


MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA
DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL
CONVÊNIO DNPM - CPRM

1-96

 CPRM	SUREMI SEDETE
ARQUIVO TÉCNICO	
Relatório n.º	937
N.º do Volume:	9 v. 2-5
OSTENSIVO	

PROJETO MARTINÓPOLE

RELATÓRIO FINAL

TEXTO

VOLUME II

PHL
013120
2007

Fernando da Silva Prado
Jansen Carlos G. de S. Mendonça
João Bosco Andrade de Moraes
Marcelo de Freitas Medeiros
Paulo Roberto S. de Assunção
Valdomir Alves de Andrade
Rebem Pires de Medeiros



COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE RECIFE

1979

PROJETO MARTINÓPOLE

Chefe do Projeto : Fernando da Silva Prado

**Equipe Executora : Jansen Carlos G. de S. Mendonça
(geólogos)**

João Bosco Andrade de Moraes

Marcelo de Freitas Medeiros

Paulo Roberto S. de Assunção

Valdomir Alves de Andrade

Técnico mineração : Rubem Pires de Medeiros

Contribuição Especial : Carlos Alberto C. Lins

Morio Hama

Coordenação : Aroldo Alves de Mello

Supervisão : Eugênio Afonso Correia

PROJETO MARTINÓPOLE

RELATÓRIO FINAL

ÍNDICE DOS VOLUMES

VOL. I - GEOLOGIA

Apresentação

Resumo

Abstract

Introdução

Aspectos Fisiográficos

Estratigrafia

Geologia Estrutural

VOL. II - GEOLOGIA

Geocronologia

Geologia Histórica

Geofísica

Geoquímica

Geologia Econômica

Conclusões

Recomendações

Bibliografia

Ilustrações Fotográficas

VOL. III - ANEXOS - PARTE I

Mapas Geológicos 1/ 50.000

Mapa Geológico Integrado 1/100.000

Esboço Metalogenético 1/200.000

Mapa Geológico de Galeria da Jazida de
Pedra Verde

Mapa de Pontos das Análises Geocronológicas

Mapas Estruturais 1/200.000

Mapa de Zoneamento Mineral (Galeria da Jazida
de Pedra Verde) 1/500

VOL. IV - ANEXOS - PARTE II

Mapas Geoquímicos

VOL. V - APÊNDICE A

Mapas de Pontos de Afloramentos

VOL. VI - APÊNDICE B

Fichas de Descrição de Afloramentos

Localização das Ocorrências Cadastradas em
Fotos Aéreas

VOL. VII - APÊNDICE C

Fichas de Descrição de Afloramentos

VOL. VIII - APÊNDICE D

Boletins de Análises Petrográficas

VOL. IX - APÊNDICE E

Boletins de Análises Geoquímicas

Fichas de Cadastro de Ocorrências Minerais



G E O C R O N O L O G I A

7 - GEOCROLOGIA

7.1 - Introdução

O reconhecimento da evolução geológica da região onde se situa a área do Projeto Martinópolis, no extremo no-roeste do Estado do Ceará, foi subsidiado por mais de meia centena de dados crono-radiométricos, a maioria já conhecida na literatura geológica, mas vários outros inéditos, obtidos principalmente pela CPRM no CPGeo - USP, durante o ano de 1978.

Embora alguns aspectos geológicos ainda permaneçam obscuros, a interpretação do conjunto de dados radiométricos é suficiente para caracterizar rochas basais, posicionar com boa margem de segurança litologias brasileiras e outras mais jovens, correlacionando-as geotectonicamente a fenômenos tectonogenéticos regionais e a outros maiores de âmbito continental e mesmo mundial.

Dessa forma, a natureza objetiva e concreta de tais dados físicos parece ser de importância fundamental para a compreensão da evolução geológica da paleo-bacia vulcano-sedimentar de Martinópolis, incrustada na borda sudeste do segmento distal do Craton São Luís conhecido por Maciço de Granja. É provável que nenhuma outra técnica, além da isotópica, permitisse o mesmo nível de profundidade e detalhamento na reconstituição dos processos magmáticos, metamórficos e sedimentares ocorridos na área.

7.2 - Dados radiométricos da área e vizinhanças

7.2.1 - Dados conhecidos

Tabela 1 - Dados analíticos Rb/Sr

Tabela 2 - Dados analíticos K/Ar

7.2.2 - Dados do Projeto Martinópole

Tabela 3 - Dados analíticos Rb/Sr

Tabela 4 - Dados analíticos K/Ar

7.2.3 - Dados inéditos (comunicação pessoal)

Tabela 5 - Dados analíticos Rb/Sr

Tabela 6 - Dados analíticos K/Ar

7.3 - Localização das amostras datadas

Mapa de pontos das análises geocronológicas
(Anexo).

7.4 - Diagramas isocrônicos Rb/Sr

Diagrama isotópico do Complexo Migmatítico-gnáissico e dos granitos brasileiros (Fig. 26).

Diagrama isotópico dos metapelitos e metavulcânicas do Grupo São José (Fig. 27).

Isócrona I da Formação Pacujá (Fig. 28).

Isócrona II da Formação Pacujá (Fig. 29).

7.5 - Comentários sobre os dados analíticos

TABELA 1 - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr REGIONAIS CONHECIDOS (ANÁLISES EM ROCHA TOTAL)

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	Rb(t)	Sr(t)	87 86 Rb/Sr	87 86 Sr/Sr	ID.CONV.	ID.ISOCR.	RI	LOCALIZAÇÃO	REF.
01	930	B-8-1	Gn.Listr	71,7	516,2	0,402	0,7165	1916 [±] 278		0,706	9km N Coreaú	B.Neves,1975
02	873	B-9-1	Gn.Qz.Dior	80,6	472,6	0,494	0,7152	1216 [±] 330		0,7062	9km S Granja	Idem
03	920	B-9-2b	Gn.Dior	53,0	669,7	0,229	0,7100	1170 [±] 634	1150 [±] 176	0,7062	10km S Granja	Idem
04	862	B-9-3b	Gn.Ton	71,2	695,0	0,297	0,715	2000 [±] 680	(2000)	0,706	7km S Granja	Idem
05	855	B-9-3a	Gn.Qz.Dior	92,2	635,0	0,421	0,7118	932 [±] 440	1150 [±] 176	0,7062	7km S Granja	Idem
06	874	B-9-3c	Gn.Qz.Dior	117,7	648,7	0,526	0,7149	1142 [±] 340	1150 [±] 176	0,7062	7km S Granja	Idem
07	863	B-9-4a	Gn.Monzo.Di	68,3	618,2	0,320	0,7119	1242 [±] 632	1150 [±] 176	0,7062	0,5km S Granja	Idem
08	1012	B-9-4b	Gn.Monzo.Di	68,2	634,9	0,311	0,7120	1300 [±] 480	1150 [±] 176	0,7062	0,5km S Granja	Idem
09	3043	MSQ-3	Migm.	89,6	303,4	0,86	0,7132	568 [±] 182		0,706	Lages, Sobral	B.Neves,1978
10	3076	MCO-A-6	Xt.Prat.	126,2	90,8	4,05	0,7701	1068 [±] 45		0,706	M.Pedra Verde	Idem
11	3077	MCO-A-7	Xt.Prat.	86,2	70,5	3,56	0,7654	1126 [±] 55		0,706	M.Pedra Verde	Idem
12	3205	MSQ-A-3	Metagr.	147,4	186,4	2,31	0,7777	2084 [±] 93		0,706	12,5km St ^o Quit.	Idem
13	3203	MSQ-A-5	Metagr.	149,1	229,1	1,89	0,7554	1752 [±] 88		0,706	13,1km St ^o Quit.	Idem
14	3203	MSQ-A-6	Metagr.	224,5	122,4	5,33	0,7522	586 [±] 32		0,706	13,1km St ^o Quit.	Idem
15	3204	MSQ-A-8	Gn.Biot.	149,6	512,2	0,85	0,7107				15,0km St ^o Quit.	Idem
16	3164	251-DN-91	Gran.	162,0	300,0	1,57	0,7225	713 [±] 104		0,7044	Mucambo	R.Brasil,1978
17	3165	251-DN-90	Gran.	44,5	368,5	0,35	0,7146			0,7044	Mucambo	Idem
18	3166	251-DN-93	Gran.	180,0	150,1	3,41	0,7355	586 [±] 52		0,7044	Mucambo	Idem

TABELA 2 - DADOS ANALÍTICOS K/Ar REGIONAIS CONHECIDOS

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	MATERIAL	% K	Ar ⁴⁰ , rd.ccSTP.10 ⁻⁴	% Ar ATM.	IDADE-ERRO	LOCALIZAÇÃO	REF.
19	782	PV-47-Ce	Gnaisse	Hornblenda				970 [±] 30	Granja	B.Neves,1974
20	798	PV-46-Ce	Gn.Neb.	Hornblenda				545 [±] 16	5km S Granja	Idem
21	569	PV-44-Ce	Migmatito	Hornblenda	0,872	0,23	6,9	566 [±] 17	16km N Coreau	Idem
22	635	PV-51-Ce	Granito	Feldspato	8,56	1,72	5,3	447 [±] 13	Sobral-Meruoca (Km 10)	Idem
23	644	PV-52-Ce	Granito	Biotita	5,97	1,188	1,6	443 [±] 13	Sobral-Meruoca	Idem
24	690	PV-50-Ce	Brecha	R.T.	1,36	0,268	7,9	440 [±] 17	W Sobral	Idem
25	691	PV-90-Ce	Diabásio	R.T.				410 [±] 15	NW Sobral	Idem
26	628	PV-48-Ce	Granito	Biotita	0,714	1,793	1,9	512 [±] 15	Chaval	Almeida et alii,1968
27	569	PV-44-Ce	Migmatito	Anfibólio	0,872	0,23	6,9	566 [±] 17	Martinópole	Idem
28	3048	B-9-2a	Granod.	Anfibólio	2,106	0,588	4,1	598 [±] 37	10km S Granja	B.Neves,1975
29	3055	B-9-4a	Gn.M.Dior.	Anfibólio	1,840	0,570	4,9	651 [±] 37	Granja	Idem
30	3859	251-Dn-53	Gabro	Plagiocl.	2,228	0,458	11,4	456 [±] 5	NW Sobral	R.Brasil,1978

TABELA 3 - DADOS ANALÍTICOS Rb/Sr (INÉDITOS DO PROJETO MARTINÓPOLE)

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	Rb(t)	Sr(t)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	ID.CONV.	ID.ISOCR.	RI	LOCALIZAÇÃO
31	3207	MH-69a	Metapelito	140,4	128,3	3,19	0,7610	1228 [±] 58	611 [±] 66	0,735	Mina Pedra Verde
32	3208	MH-69g	Metapelito	156,3	50,5	9,05	0,8070	790 [±] 29	611 [±] 66	0,735	Mina Pedra Verde
33	3210	MH-69e	Metapelito	130,0	68,0	5,58	0,7870	1028 [±] 40	611 [±] 66	0,735	Mina Pedra Verde
34	3211	MH-68	Metapelito	241,0	155,9	4,52	0,7989	1450 [±] 53			9km SW StªTerezinha
35	3501	MS-64/12	Metatufo hidroterm.	176,3	135,0	3,80	0,7614	1037 [±] 55			Boa Vista
36	3502	MS-64/20	Metatufo	172,0	263,0	1,90	0,7288	879 [±] 88	608 [±] 67	0,7131	Boa Vista
37	3503	MS-64/21	Metatufo	82,3	218,0	1,10	0,7254	1303 [±] 160	608 [±] 67	0,7131	Boa Vista
38	3504	MS-64/30	Metatufo	268,3	143,3	5,45	0,7610	720 [±] 36	608 [±] 67	0,7131	Boa Vista

TABELA 4 - DADOS ANALÍTICOS K/Ar (INÉDITOS PROJETO MARTINÓPOLE)

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	MATERIAL	% K	⁴⁰ Ar rd.cc	⁴⁴ STP.10	% Ar.ATM	IDADE	LOCALIZAÇÃO
39	4039	MS-88	Sienito	R.T.	3,997	0,741		1,46	424 ^{±6}	SE de Panacuí
40	4064	MS-11	Diabásio	R.T.	0,553	1,370		24,15	178 ^{±5}	Paula Pessoa(Ce)

TABELA 5 - DADOS Rb/Sr INÉDITOS (COMUNICAÇÃO PESSOAL)

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	MAT.	Rb(t)	Sr(t)	$\frac{87}{86} \frac{Rb}{Sr}$	Sr/Sr	ID.CONV.	ID.ISOCR.	RI	LOCALIZAÇÃO	REF.
41	3161	PAC-16	Arenito	R.T.	15,8	714,4	0,64	0,7137	387	534 [±] 30	0,7102	Sobral-Massapê, km 21	B. Neves et alii
42	3162	PAC-19	Arenito	R.T.	143,3	106,9	3,89	0,7401	461	534 [±] 30	0,7102	Idem	Idem
43	3277	PAC-15	Arenito	R.T.	68,5	116,6	1,70	0,7219	473	534 [±] 30	0,7102	Idem	Idem
44	3422	PAC-15	Arenito	F.F.	134,1	115,7	3,37	0,7369	642	534 [±] 30	0,7102	Idem	Idem
45	3423	PAC-16	Arenito	F.F.	23,1	80,8	0,83	0,7186	1107	534 [±] 30	0,7102	Idem	Idem
46	3424	PAC-19	Arenito	F.F.	160,0	58,8	7,93	0,7719	571	534 [±] 30	0,7102	Idem	Idem
47	3572	MH-66a	Arenito	R.T.	67,5	128,2	1,53	0,7248	908	551 [±] 29	0,7116	28,4 km SW Granja	B. Neves et alii
48	3803	MH-66a	Arenito	F.F.	157,3	107,4	4,26	0,7474	698	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
49	3801	MH-66b	Arenito	R.T.	61,1	121,9	1,45	0,7253	977	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
50	3804	MH-66b	Arenito	F.F.	168,3	108,6	4,34	0,7459	660	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
51	3802	MH-67a	Arenito	R.T.	84,9	174,1	1,41	0,7217	828	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
52	3805	MH-67a	Arenito	F.F.	211,6	127,3	4,83	0,7465	602	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
53	3572	MH-67b	Arenito	R.T.	109,4	165,3	1,92	0,7237	502	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
54	3574	MH-67b	Arenito	F.F.	227,9	98,6	6,73	0,7680	655	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
55	3573	MH-67c	Arenito	R.T.	69,4	137,6	1,46	0,7234	643	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem
56	3575	MH-67c	Arenito	F.F.	170,0	95,7	5,17	0,7508	621	551 [±] 29	0,7116	Idem	Idem

TABELA 6 - DADOS K/Ar INÉDITOS (COMUNICAÇÃO PESSOAL)

Nº ORD.	Nº LAB.	Nº CAMPO	ROCHA	MAT. % K	^{40}Ar rd.ccSTP. 10^{-4}	% Ar ATM	IDADE	LOCALIZAÇÃO	REF.
57	3922	PRP-2	Vulc.and.	R.T. 1,94	0,83	2,2	478 \pm 6	Sobral-Massapê (km 5,7)	B. Neves et alii
58	3921	PRP-3	Vulc.and.	R.T. 0,53	0,12	7,4	502 \pm 8	Sobral-Massapê (km 7,2)	Idem

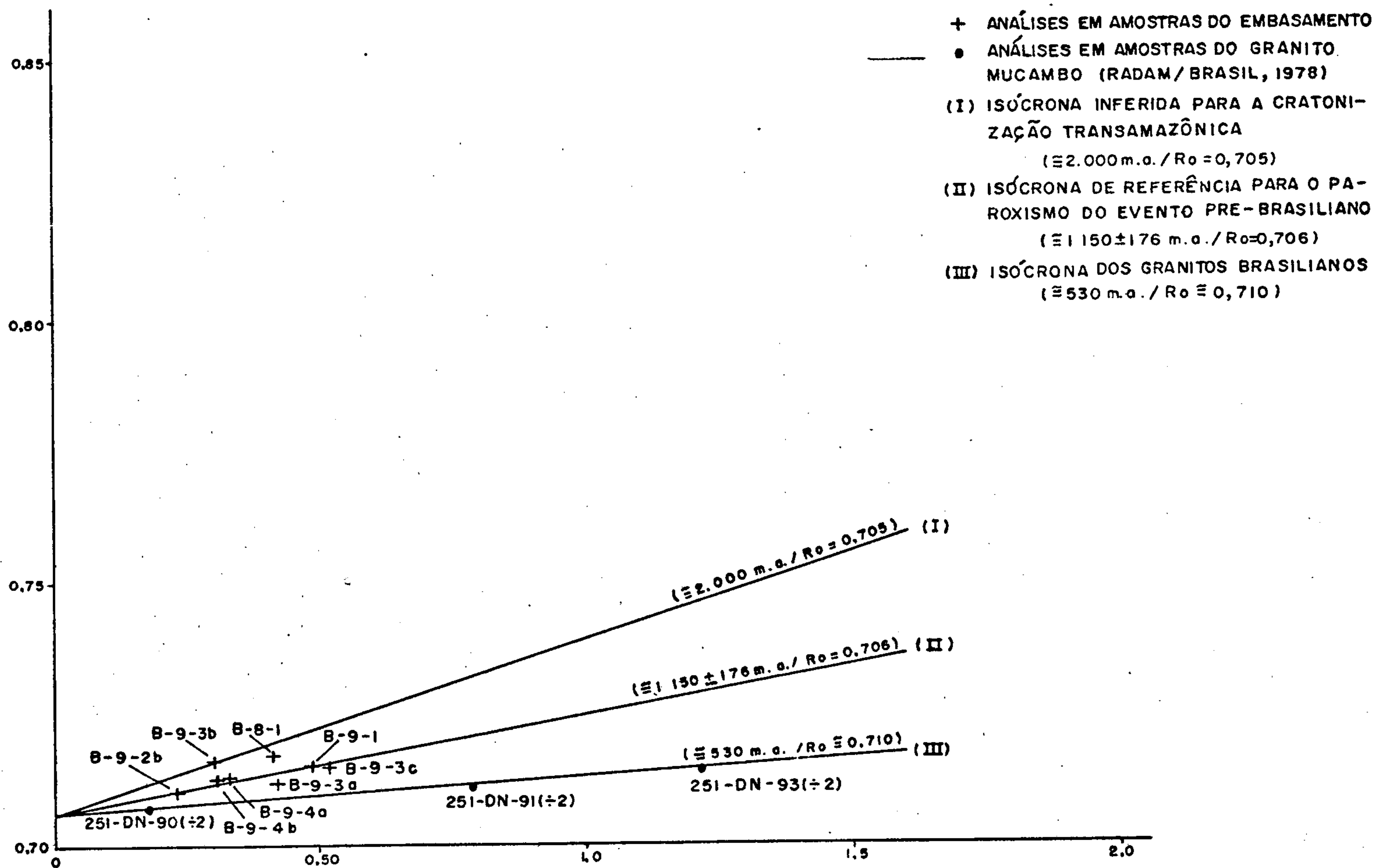
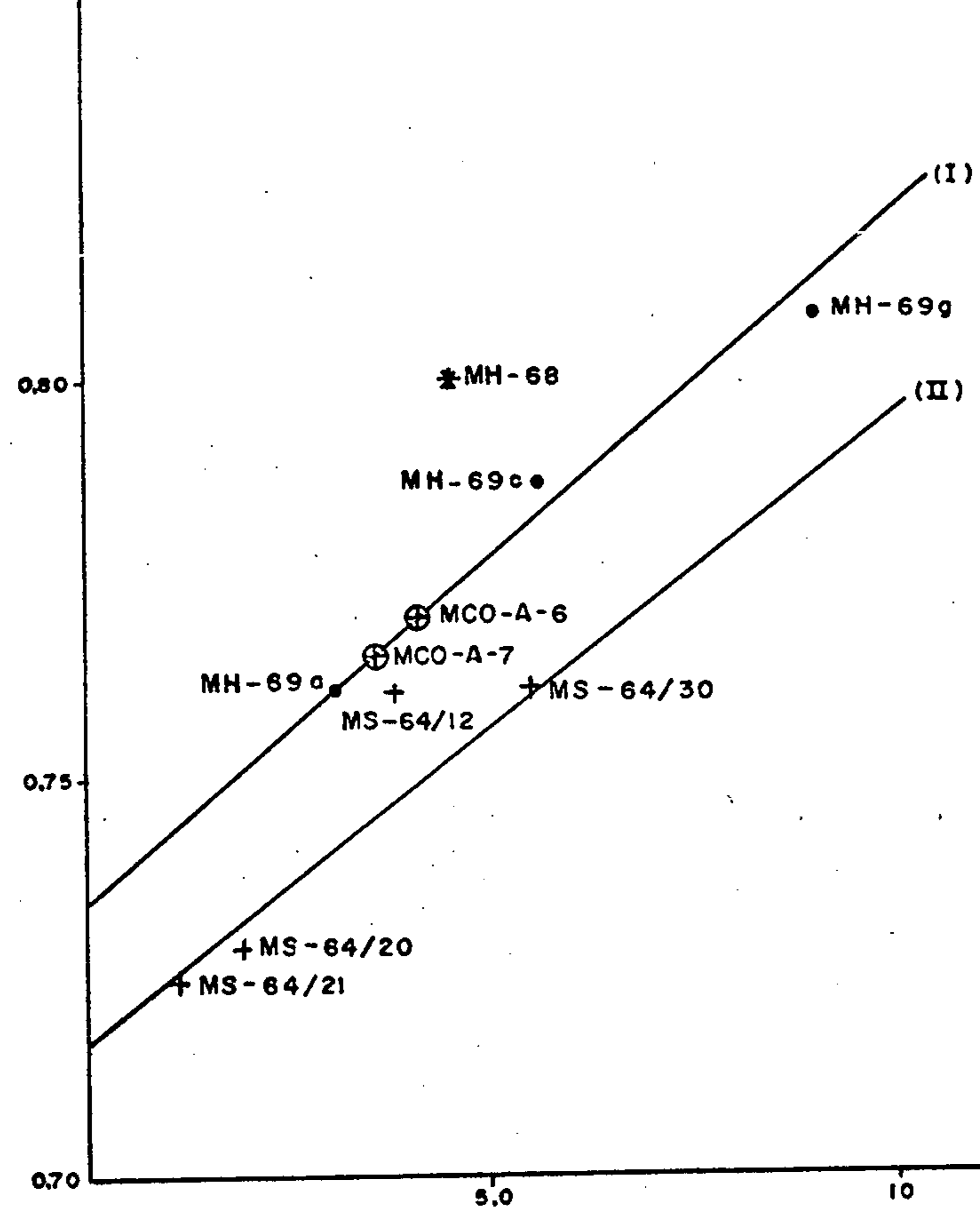


FIGURA 26-DIAGRAMA ISOTÓPICO DAS ROCHAS DO COMPLEXO MIGMATÍTICO - GNÁISSICO (pCmg-gn) E DOS GRANITOS BRASILIANOS

$\frac{87}{86}\text{Sr}$
 $\frac{87}{88}\text{Sr}$
0.85



$$\lambda = 1,42 \cdot 10^{-11} \text{ - ANOS}^{-1}$$

* FILITO SANTA TERESINHA

+ METAVULCÂNICAS ANAL. PROJ. MART.

• METAPELITOS ANAL. PROJ. MART.

⊕ METAPELITOS ANAL. BRITO NEVES.

(I) ISÓCRONA DAS METAPELITOS DE PEDRA VERDE

IDADE : 611 ± 66 m. a.

RI : 0,7345

MSWD: 2,33

(II) ISÓCRONA DAS METAVULCÂNICAS DE BOA VISTA (URUOCA)

IDADE : 607 ± 67 m. a.

RI : 0,713

MSWD: 2,30

FIGURA 27 - DIAGRAMA ISOTÓPICO DOS METAPELITOS E METAVULCÂNICAS DO GRUPO SÃO JOSÉ (p. 33)

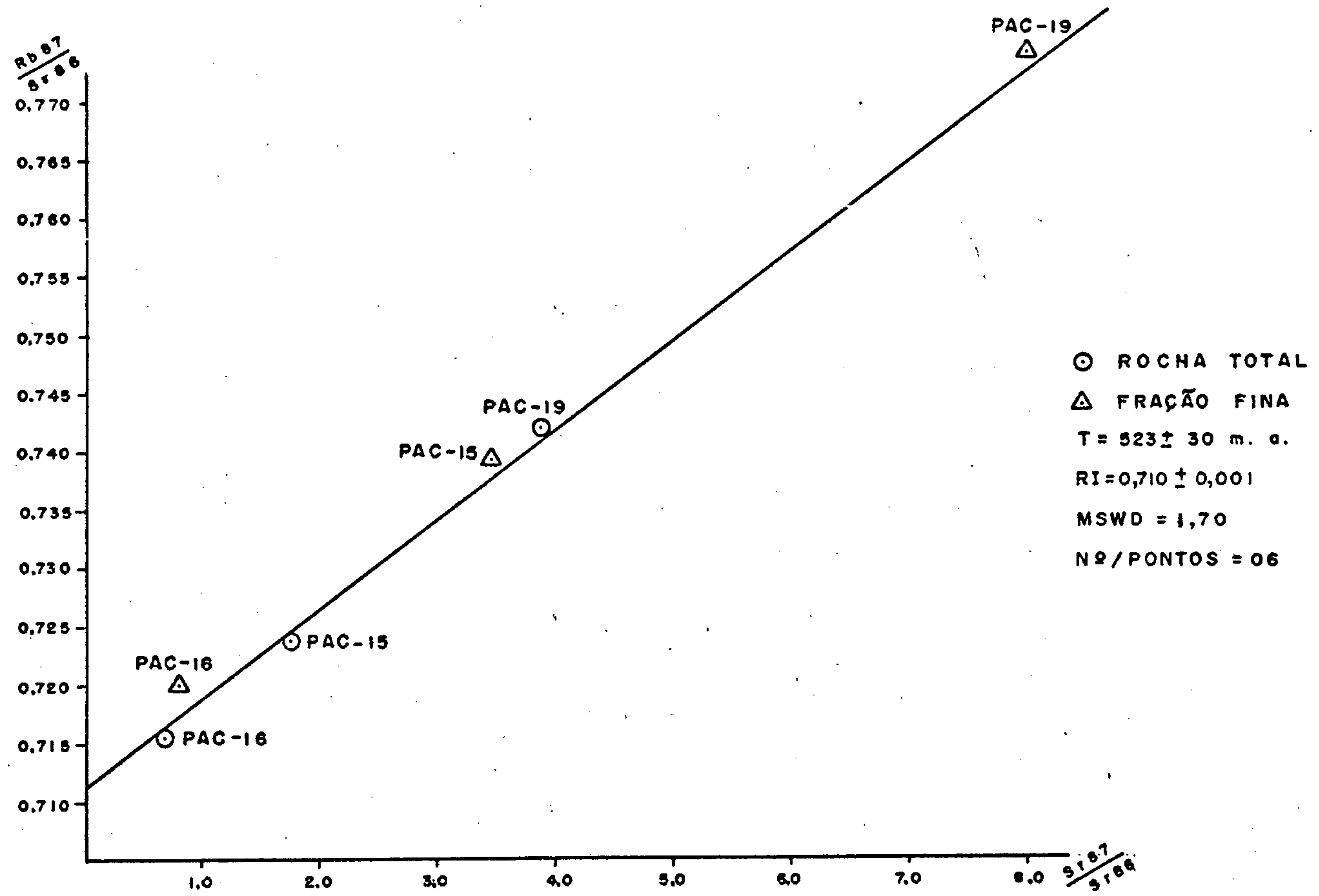


FIGURA 28- ISÓCRONA I DA FORMAÇÃO PACUJA' (COJP)

Obs - vide texto



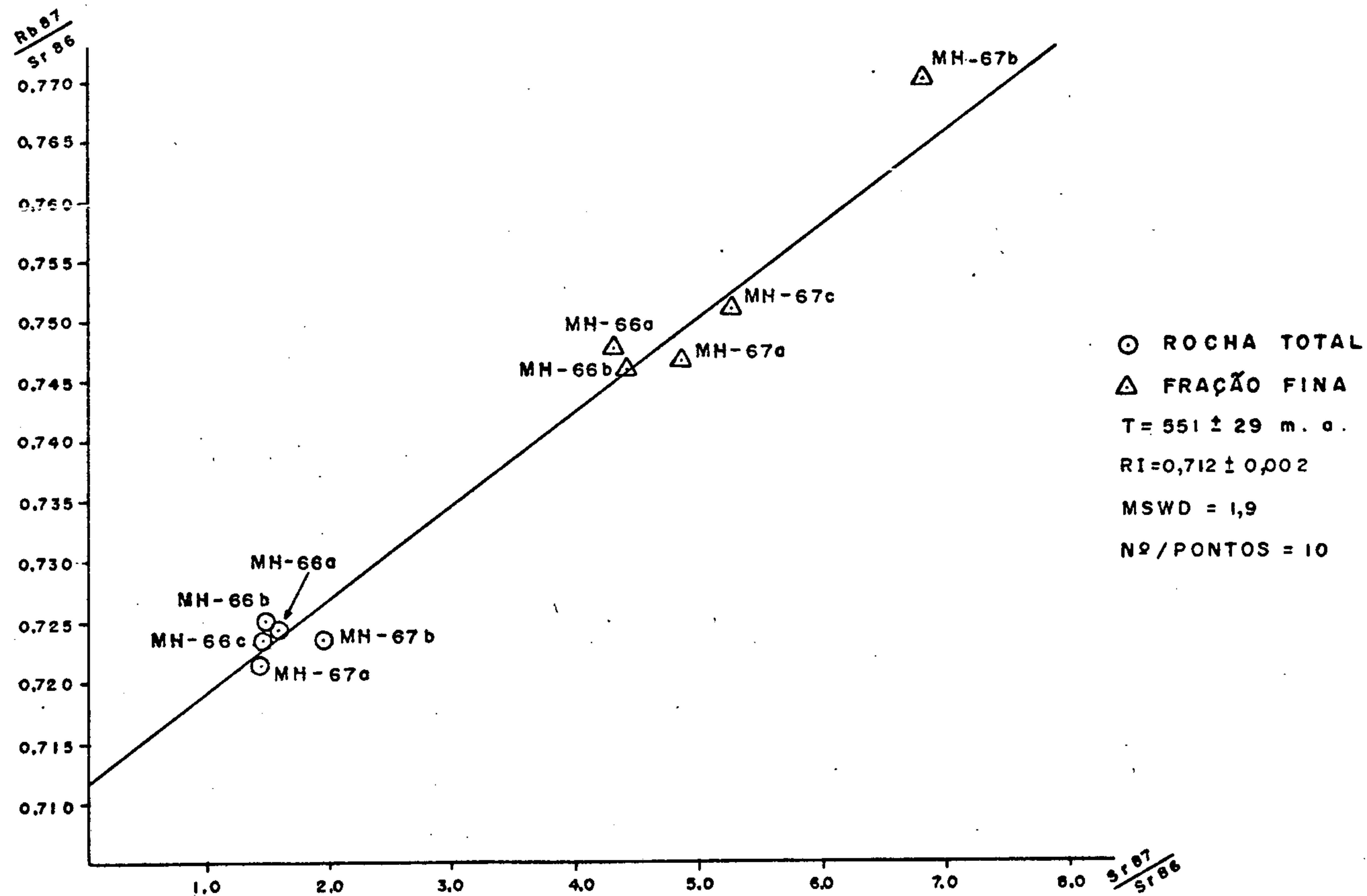


FIGURA 29 - ISÓCRONA II DA FORMAÇÃO PACUJA' (CO)p)

Obs - vide texto



7.5.1 - Complexo Migmatítico-gnáissico

À semelhança do que se tem verificado em quase todo o Pré-Cambriano antigo do Brasil, também na região em causa os gnaisses, migmatitos e granitos basais se mostram pouco adequados para datações radiométricas pelos métodos Rb/Sr e K/Ar.

Para o primeiro método referido, o teor em Sr é muito elevado em relação ao de Rb, de forma que as idades resultantes afetam-se por incerteza muito grande devido às dificuldades em se estimar a real razão Rb^{87}/Sr^{86} da época de formação ou retrabalhamento da rocha.

No caso do método K/Ar, as idades já existentes e citadas na literatura geológica regional mostram que, praticamente, todo o embasamento exposto teria sido aquecido acima dos limites de retenção de gases pelos minerais durante o Ciclo Brasileiro. Apenas um resultado K/Ar no embasamento indicou reminiscências isotópicas pré-brasilianas mas, ainda assim, não sugerindo à sua idade primária (970 ± 20 m.a. em anfibólios - por Vandoros).

Apesar desses aspectos negativos, quando os parâmetros Rb/Sr são interpretados através de diagramas isotópicos, fornecem boas indicações da natureza antiga do Complexo Migmatítico-gnáissico em relação a granitos intrusivos da vizinhança (Fig. 26).

Embora não se possa precisar a época exata em que teria ocorrido a cratonização do embasamento, o seu padrão isotópico mais antigo sugere uma origem transamazônica (± 2.000 m.a. - Fig. 26) para a consolidação da maior par

te das rochas constituintes.

No mesmo diagrama (Fig. 26) um outro conjunto de amostras coletadas próximo à Granja, sugere uma segunda idade, mais jovem, relacionada a um evento intermediário entre o Transamazônico e o Brasileiro. A idade de 1150^{+176} m.a., resultante de interpretação isocrônica de, pelo menos, 5 análises (Fig. 26) obtida por Brito Neves (1978), parece estar relacionada a uma nova etapa de evolução da crosta mundial, também já evidenciada em várias outras partes do Escudo Brasileiro. A própria estrutura negativa de Martinópolis parece geneticamente relacionada a esse mesmo amplo ciclo que teria envolvido episódios tectônicos, sedimentares, magmáticos e metamórficos.

No Escudo Africano, em áreas correlatas, tem sido atribuída uma natureza geossinclinal a esse evento, com grande parte do substrato cristalino continental sendo atribuído à Orogênese Kibariana, que teria ocorrido há 1100^{+200} m.a..

As tentativas de datação pelo método K/Ar em núcleos anfibolíticos, supostamente bem antigos, têm fornecido idades brasileiras. Entretanto, a julgar pelos valores apresentados em outras partes do Nordeste, é provável que, aqui também, a ensialização primária tenha sido muito antiga ocorrida há mais de 3.000 m.a., durante a fase de consolidação das primeiras plataformas.

7.5.2 - Grupos Martinópolis e São José

Em função do maior interesse voltado as sequências epimetamórficas, foram tentativamente datados metapelitos

tos e metavulcânicas do Grupo São José e metapelitos do Grupo Martinópolis.

Os metapelitos do Grupo São José em Pedra Verde, já haviam sido recentemente datados por Brito Neves (1978), tendo fornecido, em duas análises convencionais, as idades de 1068 ± 45 e 1126 ± 55 m.a.. As datações do Projeto em amostras similares do mesmo local, evidenciaram duas amostras com padrão isotópico muito semelhante (1028 ± 40 e 1128 ± 58 m.a.) e uma terceira aparentemente mais jovem (790 ± 29 m.a.).

A elaboração de isócrona com esse conjunto de dados, levou a uma idade de 611 ± 66 m.a. (razão inicial de 0,7345 - Fig. 27), muito provavelmente associada a um evento metamórfico que teria afetado sedimentos pré-existentes. O menor desequilíbrio isotópico encontrado para a amostra MH - 69g parece estar relacionado à percolação de fluidos hidrotermais, conforme sugerido em estruturas encontradas na Mina Pedra Verde, com razão isotópica $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ inicial provavelmente diferente.

As metavulcânicas da fazenda Boa Vista foram analisadas em quatro amostras colhidas no intervalo entre 127 e 204 metros de furo de sondagem. O padrão isotópico obtido foi semelhante ao dos metapelitos, com as idades convencionais apresentando 1303 ± 160 m.a., 879 ± 80 m.a., 721 ± 36 m.a. e 1037 ± 55 m.a.. Também nesse caso a amostra MS-64/12 (1037 ± 55 m.a.) encontra-se afetada por intenso hidrotermalismo, de modo que não foi incluída na isócrona II (Fig. 27) das metavulcânicas. Interpretadas em diagrama isocrônico, as três primeiras análises citadas anteriormente forneceram idade isocrônica de 607 ± 57 m.a., com razão inicial de

0,7131, também provavelmente associada a evento de homogeneização metamórfica. A razão inicial de 0,7131 sugere uma origem primária bem mais jovem para essas rochas da Boa Vista que as que lhes estão subjacentes como os filitos da Formação Santa Terezinha do Grupo Martinópolis e, até mesmo, os metapelitos da região de Pedra Verde (Grupo São José).

Embora a idade convencional de 1450 ± 53 m.a. determinada para a Formação Santa Terezinha não tenha validade como idade absoluta, é incontestável que reflete uma época de sedimentação bem mais antiga para essa unidade, do que para o Grupo São José como pode ser observada pelo posicionamento do ponto correspondente no diagrama da figura 27 amostra MH-68.

7.5.3 - Rochas intrusivas

7.5.3.1 - Granitos

Os granitos intrusivos não ocorrem na área do Projeto mas, especialmente, os dois corpos batolíticos (Mucambo e Meruoca) aflorantes a sudeste, estão claramente associados à atual conformação da estrutura de Martinópolis e deformação e metamorfismo das sequências pré-brasileiras que lhe estão inclusas.

Dada a importância que tais corpos, pertencentes a uma ampla província regional da mesma natureza, representam para o contexto evolutivo, é imprescindível que sejam considerados, tanto do ponto de vista geocronológico como geotectônico, para uma melhor compreensão dos processos de sedimentação, metamorfismo e magmatismo locais, sem dúvida relaciona

nados a outros acontecimentos de maiores dimensões.

Almeida (1968) obteve, para o Granito Meruoca, as idades K/Ar de 443 ± 13 m.a. (biotita) e 447 ± 13 m.a. (k - feldspatos). Dados posteriores discordantes e mais seguros indicam que esse corpo originalmente seria mais antigo que o atribuído por esses valores, os quais, estariam refletindo somente episódios de reativação tectono-termal-magnético (alcalino).

Das análises executadas por Brito Neves e constantes em trabalhos de RADAM-BRASIL (1978), somente três análises do Granito de Mucambo não apresentam restrições. As demais, foram efetuadas em período de contaminação analítica do CPGeo - USP e não foram consideradas, assim como em outros casos, pois possivelmente encontram-se falseadas. Duas das idades convencionais apresentaram valores de 713 ± 104 m.a. e 586 ± 62 m.a.. Isocronicamente a idade fornecida pelas três análises efetuadas é próxima de 480 m.a..

Outras evidências lito-estruturais e isotópicas sugerem que os granitos de Mucambo e Meruoca se correlacionam estreitamente supondo-se que constituam um único corpo maior, intrusivo nos metassedimentos do Grupo Bambuí.

A idade verdadeira desses corpos obtida a partir de um conjunto maior de dados regionais, estaria relacionada à fase pós-tectônica do Ciclo Brasileiro, atribuída a cerca de 520 - 530 m.a. atrás.

7.5.3.2 - Sienito de Tucunduba e diques básicos

O sienito de Tucunduba localizado na porção nordeste da área do Projeto, próximo às bordas da estrutura de Mar

tinópole foi datado (amostra MS-88) pelo método K/Ar em rocha total. A idade obtida de 424^{+6} m.a., concorda com outras em diabásios e brechas a sudeste de Sobral, assim como com as idades K/Ar em granitos.

A correlação com outros corpos alcalinos semelhantes do Escudo Brasileiro, datados com idades próximas, leva também a admitir que a sua formação esteve associada à tectônica de quebramento do estágio de estabilização final da plataforma, durante o Ordoviciano, quando ainda a recém constituída ortoplataforma se encontrava em fase de acomodação e reequilíbrio de tensões.

O dique de diabásio de Paula Pessoa (amostra MS-11) apresentou idade de 178^{+5} m.a., fornecida por método K/Ar em rocha total, que o relaciona ao magmatismo básico Mesozóico, de ampla manifestação na Bacia Piauí-Maranhão a sudoeste da área.

De acordo com a interpretação dada por Caldasso e Hama (1978) para esse magmatismo na região do Meio Norte, os diques básicos de Paula Pessoa pertenceriam a uma segunda etapa, ocorrida no Jurássico, do desenvolvimento dessa reativação de plataforma.

7.5.4 - Grupo Jaibaras

Duas amostras de vulcânicas andesíticas da Formação Parapuí foram datadas por pesquisadores do CPGeo - USP, fornecendo as idades K/Ar de 478^{+6} m.a. e 502^{+8} m.a., por meio de datações em rocha total (informação pessoal).

Os arenitos avermelhados, bem compactados diagene

ticamente, pertencentes a Formação Pacujá, foram tentativamente datados pelos mesmos pesquisadores, através de dois conjuntos de análise interpretados isocronicamente. Os dois valores encontrados de 534^{+30} m.a. e 551^{+28} m.a. sofrem restrições interpretativas no que se refere a sua confiabilidade. O quadro evolutivo e estratigráfico leva a se atribuir um valor próximo a 510 - 515 m.a. para essa unidade que é seguramente mais antiga que o vulcanismo Parapuí e que, além disso, deve ser mais jovem que os granitos pós-tectônicos brasileiros.

