: G. Brass, J.Lima, H.Lima e O.M.Capistrano Filho.

4.8.3. Resultados

A comparação dos levantamentos feitos com dois sinais de referência (anexo 4.8-1) mostra resultados muito semelhantes. As inflexões são perfeitamente correlacionáveis e localizadas nos mesmos pontos.

Pequenas discrepâncias na amplitude podem ser imputadas à diferenças de orientação dos transmissores e suas potências ou ainda a erros de medida.

4.8.3.1. Perfil 200 (anexo 5-2)

Mostram-se aqui claras anomalias na região do planalto, enquanto nas planícies oriental e ocidental as curvas têm um traçado perfeitamente calmo. São especialmente interessantes duas sequências de máximo-mínimo, entre os piquetes 188-202 e 207-223, cujos pontos 0 (zero) localizam-se sobre afloramentos de calcário mineralizado.

Todavia não se pode estabelecer uma correspondência de causa e efeito entre afloramento e um par máximo-mínimo, porque estes tanto podem significar anomalias isoladas como também a sobreposição de várias anomalias. Além disso, os formatos alongados desses pares sugerem corpos profundos. Informações mais acuradas poderão ser obtidas através de um levantamento equidimensional da zona de interesse, o que permitiria métodos mais sofisticados de interpretação e correlação (ver 4.8.3.3.).

4.8.3.2. Perfil 195 (anexo 5-1)

Resultados similares ao do perfil 200, pelo que valem aqui as observações feitas no 2º parágrafo de 4.8.3.1.

4.8.3.3. Perfis 300-305 (anexos 4.8-2 e 4.8-3)

O anexo 4.8-2 apresenta os valores em forma de perfis, que mostram algumas afinidades e, ao mesmo tempo, certa dificuldade para a interpretação.

Este trabalho é sensivelmente facilitado tratando-se os dados de campo por um filtro-operador (FRASER, 1969), que salienta melhor os conjuntos de anomalias (anexo 4.8-3). Esse filtro tem, entre outras, a propriedade de defasar 90° os dados, transformando os pontos de inflexão em picos, que são mapeados. Os corpos causadores da anomalia jazem diretamente sob as zonas de máximo.

Coincidindo com afloramentos de calcário mineralizado, foram contornadas 3 zonas de máximos, quais sejam:

- ao redor do ponto 200 do perfil 305
- entre os pontos 185-188 do perfil 304
- a E dos piquetes 200, nos perfis 300, 301, 302 e 303.

Dado que a filtragem destaca o efeito de corpos rasos e atenua o dos profundos, é razoável admitir que as anomalias demarcadas estejam intimamente associadas aos calcários mineralizados. Quanto a direção NW-SE da última anomalia, não há apoio geológico para explicá-la.

4.8.4. Conclusões

Com o emprego do VLF determinou-se anomalias atribuíveis às mineralizações do calcário dolomítico. Isto, e mais a grande facilidade e rapidez de manejo do receptor, recomendam a aplicação do método a esse tipo de prospecção. A conselha-se também medições com malha quadrada (ou quase) e a filtragem dos dados.

5. CONCLUSÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES



por

D. Hagen e H. J. Ulrich

(Tradução: A. B. Vieira)

As grandes anomalias aeromagnéticas da região de Januária devem, em princípio, ser atribuídas a sub-afloramentos do embasamento cristalino, que teria atuado como fonte dos elementos-traço concentrados nos calcários Bambui. Pequenas anomalias isoladas são provavelmente devidas a corpos intrusivos, como os de Barreira, a NW de Januária, e outras localidades vizinhas (ALVES, 1962 e CASSEDANNE, 1973).

A Serra do Cantinho é um morro-testemunho de Bambui, que se eleva sobre as conspícuas areias aluviais da região. Constitui-se de uma sequência de rochas carbonáticas puras (aqui chamadas calcários: inferior, dolomítico e superior) encimada por uma série de sedimentos geralmente clásticos (aqui denominada camadas calco-argilo-arenosas) onde ocorrem esporádicas lentes e bancos de calcários silicificados e impuros. Segundo as investigações geológicas, a mineralização se dá na parte superior do calcário dolomítico e às vezes na base do calcário superior.

O teor de elementos traços nesses calcários é extraordinariamente mais alto que as conhecidas médias de Clarke para rochas carbonáticas, o que se explica através de um enriquecimento primário sinsedimentar. As frações menores que 80 mesh, provenientes de sedimentos de corrente e até de córregos secos, provou ser a mais conveniente para a prospecção geoquímica.