7.6 - Evolução geotectônica a partir dos dados geocronológicos

Os núcleos mais antigos do Complexo Migmatítico gnáissico parecem remontar aos tempos arqueanos, enquanto que, uma posterior etapa de completa regeneração envolvendo gnaissificação, geralmente com migmatização e granitização intensas, seguida de cratonização, é atribuída ao Ciclo Transamazônico, do fim do Eo-Proterozóico.

Durante o Proterozóico Médio, todo o mega-continente do "Pangea", refletindo um estágio de evolução da crosta mundial, teria sido submetido a tensões generalizadas, cujo alívio se teria manifestado através de uma intensa tectônica de quebramento da plataforma rígida. Profundas fossas tectônicas ter-se-iam então originado, seguidas de preenchimento de espessas sequências de pelitos e carbonatos, no caso da estrutura de Martinópolis. Este paroxismo tectônico, sedimentar e metamórfico teria ocorrido próximo a 1.100 - 1.200 m.a.. Noutras partes da crosta, manifestações correspondentes ao

mesmo evento estariam representadas pelo Evento Cataclástico K'mudku ou Nickeriano nas Guianas e Amazônia, Ciclo Espinhaço no Craton São Francisco, Ciclo Uruaçuano em Goiás, Ciclo Kibariano na África, Ciclo Grenville no Canadá, etc.

Parece ser extremamente importante o fato de que, principalmente no continente africano, extensas áreas têm sido atribuídas à Orogênese Kibariana, que teria ocorrido há 1.100⁺-200 m.a., numa reconstituição pré-deriva, haver bom encaixe dessas regiões com as do Nordeste. Noutras áreas dessa região brasileira muitas litologias têm evidenciado idades da mesma ordem, principalmente em epimetamorfitos.

No caso do Maciço de Granja, recentemente admitido como integrante do Craton de São Luís, esse evento encontra-se claramente marcado no conteúdo isotópico das rochas basais.

Pelo grau metamórfico, situação estrutural e dados isotópicos admite-se que o Grupo Martinópolis se tenha depositado antes de 1150 m.a., altura em que teria ocorrido o seu primeiro metamorfismo. Os metapelitos e metavulcânicas do Grupo São José seriam posteriores, com os seus níveis superiores sendo depositados já no Ciclo Brasileiro. O metamorfismo dessas sequências durante o brasileiro, estaria relacionado à compressão e aquecimento, chegando à refusão de sedimentos basais, provocado pela ascensão de material que teria dado origem aos granitos Mucambo-Meruoca, próximo a 600 m.a.. O processo intrusivo parece ter-se encerrado próximo a 530 m.a..

Como consequência desse processo teria ocorrido não só o levantamento de sedimentos do Grupo Bambuí mas tam

bém de áreas do próprio Complexo Migmatítico-gnáissico, que teriam sido empurradas e parcialmente rotacionadas por sobre a estrutura e sedimentos do Grupo Martinópolis, deformando-os na porção sul, como mostram as falhas de acavamento de Itacolomy, Covão, Uruoca e outras menores. O levantamento das sequências do Grupo Martinópolis na porção sul, está evidente na exposição de sequências inferiores nessa parte da estrutura.

Ao encerramento do magmatismo brasileiro pós-orogênico, ter-se-ia iniciado o processo de estabilização com rápida deposição do Conglomerado Massapê e Arenito Pacujá, há cerca de 510-520 m.a. atrás. O vulcanismo molássico estaria representado pela Formação Parapuí, ocorrido no Ordoviciano (500 m.a.).

A fase de estabilização da plataforma brasileira ter-se-ia prolongado durante todo o Ordoviciano. Em tal período, ao reequilíbrio e reajuste de tensões da recém enrijecida plataforma, estaria associada uma intensa tectônica de falhamento e fraturamento, com restritas manifestações básico-alcálicas. O maciço sienítico de Tucunduba e alguns corpos básicos locais, parecem pertencer a esse estágio de transição.

Durante o restante do Paleozóico, caracterizada por completa calma tectono-magmática, a sedimentação praticamente não mais teria ocorrido, pois o ambiente já seria continental erosivo.

No Mesozóico um novo processo de reativação da crosta, também ocorrido em escala mundial, teria afetado a estabilidade da região. No Brasil, na Bacia Piauí-Maranhão, o

magnetismo básico Mesozóico teve um desenvolvimento um pouco anterior ao da Bacia do Paraná e de outras partes do mundo, as quais estão relacionadas à Reativação Wealdeniana. No caso do dique encontrado em Paula Pessoa, pode-se correlacioná-lo à segunda fase dessa reativação ocorrida na Bacia do Meio Norte durante o Jurássico, de acordo com as conclusões de Caldasso et Hama (1978).



G E O L O G I A H I S T Ó R I C A

8 - GEOLOGIA HISTÓRICA

Vários trabalhos geotectônicos realizados na região tentaram estabelecer uma sequência para os eventos tectono-termais ocorridos através do empilhamento de entidades estratigráficas de características genéticas distintas e dos subsídios fornecidos por inúmeras datações radiométricas.

Costa et alii (1973), formularam o arcabouço geotectônico do NO do Ceará (Fig. 11), reconhecendo três entidades pré-cambrianas desenvolvidas em ciclos sucessivos, as quais foram cratonizadas após o Brasiliano, ciclo de ampla manifestação na plataforma brasileira. Para as rochas preservadas no "Graben de Martinópolis", consideraram uma sedimentação miogeossinclinal submetida a um ciclo pré-brasiliano. Reconheceram, ainda, na região da cidade de Sobral, duas ambientes geotectônicas distintas, a primeira miogeossinclinal de idade atribuída aos últimos estágios de desenvolvimento do "Geossinclínio Caririano" (Almeida, 1967), representada pelo Grupo Bambuí e a segunda, de afinidade cratogênia registrada pelos sedimentos paraplataformais do Grupo Jaibaras.

Com base na proposição de Almeida (op. cit.), que reconheceu um núcleo antigo na região de São Luís, Brito Neves (1975), através de diversas datações radiométricas, observou a continuidade deste comportamento para sudeste, prolongando-se até a região onde se localiza a área do Projeto. Individualizou ainda duas entidades de características estruturais e geocronológicas distintas denominando-as de "Maciço de Granja", de consolidação transamazônica, e "Faixa ou Sistema de Dobramento do Médio Coreaú", que apresenta grande mobilidade provocada pelos efeitos tectogênicos brasileiros.

Neste trabalho, a sequência dos fenômenos geotectônicos interpretada para a área, está calcada nas observações lito-estratigráfica-estruturais realizadas e na geocronologia.

O ciclo Transamazônico está registrado na área através do Complexo Migmatítico-gnáissico de idade situada em torno de 2.000 m.a. (Brito Neves, op. cit.), regeneradas pelos ciclos subsequentes num processo de desenvolvimento de sudeste para noroeste, no sentido do núcleo cratônico de São Luis que apresenta remanescentes de idades arqueanas.

Posteriormente foi instalado um ciclo geossinclinal de ambiência miogeossinclinal que produziu uma sedimentação tipicamente transgressiva aqui denominada Grupo Martinópolis, que guarda grande semelhança com o Grupo Espinhaço, da plataforma do São Francisco. Seus abundantes quartzitos basais e metapelitos de baixo grau teriam se formado num ciclo que atingiu seu climax em torno de 1.150 m. a. conforme indicam datações executadas pelo Projeto. Esta idade é também correlacionável à isócrona de 1.150[±]176 m. a. traçada por Brito Neves (op. cit.), a qual registra importante evento caracterizado mundialmente, pelos ciclos Espinhaço na Bahia, Uruaçuano em Goiás, Kibariano na África e o Grenville no Canadá, entre outros. Ainda neste período, teriam ocorrido as emissões magmáticas ácidas, preenchendo fraturas surgidas durante reajustamentos dos blocos na fase alívio, encerrando o ciclo.

O ciclo Brasileiro é representado na área pelo Grupo São José que detém características profundamente diversas do Grupo Martinópolis. Seu caráter vulcano-sedimentar, com estruturas levemente discordantes com o regional, é mar-

cado por uma sequência estratigráfica complexa que, possivelmente, reflete um longo período de sedimentação regressiva, na qual ocorreu várias manifestações de caráter transgressivo, evidenciado pelos diferentes níveis calcopelítico intercalados. Os horizontes guias caracterizados por calcários e metacherts ferríferos, por não apresentarem continuidade, torna difícil a correlação entre as várias formações, o que resultaria no estabelecimento da estratigrafia do grupo.

O metamorfismo brasileiro atuou de maneira branda e decrescente de sudeste para noroeste, formando as rochas do Grupo São José, imprimindo-lhes características estruturais próprias e regenerando as unidades mais antigas.

Como produto do soerguimento da crosta, em épocas cambro-ordovicianas, ocorreu a sedimentação molássica do Grupo Jaibaras condicionada a estruturas de graben e marcada por um período de instabilidade tectônica que é registrado através do vulcanismo Parapuí. Finda a sedimentação molássica, já adentrando na fase de estabilização da plataforma brasileira que se prolongou por todo o ordoviciano, ocorrem durante o período de transição marcado por forte reativações tectônicas, manifestações magmáticas, na área representada pelo Sienito de Tucunduba.

Após a estabilização da plataforma, implantaram-se as bacias paleozóicas, tendo como representante a espessa sequência siluro-devoniana de arenitos grosseiros a finos que compõem a Formação Serra Grande, depositada em ambiente tectonicamente calmo.

No Mesozóico a plataforma sofreu reativação ao

longo de seus falhamentos, registrada nos sedimentos fanerozóicos através de cataclase e a formação de escarpas, interpretadas como reflexos de falhas do embasamento. Em determinada época, provavelmente no Jurássico, houve ampla manifestação vulcânica filoneana básica (diabásios), com representação máxima na bacia paleozóica.

Na era cenozóica formaram-se os sedimentos inconsolidados avermelhados que cobrem toda faixa litorânea, representados pelos conglomerados da Formação Camocim, os sedimentos areno-argilosos do Grupo Barreiras Indiviso e as Coberturas Intramontanas.

Completando o quadro estratigráfico da área, observam-se as aluviões recentes, pouco desenvolvidas, que seguem os grandes cursos d'água.



G E O F Í S I C A

9 - GEOFÍSICA

9.1 - Comentários gerais

Foi determinada segundo a programação do Projeto Martinópolis a verificação de anomalias geofísicas dentro da área do referido Projeto. Em novembro de 1977, o geofísico Ricardo Moacyr de Vasconcellos fez um estudo de cunho geofísico na região, resultando disto o seu "Relatório de viagem a área do Projeto Martinópolis - 1978". O trabalho trata de uma interpretação preliminar dos dados magnéticos obtidos do Projeto Rio Acaraú (1976), e dados geológicos oriundos do mapeamento geológico do Projeto Jaibaras (1973), resultando num esboço de correlação geológica-geofísica, no qual foram determinadas inúmeras áreas anômalas.

Partindo deste princípio foram selecionadas dentro da área do Projeto sete zonas anômalas principais para posteriores verificações.

A metodologia de verificação dessas anomalias foi exclusivamente baseada em visitas aos locais anômalos selecionados, com a finalidade primordial de se tentar encontrar afloramentos ou feições geológicas que explicasse as referidas anomalias.

No caso da área do Projeto, devido ao espesso manto de intemperismo houve grande dificuldade em se definir com precisão o tipo litológico ou feição geológica associados a essas anomalias.

Foram selecionadas e verificadas em trabalhos de campo as anomalias geofísicas denominadas de Rodeador

(Nº 1), Serrote (Nº 2), Morrinhos (Nº 3), Jaburuna (Nº 4), Ibuáçu (Nº 5), Serra de São José (Nº 6) e Lambedouro (Nº 7). Convém salientar que essas anomalias ocupam pequenas regiões ou áreas de influência determinadas por curvas de contorno nos mapas de intensidade magnética do campo total (Projeto Rio Acaraú, 1976).

Para os trabalhos de campo essas anomalias foram devidamente plotadas nos mapas de intensidade do campo total, à escala 1:50.000 do Projeto Rio Acaraú (1976) e posteriormente transferidas para os mapas geológicos preliminares de campo da área do Projeto Martinópolis à escala 1:50.000.

Nas figuras 30 e 31 pode ser observada a localização das anomalias selecionadas e verificadas, como também, o relacionamento das mesmas com a geologia da área do Projeto Martinópolis.

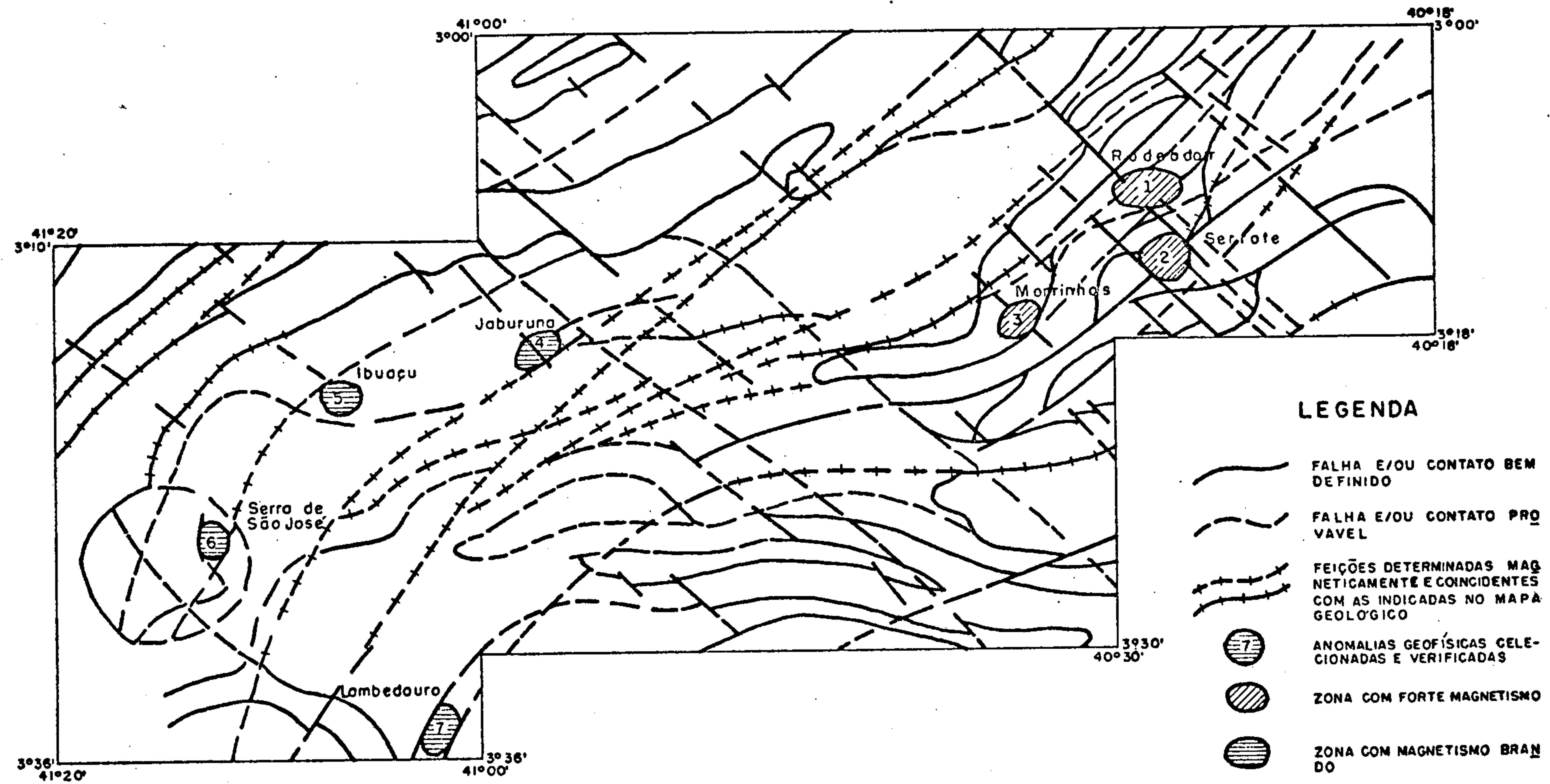
No quadro VII constam o número de ordem, toponímia, localização e litologias responsáveis pela presença das anomalias detectadas na área do Projeto.

9.2 - Descrição das anomalias verificadas

A anomalia geofísica denominada Rodeador (Nº 1) foi detectada na porção nordeste da área do Projeto (Fig. 30), nas fazendas Rodeador e Jaceguai. Fica localizada entre as falhas de Paulista e Xixás, nas proximidades do riacho Tucunduba. Trata-se litologicamente de um nível de metachert ferrífero do Grupo São José, aflorante sob a forma de seixos, blocos e matações de variadas dimensões, segundo uma

PROJETO MARTINÓPOLE

MAPA INTERPRETATIVO MAGNETOMÉTRICO COM A LOCALIZAÇÃO DAS ZONAS ANOMALAS SELECIONADAS E VERIFICADAS



ESCALA APROXIMADA 1 : 650.000

FONTE: VASCONCELLOS, R. (1978)

CPRM - PROJETO MARTINÓPOLE - RELATÓRIO FINAL - FERNANDO S. PRADO

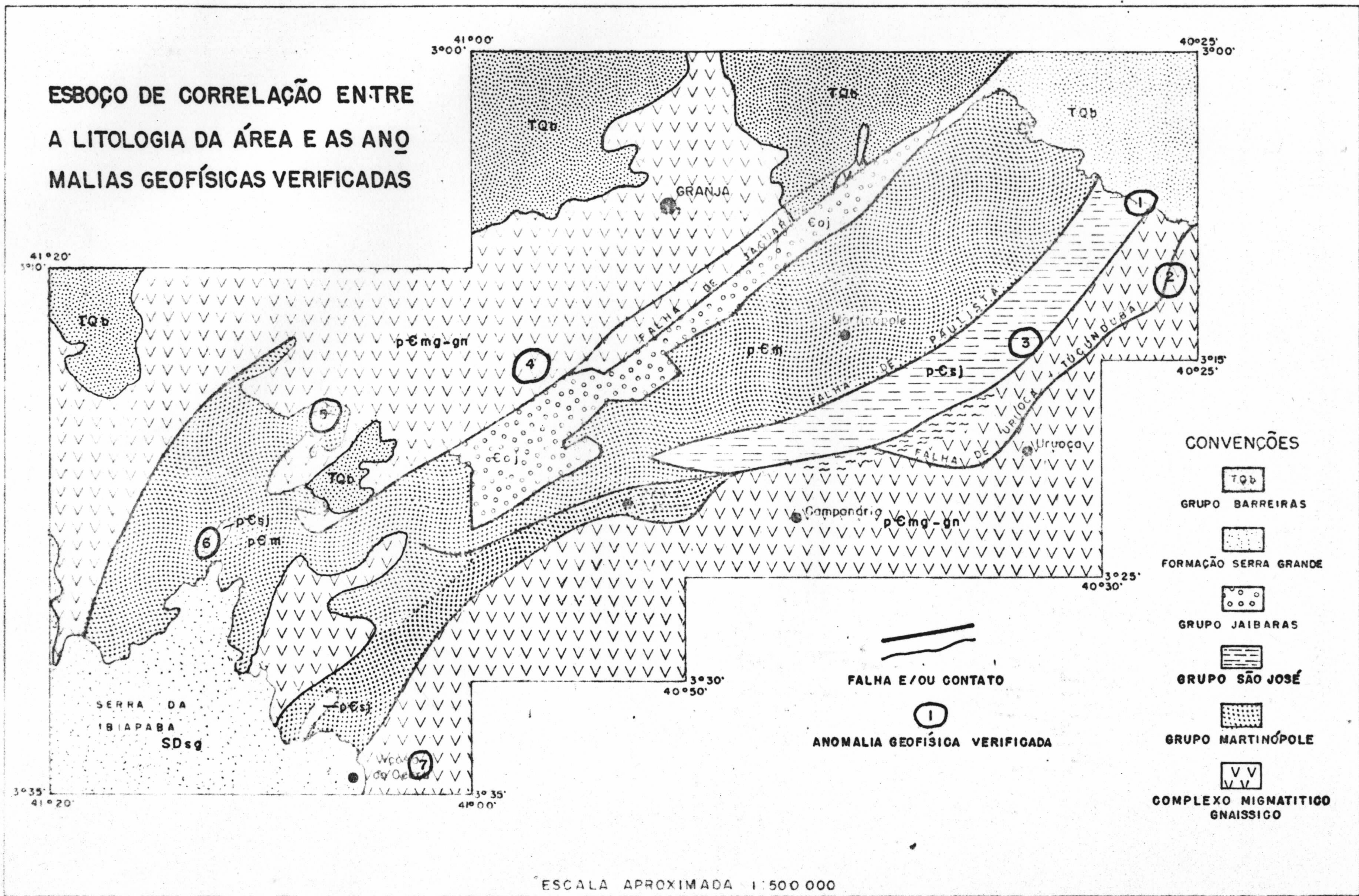
1979

FIGURA - 30

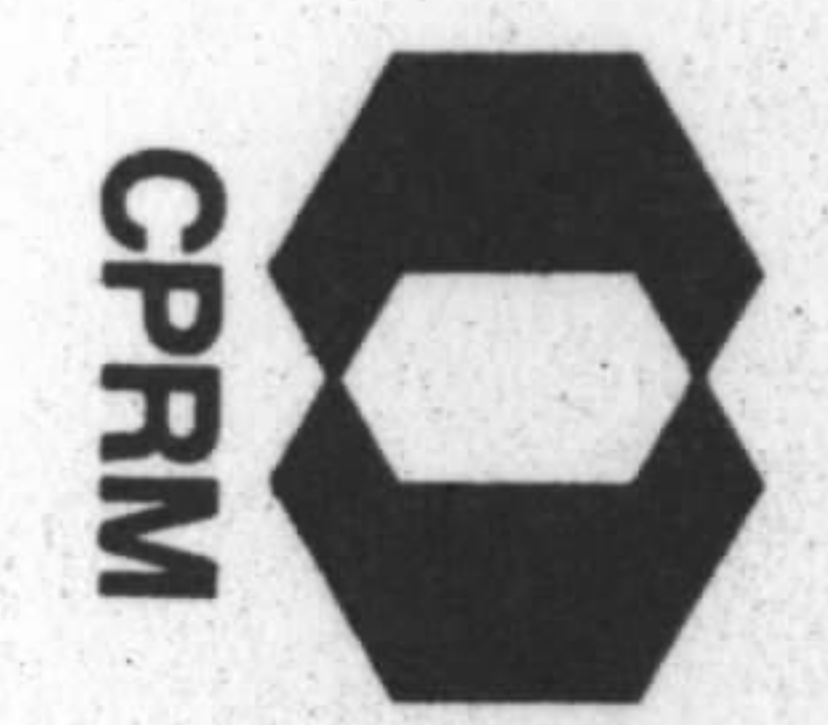


CPRM

ESBOÇO DE CORRELAÇÃO ENTRE
A LITOLOGIA DA ÁREA E AS ANO-
MALIAS GEOFÍSICAS VERIFICADAS



ESCALA APROXIMADA 1:500 000



QUADRO VII - VERIFICAÇÃO DAS ANOMALIAS GEOFÍSICAS DA ÁREA DO PROJETO MARTINÓPOLE

Nº DE ORDEM	TOPONÍMIA	LOCALIZAÇÃO	LITOLOGIA RESPONSÁVEL PELA ANOMALIA
01	Rodeador	Porção nordeste da área do Projeto.	Metachert ferrífero de aspecto bandado.
02	Serrote	Próxima ao açude de Tucunduba e da anomalia anterior.	Lentes quartzíticas ferríferas contendo microdobramentos.
03	Morrinhos	Porção centro-oriental da área do Projeto.	Metacherts ferríferos de aspecto bandado.
04	Jaburuna	Porção centro-ocidental da área do Projeto, a NNE da vila de Stª Terezinha.	Crosta laterítica rica em minerais ferríferos.
05	Ibuaçu	Porção ocidental da área do Projeto, a NE da vila de Ibuaçu.	Quartzitos contendo minerais ferríferos (magnetita).
06	Serra de São José	Porção mais ocidental da área do Projeto, a NO da vila Pedra.	Metachert ferrífero de aspecto bandado.
07	Lambedouro	Porção sul-ocidental da área do Projeto a E da cidade de Viçosa do Ceará.	Crosta laterítica rica em minerais de ferro.



direção aproximadamente nordeste. Macroscopicamente a rocha é constituída essencialmente por quartzo contendo leit_os e/ou massas de minerais ferríferos intercalados, por vezes dando idéia de bandeamento.

A anomalia geofísica de Serrote (Nº 2) foi detectada ao sul da anterior na região do açude de Tucunduba, abrangendo a área em torno do povoado de Serrote nas proximidades da falha de Uruoca-Tucunduba (Fig. 30). Trata-se litologicamente de lentes quartzíticas ferríferas intercaladas em quartzitos do Complexo Migmatítico-gnáissico que constituem na região o denominado serrote do Boqueirão de direção aproximadamente nordeste. Apresentam-se em forma de afloramentos, blocos, seixos e matações, fraturados, laminados, finamente granulados e de coloração cinza escura. Possuem os planos de fraturamento preenchidos por óxido de ferro. Em alguns blocos rolados nota-se, por vezes, alternância de leit_os escuros (ferríferos) e claros (quartzosos), contendo microdobramentos e microfraturas. A análise espectrográfica de emissão para 30 elementos revelou que os teores dos elementos maiores e menores não são extremamente baixos. Portanto, a rocha original não seria um "chert".

A anomalia geofísica de Morrinhos (Nº 3) foi detectada na porção centro-oriental da área do Projeto (Fig. 30), entre as falhas de Paulista (norte) e Xixás(sul). Trata-se provavelmente do prolongamento para sudoeste do mesmo horizonte de metachert que ocorre em Rodeador. A rocha apresenta-se sob a forma de afloramentos arrasados, blocos e matações orientados segundo uma direção preferencial

(sudoeste-nordeste) encaixados nos metapelitos do Grupo São José. Macroscopicamente a rocha possui coloração cinza, aspecto itabirítico devido à alternância de leitos escuros ricos em minerais ferríferos e leitos claros constituídos por quartzo. É densa, compacta, bandada, e a granulação varia de fina a média. Foram realizadas análises petrográfica, espectrográfica de emissão para 30 elementos e absorção atômica para ouro. Em análise microscópica revelou ser constituída por hematita (80%) em palhetas idiomórficas e quartzo xenoblástico, suturado, com extinção ondulante. Não há acessórios. A espectrografia de emissão revelou teores extremamente baixos ou ausência dos elementos traços que é uma característica dos cherts. A análise de absorção atômica para ouro, não forneceu nenhum subsídio de maior interesse para a anomalia em causa.

A anomalia geofísica de Jaburuna (Nº 4) foi detectada na porção centro-ocidental da área do Projeto, (Fig. 30), nas proximidades da falha dos Araçás a norte-nordeste da vila de Santa Terezinha. Trata-se, litologicamente, de laterita ferruginosa sob a forma de blocos matacões e seixos, constituída por quartzo, óxido de ferro, limonita e argila, de granulação grosseira e coloração marrom avermelhada. Por vezes, mostra-se bem compacta, com cimento argilo-ferruginoso. Essa laterita desenvolve-se geralmente no contato entre os sedimentos do Grupo Barreiras com as rochas do Complexo Migmatítico-gnáissico. A extensa cobertura sedimentar local representada pelo Grupo Barreiras dificulta, sobremaneira, um melhor estudo da anomalia abordada.

A anomalia geofísica de Ibuaçu (Nº 5) foi detectada a nordeste da vila de Ibuaçu na porção ocidental da área do Projeto (Fig. 30). Trata-se, litologicamente, de rochas quartzíticas da Formação São Joaquim (Grupo Martinópolis), compactas, fraturadas, de granulação fina, leucocráticas e silicificadas. São constituídas macroscopicamente por quartzo, minerais micáceos e opacos (magnetita). A presença deste último mineral concentrado em fraturas ou dispersos na rocha, deve ser a causa principal da existência da anomalia em causa. Extensas coberturas arenosas dificultam um melhor estudo da anomalia abordada.

A anomalia geofísica denominada Serra de São José (Nº 6) foi detectada na porção mais ocidental da área do Projeto (Fig. 30). Litologicamente são encontradas na área anômala, rochas dos grupos São José e Martinópolis, além de sedimentos da Formação Serra Grande. Próximo à fazenda Tucum têm-se a presença de uma sequência bandada de ferro e sílica, dobrada, onde se tem hematita e magnetita como metálicos. Trata-se de um metachert rico em ferro, no qual foram encontradas, através de análise espectrográfica de emissão para 30 elementos, anomalias de Ba (5.000ppm), Ag (50ppm), Ni (500ppm), Cu (700ppm), Zn (300ppm), Pb (1.500ppm) e Mn (1.500ppm). A análise química quantitativa realizada forneceu teor médio de 46% de Fe e 27,7% de SiO₂. A análise petrográfica revelou ser a rocha um itabirito típico. Este metachert ferrífero pode ser considerado realmente como o causador da anomalia geofísica abordada.

A anomalia geofísica de Iambedouro (Nº 7) foi detectada a este da cidade de Viçosa do Ceará na porção su

doeste da área do Projeto (Fig. 30). Trata-se, litologicamente, de laterita ferruginosa, ocorrendo sob a forma de blocos, matacões e seixos, constituída por óxido de ferro, limonita (seixos e massas), quartzo e argila, de granulação grosseira e coloração avermelhada. Estas lateritas, por vezes, formam crostas compactas, principalmente no contato das coberturas areno-argilosas com as rochas do Complexo Migmatítico-gnáissico, que ocorrem na área anômala.



G E O Q U Í M I C A

10 - GEOQUÍMICA

10.1 - Introdução

Juntamente com o mapeamento geológico do Projeto Martinópolis, realizou-se um trabalho de prospecção geoquímica e aluvionar, em uma área de aproximadamente 2.000 km², a qual, compreende a faixa metamórfica de Martinópolis.

O trabalho prospectivo realizado na área, visou tanto auxiliar a geologia como definir e caracterizar áreas-alvo, passíveis de serem portadoras de mineralizações. O mesmo constou da coleta e análise de 594 amostras de sedimentos de corrente e 108 amostras de concentrados de bateria, sendo que das 594 amostras de sedimento de corrente, 31 são réplicas de campo coletadas no mesmo ponto, a pequena distância da original (5m aproximadamente). Os pontos de coleta estão distribuídos entre a folha de Granja e parte das folhas de Bela Cruz e Chaval (escalas 1:100.000).

A densidade de amostragem é de 1 amostra por 3 km² para a prospecção por sedimento de corrente e de 1 amostra por 18 km² para a prospecção por concentrados de bateria. A área de captação de cada amostra foi de cerca de 1 a 3 km² para os sedimentos e de 15 km² para os concentrados, aproximadamente.

Da área total do Projeto que perfaz uma superfície de, aproximadamente, 5.400 km², apenas 2.000 km² correspondendo, grosso modo, a área de exposição dos metamorfitos da faixa de Martinópolis, foram objeto de prospecção geoquímica.

10.2 - Metodologia

10.2.1 - Técnica de amostragem

O planejamento da amostragem geoquímica por sedimento de corrente e concentrado de batéia foi elaborado em mapas de serviço, à escala 1:100.000, executados pelo Serviço Geográfico do Exército, com exceção da folha a oeste de 41^o. Para esta, utilizando AEROSKECTHMASTER Zeiss e com a fotointerpretação de toda a drenagem realizada nas fotos 1:70.000 daquela área, elaborou-se um mapa planimétrico com bom adensamento da drenagem, e com a locação das vias de comunicação existentes.

O mesmo serviço de adensamento de drenagem foi igualmente feito nas outras folhas, sendo, a partir daí, mais fácil e criterioso o trabalho de definição dos pontos de coleta de sedimentos de corrente e concentrados de batéia, levando em consideração tanto o acesso aos locais de amostragem como também a representatividade e homogeneidade da distribuição dos pontos.

A granulometria do material coletado foi da areia fina à argila e as amostras com, aproximadamente, 250 gramas de peso, foram acondicionadas em sacos plásticos depois de secas. A coleta foi sempre composta, constituindo-se de 4 a 5 pequenas porções, localizadas sempre no canal ativo de drenagem a intervalos de 1 a 2 metros.

No que se refere ao material para concentrado de batéia, foi coletada uma amostra de sedimento de corrente no mesmo ponto, à profundidade de 30 a 40 cm, com um volume

predeterminado de 10 litros, posteriormente bateada até ao limite de 200 gramas de concentrado.

Para cada amostra coletada foi preenchida uma ficha de campo de amostra geoquímica (Fig. 32), em que constam os diversos elementos a ela referentes como: os Parâmetros Descritivos Gerais - número da amostra, centro de custo, base cartográfica e escala; os Parâmetros Descritivos de Campo - coordenadas do ponto, data da coleta e características particulares de campo da amostra; os Parâmetros Analíticos de Campo - Eh, pH e outras análises porventura feitas na amostra em campo; e observações gerais que sejam importantes para a caracterização da amostra.

10.2.2 - Preparação das amostras e técnica analítica

As amostras de sedimento de corrente foram analisadas por espectrografia de emissão semiquantitativa para 30 elementos (Fe, Mg, Ca, Ti, Mn, Ág, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, La, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sc, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr) e para Cu, Pb, Zn e Ag por espectrofotometria de absorção atômica.

As amostras são previamente preparadas, separando se a fração menor que 80 mesh que é, em seguida, analisada. Os resultados são lançados em boletins próprios para efeito de arquivamento e tratamento estatístico dos dados. Os valores de espectrografia de emissão são tabulados segundo a série 1-2-5-10-20-50 ppm, com interpolações visuais entre estes valores sempre dados como 1,5-3-7-15-30-70 ppm etc. Os valores de espectrofotometria de absorção atômica são tabu

lados segundo valor realmente lido até 30 ppm e, a partir daí de 5 em 5 ppm até 100 ppm, depois de 10 em 10 ppm e assim por diante.

Em ambos os tipos de análise, além dos valores de finidos para cada amostra, dos diversos elementos, são lançados valores qualitativos quando da impossibilidade da de terminação semiquantitativa. Neste caso usam-se, associados aos valores obtidos, qualificadores específicos: L - acompanha o valor do limite inferior de detecção e significa menor que este valor; G - acompanha o valor do limite superior e significa maior que este valor; H - acompanha o valor da leitura porém ressalva que houve qualquer tipo de interferência; N - acompanha o valor do limite inferior e significa não detectado; e I - insuficiente para análise.

As amostras de concentrados de batéia foram analisadas para semiquantitativa normal (%) dentro dos seguintes intervalos de leitura: menor que 1%; 1-5%; 5-25%; 25-50%; 50-75%; 75-100%. Para o primeiro intervalo é registrado o valor 1 e para os seguintes 3, 15, 40, 60 e 85 respectivamente, enquanto que, na análise para ouro, a preparação da amostra é feita através de ensaio por fusão e, a partir daí, determinado no espectrofotômetro de absorção atômica segundo intervalos de 0,05, 0,07, 0,10, 0,15 ppm, etc.

As análises de espectrografia de emissão foram realizadas pelos seguintes químicos: Elizabeth de B.B.W. Pa cego, Maria Lúcia de Miranda e Lemos, Glória Berenice C.T.C.B. e J. Spinelli.

As análises de espectrofotometria de absorção atômica foram realizadas pelos químicos: Cecile Stark Meyer,

Célia Maria Tinoco e Ivonete Pedroso Arraes.

Quanto aos concentrados de batéia as análises mineralógicas foram realizadas pelos geólogos: Expedita Gonçalves de Torres, Maria Auxiliadora Taveira Belo, Flávio Wolff e Ligia Camargo. Enquanto que, as análises de ensaio de fusão para ouro foram realizadas pelos geólogos: Sérgio Correia de Sá e Benevides e Nelson Chinem.

10.2.3 - Interpretação dos dados

Os dados preenchidos nas fichas de campo de amostra geoquímica bem como os boletins do LAMIN são reunidos e incluídos dentro de um processo de arquivamento, utilizando-se o computador. Isto ocorre em consequência do grande número de informações geradas pela amostragem e pela análise como também pela necessidade de interpretação dos resultados, a baixos custos e com rápido processamento.

Tendo em vista o que vimos anteriormente, a CPRM criou o SEAG - Sistema Estatístico de Amostragem Geoquímica, objetivando primordialmente:

- a) padronizar e sistematizar todas as atividades pertinentes à pesquisa geoquímica, obtendo e processando as informações, além de orientar o fluxo de documentos e critérios de controle;
- b) proporcionar ao pessoal técnico condições de atualização e desenvolvimento do instrumental estatístico, necessário como fundamento da melhor decisão quanto à viabilidade da prospecção mineral, em termos de interpretação dos da

dos geoquímicos;

- c) estimular a utilização do processamento eletrônico como instrumento básico no manuseio de informações.

O citado sistema abrange programas de arquivamento, recuperação e tratamento estatístico, que incluem praticamente todos os métodos Uni e Multivariados aplicados à geoquímica.

As informações geradas e arquivadas foram submetidas, através de critérios interpretativos, aos programas de tratamento estatístico, os quais foram aplicados tanto para os dados de sedimento de corrente como para os de concentração de minerais pesados.

10.3 - Apresentação e interpretação dos resultados de sedimento de corrente

10.3.1 - Generalidades

As amostras de sedimento de corrente foram analisadas por espectrografia de emissão para 30 elementos e espectrofotometria de absorção atômica para Cu, Pb, Zn e Ag.

Para a interpretação dos resultados, eliminou-se, a priori, dos 34 elementos o Au, As, Cd, Bi, Sb por espectrografia de emissão e a Ag por espectrofotometria de absorção atômica, por não terem sido detectados em nenhuma das amostras. O Ti e o Zr também foram eliminados pelo número excessivo de valores qualificados acima do limite de detecção do método e assim impedirem uma análise real dos pa

drões anômalos destes dois elementos.

Dos 26 elementos restantes, o Mo, Sn, W, Ag e Zn (analisados por espectrografia de emissão) foram analisados sem o auxílio de programas de tratamento estatístico pelo comportamento peculiar de cada um destes na área do Projeto, todos com pequeno número de valores detectados no conjunto de amostras.

Os 34 elementos originalmente analisados (30 por espectrografia de emissão e 4 por espectrofotometria de absorção atômica) ficaram reduzidos para o tratamento estatístico a 21, sendo três de absorção atômica (Cu, Pb e Zn).

10.3.2 - Cálculo dos estimadores

O trabalho de prospecção geoquímica efetuado na área determinou, através de análises, os diversos teores dos elementos de modo a localizar anomalias nos padrões químicos gerais da área, eventualmente relacionados com mineralizações.

A partir dos dados obtidos, tornou-se necessária a construção de mapas geoquímicos onde, sobre uma base geológica simplificada foram assinalados os valores considerados anômalos. Quando da construção dos mapas geoquímicos, a intenção foi determinar previamente os padrões normais esperados para a área ou seja, a faixa de "background" para cada um dos elementos e, a partir daí, destacar os valores que excedem esta faixa ou seja que ultrapassem o valor limiar.

Na determinação da faixa de "background" e do va

lor limiar desta para cada um dos elementos, é necessário fazer-se o cálculo dos estimadores e analisar as distribuições destes elementos na população amostrada.

Para tal adotam-se uma série de critérios no cálculo dos estimadores que são:

1. As amostras são analisadas em conjunto, levando-se em consideração, quando da interpretação, as litologias e feições estruturais que por acaso possam causar destaques anômalos.
2. As distribuições são supostas lognormais que é o usual para a distribuição de elementos traços em ambientes primários ou secundários (Ahrens, 1954).
3. É adotada como faixa de "background" a amplitude determinada pelo valor mínimo encontrado e o valor limiar admitido.
4. O valor limiar é calculado de duas maneiras diferentes - a média geométrica multiplicada pelo desvio geométrico ao quadrado e o valor correspondente ao limite de 2,5% da frequência acumulada na distribuição. O valor limiar admitido é o menor dos valores acumulados.
5. O molibdenio apresenta apenas 5 valores definidos em 594 amostras, menos de 1% do total, o que nos leva a considerá-los como anômalos.
6. A prata, com 2 valores L 0,5, o tungstenio com 1 valor L 50, o estanho com 1 valor definido e 3 valores L 10 e o zinco também com um valor definido e 6 valores L 200, estão dispostos de tal maneira que, consideramos tanto os valores

definidos como os valores abaixo do limite de detecção destes quatro elementos, como preliminarmente significativos e dignos de análise.

Os valores de média geométrica (MG) e o valor limiar admitido, para cada um dos elementos, foram plotados na (Fig. 33) - Estimadores da População.

10.3.3 - Associações paragenéticas

Calculou-se estatisticamente o índice de correlação para os elementos selecionados anteriormente, com a finalidade de destacar as principais associações paragenéticas de elementos constituindo-se, a partir daí, um gráfico de correlações (Fig. 34).

Destacam-se como principais associações paragenéticas as seguintes:

- Fe, Mg, Mn, V - de excelente a boa correlação.
- Cu, Zn - excelente correlação.
- Co, Ni - associação com boa correlação.
- O Mo, Sn, W, Ag e Zn foram prejudicados na análise pelo pequeno número ou inexistência de valores definidos. Na construção dos mapas obedeceu-se à correlação obtida associada e dirigida pela filiação comum dos elementos.

10.3.4 - Mapas geoquímicos

De posse dos valores anômalos considerados, partiu-se para a confecção dos mapas geoquímicos, cujos valores foram implantados em mapas 1:100.000. Nesta base ainda foram assinaladas as principais ocorrências minerais da

área e baseado nas características individuais de distribuição, número de valores definidos, correlações e associações de elementos, foram selecionados os elementos Fe, Mn, Mg, V, Sc, Ni, Cr, Co, Pb, Y, La, Nb, Be, B, Sr, Ba, Ca (espectrografia) e Cu, Pb, Zn (AA), como sendo aqueles que melhor definem o panorama geoquímico da área em estudo. Estes elementos foram indicados pelas suas associações mais comuns, em cinco mapas: mapa I (V, Sc e Mg); mapa II (Cu, Zn e Pb); mapa III (Ni, Cr e Co); mapa IV (Y, La, Nb, B e Be); e mapa V (Sr, Ca e Ba).

Em todos os mapas de elementos-traço foram indicadas por simbologia adequada as anomalias de Fe e Mn, tendo em vista a importância destes dois elementos nas concentrações anômalas não significativas dos elementos-traço. Também foi utilizada simbologia para as anomalias de Cu, Pb, Zn e Ag (espectrografia) indicadas também pelo mesmo processo no mapa correspondente de anomalias de Cu, Pb e Zn (AA).

Mapa I (V, Sc e Mg)

Dos três elementos que compõem este mapa, Vanádio, escândio e magnésio, apenas o primeiro apresenta uma certa distribuição preferencial por determinada faixa litológica, enquanto que o magnésio mostra pontos isolados distribuídos aleatoriamente e o escândio, devido aos poucos valores apresentados, não tem explicação geológica para os mesmos. São elementos litófilos e na área do Projeto as principais anomalias por elemento foram as seguintes:

Vanádio - Este elemento apresenta boa correlação com o ferro e o cromo e aparece associado ao ferro, ao magnésio e ao escândio nas anomalias. Sua correlação com o fer

GEOQUIMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE
(ESTIMADORES DA POPULAÇÃO, PARÂMETROS DESCRITIVOS E COMPARATIVOS)

ELEMENTO	AMPLITUDE ppm	M G ppm	V L ppm	GRAU DE DETE- CÇÃO DE ANOMAL.	ASSOCIAÇÃO NOTÁVEIS	MOBILIDADE
Fe - S%	0.1 - 10	1.4	10	9:596	SIDERÓFILO	B A I X A
Mg - S%	0.01 - 2	0.1	0.7	12:596	V, Sc	—
Ca - S%	0.02 - 1.5	0.07	1.0	4:596	Sr, Ba	—
Mn - S	5 - 7500	211	3000	10:596	LITOFILO	MUITO BAIXA
B - S	5 - 1.000	59	300	15:596	Y, La, Nb, Be	MUITO ALTA
Ba - S	20 - 2000	198	1000	18:596	Sr, Ca	A L T A
Be - S	0.5 - 1.5	0.5	1.5	1:596	Y, La, Nb, B	B A I X A
Co - S	2.5 - 150	5	70	6:596	Ni, Cr	A L T A
Cr - S	5 - 700	28	150	5:596	Ni, Co	B A I X A
La - S	10 - 1500	39	300	8:596	Y, Nb, B, Be	B A I X A
Nb - S	5 - 50	9	50	2:596	Y, La, B, Be	B A I X A
Ni - S	2.5 - 100	7	50	15:596	Cr, Co	A L T A
Pb - S	5 - 50	6	30	7:596	Cu, Zn	B A I X A
Sc - S	2.5 - 30	4	20	2:596	V, Mg	B A I X A
Sr - S	50 - 500	77	500	2:596	Ba, Ca	—
V - S	5 - 200	34	150	10:596	Sc, Mg	MUITO BAIXA
Y - S	5 - 300	19	200	3:596	La, Nb, B, Be	B A I X A
Cu - AA	1.5 - 100	5.1	25	8:596	Pb, Zn	ALTA (PH BAIXO) BAIXA (PH ALTO)
Pb - AA	1.5 - 18	3	12	11:596	Cu, Zn	B A I X A
Zn - AA	1.5 - 100	8	35	14:596	Cu, Pb	M O D E R A D A
Ag - S	—	—	L.0,5	2:596	—	B A I X A
Mo - S	—	—	5	5:596	—	A L T A
Sn - S	—	—	L.10	4:596	—	B A I X A
W - S	—	—	L.50	1:596	—	M O D E R A D A
Zn - S	—	—	L.200	7:596	—	M O D E R A D A

CPRM - PROJETO MARTINOPOLE - RELATÓRIO FINAL - VALDOMIR ALVES DE ANDRADE

1979

FIGURA 33



GEOQUIMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

GRÁFICO DE CORRELAÇÕES

	Fe S%	Mg S%	Co S%	Mn S	B S	Ba S	Be S	Co S	Cr S	Cu S	La S	Nb S	Ni S	Pb S	Sc S	Sr S	V S	Y S	Cu AA	Pb AA	Zn AA
Zn AA	●	●	•	●	•	•	•	○	●	•	•	•	●	•	○	•	●	•	●	○	1
Pb AA	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	•	●	•	•	•	•	1
Cu AA	●	●	•	•	•	•	•	○	○	●	•	•	●	•	●	•	●	•	•	•	1
Y S	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	○	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	1
V S	●	●	•	○	•	•	•	•	●	○	•	•	●	•	○	(•)	•	•	•	•	1
Sr S	•	•	•	•	•	○	—	(•)	•	(•)	○	(•)	(•)	•	(•)	•	•	•	•	•	1
Sc S	○	○	•	•	•	•	•	•	●	○	•	•	●	•	•	•	•	•	•	•	1
Pb S	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	1
Ni S	●	●	•	○	•	•	•	●	●	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Nb S	•	(•)	(•)	(•)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
La S	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Cu S	○	○	•	•	•	•	•	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Cr S	●	●	•	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Co S	●	○	•	●	(•)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Be S	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Ba S	○	●	●	○	(•)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
B S	•	•	(•)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Mn S	●	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Co S%	•	○	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Mg S%	●	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
Fe S%	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1

- > 0,7 CORRELAÇÃO EXCELENTE
- 0,6 - 0,7 CORRELAÇÃO BOA
- 0,5 - 0,6 CORRELAÇÃO REGULAR
- 0,4 - 0,5 CORRELAÇÃO BAIXA
- < 0,4 SEM CORRELAÇÃO

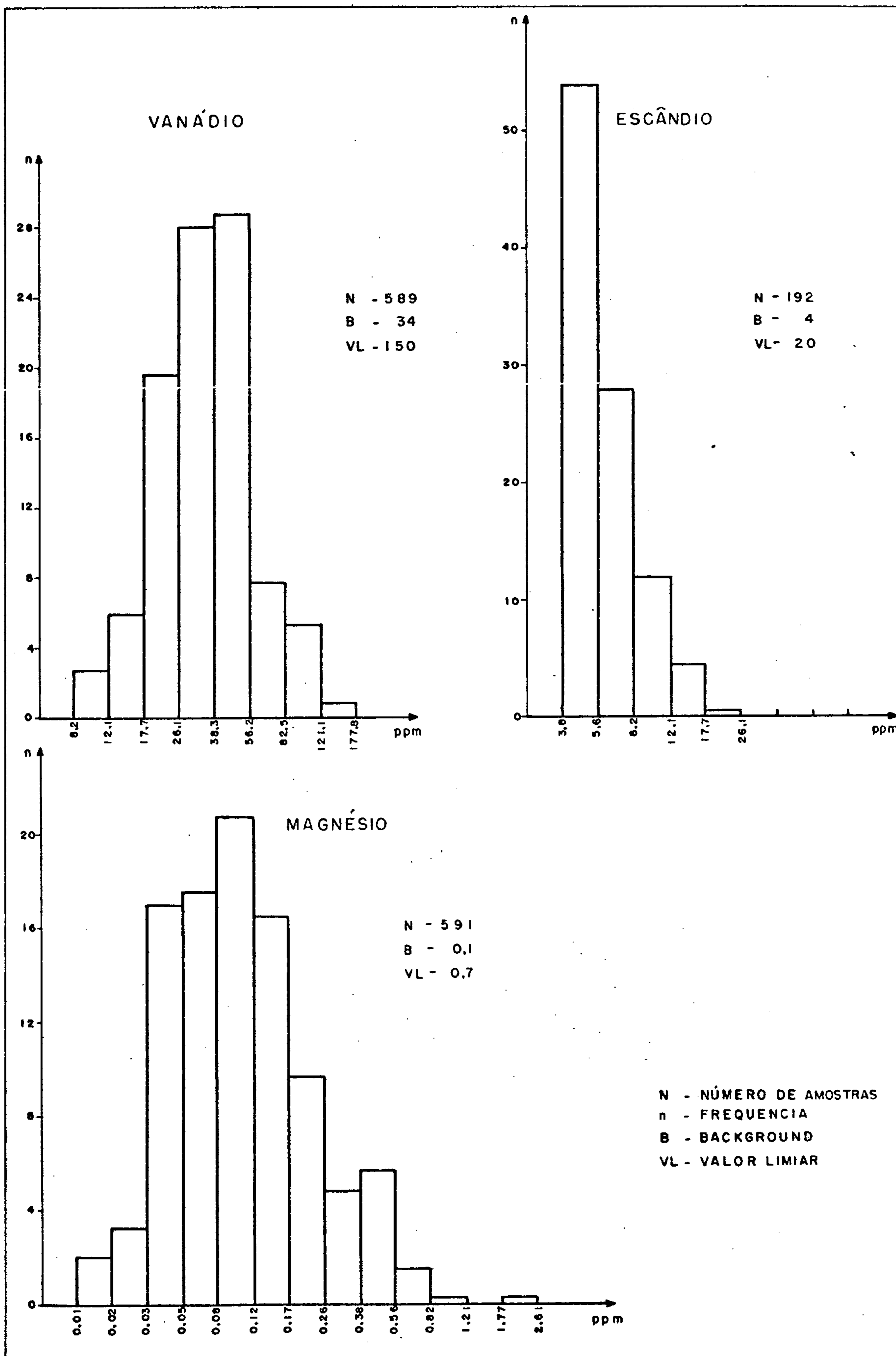
(•) CORRELAÇÃO NEGATIVA

S ESPECTROGRAFIA DE EMISSÃO

AA ABSORÇÃO ATÔMICA

— SEM VALOR

HISTOGRAMAS



ro, sugere que algumas de suas anomalias estejam ligadas a minerais tipo magnetita e titanita, o que realmente acontece, como também suas ligações prováveis a depósitos sulfetados de Cu, Pb e Zn. Isto vem alertar para a importância das anomalias de vanádio dentro dos metassedimentos do Grupo São José. Por isto, foram consideradas, como suas principais anomalias, aquelas situadas a sudoeste de General Tibúrcio compreendendo o riacho do Ubari, em número de duas. A leste e a sudeste da cidade de Martinópolis destacaram-se 2 outras anomalias sendo que uma delas se acha associada ao escândio, ambas ligadas aos metassedimentos do Grupo São José. Também merecem destaque 2 anomalias de vanádio associadas ao magnésio na região a leste de Ibuguaçu numa área onde predomina o xisto da Formação Covão. Outras 4 anomalias se apresentam na área do Projeto, ligadas a rochas migmatíticas gnáissicas, uma localizada a noroeste de General Tibúrcio, outra a sudeste de Ibuguaçu, uma a sudoeste de Uruoca, associada ao magnésio e ao escândio e a última a leste de General Tibúrcio, associada também ao magnésio. A hipótese de lognormalidade foi aceita para o elemento vanádio, pelo menos ao nível 1% no teste Kolmogorov-Smirnov, confirmada pelo histograma da figura 35.

Escândio - Mantém boa correlação com o Cu e regular com o Ni e o Cr. As duas amostras anômalas (VA-1059 e VA-1157) localizam-se, respectivamente, ao sul e sudoeste das cidades de Martinópolis e Uruoca. Ambas as amostras ocorrem associadas ao vanádio, sendo que a amostra VA-1157 se associa também ao magnésio e ao ferro e, devido à disposição das mesmas em litologias diferentes, não apresentam nenhuma explicação geológica aparente. Em uma análise do histograma

do escândio (Fig. 35) verifica-se que o excesso de valores baixos causaram a rejeição da hipótese de distribuição log normal.

Magnésio - Este elemento apresenta excelente correlação com o ferro e boa correlação com o Zn (AA), Ni e Mn. Uma série de anomalias isoladas (8 ao todo) espalham-se por toda a área do Projeto, sendo que cinco delas (CB-1270, CB-1267, CB-1029, CB-1177 e VA-1054) estão ligadas ao Complexo Migmatítico-gnáissico e as três restantes (CB-1033, CB-1046 e CB-1098) situadas em riachos que drenam respectivamente rochas das Formações Pacujá, Covão e Grupo São José.

Podemos assinalar ainda 4 anomalias, sendo que, duas a leste da localidade de Ibuguaçu, ambas associadas ao vanádio e ligadas ao xisto da Formação Covão e as outras 2 restantes também associadas ao vanádio, sendo uma a leste de General Tibúrcio e a outra a sudoeste de Uruoca provindo de rochas do embasamento. A hipótese de lognormalidade foi aceita para o elemento magnésio, tanto ao nível 1% como também 5% no teste de Kolmogorov-Smirnov. Esta disposição da distribuição do elemento magnésio reflete-se claramente na configuração do histograma da (Fig. 35).

Mapa II (Cu, Zn e Pb)

Os elementos plotados neste mapa, constituem alguns dos principais elementos calcófilos, sendo que sua associação constante pode indicar locais mais favoráveis à existência de mineralizações do tipo sulfetado. O cobre, o chumbo e o zinco foram analisados por espectrografia de emissão e por espectrofotometria de absorção atômica. O cobre por es

pectrografia de emissão apresentou uma correlação regular com o cobre por absorção atômica; assim sendo, considerou-se como base interpretativa o Cu-AA e o outro apenas como complemento. Os resultados do zinco por emissão não foram satisfatórios, devido ao alto limite de detecção do método para este elemento (200 ppm). Dessa forma, apenas um valor definido foi encontrado e assim sendo, do mesmo modo como o cobre, considerou-se o Zn-AA como base interpretativa e o outro apenas como complemento. No caso do chumbo temos que, tanto o Pb-AA como Pb-S, foram considerados como base interpretativa, isto devido ao número de valores definidos apresentado por ambos.

Cobre - Neste mapa os resultados obtidos por espectrografia de emissão para o cobre estão representados por um símbolo e os seus valores considerados anômalos foram plotados juntamente com as anomalias de Cu, Pb e Zn por espectrofotometria de absorção atômica. Na área do Projeto as amplitudes de valores obtidos para cada um dos métodos foram Cu-S (2.5-100 ppm) e Cu-AA (1.5-100 ppm), as médias calculadas foram de 5.5 ppm para Cu-S e 5.1 ppm para Cu-AA, e, os limiares de 30 ppm e 25 ppm respectivamente. Destacaram-se 12 anomalias do primeiro e 8 anomalias do segundo, sendo que 6 foram coincidentes. As principais correlações de ambos foram: Cu-AA com o Fe, Mg, Cu-S e V, todas regulares; Cu-AA com o Ni, Sc correlação boa e com o Zn-AA correlação excelente; Cu-S com Cu-AA correlação regular. Das anomalias coincidentes quatro apresentam uma importância visível, por estarem associadas a anomalias de zinco: ao sul da cidade de Martinópolis duas delas (VA-1059 e VA-1060), merecem um destaque especial por estarem ligadas a faixa pros

pectiva do Grupo São José, enquanto que as outras duas, uma em Morrinhos (VA-1147) e a outra a sudoeste de Uruoca (VA-1157), associada ao ferro e ao chumbo, correspondem a rochas do embasamento.

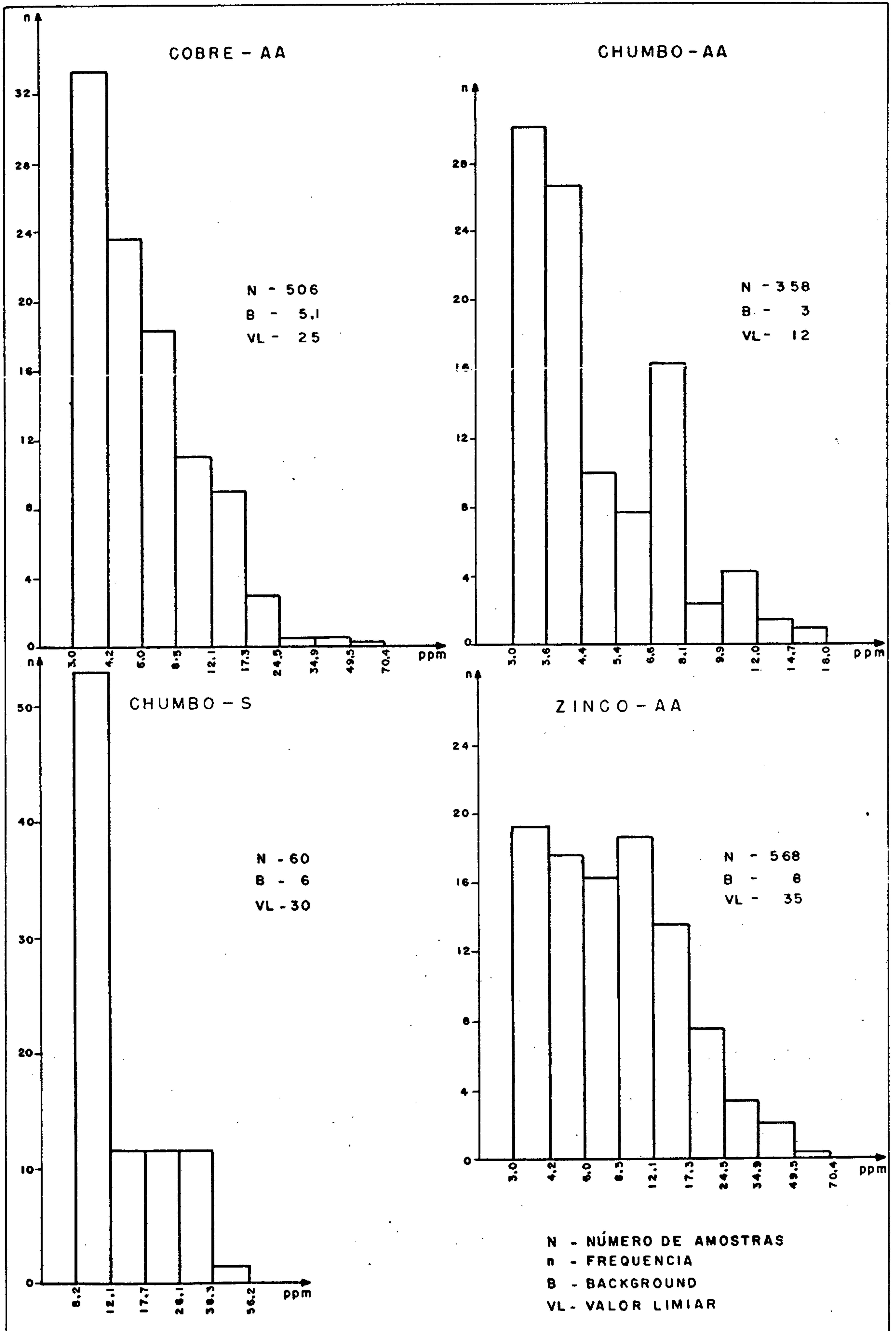
Quatro outras anomalias de cobre aparecem isoladas, sendo que uma delas (VA-1112), está localizada em Morrinhos e drena os metassedimentos do Grupo São José, enquanto que das outras três anomalias restantes, duas estão associadas ao Cu-S (CB-1152 e CB-1055), estando esta última associada também ao manganês e a terceira (CB-1107) aparece isolada, todas elas ligadas aos filitos da Formação Santa Terezinha. Pela observação do histograma do cobre (Fig. 36) e verificando que o teste de lognormalidade não foi aceite, conclui-se que o mesmo reflete principalmente excesso de valores baixos.

Zinco - Este elemento mostra correlação excelente com o Cu-AA, boa correlação com o Ni e o Mg, e apenas regular com o V, Cr, Fe e Mn. O valor médio encontrado foi de 8 ppm (amplitude 1.5-100) e o limiar calculado de 35 ppm.

Foram detectados na área do Projeto 15 valores anômalos, sendo que grande parte destes valores se revestem de grande significado, principalmente por ocorrerem associados, ora ao cobre ora ao chumbo, tornando as áreas abrangidas por eles, de grande interesse em termos prospectivos. Ao sul da cidade de Martinópolis, ocorre uma associação notável de anomalias (Cu-AA, Cu-S, Zn) nas amostras VA-1059 e VA-1060 na zona da falha de Xixás. Outra associação interessante (Cu-S, Pb-S, Zn) na amostra VA-1027, a leste da cidade de de Martinópolis, todas elas ligadas aos metassedimentos

GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS



do Grupo São José. Na região de Uruoca e a nordeste de Morrinhos as amostras VA-1159, VA-1157 e VA-1147, apresentam também a associação (Cu-AA, Cu-S, Pb-S, Zn), característica de paragênese sulfetada, sendo que as duas primeiras amostras estão associadas também a anomalias de ferro, todas provenientes de rochas do embasamento. Por outro lado, na região de Martinópolis duas anomalias isoladas correspondem aos filitos da Formação Santa Terezinha, sendo que uma delas está próxima a uma ocorrência de calcário.

Na região de General Tibúrcio ocorre outra concentração de anomalias, aparecendo o Zn associado ao Cu-S, Pb-AA, Pb-S e ao Fe, em uma zona onde predominam rochas do Grupo São José, da Formação Covão e do embasamento. Outra área de destaque aparece a leste de Ibuguaçu, onde ocorre outra associação interessante (Cu-S, Pb-AA, Pb-S, Zn) nas amostras VA-1238 e CB-1189, sendo que nesta última, o zinco também aparece associado ao manganês. E, na última delas, uma anomalia de zinco ocorre isolada próxima a ocorrências de calcário e ferro, ligada a metassedimentos do Grupo São José. A hipótese de distribuição lognormal para o zinco somente não foi aceita ao nível de 5% no teste de Kolmogorov Smirnov. Esta disposição da distribuição do elemento reflete-se claramente no histograma da figura 36.

Chumbo - O valor médio do Pb-AA foi de 3 ppm (amplitude de 1.5-18 ppm) e o do Pb-S foi de 6 ppm (amplitude 5-50 ppm) e os limiares, de 12 ppm e 30 ppm, respectivamente. Obteve-se um total de 18 anomalias na área do Projeto, sendo 11 por absorção atômica e 7 por espectrografia de emissão, sendo que 3 foram coincidentes. O chumbo apresenta apenas uma correlação regular com o estrôncio.

Na área do Projeto as anomalias localizam-se em pontos isolados. A nordeste da fazenda Boa Vista destacam-se as amostras VA-1114, CB-1130 e CB-1144, estando a primeira ligada a filitos da Formação Santa Terezinha, e as duas últimas, a metassedimentos do Grupo São José. Outras duas, uma na localidade da Tiaia e a segunda a leste da mesma, provêm também de filitos da Formação Santa Terezinha. A leste da cidade de Martinópolis destacam-se as amostras VA-1096 e VA-1028, estando esta última associada ao Cu-S, todas provenientes dos metassedimentos do Grupo São José. Na região de General Tibúrcio, ocorre uma associação interessante (Cu-S, Zn, Pb) nas amostras CB-1276, CB-1264 e CB-1270, sendo que, as duas primeiras, se localizam dentro de uma drenagem que corta rochas xistosas da Formação Covão, enquanto que, a última, provém de rochas do embasamento. E, por fim a leste de Ibuguaçu uma anomalia de chumbo associada ao Pb-S, ao Zn e ao Mn cuja drenagem corta também rochas xistosas da Formação Covão. Tanto o histograma do Pb-AA como o Pb-S (Fig. 36) revelaram excesso de valores baixos e, por isso, os testes realizados rejeitaram a hipótese lognormal da distribuição.

As correlações do Fe e Mn com o Cu-S, Cu-AA, Zn, Pb-S e Pb-AA foram, em geral, de regular a nenhuma correlação. Diante disto, em que pese estar ocorrendo na área do embasamento concentrações de Cu, Pb e Zn, talvez em decorrência de simples processos de coprecipitação, não se torna desprezável a hipótese de que tais anomalias aí configuradas estejam definindo uma paragênese característica de mineralização sulfetada.

Mapa III (Ni, Cr, Co)

Este mapa compreende uma associação normalmente relacionada a rochas ultramáficas, no qual, o Ni apresenta uma boa correlação com o Co e apenas regular com o Cr, (Fig. 34).

Níquel - Este elemento possui uma mobilidade relativamente elevada, sendo que na área do Projeto, suas anomalias concentraram-se principalmente em uma faixa entre as cidades de Martinópolis e Uruoca. A amplitude de valores obtidos foi Ni (2,5-100 ppm), a média 7 ppm enquanto que o limiar foi de 50 ppm. Destacaram-se 15 amostras anômalas sendo que as seguintes (VA-1059, VA-1163, VA-1168 e VA-1157) apresentam o Ni associado ao Cr, onde apenas a primeira delas, se acha ligada aos metassedimentos do Grupo São José, enquanto que as outras se ligam a rochas do embasamento. Próximo a Uruoca temos uma anomalia de níquel associada ao cobalto e ao manganês e duas outras, uma a oeste desta mesma cidade associada ao ferro e a outra a nordeste de Morrinhos, todas provenientes de rochas do embasamento. Três anomalias isoladas aparecem a leste e a oeste da cidade de Martinópolis, sendo que, a amostra VA-1027 está ligada aos metassedimentos do Grupo São José, e as duas restantes a filitos da Formação Santa Terezinha. Numa faixa entre as localidades de Paula Pessoa e Santa Terezinha se ressaltam quatro anomalias, sendo duas isoladas e duas associadas ao cobalto e ao manganês. Três delas provêm de filitos da Formação Santa Terezinha, enquanto que a amostra CR-1031 está ligada a rochas do Grupo Jaibaras (Formação Pacujá). A hipótese de lognormalidade não foi aceita pelos testes de Kolmogorov

Smirnov e Chi-quadrado, e, pela observação do histograma do níquel (Fig. 37), conclui-se que o mesmo retrata excesso de valores baixos.

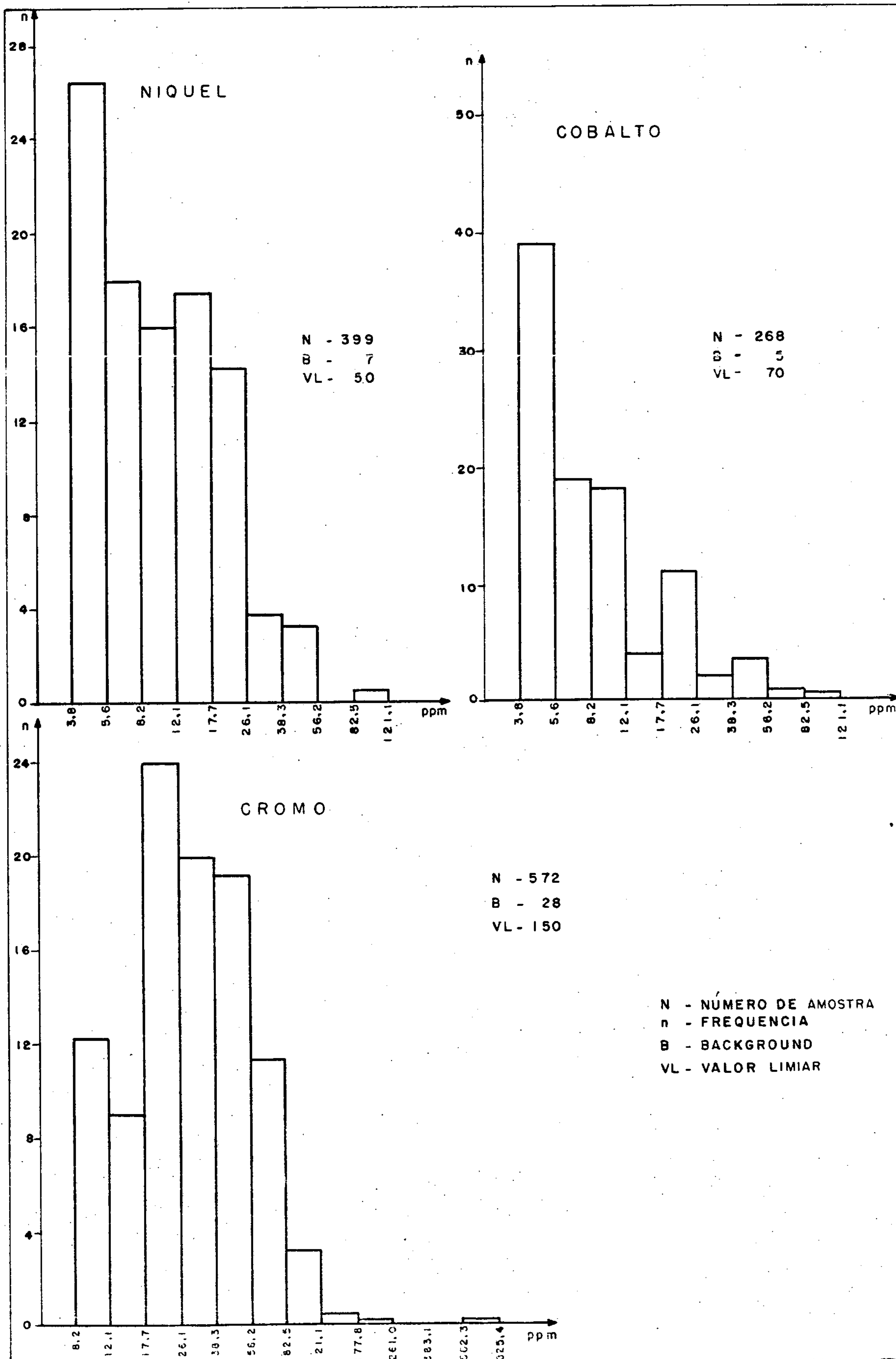
Cromo - Possui normalmente baixa mobilidade e apresentou uma amplitude (5-700 ppm) com um valor limiar calculado de 150 ppm e uma média de 28 ppm. O cromo apresenta boa correlação com o V e regular com o Ni, Zn, Sc, Fe e Mg. Apresenta-se geralmente associado ao níquel em 4 das 5 anomalias presentes na área do Projeto. Três delas situam-se ao sul da cidade de Martinópolis, com a amostra VA-1059 localizada em uma drenagem onde predominam os metassedimentos do Grupo São José. As outras duas (VA-1168 e VA-1163) provêm de rochas do embasamento. A sudoeste de Uruoca ocorre uma anomalia de cromo associada ao níquel e ao ferro, também em rochas do embasamento. Um dos valores anômalos 700 ppm (CB-1263) localiza-se ao sul de General Tibúrcio, num pequeno riacho que drena rochas do embasamento, ocorrendo isolada e constituindo a principal anomalia de cromo na área. A hipótese de lognormalidade foi aceita para o cromo apenas pelo teste de Kolmogorov-Smirnov aos níveis de 5% e 1% e confirmada pelo histograma (Fig. 37).

Cobalto - Elemento de mobilidade regular está às vezes ligado a concentrações anômalas não significativas em sedimentos de corrente, devido a absorção de óxidos de ferro e manganês. Apresentou boa correlação com o níquel e regular com o ferro e o manganês. A amplitude de valores obtidos foi (2,5-150 ppm), a média 5 ppm enquanto que o limiar foi de 70 ppm. Destacaram-se 6 anomalias, sendo que 3 delas excederam o limiar calculado de 70 ppm enquanto que as outras três coincidiram com este valor. Na região de Uruoca



GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS



localizam-se 2 amostras (VA-1055 e VA-1057), anômalas estando a primeira associada ao Ni e ao Mn, ambas situadas num riacho que drena rochas do embasamento. Duas outras anomalias ocorrem isoladas, a primeira a NE de Serrota, associada ao manganês em uma área de cobertura e a segunda ao sul da cidade de Granja ligada a rochas do embasamento. Na região de Santa Terezinha localizam-se outras 2 amostras (CB-1031 e CB-1046) ambas associadas ao níquel e ao manganês e ligadas, respectivamente, a rochas do Grupo Jaibaras (Formação Pacujá) e filitos da Formação Santa Terezinha. Os testes de lognormalidade não foram aceitos para o cobalto e em análise do histograma (Fig. 37) nota-se que o mesmo retrata excesso de valores baixos.

Mapa IV (Y, La, Nb, B, Be)

Das anomalias geoquímicas configuradas neste mapa apenas as anomalias de boro merecem um destaque maior, devido apresentarem uma concentração de valores relativamente elevada em uma determinada faixa, enquanto que os outros elementos se apresentam disseminados e distribuídos em pequena proporção na área do Projeto.

Ítrio - Apenas 3 valores foram detectados estando dois deles associados ao lantânio, um a sudeste de Tiaia e o outro a oeste de Uruoca, ligados, respectivamente, a metassedimentos, do Grupo São José e a rochas do embasamento. A outra anomalia localiza-se a nordeste de Paula Pessoa na margem da estrada CE-71, isolada e proveniente de xistos da Formação Covão. O teste da hipótese de distribuição lognormal foi aceita apenas pelo Kolmogorov-Smirnov e o histograma

ma (Fig. 38) reflete relativamente bem o tipo de distribuição lognormal.

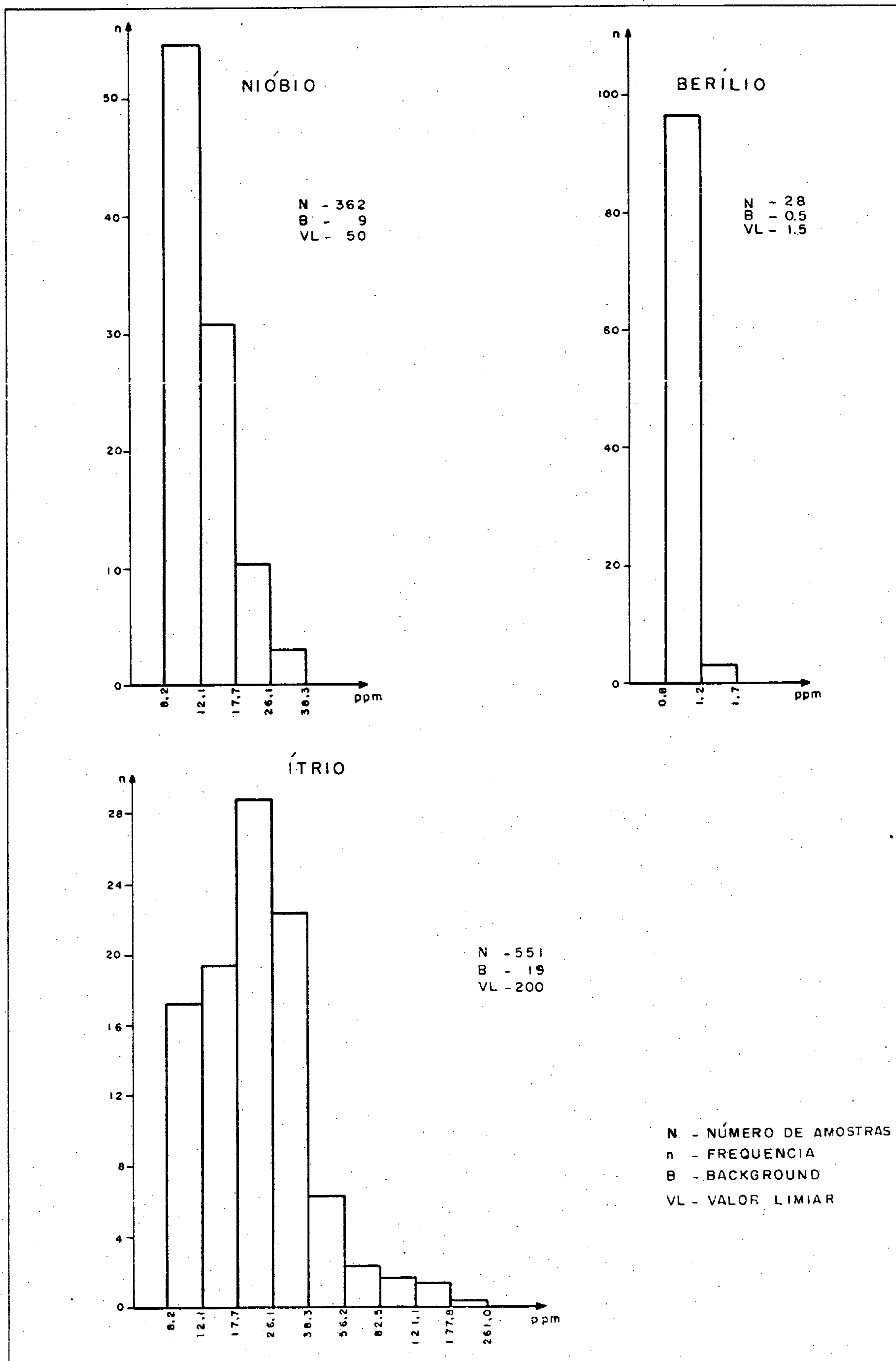
Lantânio - Este elemento apresenta-se disperso na área do Projeto, tendo sido detectados 8 valores, sendo que 4 destes aparecem isolados e ligados a filitos da Formação Santa Terezinha, a xisto da Formação Covão e a rochas do embasamento. Em duas outras amostras (VA-1032 e CB-1144), o lantânio associa-se ao ítrio e provêm respectivamente de rochas do embasamento e dos metassedimentos do Grupo São José. Na região de General Tibúrcio ocorrem duas anomalias, sendo que na (CB-1267) o lantânio se associa ao boro e ao ferro e na (CB-1262) o mesmo se associa ao nióbio, ambas ligadas a rochas do embasamento. O teste de lognormalidade para o lantânio foi aceito apenas pelo de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 1%. O histograma da (Fig. 39) sugere uma distribuição não lognormal, isto comprovado pelos testes de Kolmogorov-Smirnov ao nível de 5% e teste do Chi quadrado.

Nióbio - Apenas duas amostras anômalas (CB-1262 e VA-1051) se destacam na área, uma localizada próxima a General Tibúrcio e a outra na fazenda Boa Vista, sem explicação geológica aparente. O teste de lognormalidade para o nióbio foi rejeitado conforme se observa no histograma da (Fig. 38).

Boro - Este elemento não apresentou na área do Projeto correlação com nenhum outro e apresenta uma amplitude de de 5-1000 ppm, um valor médio de 59 ppm e um limiar de 300 ppm. A principal zona anômala em boro localiza-se ao norte da localidade de Campanário onde se concentram a maioria das anomalias com teores de 300 a 1000 ppm, em

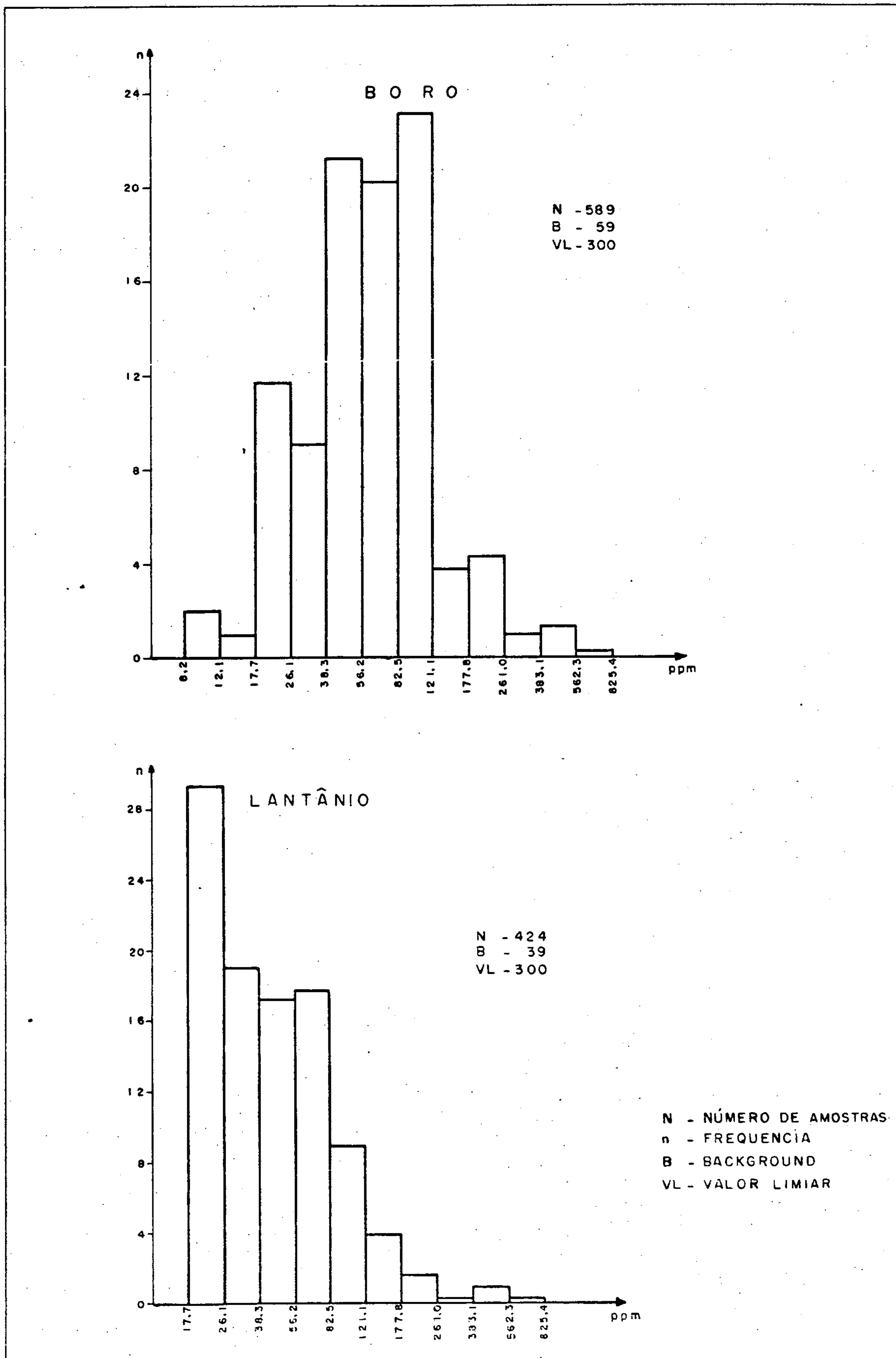
GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS



GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS



área com abundância de quartzitos. Ao sul da cidade de Mar
tinópolis e próximo as localidades de Paracuruá e General Ti
búrcio outras anomalias aparecem isoladas, sendo que, soment
e na amostra CB-1267 o boro está ligado a uma anomalia de
lantânio, também em uma zona de quartzitos. A hipótese de
lognormalidade não foi aceita para o boro nos testes realiz
ados e é comprovado pelo histograma da (Fig. 39).