A prospecção geoquímica foi prejudicada pela, em geral, mal desenvolvida rede de drenagem. De fato, a conhecida mineralização da Serra do Capão do Porco não foi identificada porque, face

a carência de cursos d'água, não se coletaram amostras de sedimentos. Por isso, é preciso amostrar também todos os pequenos leitos de riachos secos.

Nos ribeirões os altos teores de elementos traço subsistem até 5 km além da serra. Já as amostras de solo coletadas no aluvião só exibem anomalias significativas até um raio de 700 m ao redor da serra.

As razões Zn/Cu aparentam ser indício apropriado para a diagnose de regiões mineralizadas. Até onde isto prevalece, só pode ser esclarecido mediante uma amostragem na região estéril próxima a Januária.

Os resultados das análises dos sedimentos de corrente aconselham prolongar as investigações além da área de valores anômalos do extremo NE da Folha SD-23-V-III-2 até as próximas serras calcárias a NE e W.

Embora muitos métodos geofísicos tenham produzido anomalias sobre mineralizações, essas evidências são, em geral, inconclusivas. Como ilustração, os resultados dos levantamentos dos perfis 195 e 200 são comparados nos anexos 5-1 e 5-2, respectivamente.

Analisando cada método individualmente, e depois em conjunto, conclui-se que somente a magnetometria e o VLF fornecem anomalias marcantes em número suficiente para correlações com os afloramentos e, assim mesmo, só quando aplicados em perfis paralelos (levantamento de área, ao contrário de perfilagem). Os mapas de isolinhas desses métodos mostram razoável coincidência entre

si e com as zonas mineralizadas.

A vantagem revelada pelo VLF sobre os outros métodos eletromagnéticos (SLINGRAM E TURAM) se deve a maior frequência utilizada, que acarreta maiores parâmetros de indução mas, em contrapartida, menor penetração. No caso presente, em que os corpos são rasos ou aflorantes, o VLF pode detectar materiais pouco condutores, que são imperceptíveis aos outros métodos.

Em conclusão, deve-se preferir VLF e magnetometria (nessa ordem de precedência) para trabalhos em áreas semelhantes. É aconselhável também planejar perfis paralelos, estabelecendo u'a malha, tanto quanto possível, quadrada. Os resultados deverão ser submetidos a processos de interpretação mais refinados, como cálculo de modelos e filtragem.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, J. et al., 1962 - Minérios de Chumbo, Zinco e Prata, etc, na Região de Januária, DFPM, Rel. da Diretoria, nº 113, Rio de Janeiro.
- AMARAL, G. e DAMASCENO, E.C., 1967 - Nota sobre a ocorrência de minerais de Prata da Serra do Cantinho, Município de Januária, MG, Ass. Bras. de Gemologia, ano XI, 36.
- BEURLEN, H., 1973 - Blei-Zink-Fluorit-Vererzungen in den Karbonatgesteinen der Bambui-Gruppe, Minas Gerais, Brasilien, Münster. Forsh. Geol. Paläont.
- BLUMEL, G., 1971 - Geologische Untersuchungen in São Francisco Becken in Nord Minas, Unveröffentl. Kurzbericht, CGBA, Belo Horizonte.
- CASSEDANNE, J.P., 1973 - Paleogeographie et Mineralisations de la Zone Itacarambi - Vazantes, Mineralium Deposita, Vol. 8, nº 2. Springer Verlag, Berlin.
- FERRARI, P.G.; BRASS, G. e VIEIRA, A.B., 1971 - Relatório de Viagem a Januária, Itacarambi, Montalvânia e Córrego S. Rita, Interno, CGBA.
- FRASER, D. C., 1969 - Contouring of VLF - Data, Geophysics, Vol. 34, nº 6.

FROES DE ABREU, S., 1973 - Recursos Minerais do Brasil, vol.II,
ed. E. Blücher Ltd., São Paulo.

RESCH, M., 1971 - Mineralvorkommen im Bambui von Januária, Monta
vânia, Itacarambi und Fabião. Unveröffentl., Kurzbericht CGBA,
Belo Horizonte.

ROBERTSON, J. F., 1963 - Geology of the Leadzinc Deposits in the
Município de Januária, State of Minas Gerais, USGS, Bul. III,
O-B, Washington.

ROSNER, L., 1965 - Geochemische Tabellen VEB, Deutscher Verlag
für Grundstoffindustrie, Leipzig.