Berílio - Elemento de baixa mobilidade, apresenta
apenas uma anomalia (CB-1050) próxima à localidade de Paula
Pessoa. A mesma encontra-se associada ao ferro e ligada a
xistos da Formação Covão. O histograma da (Fig. 38) mostra
o excesso de valores baixos apresentados pelo berílio.

Mapa V (Sr, Ba, Ca)

Foram plotados neste mapa alguns dos elementos liti
tófilos analisados (Sr, Ba e Ca), dos quais apenas o bário
delimita uma zona anômala na região sudoeste da área do Pro
jeto.

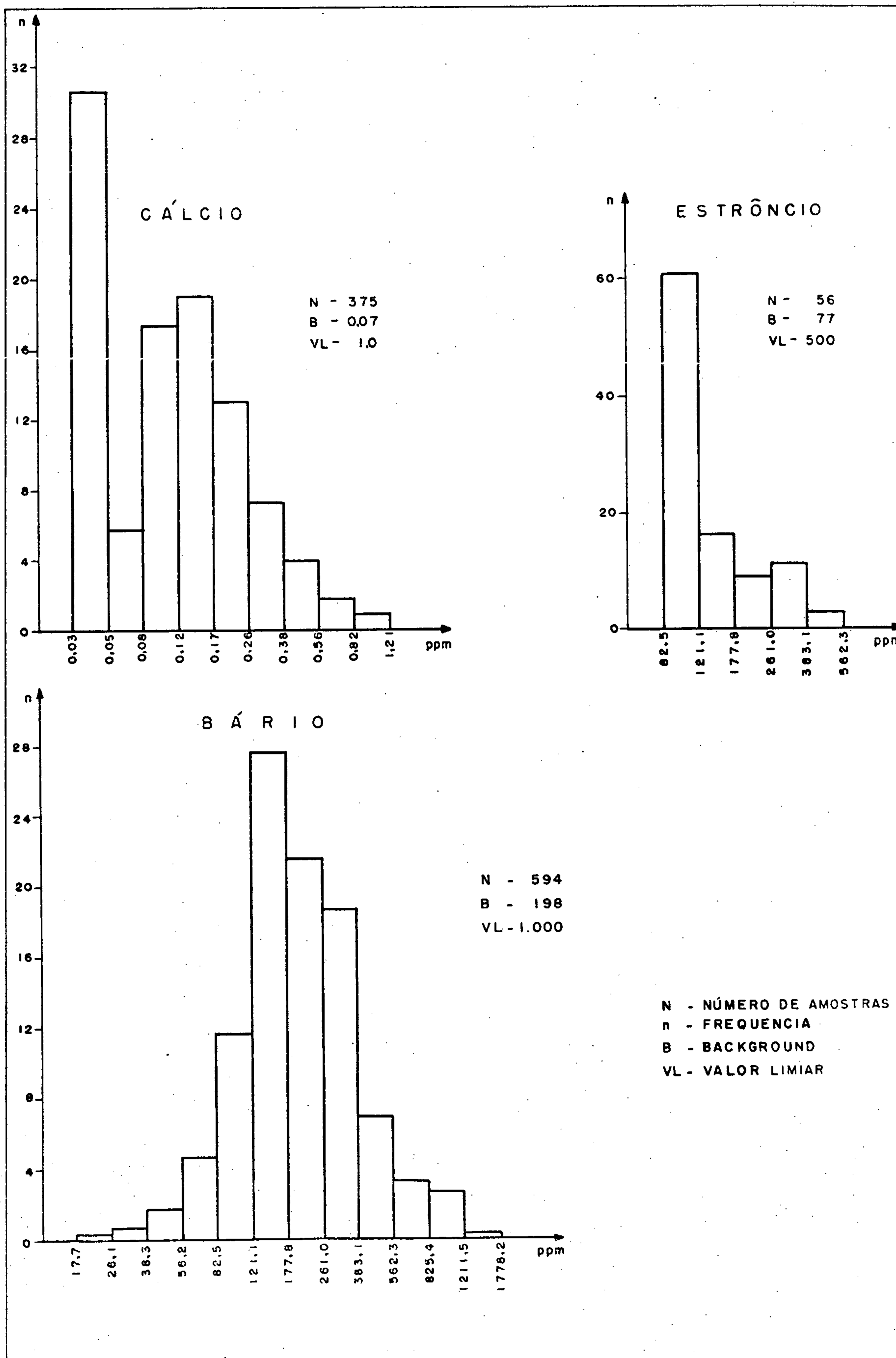
Estrôncio - Este elemento apresenta correlação reg
ular apenas com o Pb-AA e somente duas anomalias foram
detectadas na área do Projeto. Na amostra CB-1265 o estrôn
cio aparece associado ao bário enquanto que na VA-1227 o
mesmo se encontra isolado, ambas ligadas a rochas do embasam
ento. Numa análise do histograma do estrôncio (Fig.40), ver
ifica-se que o excesso de valores baixos contribuíram par
a a rejeição da hipótese de lognormalidade.

Bário - Este elemento apresenta um tipo de associ
ação comum, na qual o mesmo acompanha depósitos sulfetada



GEOQUÍMICA REGIONAL - SEDIMENTO DE CORRENTE

HISTOGRAMAS



dos de Pb e Zn. Na área do Projeto alguns pontos anômalos em bário ocorrem associados ao Pb e ao Zn: próximo a Uruoca (VA-1157) e na região de General Tibúrcio (CB-1267, CB-1268 e CB-1270), podendo os mesmos estarem relacionados com ocorrências de chumbo e zinco. O bário apresenta correlação regular com o magnésio e o cálcio, uma amplitude de 20-2.000 ppm, a média calculada de 198 ppm e um valor limiar de 1.000 ppm. Grande parte das anomalias delimita uma zona anômala na região sudoeste da área do Projeto, próxima às localidades de Pedra e General Tibúrcio e diversas outras anomalias isoladas ocorrem por toda a área. Com exceção dos pontos anômalos VA-1013 e CB-1046, os quais provêm de xistos da Formação Covão, os demais encontram-se ligados a rochas do embasamento. Apenas uma anomalia de bário (CB-1265) acha-se associada ao estrôncio enquanto que outras, ora estão ligadas ao manganês, ora ao ferro. A hipótese de lognormalidade foi aceita para o bário pelo menos aos níveis de 5% e 1% no teste de Kolmogorov-Smirnov. Esta disposição da distribuição do elemento reflete-se claramente na configuração do histograma (Fig. 40).

Cálcio - Elemento fortemente litófilo, correlaciona-se regularmente com o bário e na área do Projeto apenas 4 anomalias foram detectadas, sendo duas delas (CB-1072 e CB-1074) situadas a nordeste de Paula Pessoa, provenientes de filitos da Formação Santa Terezinha. Duas outras também isoladas a sudeste da cidade de Granja e a leste de Ibuguçu, sem explicação geológica para as mesmas. Os testes de distribuição realizados para o cálcio não aceitaram a hipótese de lognormalidade. A visualização do histograma (Fig. 40), comprova a veracidade dos testes.

10.4 - Apresentação e interpretação dos resultados de concentrado de batéia

10.4.1 - Generalidades

As amostras de concentrado de batéia foram submetidas à análise mineralógica semiquantitativa e a ensaio de fusão para ouro, sendo que este último será tratado separadamente, mais adiante. No conjunto de amostras analisadas mineralogicamente detectaram-se 23 minerais: magnetita, ilmenita, rutilo, anatásio, titanita, leucoxênio, anfibólio, piroxênio, estaurolita, cianita, andaluzita, sillimanita, corindon, granada, gahnita, espinélio, monazita, zircão, xenotímio, turmalina, epidoto, micas e apatita.

Todos os valores de concentrado de bateia tiveram seus valores transformados em gramas por m^3 , admitindo-se o valor de leitura como valor real. Muito embora tenha caráter semiquantitativo, esta metodologia de interpretação apresenta a vantagem de transformar todos os valores a uma só grandeza comparativa.

Admitiu-se como limiar o valor correspondente na frequência acumulada a 90% ou seja aquele ponto a partir do qual 10% dos valores o excedessem em valor. Como se tem 108 amostras de concentrados de batéia, os dez mais elevados valores serão considerados destaques. Para a apatita, piroxênio e gahnita, que possuem menos de 10 valores entre todas as amostras, considerou-se a sua presença como destaque. Foram construídos histogramas para todos os minerais, com exceção da apatita, gahnita e piroxênio, os quais indicaram apenas presença tendo sido plotados em cada mapa um

máximo de dez valores e um mínimo de quatro, este no caso da gahnita (Fig. 41).

Os minerais foram discriminados em três grupos diferentes, determinados pelas suas associações mineralógicas mais comuns e mais importantes.

Mapa VI - Magnetita, ilmenita, rutilo, anatásio, titanita, leucóxênio, anfibólio, piroxênio.

Mapa VII - Estauroлита, cianita, andaluzita, sillimanita, corindon, granada, gahnita, espinélio.

Mapa VIII - Monazita, zircão, xenotímio, turmalina, epidoto, micas, apatita.

No mapa VI foram assinalados os minerais representativos da associação Fe-Ti de filiação anortosítica (magnetita, ilmenita, rutilo, anatásio, titanita, leucóxênio, piroxênio e anfibólio).

No mapa VII plotaram-se os minerais característicos de graus de metamorfismo regional e representativos de tipos petrológicos: estauroлита, cianita, andaluzita, sillimanita, corindon, granada, gahnita e espinélio.

Os minerais típicos de filiações ígnea-ácida e metassomática: monazita, zircão, xenotímio, turmalina, epidoto, micas e apatita, foram plotados no mapa VIII.

10.4.2 - Mapas de concentração de minerais posados em batéia

Mapa VI - (Magnetita, ilmenita, rutilo, anatásio,

CONCENTRADO DE BATÉIA
SUMÁRIO DOS ESTIMADORES

MINERAL	VALOR LIMIAR g/m ³	Nº DE ANOMALIAS
MAGNETITA	60	10
ILMENITA	400	10
RUTILO	40	10
ANATÁSIO	4	10
TITANITA	3	10
LEUCOXENIO	50	10
ANFIBÓLIO	5	10
PIROXÊNIO	PRESENÇA	7
ESTAUROLITA	150	10
CIANITA	200	10
ANDALUZITA	4	10
SILLIMANITA	4	10
CORINDON	1	10
GRANADA	5	10
GAHNITA	PRESENÇA	4
ESPINÉLIO	3	7
MONAZITA	15	10
ZIRCÃO	120	10
XENOTÍMIO	3	10
TURMALINA	40	10
EPIDOTO	20	10
MICAS	3	10
APATITA	PRESENÇA	9

titanita, leucoxênio, anfibólio e piroxênio).

Os valores obtidos para a magnetita, num total de 10 distribuem-se por toda a área do Projeto, onde 3 deles se apresentam comumente associados com a ilmenita, anatásio e a titanita na bacia do Riacho Jurema, próximo a Morrinhos e na região sudoeste da área nas proximidades de Viçosa do Ceará, ligadas a rochas do embasamento.

A ilmenita apresenta-se dispersa em toda a área do Projeto, com algumas concentrações, na região nordeste da área, na porção sudoeste e próximo à região de Ibuguaçu. Mostra-se preferencialmente associada ao piroxênio, ao anfibólio, ao rutilo, à titanita e ao anatásio. Em todos os pontos predominam rochas do embasamento e, secundariamente, ocorre nas formações Santa Terezinha, Covão e São Joaquim.

O rutilo aparece em pontos isolados ao norte e no oeste da cidade de Martinópolis e no Riacho Jurema próximo à fazenda Boa Vista, constituindo associações com a magnetita, ilmenita, anatásio e titanita. Outras ocorrências de rutilo aparecem a nordeste da área e próximo as localidades de Santa Terezinha e Ibuguaçu.

O anatásio apresenta-se associado a magnetita, ilmenita, rutilo, titanita, leucoxênio e anfibólio na porção nordeste da área do Projeto, aparecendo também na região de Santa Terezinha e constituindo pontos isolados ao sul da localidade de Ibuguaçu. As rochas que predominam nos pontos fazem parte do embasamento tendo também xistos e filitos respectivamente das Formações Covão e Santa Terezinha.

A titanita ocorre na porção nordeste da área associada a magnetita, ilmenita, rutilo, anatásio e ao anfibólio, ocorre também na região de Santa Terezinha, Ibuguaçu e Ibuguaçu onde aparecem alguns pontos isolados ligados a rochas tanto do embasamento como do Grupo Jaibaras e formações Covão e São Joaquim.

O leucoxênio delimita uma zona de concentração a nordeste da cidade de Martinópolis, onde predominam rochas das formações Covão e Santa Terezinha. Outros pontos ocorrem mais ao sul dentro da faixa de metassedimentos do Grupo São José.

O anfibólio e o piroxênio apresentam uma distribuição bastante errática dos seus pontos, sem apresentarem uma zona preferencial típica. Aparecem associados em apenas dois pontos: no riacho Inhanduba a nordeste de Serrota e a leste de Ibuguaçu. Tanto o anfibólio como o piroxênio apresentam pontos isolados na área, como também aparecem em outras porções da mesma associados a ilmenita, rutilo, magnetita, titanita e ao anatásio.

Mapa VII - (Estauroлита, cianita, andaluzita, sillimanita, corindon, granada, gahnita e espinélio).

Os minerais que compõem este mapa são característicos de grau de metamorfismo.

As concentrações de estauroлита ocorrem na região da Tiaia e a leste da cidade de Martinópolis, aparecendo associada a cianita, granada, andaluzita e sillimanita, cor

tando tanto faixas de metassedimentos de baixo grau como também rochas migmatíticas-gnáissicas de grau metamórfico mais elevado.

A cianita ocorre em maior concentração na parte oeste da área do Projeto, ora constituindo pontos isolados ora associada a granada e ao corindon, sendo que os mesmos se localizam principalmente nos quartzitos da Formação São Joaquim.

A andaluzita se concentra em maior número na porção nordeste da área do Projeto, constituindo associações com a sillimanita, espinélio, granada e subordinadamente com a cianita e estauroлита.

A sillimanita aparece em associações notáveis, características de grau de metamorfismo, ocorrendo nas regiões de Morrinhos e de Tiaia, enquanto que, o corindon apresenta pontos isolados a sudoeste da área do Projeto e mostra-se preferencialmente associado a cianita nas regiões de Ibuguaçu, Petimbu e Ibuaçu.

A granada tanto aparece associada aos minerais característicos de grau de metamorfismo nas regiões de Morrinhos e de Tiaia como apresenta pequena concentração de pontos isolados na região de Pedra, a sudoeste da área do Projeto. As suas maiores concentrações compreendem áreas com predominância de gnaisses e xistos provavelmente ricos em granada.

A gahnita apresenta apenas 4 valores distribuídos erraticamente sem importância maior.

O espinélio sendo um mineral metamórfico comum, distribui-se por grande parte da área sempre associado aos

minerais característicos de grau metamórfico.

Mapa VIII - (Monazita, zircão, xenotímio, turmalina, epidoto, micas e apatita)

A monazita na área do Projeto está distribuída em zonas onde predominam rochas do embasamento. Suas associações mais importantes localizam-se no Riacho Jurema, a nordeste da área, onde a monazita aparece associada ao zircão, xenotímio e epidoto. Em outros pontos menos importantes, ela também se associa à turmalina, micas e à apatita.

As maiores concentrações de zircão se situam na porção nordeste da área, estando preferencialmente associada a monazita, xenotímio e às micas.

O xenotímio acompanha quase sempre a monazita ou o zircão principalmente na região nordeste da área do Projeto, encontrando-se ligado a rochas do embasamento.

A turmalina apresenta pequena concentração no Rio Una na região a sudeste de Martinópolis, encontrando-se também em outras partes da área constituindo pontos isolados ou associada à monazita e ao zircão em áreas com predominância de quartzitos.

O epidoto é um mineral que ocorre comumente nas rochas metamórficas cristalinas como o gnaisse, o anfibolito e xistos. Na área do Projeto a sua concentração mais importante localiza-se a nordeste da área, na bacia do Riacho Jurema, sendo que a mesma provém de rochas do embasamento. Outros pontos aparecem distribuídos na porção sudoeste e noroeste da área do Projeto, de menor importância.

As micas apresentam pontos distribuídos erráticamente, na região do embasamento, nos quartzitos da Formação São Joaquim e em outros pontos de menor importância.

A apatita é o mineral menos abundante neste mapa, tendo sido detectadas concentrações da mesma nas regiões sudoeste e nordeste da área, aparecendo associada à monazita, xenotímio, micas, epidoto e zircão.

10.4.3 - Mapa do ouro

Este mapa foi elaborado a partir dos resultados obtidos das amostras de concentrado de batéia analisadas por ensaio de fusão para ouro.

Além dos valores definidos considerados como anômalos, foram incluídos ainda neste mapa os valores abaixo do limite de detecção do método, ou seja, os valores de L, os quais constituem a grande maioria dos valores plotados no mesmo. Através de uma simbologia gráfica adequada diferenciaram-se os diversos intervalos de valores considerados. Desta forma, no mapa de distribuição do ouro, as amostras portadoras de ouro estão compreendidas em 5 intervalos de valores a saber: menor que 0,06 ppm (valores de L); maior ou igual a 0,06 ppm e menor que 0,116 ppm; maior ou igual a 0,116 ppm e menor que 0,226 ppm; maior ou igual a 0,226 ppm e menor que 0,438 ppm; maior ou igual a 0,438 ppm e menor que 0,850 ppm; e maior ou igual a 0,850 ppm. Das 108 amostras coletadas somente em 28 foi detectada a presença de ouro as quais, foram distribuídas da seguinte forma nos intervalos acima citados: 19 amostras no primeiro intervalo (valores de L); 3 no segundo; 2 no terceiro; 3 no quarto e 1 no quinto.

Os resultados obtidos da prospecção aluvionar nos diversos rios e riachos existentes na área do Projeto, permitiram a caracterização de diversas faixas anômalas em ouro, as quais se localizam ao longo do Riacho Jurema, a sudeste de Parazinho, na região de Martinópolis e por fim constituindo uma faixa contínua que se estende desde Paula Pessoa, passando por Santa Terezinha, até às regiões de Pedra e General Tibúrcio. As diversas faixas selecionadas foram descritas individualmente.

- A faixa anômala do Riacho Jurema está localizada na porção leste da área do Projeto, que corresponde a rochas do embasamento, a metassedimentos do Grupo São José e a quartzitos e filitos das formações São Joaquim e Santa Terezinha. Aparecem registrados na bacia de captação do Riacho Jurema 4 valores anômalos de ouro, onde se consideram tanto os valores detectados abaixo do limite do método (L 0,02 a L 0,093 ppm) como os valores definidos variando de 0,14 a 0,38 ppm. A nordeste desta mesma faixa, vale salientar um valor detectado em um afluente do Riacho Tucunduba que apresentou um valor abaixo do limite de detecção do método (L 0,042 ppm).

- Na porção sudeste de Parazinho, nos concentrados de minerais pesados foram assinaladas quatro amostras com ouro, todas com valores detectados abaixo do limite do método os mesmos variando de L 0,02 a L 0,13 ppm. O substrato litológico desta faixa é predominantemente constituído por quartzitos da Formação São Joaquim e xistos da Formação Covão.

- Algumas concentrações de ouro aparecem registradas na região de Martinópolis localizadas em afluentes dos

Rios Una e Coreaú e do Riacho Jaguarapi. Foram considerados tanto os valores detectados abaixo do limite do método (L 0,02), como também os valores realçados variando de 0,06 a 0,08 ppm. A compartimentação litológica é aí constituída por filitos da Formação Santa Terezinha, metassedimentos do Grupo São José e rochas do embasamento.

- Um importante "trend" com anomalias de ouro em concentrados de minerais pesados ficou delineado numa faixa a noroeste de Paula Pessoa até às proximidades de Pedra e General Tibúrcio. Os principais agrupamentos de amostras auríferas corresponde ao trecho a leste de Santa Terezinha com teores variando de 0,12 a 0,30 ppm e ao norte da localidade de Pedra, onde somente uma amostra (CB-1253) registrou o maior valor detectado na área do Projeto, ou seja, 0,85 ppm de ouro. Outros valores detectados abaixo do limite do método foram registrados nesta mesma faixa, variando de L 0,02 a L 0,095 ppm. O substrato litológico desta faixa é constituído por quartzitos da Formação São Joaquim, xistos da Formação Covão, filitos da Formação Santa Terezinha e rochas do Grupo Jaibaras.

A prospecção aluvionar de caráter preliminar efetuada na área do Projeto Martinópolis, possibilitou a delimitação de prováveis faixas auríferas e logrou estabelecer o tipo litológico que deu origem ao mineral prospectado. Na área do Projeto Martinópolis é grande a predominância de quartzitos com pontos anômalos de ouro, deste modo, nos parece indicar que, o principal elemento geológico condicionante da ocorrência de ouro está relacionado à citada rocha, que se apresenta encaixada tanto em rochas do embasamento, como também nas rochas xistosas e filitosas que compreendem

área do Projeto. Na prospecção realizada, os resultados obtidos para o ouro evidenciam, pelo menos em tese, tais condicionamentos pois, na maioria dos cursos d'água que drenam os quartzitos é registrada a presença deste mineral. Isto encontra-se muito bem destacado no respectivo mapa de distribuição (mapa IX), onde podemos adiantar ainda, que o próprio quartzito remobilizado pode estar também presente contribuindo na detecção do citado mineral.

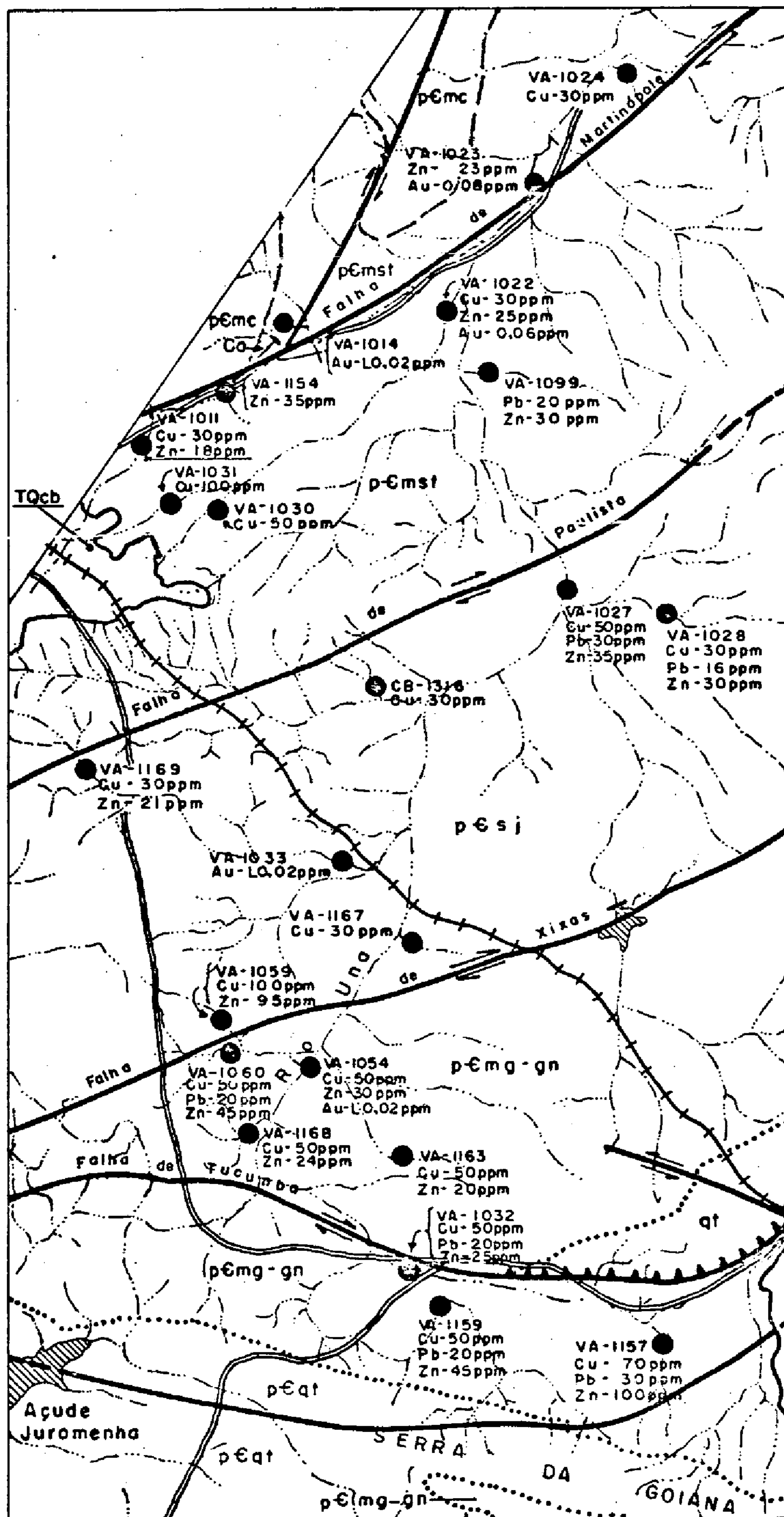
10.5 - Descrição das áreas anômalas

Baseado nos resultados da prospecção geoquímica e aluvionar foram selecionadas 6 áreas anômalas consideradas como sendo de interesse prioritário, tendo em vista apresentarem concentrações anômalas de elementos, especialmente cobre, chumbo, zinco e ouro. Os critérios adotados para o se^{le}cionamento destas áreas, levaram em consideração principalmente os teores apresentados pelos elementos considerados a priori como significativos. Uma discussão mais pormenorizada das mesmas será a seguir apresentada.

Área I - Rio Una

Uma série de valores considerados anômalos localizados na porção leste e sudeste da cidade de Martinópolis, vieram caracterizar a área anômala do Rio Una. Nesta área são evidenciadas concentrações anômalas de cobre, chumbo e zinco, sendo ainda patenteadas concentrações de ouro em algumas amostras de concentrado de minerais pesados. Geologicamente, a área compreende rochas do Complexo Migmatítico gnáissico, metassedimentos do Grupo São José e xistos e fil

ÁREA I - RIO UNA



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

TQcb
 Coberturas intramontanas e sedimentos do Grupo Barreiros

pEsj
 GRUPO SÃO JOSÉ
 Vulcônicas intermediárias metacherts, metagrauvas

pEmst
 Formação Santa Terezinha Filitos e Filitos Ardoseanos, com níveis de calcário.

pEmc
 Formação Covão Clorita - Séricita - Biotita - Xisto

pEmg-gn pEqt
 COMPLEXO MIGMATÍTICO GNÁISSICO Gnaisses, migmatitos homogêneos e heterogêneos indiferenciados, e quartzitos (qt) onde indicado.

Contato: definido, aproximado e limite litológico

Falha: transcorrente empurrão inferido

Ca
 Ocorrência mineral: Calcário

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Rio e riacho Açude
 Estrada Secundária Estrada de Ferro

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Área de drenagem anômala em Cu, Pb, Zn e Au onde indicada.

ESBÔÇO GEOLÓGICO DAS ANOMALIAS DE Cu, Pb, Zn e Au: DA REGIÃO DO RIO UNA



ESC: 1:75.000

litos respectivamente das formações Covão e Santa Terezinha, (Fig. 42).

Na área do embasamento a presença da associação Cu-Pb-Zn em quatro drenagens (VA-1157, VA-1159, VA-1032 e VA-1060) ocorrendo talvez em decorrência de simples processos de coprecipitação, não torna desprezável a hipótese de que tais anomalias aí configuradas estejam definindo uma paragênese metálica sulfetada efetivamente relacionada a níveis mineralizados. Na porção central da área correspondendo a rochas do Grupo São José (vulcânicas intermediárias, metacherts e metagrauvacas), são configuradas concentrações anômalas de cobre, (30 a 50 ppm), zinco (21 a 95 ppm), chumbo (16 a 30 ppm) e apenas uma única de ouro (L 0,02 ppm). Na mesma, a presença da associação Cu-Pb-Zn em 2 drenagens (VA-1027 e VA-1028), que parece indicativa de uma paragênese sulfetada, vem reforçar ainda mais o caráter prospectivo proposto para esta faixa anômala do Rio Una, correspondente ao Grupo São José.

Na porção norte da área anômala do Rio Una onde o substrato geológico envolve predominantemente filitos da Formação Santa Terezinha e xistos da Formação Covão, são evidenciadas concentrações de cobre (30 a 100 ppm), chumbo (20 ppm), zinco (18 a 35 ppm) e ouro (L 0,02 a L 0,08 ppm), todas elas ratificando o caráter anômalo proposto para a bacia do Rio Una.

Tendo em vista o exposto acima, podemos concluir que:

- A presença da associação Cu-Pb-Zn na área do embasamento, leva a admitir a hipótese de simples processos

de coprecipitação ou mudanças nas feições litológicas, as quais acarretam variações nas concentrações de elementos traços. Por isto, sugere-se que, para uma avaliação mais consistente daquelas torna-se necessário uma investigação complementar.

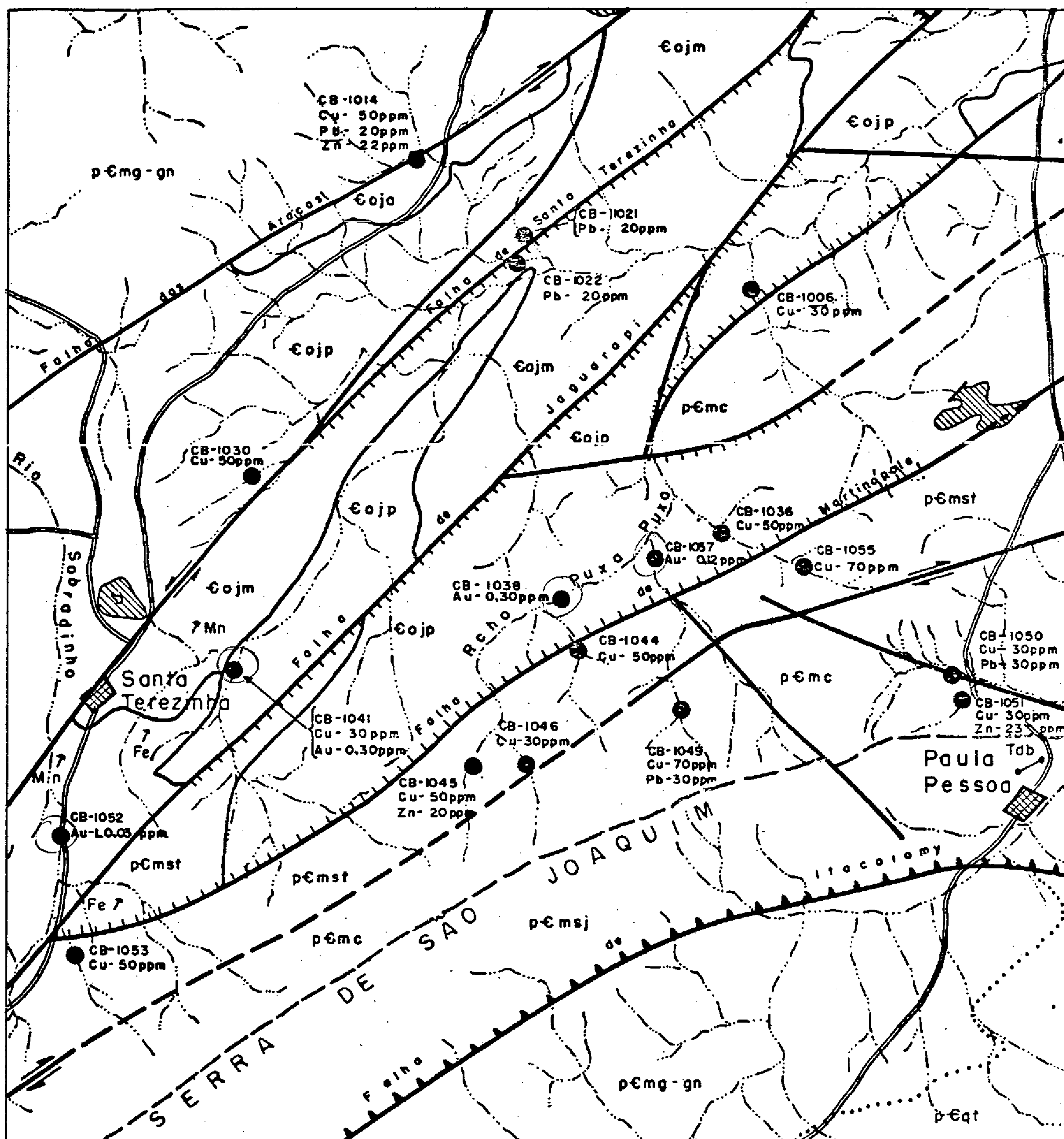
- Na área tida como prospectiva (Grupo São José) e na zona de filitos e xistos mais ao norte, ocorrem valores realçados de cobre, chumbo e zinco, permitindo-se caracterizar as mesmas como sendo promissoras, com vistas a uma paragênese sulfetada.

- A prospecção aluvionar realizada na bacia do Rio Una, apresentando alguns valores anômalos em ouro, leva a admitir que os mesmos estejam ligados provavelmente a quartzitos e veios de quartzo encaixados tanto em rochas do embasamento como em xistos e filitos.

Área II - Serra de São Joaquim

A sudoeste da cidade de Granja ou, mais precisamente, a leste da localidade de Santa Terezinha, ocorre uma faixa de pontos anômalos em Cu, Pb, Zn e Au, denominada de área anômala da Serra de São Joaquim. Na mesma predominam rochas do Grupo Jaibaras, xistos da Formação Covão e filitos da Formação Santa Terezinha, tendo ainda subordinadamente rochas do embasamento, sendo todo o conjunto estruturalmente afetado por falhamentos, (Fig. 43). É na porção central desta área ou, mais precisamente, entre as localidades de Paula Pessoa e Santa Terezinha, que se concentram a maioria dos pontos anômalos, cujos teores variam para o cobre (30 a 70 ppm), chumbo (20 a 30 ppm) e zinco (20 a 23 ppm).

ÁREA II- SERRA DE SÃO JOAQUIM



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Diques básicos - diabásio	Formação aprazível Conglomerado brechóide polimicto	Formação Pacujá Arenitos liticos, grosseiros	Formação Massapé Conglomerado brechóide polimicto
Formação Santa Terezinha Filitos e Filitos Ardoseanos	Formação Covão Clarilita-Sericita-Biotita-Xisto	Formação São Joaquim Quartzitos micáceos	COMPLEXO MIGMATÍTICO GNAISSICO Gnaisses, migmatitos homogêneos e heterogêneos indiferenciados e quartzitos (qt), onde indicado.

Contato: definido e aproximado
 Limite litológico
 N.V.
 Rio e riacho
 Açude
 Localidade
 Estrada Pavimentada
 Estrada Secundária
 Ocorrência mineral: Ferro e Manganês

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

--	--	--	--	--

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

Área de drenagem anômala em Cu, Pb, Zn e Au onde indicado.	ESBOÇO GEOLÓGICO DAS ANOMALIAS DE Cu, Pb, Zn e Au DA REGIÃO DA SERRA DE SÃO JOAQUIM.	ESCALA: 1:100.000

Para o ouro tivemos um valor detectado abaixo do limite do método (L 0,03 ppm) e o restante dos valores variando de (0,12 a 0,30 ppm). A maioria das drenagens anômalas existentes nesta porção da área, mostra claramente a predominância de valores de cobre ora ligados a anomalias de chumbo e de zinco como também de ouro.

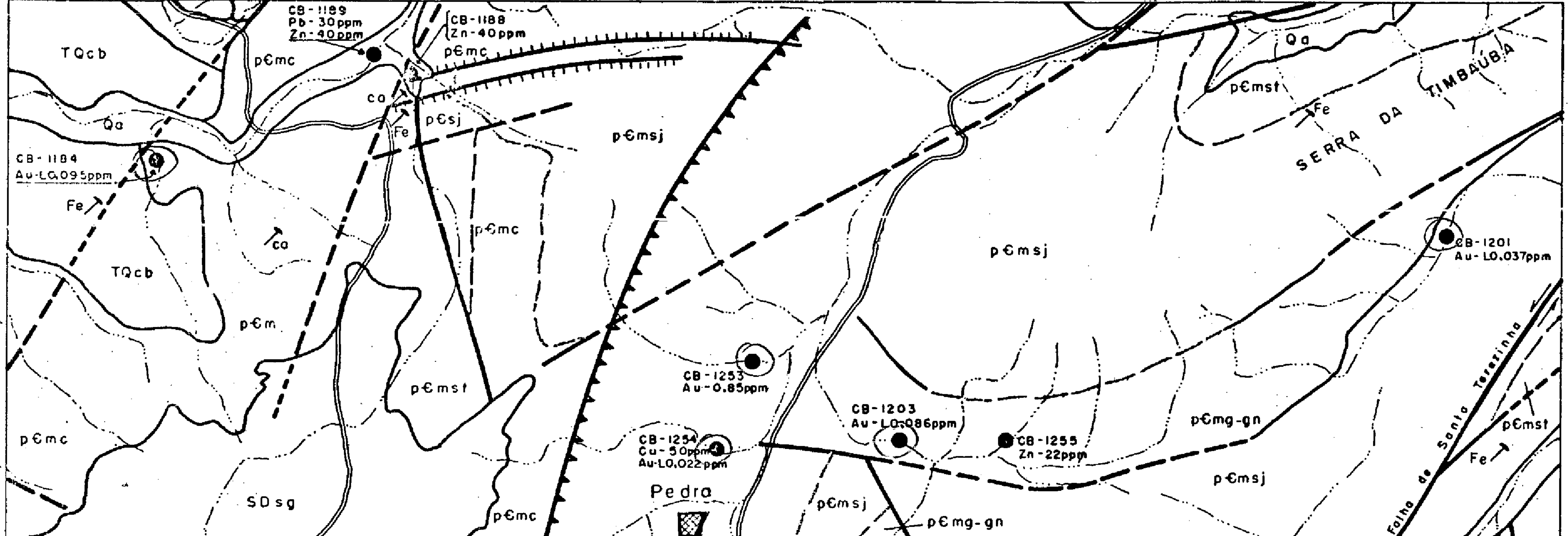
Em função dos resultados obtidos para esta área podemos salientar que:

- Sendo realizadas análises calcográficas em amostras referentes às ocorrências de manganês existentes nesta área e tendo sido detectada, nas mesmas, a presença de sulfetos, principalmente calcopirita, podemos desta maneira acreditar que estes sulfetos estejam provavelmente refletindo as concentrações anômalas (Cu, Pb e Zn) configuradas nesta área.

- O "trend" com anomalias de ouro em concentrados de minerais pesados ficou delineado na extensão ao norte da Serra de São Joaquim até às proximidades de Santa Terezinha. Convém acrescentar que anomalias de ouro estejam provavelmente relacionadas aos quartzitos da Serra de São Joaquim, nos quais se constatou a presença de pirita nas proximidades de Paula Pessoa.

Área III - Serra da Timbaúba

Esta área localiza-se na porção sudoeste da área do Projeto, destacando-se na mesma concentrações anômalas de ouro, zinco, cobre e chumbo. O substrato litológico corresponde, em sua maioria, a quartzitos da Formação São Joaquim, xistos da Formação Covão, filitos da Formação Santa



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

- | | | | | |
|--|--|--|---|---|
| <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>Qa</p> <p>Aluviões</p> | <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>TQcb</p> <p>Coberturas intramontanas e sedimentos do Grupo Barreiras.</p> | <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>SDsg</p> <p>Formação Serra Grande Arenitos finos a grosseiros</p> | <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>pεsj</p> <p>GRUPO SÃO JOSÉ Calcários com intercalações de metapelitos, metacherts e metassiltitos.</p> | <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>pεmst</p> <p>Formação Santa Terezinha Filitos e Filitos Ardoseanos</p> |
| <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>pεmc</p> <p>Formação Covão Clorita - Sericita - Biotita - Xisto</p> | <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>pεmsj</p> <p>Formação São Joaquim Quartzitos micáceos</p> | <div style="border: 1px solid black; width: 30px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> <p>pεmg-gn</p> <p>COMPLEXO MIGMATÍTICO GNÁISSICO Gnaisses, migmatitos homogêneos e heterogêneos indiferenciados.</p> | | |

Contato: definido e aproximado — Falha transcorrente empurrão gravidade inferida — Ocorrência mineral: Ferro e Cálcio

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Rio e riacho Localidade Estrada

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

- VA-1201
- Área de drenagem anômala em Cu, Pb, Zn e Au onde indicada.
- ESBOÇO GEOLÓGICO DAS ANOMALIAS DE Cu, Pb, Zn e Au DA REGIÃO DA SERRA DA TIMBAÚBA



ESC. 1:100.000



Terezinha, arenitos da Formação Serra Grande e subordinadamente rochas do embasamento e metassedimentos do Grupo São José (Fig. 44). As anomalias aí configuradas concentram-se nas proximidades da localidade de Pedra e também na porção noroeste da área, cujos teores variam para o zinco (22 a 40 ppm), cobre (50 ppm), chumbo (30ppm) e, por fim, no caso do ouro, tivemos 4 valores detectados abaixo do limite (L 0,022 a L 0,095 ppm) e 1 valor com 0,85 ppm constituindo-se no teor mais significativo de ouro obtido em todas as áreas anômalas do Projeto.

Em virtude dos resultados obtidos para esta área podemos enumerar que:

- Conforme mostra a fig. 44, esta área apresenta-se com caráter supostamente prospectivo para ouro cujas anomalias estão provavelmente relacionadas aos quartzitos da Formação São Joaquim, merecedores de investigações mais detalhadas com a finalidade de se confirmar a extensão do "trend" aurífero da área da Serra da Timbaúba.

- O cobre, com apenas um valor detectado (50 ppm), merece destaque por estar associado ao ouro, nas proximidades da localidade de Pedra.

- Na porção noroeste da área são evidenciadas, em duas drenagens, concentrações anômalas de chumbo e principalmente de zinco, refletindo uma área com caráter prospectivo, a Serra de São José, onde foram detectadas em rocha, expressivas concentrações anômalas de Cu (700 ppm), Pb (1500 ppm), Zn (300 ppm) e Ag (50 ppm), correspondendo a uma amostra de metachert pertencente ao Grupo São José.

Área IV - Jacu Flexado

A área mencionada localiza-se a nordeste da cidade de Martinópolis e a sudeste de Parazinho, ocorrendo na mesma concentrações anômalas, principalmente de ouro e, subordinadamente, apenas um valor anômalo de cobre e de zinco. Geologicamente, a área compreende quartzitos da Formação São Joaquim, xistos da Formação Covão, sedimentos do Grupo Barreiras, filitos da Formação Santa Terezinha e rochas do Grupo Jaibaras (Fig. 45). Os teores obtidos na área para ouro foram detectados todos abaixo do limite do método e variaram de (L 0,02 a L 0,13 ppm), enquanto que o cobre, com apenas 1 valor (50 ppm) e o zinco também com 1 valor (20 ppm), ambos sem explicação geológica aparente.

Tendo em vista os valores obtidos para esta área, podemos concluir que:

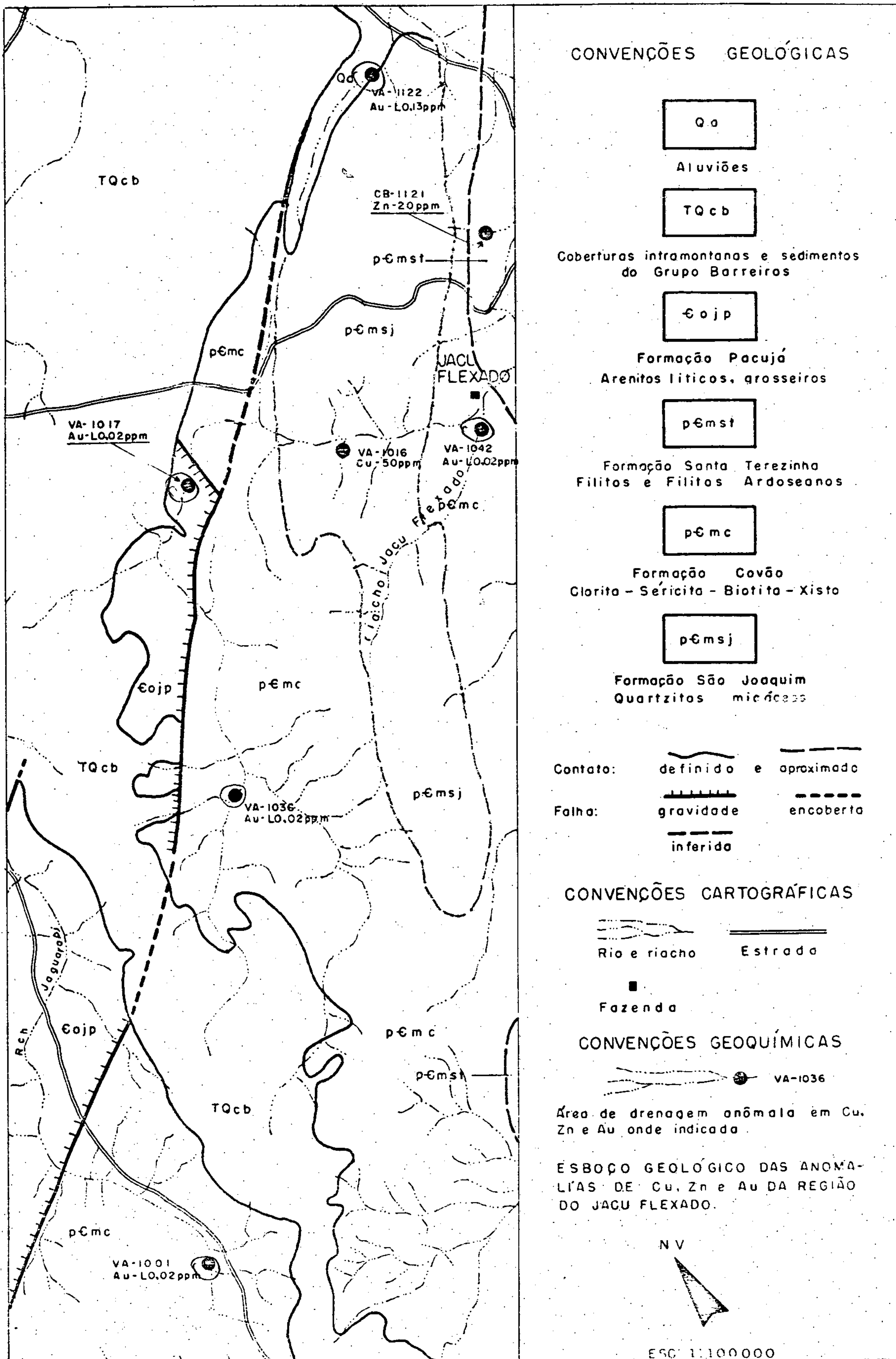
- As concentrações anômalas assinaladas para o ouro, apesar de terem sido detectadas abaixo do limite do método, são merecedoras de investigações mais detalhadas, a fim de se confirmar a existência nesta área de um sítio aurífero.

- Os teores obtidos para o ouro nesta área, estão provavelmente relacionados a quartzitos encaixados nos xistos da Formação Covão.

Área V - Riacho Jurema

A área em apreço localiza-se na porção leste da folha de Granja, ao norte de Uruoca, com concentrações real

ÁREA IV - JACU FLEXADO



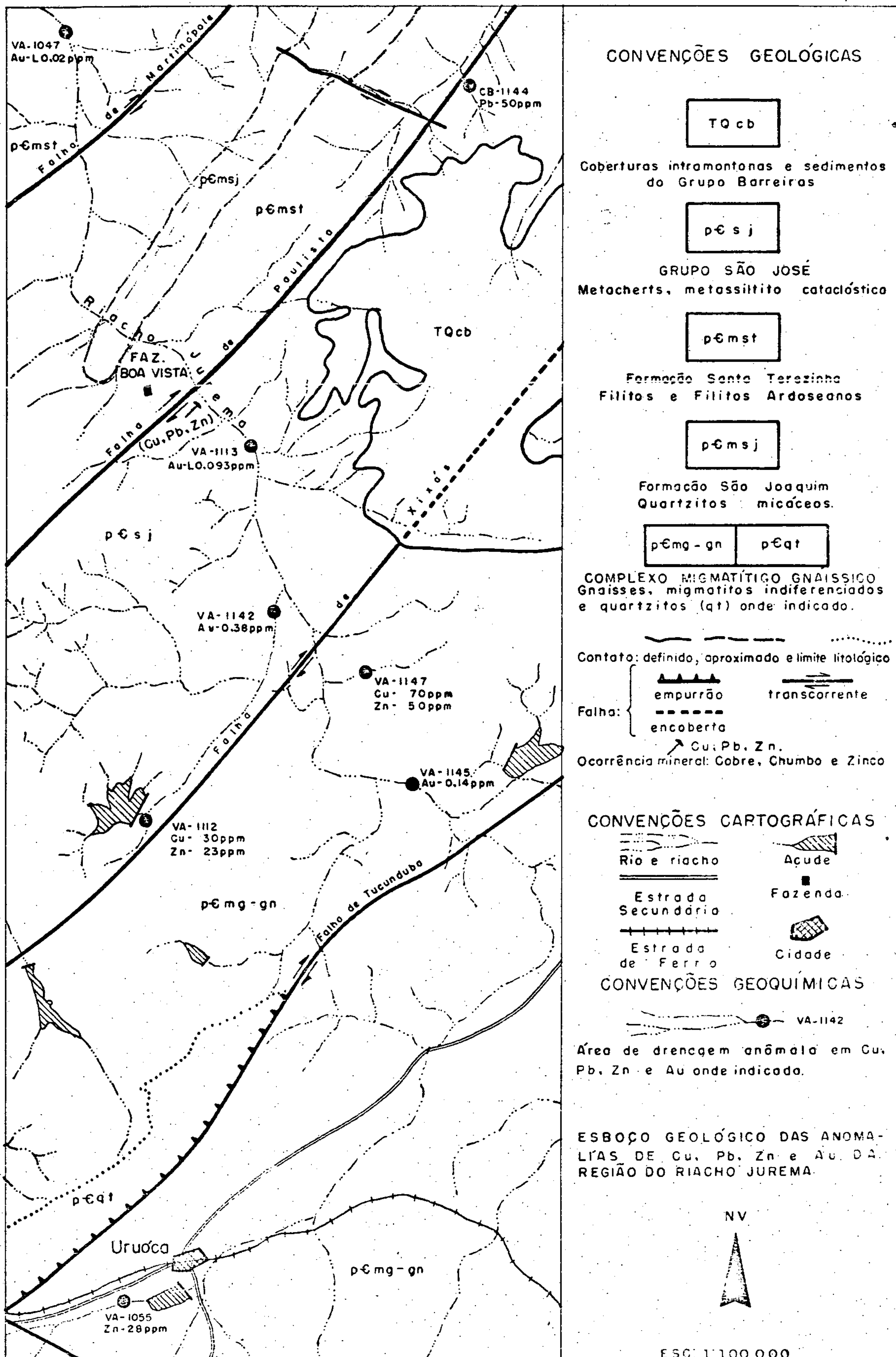
çadas para ouro, cobre, chumbo e zinco, as quais foram detectadas na bacia de captação do Riacho Jurema.

O substrato geológico desta área consiste do minantemente de rochas do embasamento, metassedimentos do Grupo São José, filitos da Formação Santa Terezinha, quartzitos da Formação São Joaquim e, subordinadamente, sedimentos do Grupo Barreiras. Estruturalmente a área é afetada, em toda a sua extensão, por falhamentos (Fig. 46). Na porção da área referente ao embasamento foram assinaladas três drenagens anômalas com teores de zinco variando de 28 a 50 ppm, cobre (70 ppm) e ouro (0,14 ppm). Na parte referente ao Grupo São José ocorrem 4 drenagens anômalas, duas das quais são anômalas em ouro, chegando uma a apresentar um teor de 0,38 ppm, enquanto que as outras 2 drenagens, com teores expressivos de Cu (30 ppm), chumbo (50 ppm) e zinco (23 ppm), principalmente o de chumbo, considerado significativo. E, por último, na porção noroeste desta área correspondendo a filitos da Formação Santa Terezinha, encontra-se um valor anômalo em ouro detectado abaixo do limite do método, com um teor de 0,02 ppm.

Verificando os resultados obtidos acima, podemos deduzir que:

- Quase toda a bacia de captação do riacho Jurema nesta área se apresenta anômala em ouro, levando a acreditar que o principal elemento geológico condicionante da ocorrência do mesmo seja os quartzitos encaixados nos metassedimentos do Grupo São José e nos filitos da Formação Santa Terezinha, como também em rochas do embasamento.

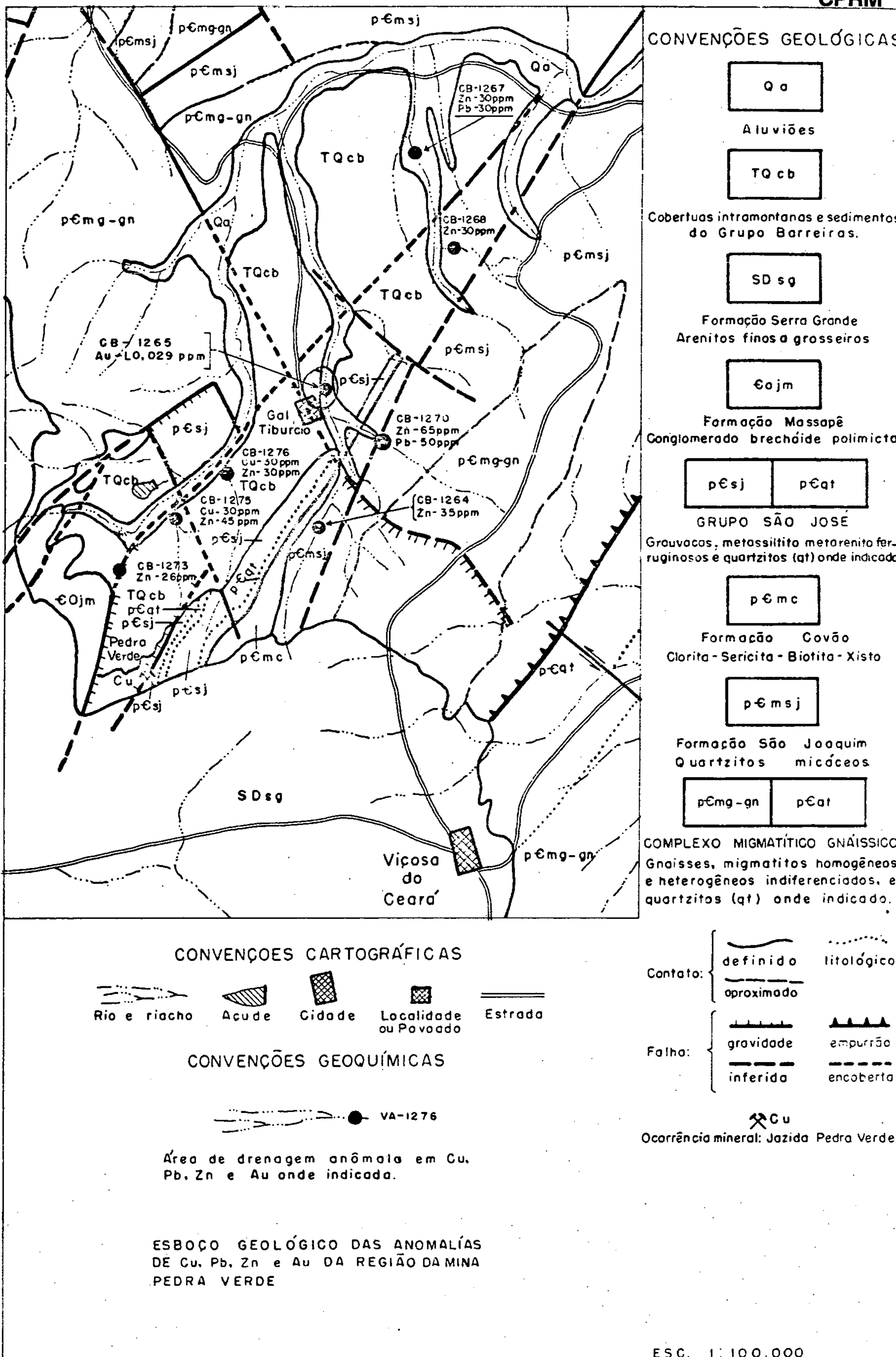
- Dentro da faixa considerada prospectiva referen



te ao Grupo São José foi detectada, através de sondagens do Projeto Uruoca, a presença de sulfetos de cobre, chumbo e zinco. Assim, apesar dos poucos valores detectados para os mesmos (Cu, Pb e Zn) na prospecção geoquímica realizada nesta porção do Grupo São José, consideramos a mesma com condicionamento geológico favorável a mineralizações sulfetadas.

Área VI - Mina Pedra Verde

A área considerada anômala situa-se na porção sudoeste da área do Projeto, correspondendo a área da jazida de Pedra Verde, próximo à localidade de General Tibúrcio. Geologicamente a área é bastante diversificada, compreendendo arenitos da Formação Serra Grande, rochas do embasamento, quartzitos da Formação São Joaquim, xistos da Formação Covão, metassedimentos do Grupo São José, rochas do Grupo Jaibaras e, subordinadamente, sedimentos do Grupo Barreiras (Fig. 47). Destacaram-se nesta área principalmente concentrações anômalas de zinco com teores de 26 a 65 ppm, seguidas do chumbo (30 a 50 ppm), cobre (30 ppm) e um valor detectado para o ouro abaixo do limite do método (L 0,029 ppm). Como se observa na (Fig. 47), a maioria das drenagens anômalas nesta área situa-se nas proximidades da Mina Pedra Verde, especialmente teores de cobre e zinco, provavelmente refletindo a área reconhecidamente mineralizada da citada mina. Três outras drenagens anômalas em chumbo e zinco estão ligadas a rochas do embasamento e, por último, um valor de ouro detectado abaixo do limite do método ligado aos quartzitos da Formação São Joaquim.



CONVENÇÕES GEOLÓGICAS

Q o

Aluviões

TQ cb

Coberturas intramontanas e sedimentos do Grupo Barreiras.

SD sg

Formação Serra Grande Arenitos finos a grosseiros

ε o j m

Formação Massapê Conglomerado brechóide polimicta

p ε s j p ε c a t

GRUPO SÃO JOSÉ

Grauvacos, metassiltito metarenito ferruginosos e quartzitos (qt) onde indicado

p ε m c

Formação Covão Clorita - Sericita - Biotita - Xisto

p ε m s j

Formação São Joaquim Quartzitos micáceos

p ε m g - g n p ε c a t

COMPLEXO MIGMATÍTICO GNÁISSICO Gnaisses, migmatitos homogêneos e heterogêneos indiferenciados, e quartzitos (qt) onde indicado.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

Rio e riacho Acude Cidade Localidade ou Povoado Estrada

CONVENÇÕES GEOQUÍMICAS

VA-1276

Área de drenagem anômala em Cu, Pb, Zn e Au onde indicada.

ESBOÇO GEOLÓGICO DAS ANOMALIAS DE Cu, Pb, Zn e Au DA REGIÃO DA MINA PEDRA VERDE

Contato: { definido litológico
 aproximado

Falha: { gravidade empurrão
 inferida encoberta

Cu

Ocorrência mineral: Jazida Pedra Verde

ESC. 1 : 100.000

A área anômala da Mina Pedra Verde, visto que já foi por demais estudada, apresenta-se como a mais interessante vindo a complementar o conjunto de áreas consideradas anômalas através da prospecção geoquímica e afluência do Projeto Martinópolis, estando portanto a mesma sujeita a realização de serviços orientativos de geoquímica, principalmente nas drenagens anômalas mencionadas acima.



G E O L O G I A E C O N Ô M I C A

11 - GEOLOGIA ECONÔMICA

11.1 - Comentários gerais

Fatores climáticos adversos reinantes em grande parte da região Nordeste, a concorrência de outras regiões produtoras mais bem dotadas e evoluídas e os efeitos diretos e indiretos provocados pela crise devido ao aumento do preço do petróleo a partir de 1973, vem contribuindo, de forma negativa, para o desenvolvimento econômico do Estado do Ceará.

Em seu contexto econômico geral o Estado possui características predominantemente agro-pastoris. Sua produção industrial, principalmente a de transformação, encontra-se em estágio inicial de desenvolvimento.

A indústria extrativa mineral representa muito pouco na balança comercial do Estado tendo evoluído lentamente nos últimos anos, muito embora as perspectivas para o futuro sejam das melhores. Para isto, faz-se necessária a adoção de uma política primordialmente voltada para o aproveitamento dos recursos minerais, promovendo o desenvolvimento racional do setor mineral e surgindo como uma das diretrizes capaz de elevar sensivelmente o nível sócio-econômico do Estado. De um modo geral, este desenvolvimento se resente principalmente de técnicas mais aprimoradas nos métodos de lavra e instalações de beneficiamento.

Os investimentos realizados pelo Departamento Nacional da Produção Mineral - DNPM através da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM em mapeamento geológico e pesquisa mineral, estão contribuindo para uma melhor co-

nhecimento da potencialidade geoeconômica do Estado e para a melhoria dos padrões técnicos na mineração.

Na área do Projeto Martinópolis, as atividades no setor mineral estão voltadas principalmente para as pesquisas de cobre no município de Viçosa do Ceará, (Pedra Verde) e sulfetos de Cu, Pb e Zn no município de Martinópolis (Boa Vista). No primeiro, os trabalhos estão-se desenvolvendo rapidamente, sendo atualmente a Mineração Viçosa S.A.-MINVISA a detentora da pesquisa, com auxílio financeiro do BNDE. Diversas companhias entre as quais a CPRM, TORA, T. JANNER, e GEOSOL, estão desenvolvendo trabalhos de sondagem nas áreas requeridas. Posteriormente estão previstos mapeamento de detalhe e geoquímica de solo. Em Martinópolis a CPRM, através da Divisão de Pesquisa Própria da SUREG-RE, vem desenvolvendo trabalhos de pesquisa no sentido de determinar a viabilidade econômica dos sulfetos existentes. Para isto estão sendo realizados serviços de mapeamento de detalhe em escala de 1:10.000, geofísica, geoquímica de solo e sondagens.

Na região próxima a São José (municípios de Viçosa do Ceará e Granja) foram realizadas pela Mineração São José, pesquisas de sulfetos, com abertura de poços e trincheiras, mapeamento de detalhe e geoquímica de solo. Atualmente estes trabalhos encontram-se totalmente paralisados, com possibilidades de serem reiniciados.

Na área do Projeto estão em fase de exploração algumas ocorrências de argila e diatomito para uso em cerâmica e calcários cristalinos para o fabrico da cal.

Dentre as inúmeras ocorrências de manganês da

área do Projeto, merecem destaque apenas as ocorrências das fazendas Bodega e Oitís.

11.2 - Principais jazidas e ocorrências

Durante os trabalhos de campo do Projeto foram estudadas e cadastradas trinta e cinco ocorrências minerais envolvendo argila, calcário cristalino, cobre, cristal de rocha, diatomito, ferro, grafita e minério sulfetado de Cu, Pb e Zn. No entanto, convém salientar que, apesar do número relativamente grande de ocorrências, poucas apresentaram, à primeira vista, expressividade do ponto de vista econômico, exceto a jazida de cobre de Pedra Verde e a ocorrência de sulfetos de Cu, Pb e Zn da fazenda Boa Vista.

Os estudos realizados tiveram, como principais objetivos, o cadastramento, caracterização da tipologia e perspectiva concreta do potencial mineral da área do Projeto. Além disso, foram selecionadas as áreas mais promissoras, visando trabalhos mais específicos a ser realizados.

Nas fichas de cadastro de ocorrências minerais - Anexos, encontram-se descritas, individualmente, todas as ocorrências. Para complementação dos trabalhos, foram locadas nos mapas geológicos às escalas de 1:50.000 e de 1:100.000 com as respectivas simbologias, nas aerofotos à escala de 1:25.000 e no mapa metalogenético à escala de 1:200.000.

Em sua quase totalidade, essas ocorrências possuem dados analíticos porém, só para aquelas mais importantes foram feitos croquis. Estão reunidas no quadro VIII com os respectivos números de ordem e de campo, tipologias, toponí-

QUADRO VIII- OCORRÊNCIAS CADASTRADAS NA ÁREA DO PROJETO MARTINÓPOLE

Nº da Ocor.	Nº de Campo	Minério	Toponímia	Coordenadas UTM ou coordenadas em m das aerofotos	Aerofoto
01	BM-111	Argila	Riacho Gamboa	296050E - 9655950N	55133
02	BM-110	Calcário	Açude de Granja	296200E - 9655650N	55133
03	MS-058	Calcário	Genipapeiro	316300E - 9645600N	56363
04	FM-185	Calcário	Igrejinha	44160/-16-43	44160
05	EM-045	Calcário	Estreito	304825E - 9634150N	56149
06	FM-175	Calcário	Tucum	44048/+44+27	44048
07	FM-136	Calcário	Gangorra	57022/-23-38	57022
08	FM-129	Calcário	Serra de São José	44048/ 00-51	44048
09	FM-220 JC-064	Cobre	Pedra Verde	44222/+54+4	44222
10	FM-211	Cristal de Rocha	Data Timonha	44373/-34+5	44373
11	FM-181	Cristal de Rocha	Santo Antonio	44160/-23+2	44160
12	FM-199	Cristal de Rocha	Olho d'Aguinha	44162/-12+1	44162
13	FM-148	Cristal de Rocha	Serra do Urubu	57024/-74+13	57024
14	MS-038	Diatomito	Riacho Jaguarapi	309650E - 9645500N	54757



Continuação do Quadro VIII

15	MS-039	Diatomito	Martinópolis	310900E - 9643800N	54757
16	BM-104	Ferro	Gameleira	292675E - 9661575N	55161
17	FM-212	Ferro	Caraúbas	44373/+50+49	44373
18	FM-264 FP-004	Ferro	Jarra	279300E - 9629800N	55908
19	FM-149	Ferro	Pirapora	57024/-30+17	57024
20	FM-062 FP-007	Ferro	Tabocal	278850E - 9627300N	55908
21	FM-174	Ferro	Tucum	44048/+36+30	44048
22	FM-253	Ferro	Morro do Arapuá	44362/+14+24	44362
23	FM-299	Ferro	São José	57052/+5-78	57052
24	FM-069 FP-005	Ferro	Boqueirão dos Almeida	278400E - 9623750N	55910
25	FM-074	Ferro	Olho d'Água do Costa II	55372/+66+72	55372
26	FM-072	Ferro	Olho d'Água do Costa I	55372/+79+64	55372
27	FM-076	Ferro	Cajueiro do Neco	55372/-58+56	55372
28	FM-007	Grafita	Tabuleiro	57042/-61-14	57042
29	FP-047	Manganês	Cotovelo	316850E - 9635300N	45337
30	FM-229 FP-002	Manganês	Bodega	280100E - 9630950N	55908
31	FM-254	Manganês	Saco	44420/+16-7	44420



Continuação do Quadro VIII

32	FM-255 FP-003	Manganês	Santa Teresinha Velha	278300E - 9629600N	44420
33	FM-256	Manganês	Farreira	44220/+24-33	44220
34	FM-167 FP-006	Manganês	Oitís	57020/-43-36	57020
35	MS-064	Sulfetos de Cu Pb e Zn	Fazenda Boa Vista	326500E - 9647600N	56343

mias, localizações em coordenadas UTM ou em milímetros a partir do centro das aerofotos, e números de aerofotos utilizadas.

11.2.1 - Argila

Ficha de cadastro de ocorrência nº 01

Uma única ocorrência de argila foi cadastrada e estudada na área do Projeto. Está situada nas proximidades da cidade de Granja (Folha Paracuá), sendo alcançada através de estrada carroçável precária no rumo noroeste. Acha-se condicionada às aluviões predominantemente argilosas da planície de inundação do riacho Gamboa. A argila é bastante plástica, de coloração cinza-escuro, bem homogênea, apresentando raramente frações arenosas representadas por grãos de quartzo de formas subangulosas e subarredondadas. Ocorre sob formas lenticulares mostrando frequentemente aleitamentos bem definidos. É explorada através de garimpagem a céu aberto, utilizando-se ferramentas rudimentares (enxadas, pás, picaretas) e usado para fabricação de tijolos e telhas destinados à construção civil. Atualmente, a área escavada para a retirada da argila abrange, aproximadamente, um hectare. A produção diária é de 1.000 telhas e 1.000 tijolos, vendidos respectivamente a Cr\$ 600,00 e Cr\$ 500,00 cada milheiro, principalmente para uso na cidade de Granja e municípios vizinhos.

11.2.2 - Calcário cristalino

Fichas de cadastros de ocorrências nos 02 a 08

Foram cadastradas e estudadas sete ocorrências de calcário cristalino existentes na área do Projeto. Achan-se distribuídas praticamente por toda a área, ocorrendo geralmente sob a forma de corpos lenticulares concordantes com a estrutura regional, intercalados nas rochas do Complexo Migmatítico-gnáissico e grupos Martinópolis e São José. Apresentam-se bem cristalizados, com textura sacaroidal, granulação fina a média, de coloração cinza claro a esbranquiçada, e são constituídos por calcita e dolomita recristalizadas, além de conterem impurezas diversas principalmente quartzo, micas, opacos e sulfetos. Têm sua origem relacionada a processos de recristalização durante a fase de metamorfismo regional.

As análises químicas quantitativas efetuadas em 6 amostras (Quadro IX) mostram a existência, na maioria destes calcários, de um elevado teor em óxido de magnésio.

Estes calcários prestam-se principalmente para a fabricação da cal e como corretivo de solos.

A ocorrência do Açude de Granja (Nº 02) está situada nos arredores da cidade de Granja, sendo alcançada através de estrada carroçável precária. Trata-se de um pequeno corpo lenticular de calcário dolomítico, com comprimento aproximado de 30 metros e largura aparente de 10 metros. A lente está encaixada concordantemente em gnaiss caoclástico, de coloração esverdeada, com atitude $Mx-60^{\circ}/140^{\circ}Az$, do Complexo Migmatítico-gnáissico próximo à zona de influência da falha de Ibuguaçu-Granja. O calcário apresenta-se bem cristalizado, de cor cinza claro, granulação fina, textura sacaroidal, contendo impurezas representa

RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS
DOS CALCÁRIOS CRISTALINOS DA ÁREA
DO PROJETO MARTINÓPOLE

QUADRO IX

O C O R R Ê N C I A				ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA			
Nº de ordem	Toponímia	Município	Nº de campo	Nº de laboratório	Composição média %		
					CaO	MgO	RI
02	Açude de Granja	Granja	BM-110	FAX-602	36,4	18,4	6,0
03	Genipapeiro	Martinópolis	MS-058	FAV-552	53,5	0,9	-
04	Igrejinha	Granja	FM-185	FAX-601	52,0	0,9	4,7
05	Estreito	Martinópolis	BM-045	FAZ-729	28,71	19,88	-
06	Tucunis	Granja	FM-175	FAX-600	25,8	24,7	0,9
07	Gangorra	Granja	FM-136	-	-	-	-
08	Serra de São José	Granja	FM-129	FAX-003	27,8	18,9	-



das por grãos de quartzo. A ocorrência foi inicialmente explorada através de garimpagem rudimentar a céu aberto, estando os serviços atualmente paralizados. Localmente as escavações atingem dimensões de 20 m x 10 m. Este calcário pode ser utilizado como corretivo de solos ácidos do tipo "B" pois a soma dos teores de CaO e MgO deu valor acima de 40%, tendo ainda o teor de MgO ultrapassado 10% (Quadro IX). Pode inclusive ser utilizado ainda na produção da cal como vinha sendo feito anteriormente pelos garimpeiros da região.

A ocorrência do sítio Genipapeiro (Nº 03) dista cerca de 5,5 km da cidade de Martinópolis no rumo este-nordeste, sendo alcançada através de estrada carroçável. O calcário forma apenas uma pequena lente cuja dimensão em comprimento não excede 5 metros, encaixada concordantemente nas rochas metapelíticas (filitos alterados) da Formação Santa Terezinha. O minério possui cor cinza esbranquiçada, granulação muito fina e fraturamentos preenchidos por sulfetos (impureza). A alta porcentagem em CaO (Quadro IX) possibilita o aproveitamento deste calcário na fabricação da cal.

A ocorrência de Igrejinha (Nº 04) está localizada a 3,0 km do povoado de Petimbu sendo alcançada através de estrada carroçável precária no rumo sudoeste. Trata-se de um corpo lenticular com 200 metros de comprimento por 30 metros de largura aparente, encaixado em xistos da Formação Covão, próximo à zona de falha e de contato entre o Complexo Migmatítico-gnáissico e o Grupo Martinópolis. A zona de contato entre o calcário e o quartzo-xisto é gradacional e marcado por zoneamento rico em biotita. O calcário apresenta-se bem cristalizado, de cor cinza esbranquiçada, granula

ção média, textura sacaroidal, foliado, com frequentes mi
crodobramentos. É constituído essencialmente por calcita,
contendo impurezas representadas por biotita, quartzo e opa
cos (pirita?). A ocorrência foi garimpada através de proces
sos rudimentares com o uso de pás, enxadas e picaretas. O
calcário era calcinado num pequeno forno para produção da
cal. Atualmente a exploração acha-se paralizada.

A ocorrência de Estreito (Nº 05) está situada no
leito e margem direita do rio Coreau a 8 km da Vila de Cam
panário no rumo norte, sendo alcançada através de estrada
carroçável. O calcário apresenta-se bem cristalizado, cons
tituído essencialmente por calcita e dolomita recristaliza
das, contendo impurezas representadas por quartzo e mine
rais micáceos finamente granulados. Acha-se intensamente do
brado (microdobramentos) com aspecto foliado devido a alter
nância de leitos claros calcíferos e leitos mais escuros de
constituição essencialmente metapelítica (Foto 36). No ge
ral, possui coloração cinza a cinza-clara, é bem compacto e
de granulação muito fina. Ocorre sob a forma lenticular-es
tratiforme numa extensão aflorante de, aproximadamente, 200
metros x 30 metros, encaixado concordantemente em rocha fi
namente granulaãa, cinza-escura, fraturada, laminada e rica
em micas (metapelítica). A análise química realizada (Qua
dro IX) demonstra o alto percentual de óxido de magnésio
neste calcário o que sugere uma possibilidade de uso como
corretivo de solo tipo "B" (CaO + MgO 40% e MgO 10%) ou
na produção da cal. A ocorrência não apresenta nenhum indí
cio de exploração anterior, sendo boas as possibilidades de
aproveitamento.

A ocorrência de Tucuns (Nº 06) dista cerca de 7

km, no rumo sudeste, do povoado de Ibuguaçu, sendo alcançada por estrada carroçável precária. O calcário apresenta-se bem cristalizado, maciço, com textura sacaroidal e aspecto foliado, de cor esbranquiçada, finamente granulada, com porções ricas em talco de cor branca, associado a vênulas de quartzo. É constituído essencialmente por calcita e dolomita recristalizadas, e contém impurezas representadas por grãos de quartzo e micas. Ocorre sob a forma de lente, formando uma escarpa com, aproximadamente, 15 metros de altura e comprimento superior a 200 metros. Provavelmente, a lente calcária, acha-se situada em eixo de estrutura sinclinal reversa cujo plano axial mergulha para sudeste. A rocha encaixante é representada por xisto. A análise química realizada numa amostra do calcário revelou altos teores de MgO (calcário dolomítico) sugerindo o aproveitamento do mesmo como corretivo de solo tipo "B" ou na produção da cal. A ocorrência foi explorada através de garimpagem rudimentar a céu aberto, sendo o minério destinado à produção da cal para uso na construção civil.

A ocorrência de Gangorra (Nº 07) está situada a 4 km ao sul do povoado de Ibuguaçu, sendo alcançada através de estrada carroçável. O calcário é bem cristalizado, de granulção fina e coloração cinza escura, fraturado, contendo concreções de sílica e minerais opacos. É constituído essencialmente por calcita e dolomita recristalizadas e contém impurezas representadas por sílica, minerais opacos e micas. Mostra aspecto dobrado (microdobras) e, por vezes, microfalamentos. O calcário ocorre sob forma lenticular, com os afloramentos estendendo-se por cerca de 2.000m². O corpo lenticular encontra-se encaixado concordantemente, nas ro

chas xistosas da Formação Covão. Não foi realizado nenhum trabalho de exploração do calcário nesta ocorrência.

A ocorrência da Serra de São José (Nº 08) dista cerca de 9 km, no rumo sudeste, do povoado de Ibuguaçu, sendo alcançada através de estrada carroçável precária. O calcário possui coloração cinza clara, granulação fina, textura sacaroidal, aspecto foliado e maciço, e contém microdoamentos. É constituído essencialmente por calcita e dolomita recristalizadas e possui impurezas representadas por grãos de quartzo e micas. Ocorre sob a forma lenticular formando, por vezes, pequenas cristas alongadas com espessuras em torno de 20-30 metros, encaixadas concordantemente nos psamitos e pelitos do Grupo São José. O minério foi explorado a céu aberto, de maneira rudimentar, com o uso de picaretas, marretas e pás, no início da década de 70. A cal, produzida localmente em um pequeno forno, era destinada à construção civil. Atualmente os trabalhos de exploração encontram-se paralizados. A análise química realizada em uma amostra deste calcário, deu alto teor de MgO (Quadro IX). Trata-se de um calcário dolimítico que poderá ser bem aproveitado como corretivo de solo tipo "B" ou na fabricação da cal.

11.2.3 - Cobre

Ficha de cadastro de ocorrência nº 09

A jazida de cobre de Pedra Verde está situada a cerca de 5 km (rumo sudoeste) da vila de General Tibúrcio, sendo alcançada através de estrada carroçável. As primeiras notícias sobre a existência de cobre nessa região datam de 1926, quando H.E. William (in: Relatório da PROMISA, 1975), descreveu a ocorrência como sendo uma mineralização associada a falhamento (Bol. nº 16, S.G.M.B., 1926), idéia que também foi levada adiante por E.P. Scorza (1948). J.A. Quezado (1949), atribuiu a mineralização a hidrotermalismo proveniente de granito intrusivo. Collins e Loureiro (1961-1962), realizaram um programa de sondagem que incluiu 14 furos, com profundidades de até 121 metros. Segundo estes autores a mineralização é singenética, ligada a um paleoregolito de rochas pelíticas piritosas com um pouco de cobre, o qual, após enriquecimento supergênico por intemperismo, foi coberto por espesso pacote de conglomerado, acompanhado por metamorfismo térmico de baixo grau, sendo em seguida todo o conjunto basculado, resultando na posição atual. Desta forma, segundo esses dois autores, estaria esclarecido o zoneamento mineral que, de cima para baixo, está arrumado da seguinte forma: calcocita, bornita, calcopirita e pirita; como também a relação entre a mineralização e o contato filito conglomerado. De novembro/1972 a maio/1974 a PROMISA, calcada nos trabalhos de Collins e Loureiro (op. cit.), desenvolveu um programa de sondagem mais amplo e mais objetivo visando avaliar e definir a mineralização de Pedra Verde. Os resultados desta pesquisa, que inclui mais de 18 furos, es

tudos de geoquímica e geofísica e abertura de galerias, foram, no entanto, praticamente os mesmos que aqueles já de finidos por Collins e Loureiro (op. cit.). A mineralização foi definida como singenética com enriquecimento supergênico, sendo do tipo estratiforme peneconcordante. Em 1978, a captação de novos recursos pelo B.N.D.E. reativaram a pesquisa da jazida que esteve praticamente paralizada no biênio 76/77, cujos trabalhos, atualmente, estão sendo realizados sob a orientação da MINVISA. Os primeiros resultados desta pesquisa estão sendo avaliados e não foram ainda divulgados. Em 1977, com a criação do Projeto Martinópolis (convênio CPRM/DNPM) objetivando o mapeamento geológico regional em escala de semi-detalle, novos subsídios de cunho litológico foram levantados os quais, somados aos trabalhos de sondagem já realizados na mina, formalizaram novas idéias sobre a mineralização de Pedra Verde, conforme abordados a seguir.

As conclusões aqui apresentadas estão calcadas em observações de campo, resultados de análises química, petrográfica e calcográfica de amostras coletadas na galeria pela equipe do Projeto, bem como em relatório de sondagens executados por Collins e Loureiro (1961-1962) e pela PROMISA (1972-1974).

Os estudos realizados, tanto em superfície quanto em profundidade definiram em Pedra Verde uma sequência litológica psamito-calco-pelítica depositada em bacia restrita de grande instabilidade tectônica definida como pertencente ao Grupo São José (Fig. 48). Esta sequência inicia-se com o quartzito do morro Fedorento e evolui verticalmente para xistos, filitos e metassiltitos, sobrepondo-se a ela

uma nova sequência iniciada por quartzito ferruginoso (footwall quartzite) de espessura reduzida (\pm 15m), seguida por espesso horizonte de filitos. Estes filitos apresentam variações verticais não só para níveis calcíferos, representados por bancos de calcários intercalados, como também, variações para delgadas lentes de quartzito e uma brecha intraformacional carbonácea. Todo o conjunto se revela rico em pirita, característica esta que se torna mais acentuada na porção mais superior, onde é citada a presença de minerais de chumbo e zinco no relatório de pesquisa da PROMISA (op. cit.). Nestes níveis superiores, associados a rochas calcárias, foram constatados, através do furo 17 (PROMISA, op. cit.), três pequenos derrames de rocha vulcânica, estando o primeiro derrame sobre uma brecha calcária e os outros dois sobre um filito brechado calcífero, contendo bornita e calcopirita. Toda a sequência é capeada por um banco de calcário amarelado, mineralizado em calcocita, bornita e covelita, apresentando uma espessura aproximada de 9 metros. A rocha vulcânica é um espilito de cor verde cinza, com suturas ferruginosas irregulares e veios de calcita branca. Tem uma textura fluidal distinta, com pequenas ripas subparalelas de albita numa matriz de clorita e carbonato subordinado e com muitos grânulos de leucoxênio observando-se, localmente, um pouco de quartzito (PROMISA, op. cit.). A descrição do filito situado abaixo do calcário no furo 17, feita pela PROMISA (op. cit.), corresponde, perfeitamente, ao filito situado acima do "footwall quartzite" exposto fora da mina. Existe também uma correspondência entre as litologias situadas abaixo da mineralização, detectadas por sondagens com aquelas da sequência aflorante.

Os aspectos estruturais, representados pelo mergulho da foliação e pelo caimento dos eixos de dobramentos, sugerem que toda a sequência de Pedra Verde está situada na aba de uma sinclinal assimétrica com plano axial mergulhando para sudeste. No entanto, a zona mineralizada está condicionada à zona de cisalhamento da falha de Pedra Verde. Esta zona apresenta-se como uma faixa bastante cataclasada e fraturada. Nela, tanto nos testemunhos quanto dentro da galeria, foram observados fenômenos de "slump" característico de escorregamentos em taludes, microfraturamentos, e estrias de "slikensides". O "slump" reflete deslizamento em declive submarino instável ("slump breccia") ou em escarpa de falha (breccia fault).

Estudos realizados na galeria pela equipe do Projeto (Foto 37) e amostras de testemunhos da PROMISA (op. cit.) apontam a existência de uma zona oxidada intimamente relacionada com a zona mineralizada de Pedra Verde. Esta zona representa uma faixa cataclasada e oxidada, formada pela falha de Pedra Verde que truncou, indiscriminadamente, todas as rochas da sequência litológica local. Nela não foi observada a presença de sulfetos porém, contém prata e barita, apresentando-se mais larga no topo, próximo à escarpa da serra da Ibiapaba, com cerca de 20 metros e delgada na base. Tende a desaparecer em profundidade e horizontalmente, conforme se observa na galeria (Mapa Geológico da Galeria - anexo).

Em estudos petrográficos realizados em amostras coletadas dentro da galeria pela equipe do Projeto e em vários testemunhos de sondagem executados pela PROMISA (op. cit.), foi assinalado um horizonte conglomerático intercalado na

sequência, com características de uma brecha intraformacional, sendo identificado pelo Projeto como uma metagrauvaca conglomerática. Trata-se de uma rocha polimicta, brechóide, de coloração cinza escuro, matriz arenosa fina a média, calcífera, grafitosa e piritosa, com horizontes finos e grosseiros intercalados e foliação incipiente. Seus clásticos maiores são formados por contribuições de todas as litologias presentes na sequência metamórfica exposta na região de Pedra Verde, incluindo quartzitos, xistos, filitos e, principalmente, calcários. Estes clásticos identificam a metagrauvaca como um sedimento pré-metamórfico e penecontemporâneo, isto é, formado enquanto a sedimentação se processava. Este horizonte apresenta espessura variável e é, aproximadamente, concordante com as camadas metapelíticas subjacentes.

Análises químicas e calcográficas realizadas pelo Projeto de amostras coletadas no interior da galeria, revelaram que a metagrauvaca é mineralizada em sulfetos de Cu, Pb e Zn, além de Ag. Segundo Hutchinson (1973) a associação Pb - Zn - Cu e piritita, com prata associada, caracteriza um jazimento vulcanogênico, comumente associado a vulcanismo félsico calco-alcalino a intermediário, o que significa uma origem vulcano-sedimentar para as metagrauvas mineralizadas de Pedra Verde.

A mineralização singenética de Pedra Verde é representada principalmente pela piritita, mineral frequente em toda a sequência, especialmente no horizonte mais superior, sobreposto ao "footwall quartzite" ocorrendo, na maioria das vezes, em forma de cristais idiomórficos. O aparecimento da galena e esfalerita em alguns horizontes da sequência,

principalmente na metagrauvaca, sugere ser também os mesmos singenéticos, porém, exógenos. Desta forma, é possível que alguma pirita, ou mesmo calcopirita, seja singenética exógena.

A mineralização epigenética está relacionada a duas fases de enriquecimento supergênico, estando a primeira fase ligada ao zoneamento mineralógico de cobre pré-metamórfico e pré-deformação e, a segunda fase, caracterizada por hidrotermalismo o qual, sem dúvida alguma, é pós-metamórfica e posterior à deformação da sequência, inclusive da metagrauvaca. Não obstante serem duas fases distintas, as características da primeira fase foram transmitidas e refletidas na segunda fase. Os fluídos sílico-carbonáticos hidrotermais precipitaram ao longo dos planos de clivagens e fraturas, metálicos próprios das zonas que atravessam.

No que diz respeito ao zoneamento mineral, ficou constatado, através de análises calcográficas realizadas com amostras procedentes do interior da galeria, um zoneamento mineral distinto, observado também nos testemunhos de sondagens executadas pela PROMISA (op. cit.) e que, dentro da galeria, se inicia a partir da zona oxidada, surgindo primeiramente a zona da calcocita e, em seguida, as zonas da bornita, calcopirita, pirita, galena e esfalerita, à medida em que se processa um afastamento da zona oxidada. Aparentemente, são paralelas à zona oxidada e se mostram mais espessas no topo e na parte externa exposta na escarpa da serra da Ibiapaba. Em profundidade, seguindo o rumo da zona de oxidação, este zoneamento torna-se mais delgado e, possivelmente, deve persistir enquanto existir oxidação ao longo do falhamento a que está associada a zona oxidada.

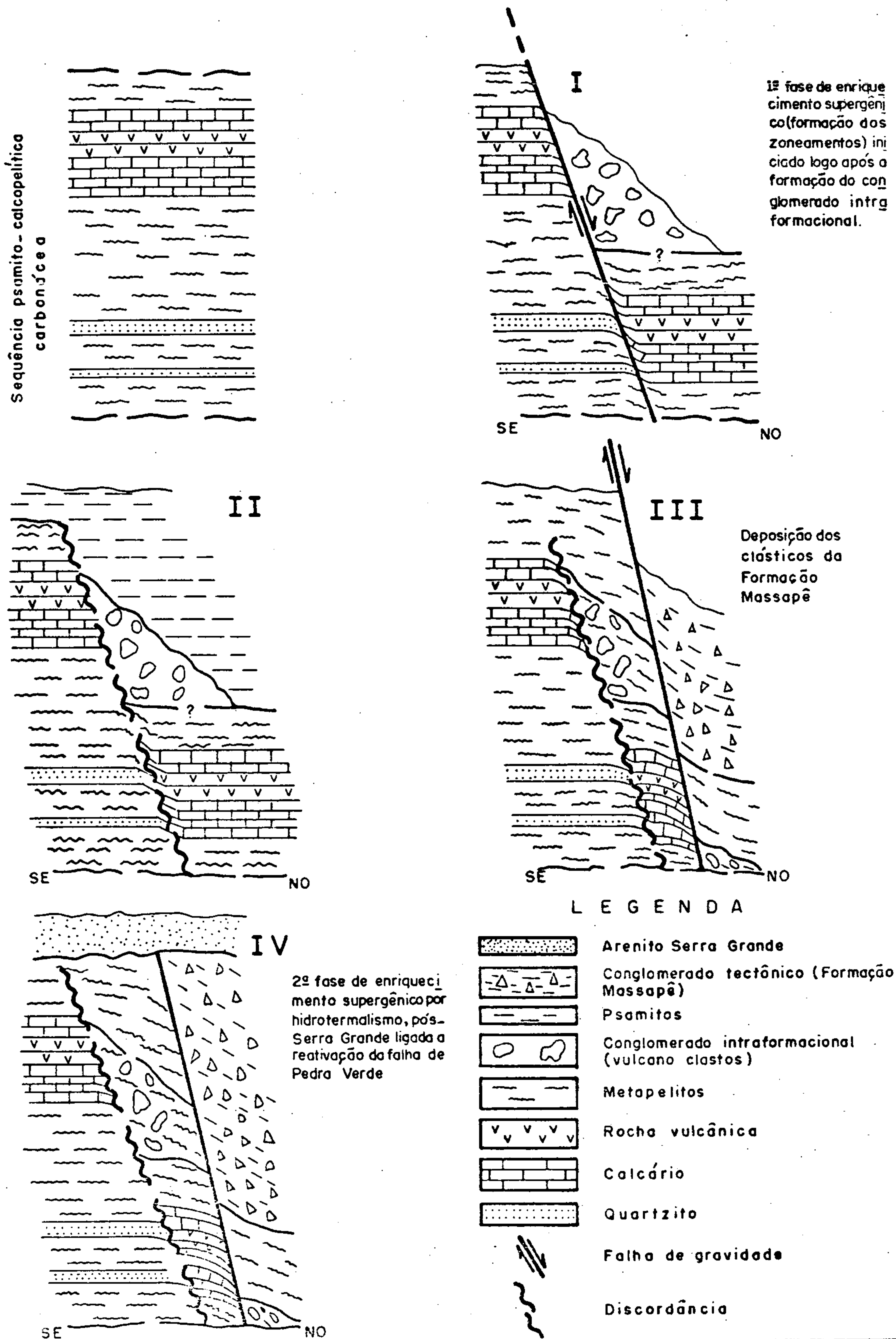
A interpretação de gráficos dos teores contidos no Mapa de Zonação Mineral (Anexo), realizados com valores de Cu, Pb, Zn e Ag, determinados por absorção atômica de amostras coletadas sistematicamente no interior da galeria, leva às seguintes conclusões: onde os teores de cobre são elevados os de chumbo e zinco são baixos, representando curvas de funções inversas; o chumbo e o zinco sempre estão juntos, entretanto, o zinco apresenta maior teor; a prata, quando presente, não tem nenhuma afinidade com qualquer dos elementos citados, contudo, seu comportamento concorda com as curvas do cobre. Os maiores teores de cobre coincidiram com litologias grosseiras, onde foram registrados valores superiores a 1%; o cobre está mais concentrado a uma distância de 2,5 a 4 metros da zona oxidada coincidindo, aproximadamente, com a zona da bornita e calcopirita; os teores de chumbo e zinco aumentam enquanto os de cobre decrescem em direção à rocha fresca e quando há o adelgaçamento da zona oxidada.

Estes resultados mostram, portanto, a existência de grande afinidade entre o zoneamento mineral e a zona oxidada, cujo comportamento foi também observado nos testemunhos de sondagens executados pela PROMISA (op. cit.). O estrangulamento do zoneamento mineral observado nos locais onde a faixa oxidada é mais estreita, sugere uma íntima ligação genética. No entanto, os furos A e N, realizados por Collins e Loureiro (op. cit.) parecem contradizer esta ligação. Nestes furos, foram encontrados zoneamentos locais distantes e isolados da zona vermelha por um horizonte de litito alterado, como se esse zoneamento não estivesse relacionado a zona de oxidação.

A origem deste zoneamento nos jazimentos é ainda muito discutida. Entretanto, teorias fundamentadas nas variações de Eh e pH, fenômeno que normalmente acontece num ambiente durante a meteorização de jazimentos de minérios, foram utilizados por vários autores para explicar os zoneamentos dos depósitos de minerais singenéticos zambianos de Copper Belt (Mendelson 1961, Garlick 1965) e Musoshi (Cailteux, 1974), na África. Sangster e Scott (1977), após estudarem os jazimentos cupríferos da América do Norte acreditam que o zoneamento mineral observado é, em parte, função do zoneamento morfológico e se manifesta em proporções variáveis segundo os sulfetos presentes.

No caso de Pedra Verde, a associação existente entre a mineralização e a metagrauvaca, bem como o tipo de ambiente (euxenítico) em que foram formados, criam amplas possibilidades para que se apliquem as duas teorias supracitadas como o provável procedimento que conduziu à formação dos zoneamentos. Entretanto, tudo faz crer que este zoneamento foi penecontemporâneo e que a meteorização da metagrauvaca (protominério) não foi completa devido ter sido coberta, prematuramente, por novas camadas de sedimentos finos. O rompimento da falha de gravidade ao longo dos eixos dos dobramentos foi, sem dúvida, o motivo pelo qual se verifica ligeiro paralelismo entre o zoneamento e a zona oxidada, muito embora não se deva desprezar a possibilidade de que parte deste zoneamento, bem como a maior concentração de cobre nas proximidades da zona oxidada, tenha ocorrido após a instalação do intemperismo pós-tectônico. A figura 48 apresenta um modelo geológico de Pedra Verde onde foi esquematizada a evolução tectônica da mesma. O enriquecimento supergênico ligado ao hidrotermalismo atuante na zona de

EVOLUÇÃO TECTÔNICA PROVÁVEL DA ZONA MINERALIZADA DE PEDRA VERDE, COM BASE NOS FUROS REALIZADOS PELA PROMISA (1972-1974)



fraqueza da falha de Pedra Verde foi, provavelmente, o evento mais importante e o responsável direto pela concentração dos sulfetos metálicos nas fraturas, clivagens e planos de foliação.

Análises calcográficas realizadas pelo Projeto esclareceram alguns aspectos do relacionamento entre os minerais encontrados no jazimento. Este relacionamento pode ser sentido pelos comentários tecidos logo abaixo.

A pirita ocorre em cristais idiomórficos na galena e esfalerita, ou forma cristais xenomórficos e hipidiomórficos isolados ou associados a outros sulfetos. Ocasionalmente, são vistos algumas clivagens de pirita preenchidas por calcopirita, com a qual forma, por vezes, intercrescimentos. A calcopirita pode ocorrer em pequenos grânulos xenomórficos dispostos, predominantemente, paralelos à xistosidade da rocha, ou forma pequenos veios cortando obliquamente esta superfície. Os cristais xenomórficos isolados de calcopirita sugerem uma temperatura de formação inferior àqueles de exsoluções, as quais, comumente, se manifestam pela formação de grãos com pirita inclusa, interpretados como remanescentes de um processo de substituição da pirita por calcopirita iniciado através das clivagens ou microfaturas. Embora mais raramente, a calcopirita é também encontrada formando intercrescimento com a galena e apresentando diminutas inclusões de esfalerita orientadas segundo as direções cristalográficas deste mineral. Este fato sugere duas fases distintas da calcopirita, formadas em temperaturas diferentes. Alguns cristais de esfalerita possuem diminutas exsoluções não orientadas de calcopirita. A bornita e calcopirita, quando juntas, ocorrem por vezes, em cristais alongados.

gados intimamente intercrescidos, formando pequenos veios que cortam a xistosidade da rocha. A presença de lamelas de calcocita na bornita e inclusões de bornita na calcopirita, sugerem uma formação contemporânea. A calcocita, quando em evidência, ocorre em cristais xenomórficos, mal formados e intercrescidos com cristais de bornita. Alguns cristais de calcocita apresentam inclusões de hematita. A grafita tem presença assídua e forma finas palhetas paralelas à direção preferencial da rocha, ou está dispersa na rocha em forma de pontuações. Vale salientar pois, que alguns fenômenos observados no interrelacionamento mineral são devidos a fenômenos de substituição mineral pré-metamórfica e não somente pelo hidrotermalismo pós-metamórfico. O aparecimento de grãos de calcopirita com inclusões de pirita ou de bornita, por exemplo, sugerem este quimismo. Com base nos teores de pirita acima dos valores normalmente encontrados em sedimentos carbonáceos e euxeníticos e na presença esporádica de sulfetos de Zn e Pb situados logo acima do "footwall quartzite", conforme Relatório da PROMISA (op. cit.), presume-se que esta fase de enriquecimento tenha sido subsidiada por colóides alógenos de natureza vulcanogênica, quer derivados da halmirólise de rochas vulcânicas, quer de fumarolas marinhas, integradas aos sedimentos por ocasião de sua deposição.

A fase hidrotermal atuante em Pedra Verde pode ter ligações aos eventos registrados na área do Projeto Martinópolis que deram origem ao enriquecimento epigenético do manganês de Oitís e, ainda, ao hidrotermalismo detectado, através de sondagens da CPRM, nas rochas do Grupo São José na área do Projeto Uruoca.

O minério principal de Pedra Verde é o cobre, cujos teores oscilam bastante de um ponto a outro, subsidiado por chumbo, zinco e prata. Em amostras coletadas dentro da galeria principal foram registrados valores de até 1% de cobre. Segundo Loureiro e Collins (op. cit.), o filito enriquecido contém 0,02% de cobre. Em relatório da PROMISA é mencionada a existência de filitos da zona da lapa (foot wall zone) contendo 2-3% de cobre, sob a forma de óxidos. Porém, nos dois casos, quando os autores acima se referiam a filitos mineralizados, é de se supor que, na realidade, estavam tratando de metagrauvacas conforme foi reconhecido pelo Projeto. Resta-nos apenas saber em que sentido se desenvolveu o maior enriquecimento, o que permitiria extrapolar os resultados na procura de novos sítios mineralizados e bem mais enriquecidos.

Os primeiros passos nesse sentido estão sendo dados pela própria CPRM que, por meio deste Projeto e do Projeto Uruoca, definiu grande similaridade litológica entre as regiões de Boa Vista - Pedra Verde e Boa Vista - São José, e vem tentando definir o potencial mineral dessa área, cujos resultados parciais são animadores.

11.2.4 - Cristal de rocha

Fichas de cadastro de ocorrências nos. 10 a 13

Foram cadastradas e estudadas, na área em causa, quatro ocorrências de cristal de rocha. Estão intimamente relacionadas com as rochas do Complexo Migmatítico - gnáissico e da Formação São Joaquim, componente basal do Grupo

Martinópolis. São geralmente pequenas ocorrências sem nenhum valor economicamente destacável. Uma delas foi garimpada na década de 70 (Serra do Urubu), estando atualmente abandonada e praticamente exaurida. Estão relacionadas a processos hidrotermais ocorridos na área do Projeto.

A ocorrência de Data Timonha (Nº 10) está situada a 13 km do povoado de Petimbu, sendo alcançada através de estrada carroçável precária no rumo nordeste. Trata-se de um filão, em grande parte desagregado, constituído por drusas e cristais de quartzo hialino de dimensões variando de 1 a 7 cm. Alguns cristais encontram-se dispersos sobre a superfície do solo, associados a blocos de quartzo leitoso recristalizado, segundo o rumo NE-SO. A rocha encaixante do filão é um gnaiss parcialmente migmatizado e fraturado, contendo veios de quartzo e veios pegmatóides. Trata-se apenas duma pequena ocorrência sem nenhum indício de exploração.

A ocorrência de Santo Antonio (Nº 11) dista cerca de 1,5 km do povoado de Petimbu, sendo alcançada através de estrada carroçável no rumo sudoeste. O quartzo hialino ocorre sob a forma de filão desagregado, constituído por cristais de dimensões variáveis entre 1 a 10 cm, e por drusas bem cristalizadas. Está associado a blocos de quartzo e quartzito. O filão encontra-se encaixado em gnaisses migmatizados, fraturados e preenchidos por diques discordantes de quartzo e veios pegmatóides. É apenas uma pequena concentração local de quartzo hialino, sem nenhum vestígio de exploração.

A ocorrência da Serra do Urubu (Nº 13) está situada a 2 km do povoado de Ibuguaçu, sendo alcançada através

de caminho no rumo este. Trata-se de cristais de quartzo hialino e leitoso de variadas dimensões (0,10 a 25 cm) por vezes formando drusas. Estão associados a veios de quartzo que cortam a rocha encaixante (moscovita-quartzito), em diversas direções. A ocorrência está situada na zona da falha de Ibuguaçu, na serra da Ubatuba. Foi garimpada a céu aberto, no início da década de 70 estando, atualmente, abandonada. Localmente, as escavações existentes possuem comprimento de 15 metros, largura aproximada de 6 metros e profundidade de 25 metros.

11.2.5 - Diatomito

Apenas duas ocorrências de diatomito foram estudadas e cadastradas na área do Projeto. Estão associadas a minerais argilosos e relacionadas aos sedimentos do Grupo Barreiras Indiviso. Ambas estão situadas no leito e na planície de inundação do riacho Jaguarapi, que passa nos arredores da cidade de Martinópolis.

A ocorrência do Riacho Jaguarapi (Nº 14) dista cerca de 3 km da cidade de Martinópolis, sendo alcançada através da estrada estadual Martinópolis - Granja, no rumo noroeste. O diatomito ocorre sob forma lenticular-estratiforme, com espessura média de 2 metros e estendendo-se descontinuamente por cerca de 500 metros. Não se apresenta puro, estando intimamente associado a argilas e areias de granulometria fina, sobre as quais repousa. O diatomito possui granulometria fina e coloração cinza clara a escura (argiloso).

Atualmente está sendo explorado juntamente com os níveis argilosos, através de garimpagem rudimentar a céu

aberto, visando a produção de materiais cerâmicos (telhas, tijolos e ladrilhos). Trabalham cerca de 12 pessoas, que produzem diariamente 6.000 tijolos, 1.000 telhas e 300 ladrilhos. A produção é comercializada em cidades e vilas da região, principalmente Granja, Martinópolis, Paracuru, Parazinho e Uruoca. Localmente, as escavações atingem dimensões variadas, nas margens e próximo ao leito do riacho.

A ocorrência de Martinópolis (Nº 15) está situada nos arredores da cidade de Martinópolis, próxima ao açude Grande. O diatomito possui granulometria fina, coloração cinza e ocorre associado a argilas e areias, formando uma camada lenticular estratiforme, descontínua, com aproximadamente 1 metro de espessura. Estende-se por uma área com dimensões de 300m x 30m, seguindo o leito do riacho Jaguarapi. Está sendo explorado através de garimpagem rudimentar a céu aberto, visando principalmente a produção de tijolos para uso na construção civil.

11.2.6 - Ferro

Fichas de cadastro de ocorrências nos 16 a 27

Foram cadastradas e estudadas doze ocorrências de minérios de ferro existentes na área do Projeto, distribuídas praticamente por toda a área, notadamente nas folhas Ibuacu e Santa Terezinha. Ocorrem sob a forma de corpos lenticulares desagregados geralmente concordantes com a estrutura regional, intercalados nas rochas do Complexo Migmatítico-gnáissico e nas dos grupos Martinópolis e São José. Possuem, geralmente, aspecto itabirítico, granulação variável.

de fina a média, coloração cinza escura a preta, sendo constituídas quase sempre por hematita, goethita, specularita, magnetita e, como impureza, quartzo. Aparecem em sua maioria relacionadas a inúmeros falhamentos que ocorrem na área. A existência do minério de ferro na área está provavelmente ligada à ação do metamorfismo regional sobre sedimentos ricos em sílica e ferro, originando os depósitos do tipo quartzitos ferríferos (itabiritos). Apenas uma ocorrência, a de Tucuns (Nº 21) se acha, provavelmente, associada a processos hidrotermais.

A ocorrência de Gameleira (Nº 16) está situada a 8 km da cidade de Granja, sendo alcançada através da estrada Granja-Camocim de rumo norte (até Iperói) e de uma carroçável precária de rumo oeste, que se estende até ao local da ocorrência. O corpo mineralizado é lenticular, de pequena dimensão, constituído por leitos ferríferos, alternando com leitos quartzosos de espessuras milimétricas. Possui coloração preta, granulação variável de fina a média e aspecto itabirítico. Está encaixado concordantemente numa rocha de textura gnáissica, leucocrática, contendo cristais de granadas. A análise química realizada em uma amostra do minério revelou um baixo conteúdo na porcentagem de ferro e alta porcentagem em SiO_2 (Quadro X). Trata-se de uma pequena ocorrência que, aliada ao baixo teor apresentado em Fe, não possui nenhum significado econômico.

A ocorrência de Caraúbas (Nº 17) está situada a 9 km do povoado de Petimbu, sendo alcançada através de estrada carroçável precária de rumo nordeste. O minério de ferro encontra-se disseminado em veio de quartzo que ocorre em forma de blocos dispersos sobre o solo, formando uma peque

QUADRO X - RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DOS MINÉRIOS DE FERRO

O C O R R Ê N C I A				ANÁLISE QUÍMICA QUANTITATIVA						
Nº de ordem	Toponímia	Município	Nº de campo	Nº de laboratório	Composição média %					
					Fe	Mn	P	S	SiO ₂	Umid.
16	Gameleira	Granja	BM-104	FAX-605	9,0	-	0,2	0,01	41,8	0,2
17	Caraúbas	Granja	FM-212	-	-	-	-	-	-	-
18	Jarra	Granja	FM-264	FAZ-327	63,5	0,01	0,15	0,02	9,2	0,2
			FP-004	FBA-455	60,2	0,4	0,26	0,04	13,1	0,1
19	Pirapora	Granja	FM-149	FAZ-603	56,0	-	4,3	0,01	9,0	0,5
20	Tabocal	Granja	FM-062	-	-	-	-	-	-	-
			FP-007	-	-	-	-	-	-	-
21	Tucum	Granja	FM-174	FAX-604	46,0	-	2,3	0,01	27,7	0,1
22	Morro do Arapuá	Granja	FM-253	FAZ-326	62,7	0,01	0,16	0,02	10,1	0,02
23	São José	Granja	FM-299	FBA-451	36,5	1,5	0,34	0,03	29,0	-
24	Boqueirão dos Almeida	Granja	FM-069 FP-005	FBA-456	55,1	0,1	0,92	0,04	6,4	1,5
25	Olho d'Água do Costa II	Granja	FM-074	FAX-005	47,5	0,1	0,54	0,01	6,8	1,0
26	Olho d'Água do Costa I	Granja	FM-072	FAX-004	51,0	0,1	0,97	0,01	10,8	1,1
27	Cajueiro do Neco	Granja	FM-076	-	-	-	-	-	-	-



na elevação com seu comprimento maior orientado segundo nordeste-sudoeste. É constituído por hematita e limonita, tendo como principal impureza, quartzo. Deve estar relacionado a fenômeno de preenchimento de fraturas com aporte de material ferrífero. A rocha regional aflorante nas proximidades é um migmatito homogêneo. Trata-se apenas de uma pequena ocorrência sem nenhum significado econômico.

A ocorrência de Jarra (Nº 18) dista cerca de 2 km da Vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através de estrada carroçável precária e de um caminho (800 metros) de rumo sul-sudeste. Trata-se de hematita de densidade elevada, brilho metálico intenso, granulação fina e coloração cinza. Ocorre em forma de blocos dispersos numa pequena área, próximo de uma zona de falha, associados a blocos e seixos de quartzo. A encaixante é um quartzo-filito de aspecto brechóide, em grande parte lateritizado e alterado, pertencente a Formação Santa Terezinha. Por vezes, são encontrados pequenos nódulos de constituição ferrífera-manganesífera inclusos na rocha encaixante. As duas análises químicas quantitativas realizadas em duas amostras do minério fornecem bons teores de Fe e baixos teores de P (Quadro X). Apesar dos teores encontrados, as dimensões aflorantes do minério ferrífero é muito pequena. A análise calcográfica realizada em uma amostra revelou que o tipo de minério ferrífero é hematita.

A ocorrência de Pirapora (Nº 19) está situada a cerca de 1,5 km da vila de Ibuguaçu, sendo alcançada através de estrada carroçável precária no rumo sudeste. Trata-se de minério ferrífero, de cor preta, granulação fina, denso, constituído por grãos detríticos de quartzo recristalizado

imersos numa matriz ferrífera de constituição limonítica. Ocorre sob a forma de blocos dispersos sobre a superfície, associados a blocos de quartzito na zona da falha de Ibuguaçu. A rocha encaixante são os quartzitos da Formação São Joaquim que, localmente, apresentam-se cataclasados e recristalizados. A análise química quantitativa realizada numa amostra do minério forneceu um alto teor em P (Quadro X), demonstrando a existência de uma impureza nociva ao aproveitamento econômico do minério.

A ocorrência de Tabocal (Nº 20) dista cerca de 4 km da vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através da estrada carroçável que segue para a vila de General Tibúrcio no rumo sul. Trata-se de minério laterítico, limonitizado, com vacúolos preenchidos por sílica, compacto e com aspecto terroso. Ocorre sob a forma de blocos e pequenos afloramentos que ocupam o cimo de crista alongada segundo NE-SO numa extensão aproximada de 200 metros. A rocha encaixante é um quartzo-filito, alterado e em parte recristalizado, da Formação Santa Terezinha.

A ocorrência de Tucuns (Nº 21) dista 8 km no rumo este-sudeste do povoado de Ibuguaçu, podendo ser alcançada por meio de uma estrada carroçável que parte deste povoado. A ocorrência se caracteriza por leitos ferríferos que, em conjunto com bandas de sílica medem, aproximadamente, 10 a 12 m de espessura. Tanto os leitos ferríferos como os silicosos estão dobrados e contém um material amarelado rico em barita e com valores anômalos de Pb, Zn, Ni, Ag e Cu. Os minerais presentes são hematita e magnetita com teores em Fe, revelados pelas análises químicas, na ordem de 46%, apresentando alta percentagem em SiO₂. Consti

tuem juntamente com as bandas de sílica a sequência de meta-chert do Grupo São José, que guarda mineralizações associadas a fenômeno de atividade vulcânica em meio submarino, fenômeno este que poderia ter provocado a concentração de ferro aqui em discussão, o que a diferenciaria das ocorrências oriundas do metamorfismo regional.

A ocorrência do Morro do Arapuá (Nº 22) está situada a 10 km da vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através de estrada carroçável precária de rumo sudoeste. O minério apresenta-se maciço, compacto com granulação fina, ocorrendo sob a forma de blocos dispersos sobre o solo associados a blocos angulosos de quartzito. A rocha encaixante são os quartzitos da Formação São Joaquim que, localmente, encontram-se cataclasados e recristalizados. A análise química quantitativa revelou a existência de um bom teor em Fe e baixos teores de P e S (Quadro X). A análise calcográfica determinou que o tipo do minério de ferro é hematita.

A ocorrência de São José (Nº 23) está situada a 6 km da vila de Ibuguaçu, sendo alcançada através de estrada carroçável precária de rumo sudeste. O minério apresenta-se sob a forma de seixos limoníticos - manganésíferos associados a seixos de quartzo e quartzito, imersos numa matriz areno-ferruginosa. Forma uma rocha conglomerática brechóide, ocorrendo em blocos, seixos e matações sobre o solo, numa área de pequena dimensão (15m x 5m) situada em zona de falha. A rocha encaixante provável são os xistos da Formação Covão (rocha regional), não observados devido à existência, no local, de coberturas cenozóicas. A análise química quantitativa em uma amostra do minério da ocorrência revelou baixo

teor em Fe e teor elevado em SiO_2 (Quadro X). A ocorrência não possui nenhum significado econômico, o que pode ser visualizado através dos teores apresentados e das reduzidas dimensões do corpo mineralizado.

A ocorrência de Boqueirão dos Almeida (Nº 24) está situada a 8 km da vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através de estrada carroçável precária de rumo sul. O minério possui aspecto itabirítico, constituído essencialmente por quartzo, limonita e goethita, por vezes, associados a manganês botrioidal (preenche cavidades). Ocorre sob a forma de pequeno afloramento, blocos e matações alinhados segundo 40° Az na região de contato dos quartzitos da Formação São Joaquim com os quartzo-xistos da Formação Covão, ocupando uma área aproximada de 200 x 300 metros. A rocha encaixante é um quartzo-xisto com atitude $\text{Mx}-48^\circ/310^\circ$ Az, de aspecto por vezes brechóide, foliado e alterado. Localmente, foi aberta a trincheira TFP-3 com dimensões 7 x 1,30 x 0,70 metros, transversal à direção maior do corpo mineralizado, não se observando sua continuidade. A análise química efetuada numa amostra do minério revelou teor relativamente bom de Fe e baixos teores de P e S (Quadro X). A ocorrência apesar de pequena, merece de certa forma, um estudo mais pormenorizado.

A ocorrência de Olho d'Água do Costa II (Nº 25) está situada a 9,5 km da vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através de estrada carroçável precária, no rumo SSO. O minério apresenta-se com aspecto terroso, cor preta, de granulação fina e limonitizado. Ocorre sob a forma de blocos dispersos sobre o solo, associados a blocos de quartzitos, no topo de uma suave ondulação alongada segundo NE-SO.

A encaixante provável são os quartzo-filitos da Formação Santa Terezinha. Segundo a análise química quantitativa realizada em uma amostra do minério, o mesmo apresenta um razoável teor em Fe e baixo teores de P e S (Quadro X).

A ocorrência de Olho d'Água do Costa I (Nº 26) está situada a 10 km da vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através de estrada carroçável precária no rumo sul-sudoeste. Trata-se de minério hematítico, com partes botroidais, de cor preta, contendo fragmentos e vênulas de quartzo. A rocha encaixante do minério são quartzo-xistos cataclasados e recristalizados, com preenchimento de veios de quartzo associados ao minério ferrífero. A área de exposição do minério é de, aproximadamente, 500m² constituindo uma pequena crista alongada segundo NE-SO. A análise química de uma amostra do minério forneceu baixos teores de P e S e um razoável teor em Fe (Quadro X).

A ocorrência de Cajueiro do Neco (Nº 27) dista cerca de 9,5 km de Santa Terezinha, sendo alcançada através de estrada carroçável precária, de rumo sudoeste. Trata-se de minério de ferro maciço, com aspecto terroso e limonitizado. Ocorre sob a forma de blocos dispersos sobre o solo segundo um rumo nordeste-sudoeste, associado a blocos de quartzo. A rocha encaixante são os quartzo-filitos da Formação Santa Terezinha. A ocorrência é muito pequena e, aparentemente, não possui nenhum significado econômico.

11.2.7 - Grafita

Ficha de cadastro de ocorrência nº 28

Uma única ocorrência de grafita foi cadastrada e estudada na área do Projeto. A grafita ocorre disseminada ou formando leitos de espessuras milimétricas intercalados na foliação da rocha encaixante. A encaixante é um biotita gnaisse, de aspecto xistoso, constituído por quartzo, feldspatos, biotita e grafita. Segundo dados coletados em uma cacimba das proximidades, a grafita subsiste até uma profundidade de 4 metros. As principais impurezas são quartzo e feldspatos.

11.2.8 - Manganês

Fichas de cadastro de ocorrências nos 29 a 34

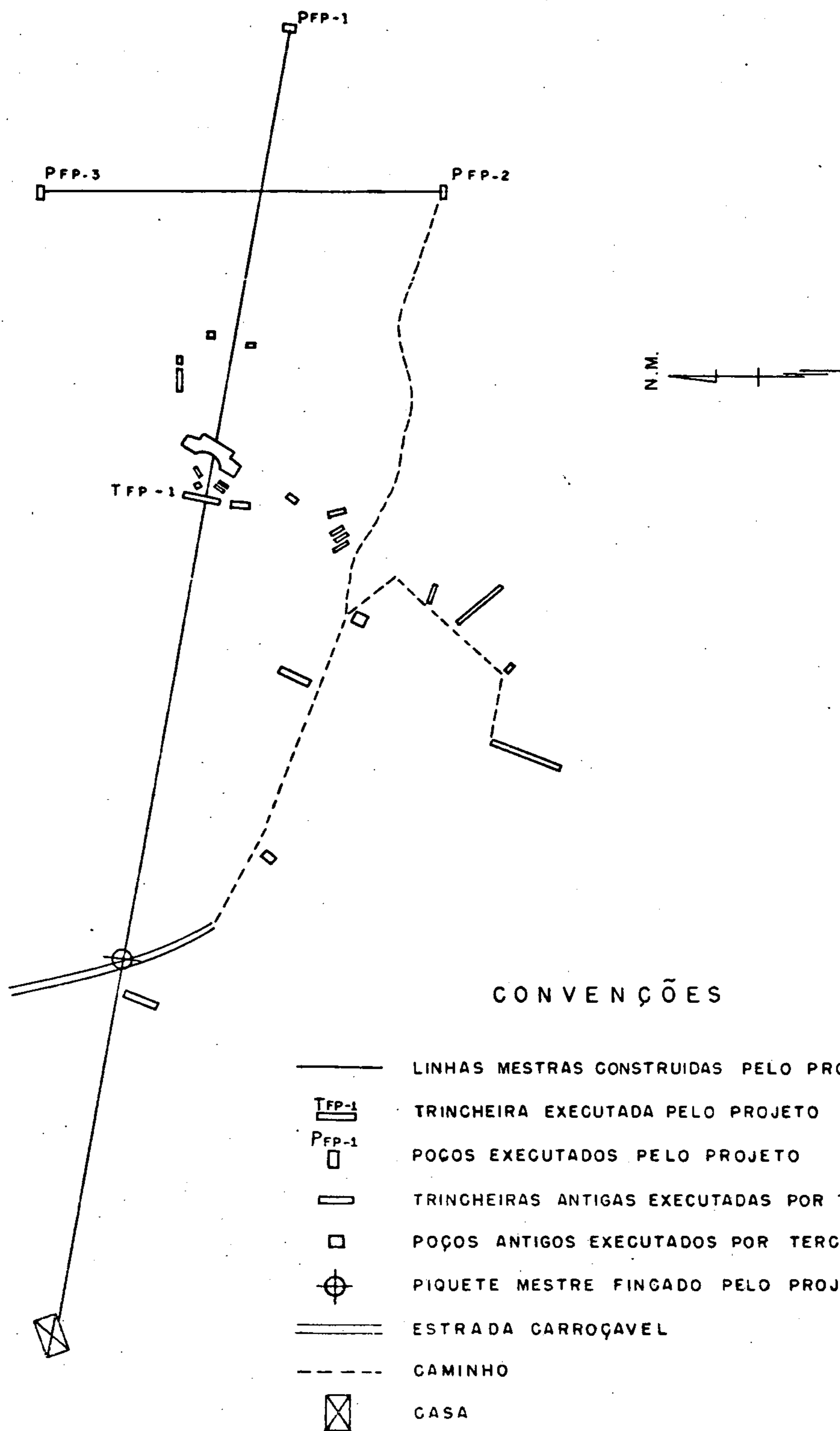
Foram cadastradas e estudadas seis ocorrências de minério de manganês na área do Projeto. Estão localizadas nas folhas de Uruoca, Santa Terezinha, Ibuguaçu e Ibuguaçu. Ocorrem geralmente sob a forma de lentes ou corpos alongados desagregados (blocos, seixos e matações) por vezes relacionados a zonas de falhas. O minério manganêsífero é representado por minerais do grupo da psilomelona, pirolusita-polianita e hausmanita, contendo ainda hematita e quartzo. Possui coloração preta a cinza escura, textura maciça ou por vezes brechóide-silicificada. O minério manganêsífero acha-se encaixado nas rochas do Complexo Migmatítico-gnáissico e grupos Martinópolis, São José e Jaibaras. Está intimamente relacionado a processos epigenéticos e singenéticos.

A ocorrência de Cotovelo (Nº 29) está situada a 3 km da cidade de Martinópolis, sendo alcançada através de estradas estadual e carroçável, de rumo sudeste. Trata-se de minério manganêsífero, com aspecto brechóide, contendo limo

nita e quartzo criptocristalino. A silicificação do material por vezes se torna bem destacada. Possui cor preta, é algo pulverulento e ocorre sob a forma de grandes blocos que se estendem por cerca de 500 metros, acompanhando a falha de Xixás, no rumo aproximado nordeste-sudeste. Está encaixado concordantemente em rochas xistosas (paleossoma) do Complexo Migmatítico-gnáissico que, localmente, apresentam-se bastante alteradas. Próximo e em contato com a porção sudoeste dos blocos de minério aflorante, tem-se a presença de dique de microquartzodiorito com direção N-S.

A ocorrência de manganês de Bodega (Nº 30) está situada na fazenda de mesmo nome, a este da vila de Santa Teresinha distando, aproximadamente, 30 km de Granja (sede municipal) por estrada carroçável. Este manganês foi objeto de estudo por técnicos da SUDENE (Santos, 1963) e PROMISA (1977), não tendo sido, porém, divulgados os resultados deste último trabalho. No local da ocorrência são encontrados vários poços com profundidades variáveis de 0,5m a 8m, utilizados na delimitação do corpo de minério (Fig. 49). A faixa mineralizada corresponde a um corpo alongado segundo $N 50^{\circ} E$ e com área estimada em 250m x 15m. O minério ocorre em blocos angulosos e pequenos afloramentos de canga manganésifera expostos na encosta e na parte mais elevada de uma suave ondulação do relevo; bem como em camadas, aparentemente tabulares com atitude $35^{\circ}/170^{\circ} Az$, visíveis no fundo dos poços abertos para pesquisa. O solo local é argilo-arenoso avermelhado, contendo blocos angulosos de quartzo, arenito, conglomerado e nódulos de manganês e calcário, chegando a medir, às vezes, até 2m de espessura. O contato do minério com a encaixante é definido por uma zona intemperizada caracte-

CROQUI DA OCORRÊNCIA DE MANGANÊS DE BODEGA



ESCALA 1:2.000

rizada pela presença de blocos de manganês de aspecto terroso e pulverulento, abaulados, e ainda por fragmentos da rocha encaixante envolvidos por manganês, cujos blocos variam gradativa e lateralmente, tornando-se mais porosos e menores até constituir parte da matriz da rocha encaixante fresca, de aspecto conglomerático. Esta rocha encaixante é brechóide, compacta e polimicta constituído de seixos de quartzo, filito, arenito e calcário, aflorando ao sul do corpo mineralizado, a cerca de 150 m do mesmo.

O minério exposto no fundo dos poços é negro a cinza chumbo, compacto, maciço, fraturado, apresentando ocasionais inclusões de veios de quartzo. Na superfície, ao contrário, este é escuro, terroso, cavernoso e forma blocos abaulados, cujo material suja as mãos. Esporadicamente são vistas estruturas "coloformes" em leitos sucessivos, bem como, com mais frequência, fraturas na encaixante preenchidas por manganês puro.

Dentre os minerais presentes, foram identificados, por análise calcográfica os minerais do grupo da psilomelana com microfraturas preenchidas por minerais do grupo da pirolusita-polianita, além de diminutos cristais de calcopirita inclusos na massa mineral dominante, no caso, a psilomelana: em três análises químicas quantitativa do minério, duas de Moraes & Prado (1974) e uma deste Projeto, foram determinados os teores abaixo relacionados:

AMOSTRA	% Mn	% Fe	% SiO ₂	% P	% S	% H ₂ O
JF-R-49	27,5	-	25,4	0,12	0,01	0,8
JF-R-50	41,0	-	4,5	0,14	0,01	0,7
FP-R-002A	42,0	10,9	2,8	0,11	0,01	1,9

Os teores dos elementos minerais pesquisados, conforme vistos acima, foram satisfatórios e qualificam o minério de manganês de Bodega como aceitável para indústria.

Santos (op. cit.), tomando por base a área de ocorrência do corpo mineralizado e sua espessura, calculou uma reserva indicada estimada em 25.000 t. de minério.

O manganês de Bodega é do tipo epigenético secundário e se constitui de um corpo mineralizado preenchendo fraturas existentes no conglomerado Massapê. O aparecimento do minério de manganês envolvendo completamente restos do conglomerado comprovam a origem secundária para o mesmo. Por sua vez a associação do minério com veios e massas de quartzo indica uma provável influência de processos hidrotermais, que teriam sido os responsáveis pelo transporte do minério primário que, muito provavelmente, foi fornecido pelas concentrações manganésíferas existentes nos metapelitos do Grupo Martinópolis, conforme é observado nos filitos que afloram a cerca de 1,5 km a SO do depósito em causa. Os leitos sucessivos de manganês com estrutura coliforme observados na ocorrência deixam entrever diversos estágios ou, talvez, um único estágio acontecido em meio aquoso, o qual favoreceu o resfriamento rápido do fluido ascendente formando estruturas coliformes sucessivas, análogas às estruturas almofadadas acontecida nos derrames vulcânicos submarinos, denunciando desta forma, a participação de fenômenos hidrotermais observados com frequência na região.

A ocorrência de Saco (Nº 31) está situada a cerca de 2,5 km da vila de Santa Terezinha. Trata-se de minério manganésífero, friável, de aspecto terroso, ocorrendo sob

a forma de seixos e concreções disseminados em uma matriz argilo-arenosa, associados a seixos de quartzitos e filitos. Forma blocos e matações dispersos sobre o solo em zona de falha, sem direção preferencial. Deve tratar-se provavelmente dum enriquecimento supergênico local, associado a oxidação, na zona decomposta do Conglomerado Massapê (Grupo Jaibaras) que é a rocha aflorante na região. É apenas uma pequena ocorrência sem nenhuma expressão econômica.

A ocorrência de Santa Terezinha Velha (Nº 32) dista apenas 800 metros da vila de Santa Terezinha no rumo sul. O minério apresenta-se sob a forma de blocos, seixos e matações de canga manganesífera-laterítica de coloração castanha, aspecto brechóide e silicosa. Aflora num topo de uma suave ondulação do terreno, orientado segundo 300° Az, na região de contato (falha) entre os filitos da Formação Santa Terezinha e os sedimentos Jaibaras, ocupando área de aproximadamente 80m x 50m. Parece tratar-se de canga originada pela ação do intemperismo em rochas contendo ferro - manganês (enriquecimento supergênico). Não apresenta nenhum significado econômico.

A ocorrência de Ferreira (Nº 33) dista cerca de 3 km da vila de Santa Terezinha, sendo alcançada através de uma estrada carroçável precária de rumo sudoeste. Trata-se de minério de manganês associado a ferro, com aspecto terroso, contendo vacúolos preenchidos por pirolusita, psilomelona e quartzo. Forma pequenos leitões lenticulares, encaixados concordantemente em quartzo-filito da Formação Santa Terezinha da zona de falha (contato) entre esta e os sedimentos Jaibaras. É apenas uma pequena ocorrência sem nenhuma expressão econômica.

A ocorrência de manganês de Oitís (Hº 34) está situada no flanco nordeste da serra da Ibiapaba, localizada em Oitís, região que fica a cerca de 9 km a sudeste do povoado de Ibuguaçu, sendo ligada a cidade de Granja por uma estrada carroçável com extensão de, aproximadamente, 78 km. A acessibilidade ao depósito é precária devido a sua localização em região acidentada, flanco de serra, numa cota de aproximadamente 100 metros acima da superfície aplainada regional.

A zona mineralizada corresponde a uma faixa de, aproximadamente, 200 metros de largura e extensão superior a 500 metros destacando-se, morfológicamente, por apresentar um relevo mais acentuado, um pouco abaulado e alongado segundo NNO, coincidindo com a direção estrutural regional. É constituída por blocos mineralizados encontrados tanto nos vales profundos dos riachos que drenam as encostas da serra, quanto nas partes mais elevadas da faixa mineralizada. Num dos vales transversais a esta faixa foi medida espessura superior a 5 metros para o manto mineralizado, cuja possança parece aumentar em direção à linha longitudinal da zona mineralizada. Esta faixa parece estar limitada a sudeste por uma falha NE-SO, provavelmente responsável pelo enriquecimento local da mineralização. Na parte sul da ocorrência, o minério aflora numa extensão de 50 metros segundo a direção aproximada de N 45° E, com espessura da ordem de 10 metros, onde se apresenta intensamente fraturado e cortado por veios de sílica.

O minério é negro, bastante silicificado e fraturado, apresentando-se em forma de blocos de tamanhos diversos, desde seixos até matações, com superfície de brilho me-

tálico e fraturas preenchidas por sílica, ora maciços e compactos, ora mais porosos e de aspecto terroso contendo incrustações do minério. Estes blocos estão associados, com frequência, a blocos de quartzo e de metachert ferro-manganesífero. Em alguns blocos foram observados bandeamentos e microdobramentos.

O estudo da geologia que envolve a área do manganês é um pouco complicado, devido ao acúmulo de colúvios e à tectônica ratural local. Os filitos ardoseanos (sericita-quartzo-clorita-filito) expostos nos flancos da encosta, a norte da ocorrência, são cinzentos, muito xistosos, com superfície brilhante, deformados, dobrados, fraturados e, localmente, impregnados de óxido de ferro e manganês. Em análise microscópica, apresentam-se constituídos por quartzo, sericita, biotita, clorita, opacos, turmalina, granada, zircão, minerais argilosos e leucoxênio.

No limite sul da ocorrência de manganês aflora uma sequência bandada, constituída por alternâncias de ferro, manganês e sílica, coberta por colúvio, cujo horizonte bandado apresenta espessura superior a 4 metros e aparenta continuidade vertical. A sudeste, nas proximidades desta ocorrência, aflora quartzo-xisto em contato tectônico com os filitos. Este xisto apresenta-se bastante deformado, com superfície muito brilhante, pouco alterada, constituído principalmente por sericita e quartzo. Ao microscópio apresentou ainda, biotita, clorita, turmalina, opacos, minerais argilosos e óxido de ferro.

Do ponto de vista estrutural, a ocorrência de manganês de Oitís está situada na zona de fechamento de uma sinclinal invertida, com terminação perissinclinal, plano

axial mergulhando para ESE, eixo com direção NNE e "plunge" SSO, correspondendo a extremidade sul da estrutura.

O arranjo lito-estrutural da região de Oitís é similar àquele desenvolvido na região de São José, onde ocorre metachert ferrífero havendo, portanto, grandes possibilidades de constituírem um horizonte estratigráfico único. Entretanto, em termos genéticos, a sedimentação rítmica de ferro e manganês indica, para a sequência de Oitís, um ambiente mais instável do que na região de São José, cujo Ph, na época de deposição, apresentou oscilação na alcalinidade permitindo a deposição ora de manganês, ora de ferro, o que não deve ter ocorrido na bacia de deposição de São José, onde o manganês é ausente.

Numa análise calcográfica do minério feita pelo Projeto foram identificados hematita, pirolusita-polianita e hausmanita (?). Contudo, com base num número maior de análises, Costa et alii (1973) e Moraes & Prado (1974) verificaram que os minerais minérios mais frequentes são pirolusita e psilomelana, sendo o quartzo o principal mineral da ganga, ocorrendo sob a forma de veios com espessura de 1 mm até vários centímetros e também como massas irregulares. Costa et alii (op. cit.) descreveram, no minério, uma textura automórfica (granada) a xenomórfica de substituição e preenchimento na qual a granada manganésifera (espessartita) ocorrendo em agregados idiomórficos é substituída parcialmente por hidróxido de ferro e minerais de manganês. O hidróxido de alumínio, em finos agregados granulares, ocupa perfeitamente, a forma herdada dos cristais de granada ou constituem, localmente, massas intersticiais. Nas massas maiores, os opacos estão representados por limonita e criptomelana, e parcial

mente substituídos por agregados de pirolusita. Uma outra análise microscópica do minério mostrou uma granulação geralmente grosseira, onde a pirolusita-polianita se destaca, aparecendo em cristais xenomórficos bem desenvolvidos associados quase sempre a cristais desenvolvidos de hematita. Observa-se certa tendência da pirolusita-polianita em preencher finas microfraturas na rocha. Associado, em forma de ganga, aparece um mineral em cristais fibrosos de baixo poder refletor, anisotrópico, com geminação lamelar, provavelmente hausmanita. Os sulfetos são raros e aparecem em diminutos cristais associados aos óxidos de Fe e Mn.

A origem do manganês de Oitís como se observa no seu modo de ocorrência em blocos e matações cortados por veios de sílica, distribuídos segundo uma direção preferencial ao longo de falhamento longitudinal, é epigenética, oriunda provavelmente de hidrotermalismo atuando ao longo do falhamento sobre um horizonte de metachert ferromanganesífero aflorante na região. Este metachert pode provavelmente ter sido um sedimento de final de evento ou, ainda, um sedimento que tenha sofrido contribuição vulcânica. A atuação de fenômenos supergênicos na formação do minério é uma possibilidade que também não deve ser afastada.

Em seis análises químicas comerciais do minério, duas (1 e 2) de Costa et alii (op. cit.) três (52, 53 e 54) de Moraes & Prado (op. cit.) coletadas na superfície com espaçamento aproximado de 100 metros e uma (34) deste Projeto, coletada em superfície na parte sul da ocorrência, obtiveram-se os valores abaixo relacionados, nos quais foram determinados teores médios de 22,6% de Mn 25,8 de SiO₂ e 15,2% de Fe.

AMOSTRA	% Mn	% SiO ₂	% Fe	% P	% S	% Al ₂ O ₃	% H ₂ O
01	29,8	20,5	12,4	-	-	2,40	-
02	23,5	26,9	16,2	-	-	4,20	-
52	19,8	24,6	-	0,08	0,01	-	2,7
53	21,4	30,9	-	0,11	0,02	-	0,7
54	24,9	19,8	-	0,10	0,01	-	1,8
34	17,6	22,3	17,0	-	-	-	-

Os resultados apresentados mostram um teor de manganês baixo com percentagens elevadas de sílica e ferro. O fósforo, a alumina e enxofre não prejudicarão um aproveitamento do manganês já que os seus teores são suficientemente baixos. Estes resultados, embora desfavoráveis no momento, em termo de manganês poderão, no futuro, ser vistos de forma diferente uma vez que, a cada dia, os teores limites baixam com a carência de novos suprimentos para indústria.

Em termos de concentração, supõe-se que a zona mineralizada de melhor qualidade estará situada ao longo do falhamento NE-SO que é também, o local mais favorável para início de uma pesquisa preliminar.

11.2.9 - Sulfetos (Cu, Pb e Zn)

Na fazenda Boa Vista, distante cerca de 18 km da cidade de Martinópolis no rumo aproximadamente nordeste (município de Martinópolis), nas regiões situadas a sul e ao longo da falha de Paulista estão em fase de desenvolvimento através da CPRM, trabalhos de mapeamento geológico à escala 1:10.000, geoquímica de solo, geofísica e sondagem rotativa, visando determinar a viabilidade econômica dos sulfetos existentes na região.

Algumas outras regiões situadas entre as falhas de Paulista e Xixás, também foram pesquisadas através da Mineração São José.

Inicialmente foram requeridas 17 áreas (17.000 ha) para pesquisas, sendo o objetivo primordial o estudo de metais básicos - cobre, chumbo e zinco - em minérios sulfetados. Em resumo, o alvo do programa proposto é a pesquisa de mineralizações polimetálicas estratiformes do tipo Zn - Pb - Cu - Ag, de filiação vulcanogênica nos municípios de Martinópolis, Uruoca, Senador Sá e Marco.

A área inicialmente pesquisada encontra-se situada entre as falhas de Paulista (limite norte) e Xixás (limite sul) onde foi encontrado o primeiro nível mineralizado que mantém persistente associação espacial com a falha de Paulista. Segundo Costa et alii (1978), na fazenda Boa Vista tem-se um típico chapéu de ferro, com extensão longitudinal segundo 30° Az de 800 metros e largura média de 40 metros, com postura subvertical. Amostras contendo "box works" limoníticos e silicosos, coletadas e analisadas através de espectrografia de emissão, revelaram teores bastante elevados de Zn, Pb, Cu e Ag. São raros os locais, em superfície, onde ocorrem minerais secundários de Pb, Zn e Ag. Os encontrados restringem-se a anglesita, calamina (?), piromorfita e hemimorfita (?).

Com a finalidade de testar em sub-superfície a existência de mineralização sulfetada primária e obter-se

subsídios geológicos foi feito em Boa Vista através da CPRM um furo pioneiro (furo 01) com inclinação de 50° e profundidade alcançada de 250,25 m de extensão, representando diferença de cota para a boca de 192 m. Apesar deste furo não ter detectado uma mineralização de porte, não invalida de modo algum a sua realização pois confirmou a existência de uma mineralização sulfetada em Cu - Pb e Zn, além de uma sequência tipicamente vulcano-sedimentar.

Neste furo, a partir da cota - 65m (relação à boca), começa a aparecer sulfetos. Macroscopicamente foram observados em testemunhos da sondagem pirita, calcopirita, galena, esfalerita e bornita (?). A pirita ocorre disseminada, em cristais milimétricos aglomerados, em vênulas concordantes com o S_0 ou preenchendo fraturas. A calcopirita ocorre sob a forma de cristais disseminados, em vênulas ou parcialmente agregados. A galena apresenta-se em cristais milimétricos disseminados, em veios e agregados bem cristalizados de espessura milimétrica a centimétrica e maciça. Por vezes, pode formar tipo de "stock-work" aberto com galena disseminada entre veios. A esfalerita encontra-se sempre associada a galena e apresenta-se sob a forma de grãos centimétricos agregados.

Costa et alii (op. cit.) consideram o jazimento como de tipo estratiforme de natureza polimetálica.

Segundo Hutchinson (1973) a associação Pb - Zn - Cu e pirita, com prata associada, caracteriza um jazimento vulcanogênico, comumente associado a vulcanismo félsico calco-alcalino a intermediário, o que significa uma origem vulcano-sedimentar para a mineralização existente em Boa Vista.

A existência de minério sulfetado na passagem de lava dacítica (vulcanito) para calcoxistos (metassedimento) no furo 01 realizado em Boa Vista (Fig. 50) é um forte indício de que a mineralização tem ligações com fenômenos de característica vulcanogênica. Isto pode ser observado macroscopicamente nos testemunhos de sondagem pertencentes ao furo 01.

Barbosa (1978) salienta a possibilidade de mineralização epigenética ocorrida durante a atuação de fenômenos cataclásticos que afetaram a sequência vulcano-sedimentar.

Fenômenos de hidrotermalismo detectado através de sondagens, possivelmente têm ligações com os observados nas regiões de Pedra Verde e Oitís. No caso de Boa Vista este hidrotermalismo se manifesta através de notável carbonatação na sequência de rochas vulcano-sedimentares.

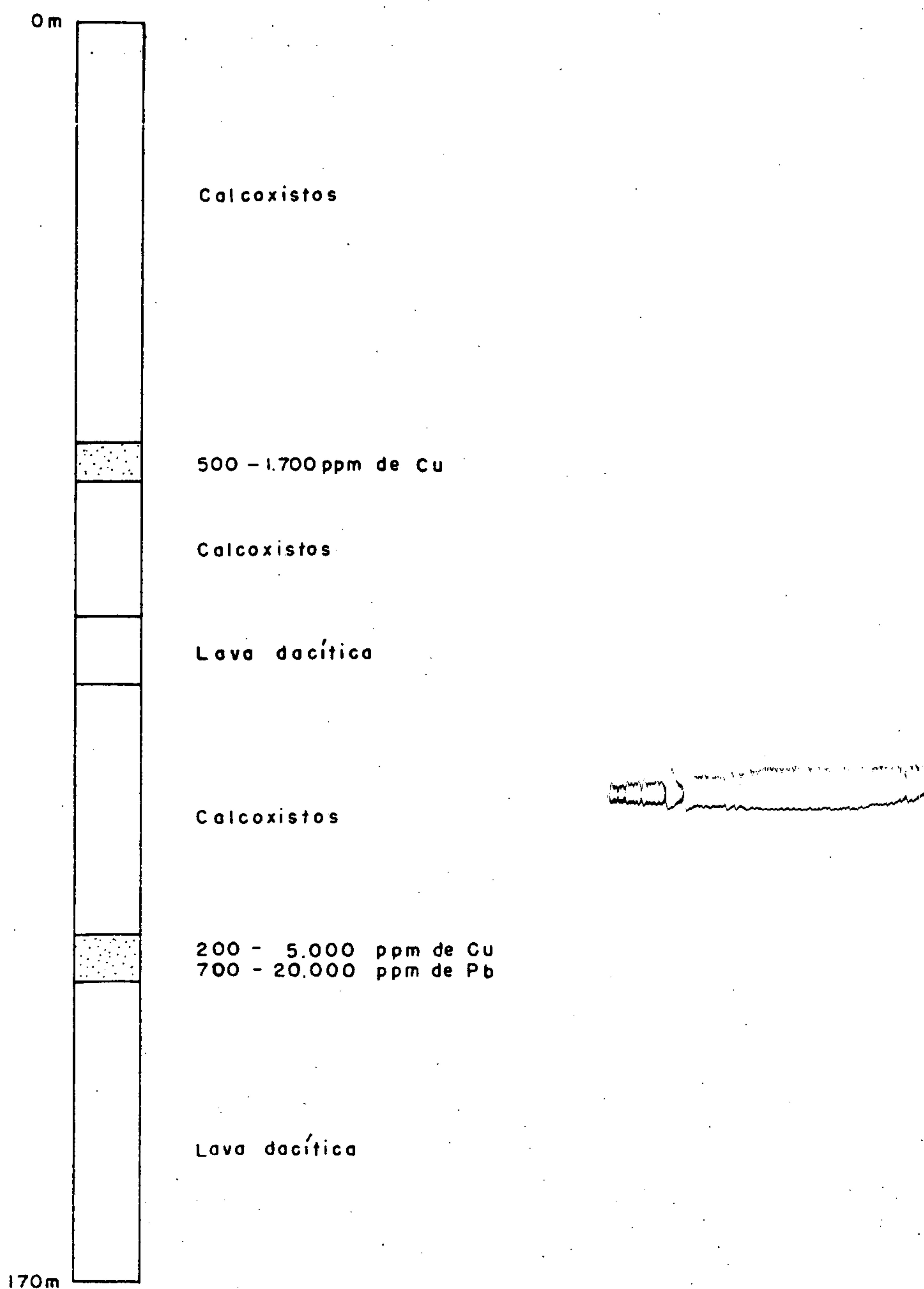
Os estudos realizados na fazenda Boa Vista, tanto em superfície quanto em profundidade, determinaram uma sequência de característica vulcano-sedimentar típica pertencente ao Grupo São José, depositada em bacia de grande instabilidade tectônica.

Localmente o Grupo São José está representado por metagrauvacas, metapsamitos, metapelitos, metacherts ferríferos, calcários, calcopelitos e vulcanitos.

Em termos geotectônicos, o Grupo São José sofreu os efeitos de uma tectônica plicativa e ruptural, constituindo localmente um bloco abatido delimitado pelas falhas de Xixás (sul) e Paulista (norte), ocupando partes das folhas de Santa Terezinha, Uruoca, Martinópolis e Panacuí.

A partir de testemunhos de sondagens realizadas

FIGURA ILUSTRADA DE PARTE DO FURO - 03
(PROJETO URUOGA) NA LOCALIDADE DE BOA VISTA



pela DIVPEP-CPRM e de análises petrográficas dos mesmos, requeridas pelos projetos Uruoca e Martinópolis foram descritos inúmeros tipos litológicos representados por metapelitos, metagrauvas, metagrauvas conglomeráticas, brechas, brechas sílico-calcíferas, calcários, calcofilonitos, calcóxistos, metacherts, grauvas conglomeráticas vulcânicas e vulcanitos que se intercalam.

O quadro abaixo mostra alguns dos tipos litológicos do furo 01 (Projeto Uruoca), baseando-se em análises petrográficas realizadas pelo Projeto Martinópolis em testemunhos de sondagem.

AMOSTRA		PROF.	CLASSIFICAÇÃO
Nº de Campo	Nº de Laborat.	(em m)	
1729-MS-R-064A	FBA-461	71	Brecha sílico-calcífera
1729-MS-R-064B	FBA-462	79	"
1729-MS-R-064C	FBA-463	83,50	"
1729-MS-R-064D	FBA-464	86,30	"
1729-MS-R-064E	FBA-465	89	Quart.-ser.-xisto-brechoide
1729-MS-R-064F	FBA-466	129	Pórfiro vulcânico alterado
1729-MS-R-064G	FBA-467	151	Quartzoporfirito
1729-MS-R-064H	FBA-468	174,50	Pórfiro vulcânico alterado
1729-MS-R-064I	FBA-469	195,50	Quartzoporfirito
1729-MS-R-064J	FBA-470	200	Brecha
1729-MS-R-064K	FBA-471	231,50	Brecha
1729-MS-R-064L	FBA-472	233,50	Pórfiro ácido alterado
1729-MS-R-064M	FBA-473	236,50	Brecha
1729-MS-R-064N	FBA-474	244,50	Brecha

Através das análises petrográficas, espectrográficas e absorção atômica para Cu, Pb, Zn e Ag, constatou-se a

existência de mineralizações sulfetadas, de preferência, nas metagrauvacas conglomeráticas, brechas e vulcanitos.

As metagrauvacas conglomeráticas encontram-se mineralizadas principalmente em calcopirita. São rochas de coloração verde escuro com matriz afanítica, contendo seixos e grãos fragmentados de material quartzítico e fraturas preenchidas por carbonatos (filetes). Microscopicamente, são constituídas por quartzo, clorita, carbonato, sericita, opacos, plagioclásio, turmalina, pirita e calcopirita. Na matriz metapelítica (sericita, clorita e quartzo finamente granulados) encontram-se distribuídos seixos e grãos mal selecionados de metachert e quartzo, bastante deformados e orientados. A textura é predominantemente lepidoblástica e, por vezes, ocorrem intercalações metandesíticas.

As brechas mineralizadas em galena, esfalerita e calcopirita são rochas de coloração clara, compactas, calcossilicosas, formadas por fragmentos de rochas imersos numa matriz mesoscopicamente indistinta. Nas secções delgadas são constituídas por carbonato fragmentos de rochas, quartzo, sericita, galena e esfalerita. A matriz é fina, microcristalina e carbonática. e, por vezes, se confunde com os fragmentos devido a disposição desordenada dos componentes. Na matriz aparecem dispersos raros fragmentos de quartzo e inúmeros fragmentos de rochas (metagrauvacas, cherts e brechas silicosas) angulosos e mal selecionados.

Os vulcanitos ocorrem formando níveis intercalados e interdigitados em brechas, metagrauvacas, metapelitos e calcopelitos. Apresentam por vezes incipiente metamorfismo e, no geral, possuem composições andesítica, dacítica e riódacítica. São mineralizados principalmente em calcopirita e galena.

na sob a forma de grãos disseminados. Microscopicamente são constituídos por plagioclásios, clorita, carbonato, sericita, quartzo, opacos e biotita. Mostram matriz microcristalina orientada e textura microporfírica de aspecto fluidal.

Os minérios principais de Boa Vista são: cobre, chumbo e zinco. Os teores encontrados no furo 01 variam bastante de um ponto a outro (profundidade). Em amostras coletadas e analisadas por Costa et alii (op. cit.) foram registrados valores variáveis de 0,02% a 0,5% (Zn) e 0,07% a 2% (Pb).

Através da equipe de sondagem do Projeto Uruoca (CPRM-DIVPEP), foram realizados, até ao momento, 15 furos na área da fazenda Boa Vista. Os trabalhos continuam em desenvolvimento com a finalidade de se definir o potencial mineral da área enfocada. Os resultados parciais obtidos até ao momento são animadores.

11.3 - Esboço metalogenético

Nos mapas geológicos deste Projeto (Anexos) observa-se que grande parte da área em causa é constituída de rochas do embasamento do escudo brasileiro, na sua maioria de origem ligada a processos metamórficos de âmbito regional.

Parte destas rochas está agrupada litoestratigraficamente nos grupos Martinópolis e São José, constituídos essencialmente por rochas metassedimentares (metapsamitos e metapelitos), formando uma extensa faixa central alongada segundo uma direção aproximadamente sudoeste-nordeste, preservada entre falhas, resistindo aos processos de migmatização que atuaram em ambos os extremos da faixa supracitada.

A outra parte está agrupada nas unidades Complexo Migmatítico-gnáissico e Diques Ácidos, ambas de idade pré cambriana, sendo que a primeira ocupa extensas áreas e circunda as faixas de rochas metassedimentares.

Todas estas rochas de idade pré-cambriana encontram-se intensamente dobradas e associadas a uma tectônica ruptural exuberante, refletida por falhas transcorrentes e de gravidade de consideráveis dimensões, resultantes dos vários estágios compressionais e distensionais que atuaram na região.

Dentro deste contexto, a área correspondente à faixa das metassedimentares foi incluída em um modelo de característica geossinclinal com desenvolvimento em bacia linear, implantada na plataforma transamazônica.

Metalogeneticamente, o Grupo São José é a unidade pré-cambriana mais importante da área por guardar as principais mineralizações, como as de sulfetos de cobre, chumbo e zinco, manganês, ferro (metacherts ferríferos) e calcário cristalino.

As mineralizações sulfetadas se caracterizam pela associação pirita-galena-esfalerita-calcopirita que, segundo Hutchinson (1973), tem sua gênese relacionada a rochas vulcânicas calco-alcalinas a intermediárias. Isto é bem observado nas regiões da Fazenda Boa Vista, Pedra Verde e São José, caracterizadas pela presença de Cu, Pb e Zn em rochas do Grupo São José. O fato de terem sido registrados maiores valores de Pb e Zn, significa, segundo Bouladon (1977), que a fonte destas mineralizações seja do tipo distal, isto é, a fonte de fornecimento estaria além dos 40 km.

Foi confeccionado um mapa metalogenético sobre uma base geológica-estrutural simplificada, no qual acham-se representadas as ocorrências minerais cadastradas e classificadas tipologicamente.

Foram cadastradas 35 ocorrências minerais que se encontram relacionadas na tabela abaixo, com os respectivos números correspondentes a quantidade de ocorrências cadastradas e aos n^{os} de fichas de cadastro.

Principal minério ou elemento econômico	N ^o de ocorrências cadastradas	N ^o de fichas de cadastro
Argila	01	01
Calcário	07	02 a 08
Cobre	01	09
Cristal de rocha	04	10 a 13
Diatomito	02	14 e 15
Ferro	12	16 a 27
Grafita	01	28
Manganês	06	29 a 34
Sulfetos de Cu, Pb e Zn	01	35

Estes minerais ou elementos econômicos existentes na área do Projeto foram reunidos dentro de uma classificação tipológica do ponto de vista genético, resultando nos seguintes tipos:

- 1 - De origem sedimentar
 - Argila
 - Diatomito
- 2 - Relacionadas ao metamorfismo regional
 - Calcário cristalino
 - Ferro

Grafita

- 3 - Relacionada a processos puramente hidrotermais
Cristal de rocha
- 4 - Relacionadas a processos vulcano-sedimentares
Cobre de Pedra Verde
Sulfetos de Cu, Pb e Zn da Fazenda Boa Vista
Ferro (metacherts)
- 5 - Relacionada a processos epigenéticos
Manganês

A ação do metamorfismo regional, dos processos epigenéticos (secundários) e vulcano-sedimentares contribuíram, em grande parte, para a formação da maioria destes depósitos minerais.

Observando o mapa metalogenético verifica-se que as ocorrências, em sua grande maioria, acham-se localizadas no âmbito das rochas metassedimentares (grupos Martinópolis e São José), à exceção de algumas ocorrências de manganês que se encontram inteira ou parcialmente associadas aos conglomerados da Formação Massapê e das ocorrências de diatomito e argila, associadas às rochas cenozóicas.

Das ocorrências cadastradas, apenas um pequeno depósito de argila e dois de diatomito originaram-se exclusivamente pela atuação de processos sedimentares. A argila é plástica, de cor cinza escura, homogênea e proveniente da sedimentação das aluviões argilosas do riacho Gamboa. As ocorrências de diatomito estão relacionadas aos sedimentos do Grupo Barreiras Indiviso, formando camadas lenticulares.

As ocorrências de calcário cristalino (sete), geralmente assumem a forma lenticular concordante com a estrutura regional e são sempre encontradas no seio de rochas pré-

cambricas. Trata-se de calcários bem cristalizados, textu
ra sacaroidal e coloração cinza clara a esbranquiçada. Tiver
am origem na atuação do metamorfismo regional sobre níveis
calcíferos e dolomíticos existentes no Complexo Migmatítico-gná
issico e nos grupos Martinópolis e São José.

Onze das doze ocorrências de ferro estudadas es
tão ligadas à ação do metamorfismo regional sobre sedimen
tos ricos em ferro e sílica. As ocorrências se constituem
de corpos lenticulares concordantes com a estrutura regio
nal, de aspecto itabirítico e constituídas principalmente
por hematita, goethita, magnetita e quartzo. Como encaixa
ntes apresentam rochas do Complexo Migmatítico-gná
issico e dos grupos Martinópolis e São José.

Ainda sob a ação do metamorfismo regional, formou
se a única ocorrência de grafita cadastrada. Ela ocorre dis
seminada ou em leitos milimétricos concordantes ou não com
a xistosidade do biotita-gnaiss que é a rocha encaixante.

Relacionadas a processos puramente hidrotermais,
estão as ocorrências de cristal de rocha. Nelas, encontram-se
drusas e cristais de quartzo hialino e blocos de quartzo
leitoso, distribuídos em filões e veios concordantes ou não
com as rochas encaixantes pertencentes ao Complexo Migmatí-
tico-gná
issico e a Formação São Joaquim.

As concentrações de sulfetos de Cu, Pb e Zn e as
mineralizações em Ag da região de Pedra Verde e da fazenda
Boa Vista, foram imprimidas por processos hidrotermais atua
ndo sobre a sequência vulcano-sedimentar do Grupo São José,
cujo enriquecimento primário teria acontecido quando da de
posição do grupo e das emissões vulcânicas mineralizadas,
fenômenos que ocorreram simultaneamente, já que se observam

intercalações de vulcanitos e rochas metassedimentares, am
bas mineralizadas.

11.4 - Áreas prospectivas

Interpretando os dados que surgiram com esse Pro
jeto e compatibilizando-os com as informações que haviam sido
obtidas anteriormente, foram selecionadas algumas áreas
que despontam como mais promissoras e que justificariam pesquisas
mais detalhadas.

Entre as áreas selecionadas, cinco retêm boas possibilidades
no tocante aos jazimentos vulcanogênicos que se
caracterizam pela associação Cu-Pb-Zn-Ag. Em duas delas, as
regiões de Pedra Verde e fazenda Boa Vista, as pesquisas já
estão bem adiantadas, sendo desenvolvidas pela MINVISA e
CPRM, respectivamente. A essas duas áreas, o Projeto Martinópole
anexa a área situada entre as falhas de Paulista e
Xixás, uma área na região de São José e outra em Oitís,
áreas estas prospectáveis para o mesmo tipo de jazimento,
considerando: a semelhança de sequências litológicas entre
todas as áreas citadas; a localização da fazenda Boa Vista
entre as falhas de Paulista e Xixás; e as anomalias em sulfetos
só não registradas na região de Oitís. Portanto, é válido
que para essas áreas sejam programadas pesquisas mais objetivas,
com a vantagem de poder aperfeiçoar a metodologia
empregada em Pedra Verde e na fazenda Boa Vista ou, se for
o caso, usar outros métodos.

A partir da interpretação dada às várias anomalias
em ouro, foi possível separar duas áreas que justificariam
novas pesquisas no sentido de localizar concentrações auas

ríferas. Uma delas, a região de São Joaquim que, considerando os valores anômalos, tem prioridade, com as pesquisas devendo se iniciar com uma prospecção geoquímica aluvionar. A outra área é a região da serra da Ibiapaba que poderia ser melhor estudada tendo em vista o valor de 0,85 ppm em ouro, registrado num dos riachos que drenam a serra e, ainda, a série de anomalias menores catalogadas nesta mesma área.

Observando as diretrizes da atual política mineral, o depósito de manganês de Bodega pode se tornar economicamente viável, mas não isoladamente. Poderia ser aproveitada caso fosse implantada uma mini-siderurgia, com a finalidade de atender depósitos potencialmente mais ricos existentes no Estado do Ceará. Condicionados à realização desse programa siderúrgico ficariam novos estudos em Bodega, para definir a viabilidade do depósito, já que os trabalhos realizados não dispõem de resultados absolutos para as dimensões do corpo manganésífero.

Finalizando, as diversas ocorrências de ferro, algumas com dimensões apreciáveis, sugerem a programação de pesquisas, usando os parâmetros já estabelecidos, na tentativa de reconhecer novas ocorrências com teores e dimensões mais favoráveis. Esta sugestão cabe também perfeitamente no que se refere à procura de novas ocorrências manganésíferas.

C O N C L U S Õ E S

12 - CONCLUSÕES

A medida em que os trabalhos iam se desenvolvendo foram surgindo fatos, até então desconhecidos, que permitiram uma melhor compreensão do comportamento estrutural, litológico e, em especial, do potencial econômico da área do Projeto Martinópolis.

Do ponto de vista litológico, obteve-se uma melhor individualização dos mais diversos tipos de litologias e, a partir daí, foram criadas novas unidades de caráter lito-estratigráfica, que englobaram essencialmente rochas do Pré-Cambriano, mantendo-se as unidades mais recentes já consagradas.

As rochas pré-cambrianas ocupam aproximadamente 3/4 da área total do Projeto, representadas por três unidades lito-estratigráficas, formuladas com base nas diferenças litológicas, estruturais e pelo grau metamórfico. A primeira destas unidades e a mais antiga é o Complexo Migmatítico-gnáissico, que compreende os mais diversos tipos de migmatitos homogêneos e heterogêneos, gnaisses, quartzitos, calcários, anfibolitos e cataclasitos, constituintes da plataforma transamazônica sobre a qual, posteriormente, assentaram as outras duas unidades pré-cambrianas: Grupo Martinópolis e Grupo São José.

O Grupo Martinópolis representa o início da instalação de uma fase geossinclinal, com metassedimentos de ambiência miogeossinclinal, tipicamente marinhos transgressivos. Compreende quartzitos, xistos e filitos, os quais, tendo em vista as expressivas áreas de ocorrência, permitiram

uma individualização por áreas de predominâncias, resultando nas formações São Joaquim (quartzitos), Covão (xistos) e Santa Terezinha (filitos).

O Grupo São José reúne rochas de características geotectônicas, litológicas e estruturais diferentes das do Grupo Martinópolis e de um grau de metamorfismo bem mais incipiente. Compreende uma sequência vulcano-sedimentar com metacherts, calcários, metarenitos, metapelitos, metassiltitos, metagrauvacas e vulcânicas intermediárias em parte metamorfisadas. Ocupa estruturas do tipo graben, surgidas numa fase de descompressão, ocorrida já no ciclo Brasileiro.

O Paleozóico e Tércio-Quaternário ocupam a área restante, aparecendo o Grupo Jaibaras, o Sienito de Tucunduba e a Formação Serra Grande como representantes do primeiro período. O Grupo Jaibaras está subdividido nas formações Massapê (basal), Pacujá e Parapuí (médias) e Aprazível (superior). A Formação Massapê reúne conglomerados polimíticos, brechóides, de matriz areno-ferruginosa. A Formação Pacujá, arenitos arcoseanos, arenitos, arenitos grauváquicos e folhelhos. A Formação Parapuí, diques de traquiandesitos e soleiras de diabásio. Finalmente, a Formação Aprazível com conglomerados polimíticos, de matriz areno-argilo-calcífera.

O Sienito de Tucunduba é um corpo intrusivo, grosseiro, porfiróide, com faixas ultra milonitizadas. A Formação Serra Grande encerra a era Paleozóica na área com conglomerados e arenitos grosseiros, arcoseanos ou caulínicos, intercalados por folhelhos e siltitos.

Representando o Cenozóico, aparecem a Formação Ca

mocim com conglomerado mal selecionado, o Grupo Barreiras com sedimentos areno-argilosos, as Coberturas Intramontanas e, finalmente, as aluviões.

A área apresenta um complexo modelo estrutural, especialmente a faixa que encerra as rochas metassedimentares, observando-se inúmeras falhas associadas aos dobramentos, algumas delas estendendo-se de um extremo a outro da área. A sedimentação pré-cambriana média e superior foi comandada por essas geossuturas longitudinais, orientadas segundo NE-SO, e submetidas a contínuos movimentos verticais que se acentuaram no final do Proterozóico, permitindo, inclusive, o extravasamento de lavas associadas as litologias do Grupo São José. A compressão NO-SE e suas componentes secundárias atuaram de maneira cíclica, imprimindo às rochas vergências centrífugas. Posteriormente, essas vergências, submetidas a novas forças compressivas, desenvolveram-se predominantemente para NO, aparecendo bem melhor representadas a oeste do Meridiano de 41° . As dobras são predominantemente cilíndricas, dominando as assimétricas que, por vezes, chegam a ser reviradas. Seus eixos estão orientados segundo NE-SO com mergulhos para ambos os quadrantes, refletindo o estilo escalonado. As fases de descompressão estão registradas nas litologias pré-cambrianas do Grupo São José e na sequência molássica eo-paleozóica do Grupo Jaibaras.

Concorrem para a formulação do Grupo São José, além da sequência litológica particular e parcialmente regressiva e carbonácea, caracteres estruturais como o fenômeno de "slump" observado em metagrauvacas e metassiltitos, microdobramentos oriundos da compactação de metapelitos,

vergências de dobramentos discordantes das do Grupo Martinópolis, superfícies S_1 denunciando apenas uma fase compressiva, fases de deposição rápida, segundo indicam as metagravacas e brechas metassedimentares integradas à sequência do grupo. Entretanto, não se deve afastar por completo a possibilidade do grupo acima tratar-se de uma sequência desenvolvida no final do evento Martinópolis, tendo em vista a não observação de contatos discordantes, a concordância do "trend" estrutural e a individualização por vezes duvidosa em algumas áreas.

Economicamente, o Grupo São José é o que oferece maiores perspectivas por reunir rochas que guardam as mineralizações de Pedra Verde e, mais recentemente, as da fazenda Boa Vista. A compatibilização dessas duas áreas permitiram individualizar a região entre as falhas de Xixás e Paulista como a de melhor perspectiva no tocante a jazimentos economicamente viáveis. Os trabalhos em andamento na fazenda Boa Vista definiram que as mineralizações, não só de cobre como também de chumbo, zinco e prata, estão associadas a uma fase vulcânica, contemporânea à sedimentação calcopelítica e a uma fase hidrotermal, responsável direta pela concentração dos minerais. Das outras duas regiões (São José e Oitís), onde ocorrem o grupo, a primeira parece ser a mais promissora, tendo em vista as anomalias que apresentam em sulfetos e barita e a semelhança litológica com a sequência da Fazenda Boa Vista. Do que diz respeito à jazida de Pedra Verde, um pronunciamento mais preciso continua dependendo dos trabalhos que agora estão se desenvolvendo aceleradamente, já que os teores obtidos anteriormente são pouco animadores.

As ocorrências de ferro, manganês, calcário cristalino, grafita e cristal de rocha têm pouca expressividade econômica se analisadas considerando o atual quadro nacional no tocante a esses jazimentos. As ocorrências de diatomito e argila, quando muito, atendem a demanda de tijolos, telhas e cerâmica.

A prospecção geoquímica se mostrou bastante eficaz, permitindo, através de métodos como o de concentrado de minerais pesados, definir faixas anômalas em ouro e, com ajuda da prospecção aluvionar, seis áreas anômalas em Cu, Pb, Zn e Au. As anomalias em cobre, chumbo e zinco têm uma distribuição bem dispersiva, ora estando associadas às rochas do Grupo São José, ora às do Grupo Martinópolis e ora às do Complexo Migmatítico-gnáissico. No contexto geral ficaram definidas duas regiões prioritárias: a bacia do rio Una - anômalas em Cu, Pb, Zn, Au e Ag; e a região da Serra de São Joaquim, onde foram determinadas as maiores anomalias em Au associadas às rochas da formação de mesmo nome.

O estudo realizado com intuito de esclarecer a origem das principais anomalias geofísicas denunciadas pela integração de mapas geológicos e geofísicos elaborados pelo Projeto Jaibaras e Rio Acaraú, respectivamente, definiu que, na sua maioria, estas anomalias provinham dos níveis de metacherts encontrados na sequência do Grupo São José. Estes metacherts têm um aspecto itabirítico e são compostos essencialmente de bandas de sílica e ferro, que se alternam, por vezes, dando impressão de um bandamento. Nas bandas ferríferas, a magnetita e hematita são os minerais básicos, daí as anomalias constatadas. Um menor número das anomalias registradas têm sua origem nas lateritas ferruginosas (óxido

de ferro e limonita) e nos quartzitos que, quando não ferríferos, apresentam concentrações de metálicos (magnetita) ao longo das fraturas.

RECOMENDAÇÕES

13 - RECOMENDAÇÕES

O mapeamento geológico, a prospecção geoquímica, análises petrográficas e calcográficas e ainda os resultados que vêm sendo obtidos pelo Projeto Uruoca, apontam como área mais promissora a região localizada entre as falhas de paulista (norte) e Xixás (sul), que limitam a sequência litológica do Grupo São José nas folhas Santa Terezinha, Uruoca e Martinópolis. A essa área deve ser dada prioridade 1 e às pesquisas orientadas para os jazimentos vulcanogênicos que se caracterizam pela associação Cu-Pb-Zn-Ag. Com isso em vista e o fato das mineralizações lá encontradas estarem associadas a um horizonte carbonático intercalado com vulcanitos e subjacente a metapelitos e metacherts, estes últimos constituídos essencialmente por ferro e sílica, bandados, por vezes contendo sulfetos, propõe-se inicialmente uma prospecção geoquímica e um estudo geofísico, objetivando localizar diretamente a sequência carbonática portadora das mineralizações ou, na impossibilidade, definir dentro da área indicada a posição no espaço do horizonte de metachert que, diante do complexo empilhamento estratigráfico do grupo e da escassez de exposições, poderia ser usado como horizonte guia. Para um melhor rendimento, a prospecção geoquímica deve incluir amostragem de solos, amostragem em trincheiras, amostragem de rocha (litogeoquímica) e uma prospecção aluvionar nos riachos de cursos restritos à área sugerida. // O estudo geofísico deve ser desenvolvido em três etapas distintas: reconhecimento - através da magnetometria; localização dos corpos sulfetados - através do método de Baixa Frequência (V.L.F.); e detalhamento das áreas mais promissoras - por meio do método de I.P.. Esses trabalhos de

vem ser acompanhados por um mapeamento de detalhe, na escala de 1:10.000 que, entre outras informações, deverá fornecer dados valiosos para as programações de sondagens que se fizerem necessárias.

Ainda para a procura dos jazimentos de Cu, Pb, Zn e Ag recomendam-se as áreas de Pedra Verde, São José e Oitís. Na primeira, a MINVISA vem desenvolvendo aceleradamente os trabalhos nesse sentido. A segunda desperta interesse por dispor de uma sequência litológica semelhante à da fazenda Boa Vista (folha Martinópolis), mostrando-se anômala não só nos elementos já mencionados como também em barita, que aparece associada a uma camada de metacherts. Em Oitís, embora exista uma área constituída por rochas do Grupo São José, qualquer iniciativa fica condicionada aos futuros resultados obtidos nas outras áreas.

Através da prospecção geoquímica vieram a tona diversos valores anômalos em Au, na sua maioria associados a quartzitos da Formação São Joaquim, especialmente àqueles que constituem a serra de mesmo nome. Embora tenha sido realizado um reconhecimento rápido para cada uma delas, como estava previsto na programação, não foi possível precisar de onde decorriam as anomalias. Assim sendo, a serra de São Joaquim fica indicada para novas pesquisas, que compreendam essencialmente uma prospecção geoquímica programada a partir da compatibilização com os resultados fornecidos por esse Projeto e que inclua uma amostragem de sedimentos de corrente com intervalos regulares, na ordem máxima de 100 metros, nos riachos que emanam da serra. Em seguida, já com os resultados geoquímicos em mãos, deve ser realizado um mapeamento numa escala adequada nas áreas que tenham se re

velado mais promissoras.

Outra área a ser sugerida para pesquisas de sulfetos e ouro é a bacia do rio Una, inclusive o trecho de seu curso situado entre as falhas de Paulista e Xixás. Para essa região, aconselha-se iniciar os trabalhos no médio e alto curso do rio, objetivando determinar o relacionamento entre as anomalias e as rochas do Grupo São José; uma resposta positiva evitaria despesas desnecessárias.

Finalizando, ficam como últimas sugestões, um estudo mais pormenorizado do manganês de Oitís, a fim de que seja definido a extensão real do jazimento, e da ocorrência de ferro de Tucuns, embora nesta, a única análise química realizada tenha fornecido teores desfavoráveis. (P-2,3% e SiO₂-27,7%).

B I B L I O G R A F I A

14 - BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, G. A. - Bacia do Maranhão: geologia e possibilidades de petróleo. Rio de Janeiro, Cons. Nac. Petrol., 1968. de zembro (Relat. Inédito).
- ALMEIDA, F.F.M. de - Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1967.36p.(Boletim 241).
- _____ - Diferenciação tectônica da Plataforma Brasileira. In: Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Geologia. São Paulo. Soc. Bras. Geologia. 1969.p.29-46.
- ALMEIDA, F.F.M., MELCHER, G.C., CORDANI, V.G., KAWASHITA, T., VANDOROS, P. - Radiometric Age Determinations from Northern Brazil. Sociedade Brasileira de Geologia. São Paulo, 1968, Revista 17 (1), p. 3-15, il.
- BARBOSA, O. - Contribuição a Petrogênese da Região Noroeste do Ceará. Inédito. |s. ident. |, CPRM, Rio de Janeiro, 1978. 37 p.
- BARBOSA, A. J. et alii - Projeto Crateús - Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 1977. v. 1, 232 p., il.
- BARBOSA, G.V. et alii - Geomorfologia da folha SB-23- Teresina e parte da folha SB-24 - Jaguaribe. In: Brasil / DNPM- Projeto RADAM. Rio de Janeiro, 1973., v. 2, 12 p.
- BEURLIN, Karl - A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 21^o, Curitiba, 1967, Anais... Curitiba, Soc. Bras. Geol., 1967. p.151-158.
- BIGARELLA, João José et alii - Paleogeographical features of the Serra Grande and Pimenteira formations (Parnaíba Basin - Brazil). Chemical Geology an International Journal.

Elsevier Publishing Company, p. 260-295, october, 1965.

BLANKENNAGEL, R. K. - Geologic report on the eastern margin of the Maranhão Basin. Rio de Janeiro.(1952). Cons. Nac. Petróleo.

BOULADON, J. Répartition des gites metalifères dans les contextes géologiques sedimentaries et volcano-sedimentaries. CHRONIQUE DE LA RECHERCHE MINIERE, 1977, nº 439.

BRAGA, A. de P. G. et alii - Projeto Fortaleza - Relatório Final. Recife, DNPM/CPRM, 1977. v. 1, 339 p. il.

BRASIL, MME/USAID - Relatório Integrado do Curso de Geoquímica. Relat. Inédito, |s. ident. |. Rio de Janeiro, 1975, 56 p. il., 6 mapas coloridos (in bolso).

BRUNI, D. C. & MARRON, J.E.P. - Reconhecimento geoquímico regional da bacia metassedimentar do Baixo Rio Pardo, no sul da Bahia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 30º ANAIS, Recife, 1978, v. 5, p. 1988-1995.

BRUNI, D. C. et alii - Reconhecimento geoquímico regional do distrito metalogenético da serra de Jacobina - Bahia, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA 30º ANAIS, Recife, 1978, v. 5, p. 2046-2053.

BRITO NEVES, B.B. de - Relatório de estagiário do Centro de Pesquisas Geocronológicas. Univ. de São Paulo, Inst. Geociências, Curso de Pós-Graduação, Relat. Inédito, |s. ident. |, São Paulo, 4 p., 1974.

_____ - Regionalização geotectônica do Pré Cambriano Nordeste. Tese de Doutorado. São Paulo, 1975. 198 p., il.

_____ - As estruturas brasileiras. In: Hasui

- et alii, CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30^o, Recife, 1978, ANAIS... Soc. Bras. Geol., p. 2423-2437.
- CAIDASSO, A.L.S. & HAMA, M. - Posicionamento estratigráfico das rochas básicas da Bacia do Parnaíba, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30^o, Recife, 1978. ANAIS... Soc. Bras. de Geol., 1978. p. 567-582.
- CAMPBELL, D.F. et alii - Bacia do Maranhão - Piauí. In: Brasil Conselho Nacional do Petróleo. Relatório de 1948. Rio de Janeiro, 1949. p. 72-74.
- CAMPOS, M. de et alii - Projeto Rio Jaguaribe - Relatório Final. Inédito. |s. ident.|, Recife, DNPM/CPRM, 1976, v. 1, 3 e 4, 293 p. il.
- CAROZZI, A. V. et alii - Análise ambiental e evolução tectônica sedimentar da secção siluro-eocarbonífera da bacia do Maranhão. Rio de Janeiro, Petrobrás, 1975, 47 p., il. (seção: Exploração de Petróleo nº 7).
- CHRISTOFOLLETTI, A. - A significação das cascalheiras nas regiões quentes e úmidas. Notícia Geomorfológica. Univ. de Campinas, Campinas, 8 (15): 42-49, junho, 1958.
- COBRA, R.Q. - Estudo da Estratigrafia, tectônica, ocorrências minerais e recursos d'água do Noroeste do Ceará. SUDENE, Dep. Rec. Nat., Relat. Inédito, |s. ident.|, Recife, 1963.
- COLLINS, J.J. & LOUREIRO, A.R. - Relatório da prospecção de cobre de Pedra Verde - Viçosa do Ceará. Indústria Sul Americana de Metais S/A. Relat. Inédito, |s. ident.|, São Paulo, 1961-1962.
- COSTA, M.J. et alii - Projeto Jaibaras - Relatório Final.

- Inédito. |s. ident. |, DNPM/CPRM, Recife, 1973, v. 1 e 2, 282 p., il.
- COSTA, M. J. et alii - Projeto Uruoca - Relatório de Pesquisa. Inédito. |s. ident. |, CPRM, Recife, 1978.
- CRANDALL, Roderic - Geographia, geologia, suprimento d'água, transporte e açudagem nos estados orientais do norte do Brasil, Parahyba, Rio Grande do Norte e Ceará. Rio de Janeiro, 1910. 137 p. (IFOCS-Serv.Geol., Série I. Publicação, 4).
- ENNES, E. R. et alii - Projeto Geoquímica para cobre na área de Sobral - Ce. Relat. Final. Inédito. |s. ident. |, DNPM/CPRM, Recife, 1976, v. 1.
- FRIZZO, S.J. - Introdução a Prospecção Geoquímica - Curso de Treinamento, DIGEOQ-CPRM. Caderno nº 4, Relat. Inédito, |s. ident. |, Rio de Janeiro, 1978, 69 p.
- GUIMARÃES, D. - Contribuição ao estudo dos depósitos de minérios de ferro e manganês do centro de Minas Gerais. SFPM-DNPM, Rio de Janeiro. 1935. (Bol. 8).
- HAKER & BECKE - Formação Parapuí. In: Projeto Jaibaras - Relatório Final. Inédito. |s. ident. |, DNPM/CPRM, Recife, 1973, v. 1.
- HAMA, M. - Interpretação dos dados geocronológicos de rochas da região de Martinópolis-Ce, Relatório de atividade, CPRM/USP, Relat. Inédito. |s. ident. |, São Paulo, 1978.
- HURLEY et alii - O ciclo Transamazônico. In: Geologia estrutural e introdução a geotectônica. Rio de Janeiro. Edgard. Blücher LTDA., 1976, 435 p. il.

- HUTCHINSON, R. W. - Volcanogenic sulfide deposits and their metalogenic significance. Economic Geology, Bulletin of the Society of Economic Geologists. December, 1973. v. 68, nº 8, p. 1223-1246. il.
- KEGEL, Wilhelm - Estudos geológicos do Norte do Ceará. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1958. 52 p. (Boletim 184).
- _____ - A estrutura geológica do Nordeste do Brasil. Rio de Janeiro, DNPM/DGM, 1965. 47 p. il. (Bol. 227).
- KING, Lester C. - A geomorfologia do Brasil oriental. Rev. Bras. Geografia, Rio de Janeiro, 18 (2): 147-256, Abr./Jun. 1956.
- KOPPEN, W - Climatologia. Trad. de Pedro Perez. México. Fundo de Cultura Econômica. 1948.
- MABESOONE, J. M. et alii - Geologia da Bacia do Jaíba, Ceará. Recife, Univ. Fed. Pernambuco, Inst. Geocienc., 1971. (Série Boletim de Estudo e Pesquisas, 2).
- _____ - Estratigrafia e origem do Grupo Barreiras em Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geociências. São Paulo, 2 (3): 173-188, 1972.
- MABESOONE, J. M. & CAMPANHA, V. A. - Sinopse da estratigrafia das sequências sedimentares do Nordeste Brasileiro. Bol. Nucl. Nord. Soc. Bras. Geol., Recife, 2 7-18, 1974.
- MARQUES, J. M. da M. - Prospecção Geoquímica, Univ. Fed. do R. G. do Sul, Inst. Geocienc. (DAEG), Porto Alegre 1978, 111 p. il.
- MELLO, A. A., SOUZA, E. M., MENDONÇA, J. C. G. - Tectônica linear do Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

- GEOLOGIA, 30º, Recife, 1978, ANAIS... Recife, Soc. Bras. Geol., 1978. p. 393-407.
- MELLO, Z. F. de - Considerações tectono-petrográficas em sequências molássicas do Nordeste Oriental do Brasil. Tese de Mestrado. Recife, 1977. 254 p., il.
- MIYASHIRO, A - Metamorphism and metamorphic belts. Washington, William Clowes & Sons Ltda., 1975. 492 p.
- MOODY, J. M. & HILL, M. J. - Wrench-fault tectonics. Bull. Geol. Soc. Amer., 67: p. 1207-1246, set., 1956.
- MORAES, R. A. V. de - PROJETO RIO ACARAÚ - RELATÓRIO FINAL. Inédito. |s. ident.|, Recife, DNPM/CPRM/PROSPEC, 1976, 186 p. il.
- MORAES, J. F. S. de & CAMPOS, M. de - Projeto Levantamento dos Recursos Minerais do Estado do Ceará - Programa Minerais Industriais - Relatório Final. Inédito. |s. ident.|, Governo do Estado do Ceará/CPRM. Recife, v. 1, 327 p., 1973.
- MORAES, J. F. S. de & PRADO, F. da S. - Projeto Ferro Manganes - Relatório Final. Inédito. |s. ident.|, DNPM/CPRM, Recife, 1974. 126 p.
- MORAES REGO; L. F. de - Notas sobre a geologia do Estado do Maranhão. São Paulo, Impr. Of. do Estado, 1935. 30 p., est., mapa.
- NUNES, A. de B. et alii - Geologia da folha SB-23- Teresina e parte da folha SB.24 - Jaguaribe. In: BRASIL/DNPM-PROJETO RADAM. Rio de Janeiro, 1973, v. 2., p. 3-33, il.
- OLIVEIRA, A. I. de & LEONARDOS, A. H. - Geologia do Brasil, 2ª ed., Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1943.

- PLUMER, F. B. et alii - "BACIA MARANHÃO - PIAUÍ". In: Bra-
sil. Conselho Nacional do Petróleo. Relatório de 1946.
Rio de Janeiro, 1948. p. 87-134.
- PROMISA - Cobre de Pedra Verde - Viçosa do Ceará, Relatório
de Pesquisa para o DNPM, Relat. Inédito, |s. ident. |,
Rio de Janeiro, 1974.
- RODRIGUES, R - Estudo sedimentológico e estratigráfico dos
depósitos silurianos e devonianos da Bacia do Parnaíba.
Belém, 1967. PETROBRÁS/RENOR/DIREX. Relat. nº 273.
- SANTOS, E. J. dos et alii - Mapa geológico preliminar do Es-
tado do Ceará. Escala 1:500.000, Recife, CPRM, 1972, Ma-
pa Colorido.
- SANTOS, J. P. - Manganeés da fazenda Bodega. SUDENE, Dep. Rec.
Nat., Div. Geol., Relatório Inédito. |s. ident. |, Recife,
1963.
- SCHNEIDERHOHN - Chronique de la recherche minière. In: Bou-
ladon, J. 1977 (nº 439).
- SMALL, H. L. - Geologia e suprimento d'água subterrânea no
Ceará e parte do Piauí. Inspectoria de Obras Contra as
Secas. Rio de Janeiro, 1913. (Serv. Geol. Série I-D, 25).
- SUSZCZYNSKI, E. F. - Considerações sobre a evolução tectôni-
ca orogenética da parte oriental do escudo brasileiro.
SUDENE. Bol. Rec. Nat. Recife, 4 (3/4), 371-416, jul/dez.
- TURNER, F. J. & VERHOOGEN, J. - Igneous and metamorphic pe-
trology. 2 ed., New York, McGraw Hill, 1960.
- VANDOROS, P. - Um granito pós-orogênico de Sobral, Ceará.
XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, Resumo das Comuni-

cações. Sociedade Brasileira de Geologia. Belo Horizonte, 1968, p. 5-6.

WINGE, M - Breves notas sobre a geologia do nordeste do Ceará. Recife, SUDENE, Dep. Rec. Nat., Div. Geol., 1967. (Boletim de estudos, 3).

WISSINK, A - Les gisements de manganèse du monde. Conditions de dépôt, typologie et métal contenu. Bol. Br. G. M. (deuxième série). Section II, nº 1, 1972, pp. 33-48.



ILUSTR AÇÕES FOTOGRAFICAS



FOTO 01 - Aspecto geral do Vale do Covão, mostrando ao fundo as serras do Purgatório e Ubatuba constituídas pelos quartzitos da Formação São Joaquim (p_Cmsj), em contato com os xistos da Formação Covão (p_Cmc). Em primeiro plano, temos o morro constituído por horizonte ferrífero, componente do Grupo São José (p_Csj).

FOTO 02 - gnaisse migmatizado com paleossoma xistoso próximo a zona de falha de Ibuguaçu - Granja (Poço do Ziú).



FOTO 03 - quartzitos da serra de São Joaquim mostrando dobramentos simétricos sub-horizontalizados (Paula Pessoa).



FOTO 04 - quartzitos da serra de São Joaquim mostrando dobramentos simétricos com clivagem de plano axial (Paula Pessoa).



FOTO 05 - xistos da Formação Covão mostrando alto estágio de alteração, a oeste da falha de Casinha.

FOTO 06 - quartzo-fili-
tos da Formação Santa
Terezinha, alterados,
com planos de foliação
dobrados e deformados
(estrada Santa Terezi-
nha - Serra da Viçosa).

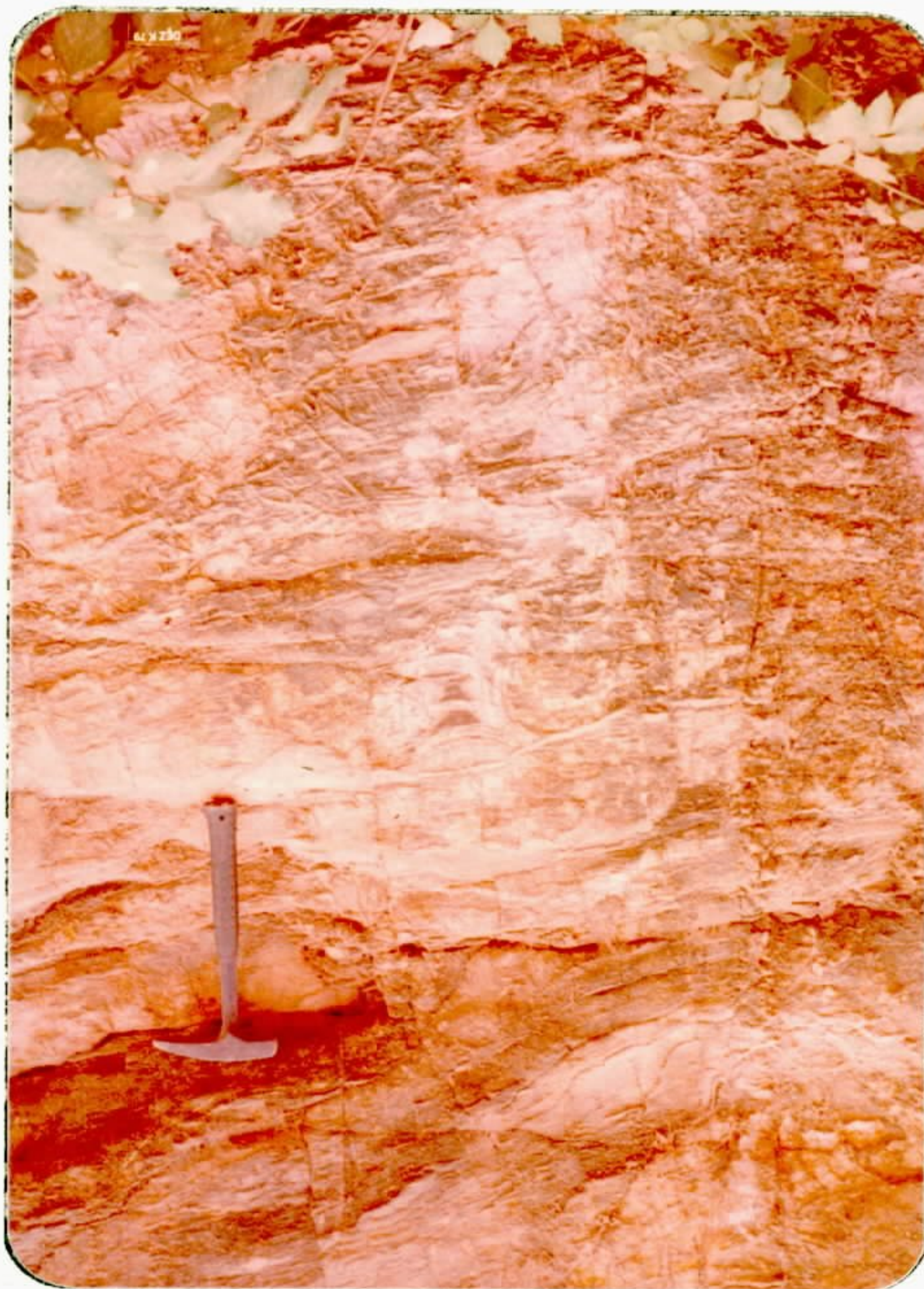


FOTO 07 - filitos ardo-
sianos da Formação San-
ta Terezinha, alterados
e fraturados (estrada
Martinópolis - Granja).

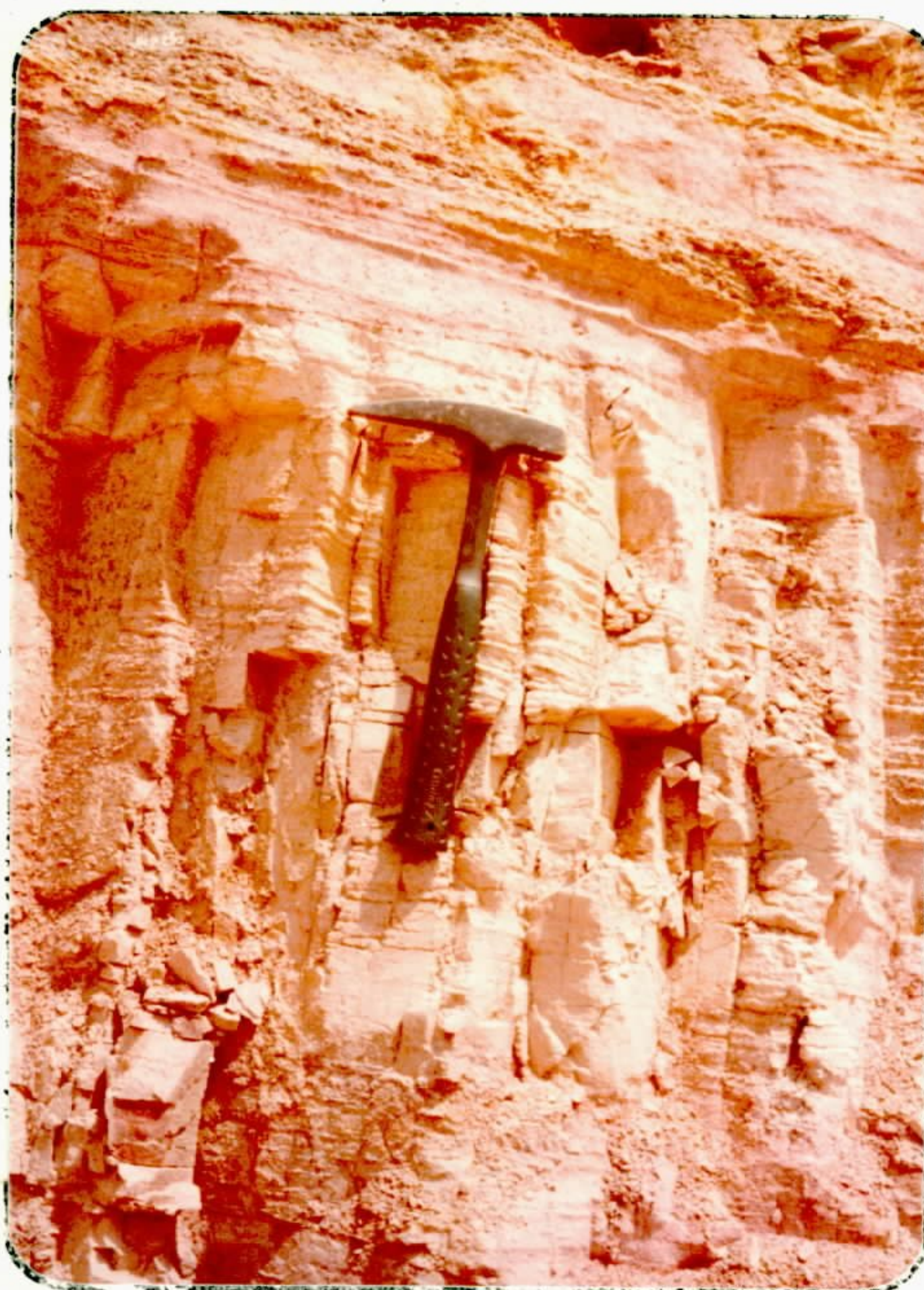




FOTO 08 - filitos da Formação Santa Terezinha muito alterados, com aspecto de metarenitos e metassiltitos (estrada Martinópolis - Granja).



FOTO 09 - metacherts do Grupo São José, aflorantes no serrote Cabeça Vermelha, (região de São José - folha Ibuaçu).

FOTO 10 - trincheira aberta no serrote Cabeça Vermelha para estudo dos metacherts do Grupo São José (região de São José - folha Ibuáçu).

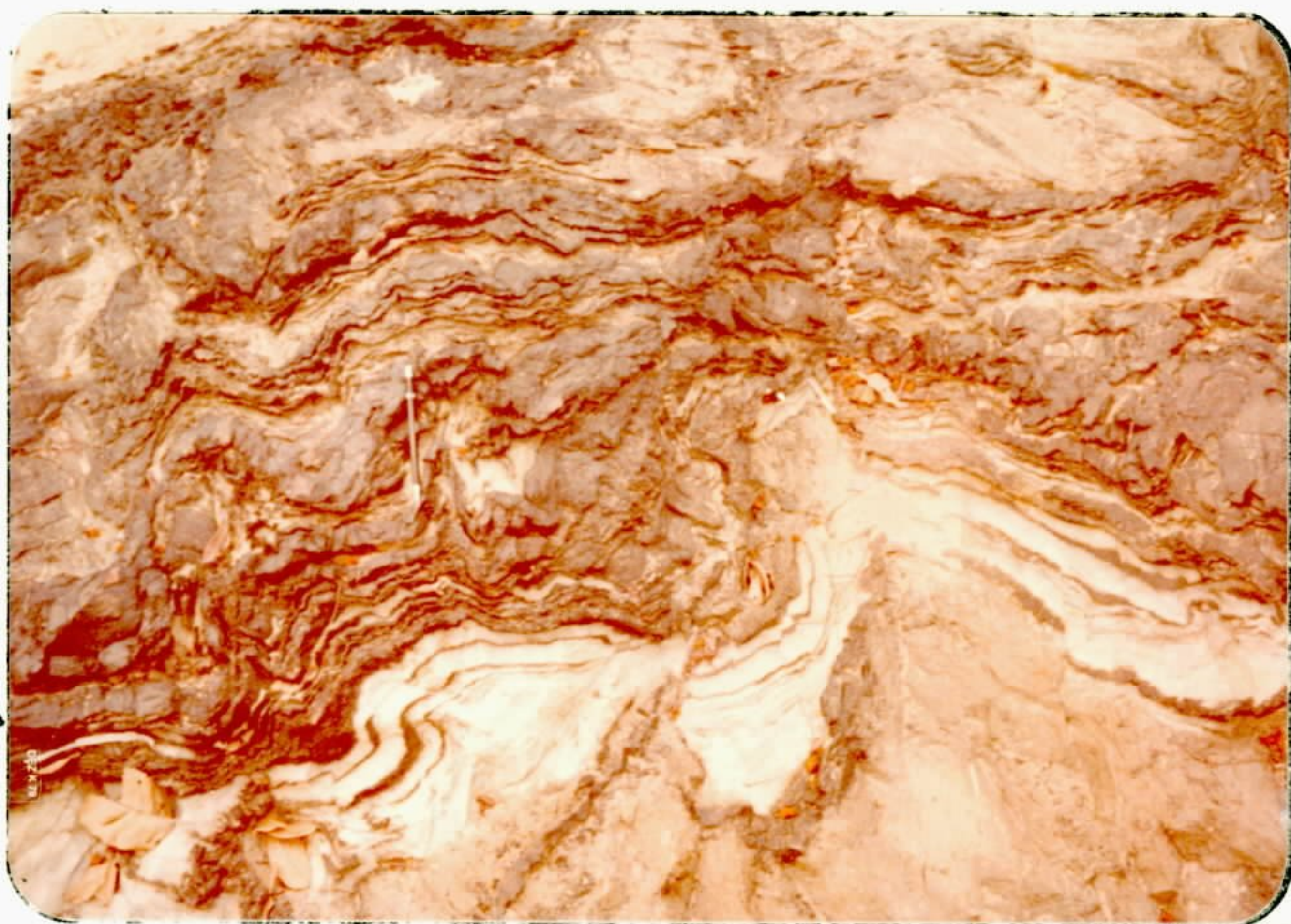


FOTO 11 - calcário cristalino dolomítico do Grupo São José, intensamente dobrado, contendo intercalações de leitos de constituição pelítica (leito do rio Coreau).



FOTO 12 - exposição típica do Conglomerado Massapê nos arredores de Barra do Sairi (folha Santa Terezinha).



FOTO 13 - Conglomerado Massapê mostrando mergulho acentuado que, por vezes, pode atingir 50° (leito do rio Coreaú).



FOTO 14 - Conglomerado Massapê mostrando estratificação nem sempre bem definida (folha Santa Terezinha).

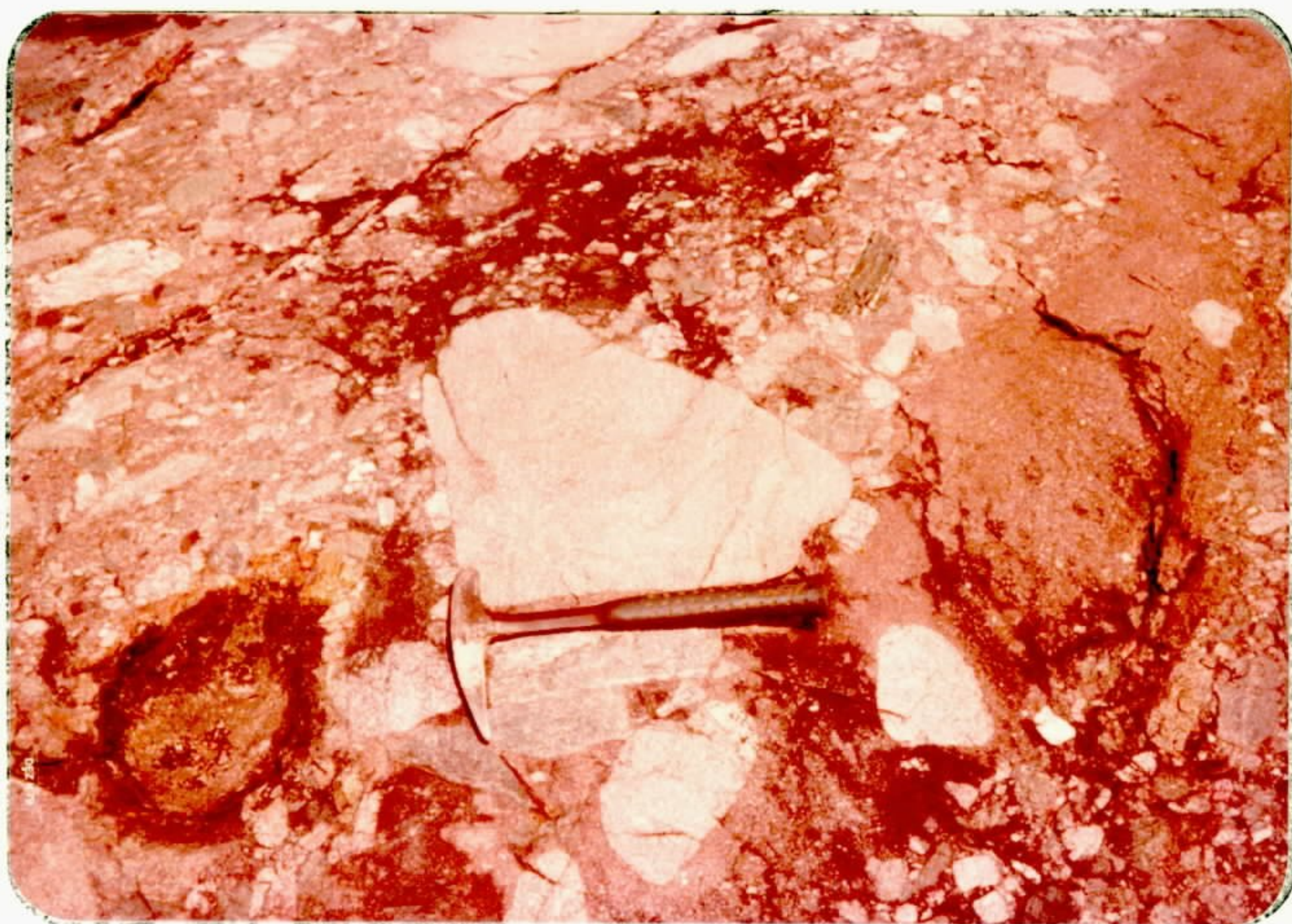


FOTO 15 - fragmentos angulosos a subarredondados de rochas constituintes do Conglomerado Massapê, de diâmetros variáveis, que por vezes atingem 40 cm (Barra do Sairi - Folha Santa Terezinha).



FOTO 16 - contato gradacional entre a Formação Massapê e a Formação Pacujá (leito do rio Coreau).



FOTO 17 - contato através de discordância erosiva e angular observado entre as formações Pacujá e Camocim (leito do rio Coreau).



FOTO 18 - blocos de traquiandesitos da Formação Parapuí, constituindo dique encaixado na Formação Pacujá (Jureminha - noroeste de Paracará).



FOTO 19 - dique de basalto, em parte alterado e fraturado, que corta os quartzitos da Formação São Joaquim (norte de Paula Pessoa).

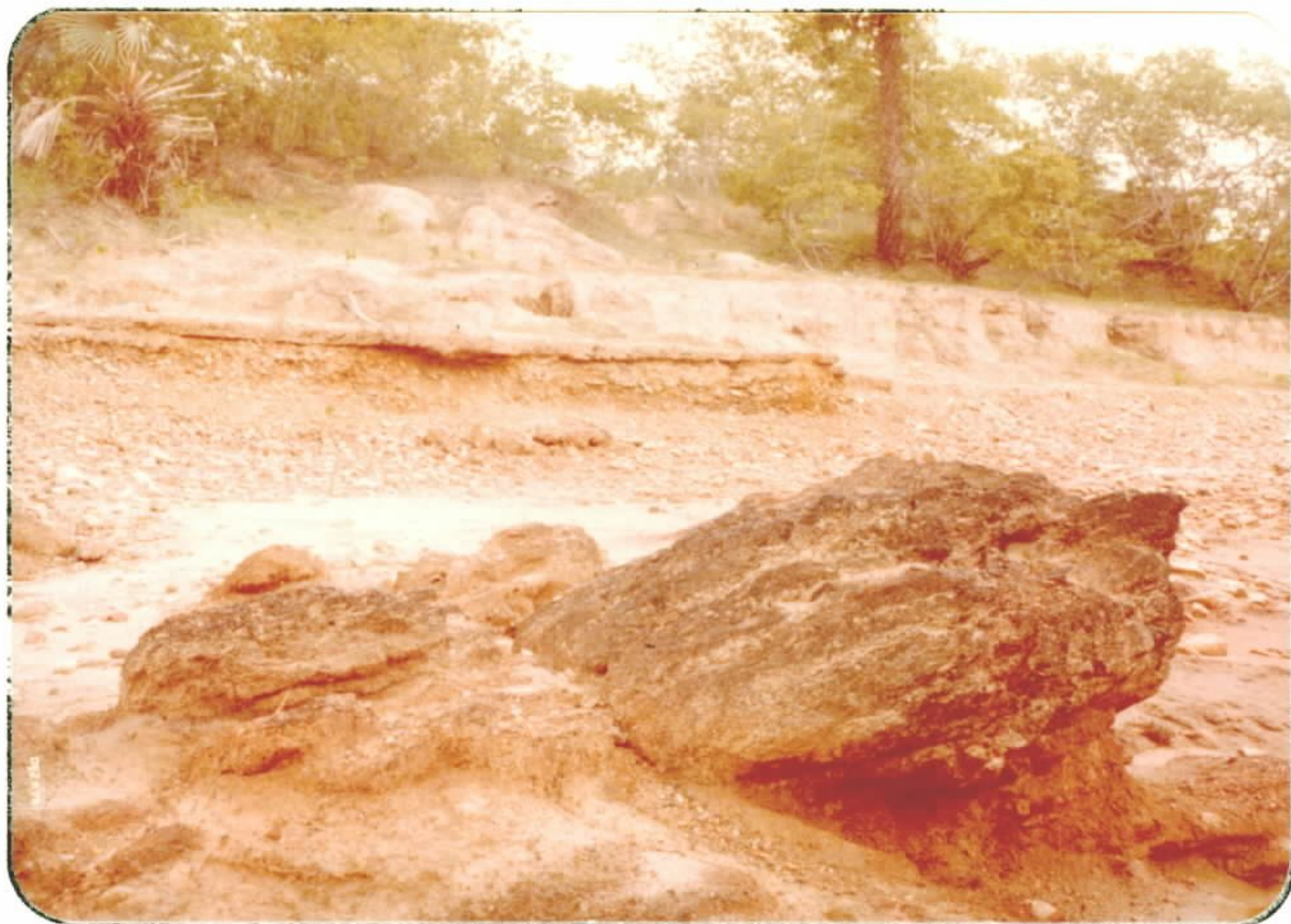


FOTO 20 - contato discordante entre os conglomerados da Formação Camocim com sedimentos do Grupo Jaibaras (leito do rio Coreaú).



FOTO 21 - conglomerado da Formação Camocim, mostrando típica deposição horizontal (proximidades da cidade de Martinópolis).



FOTO 22 - cascalheiras encontradas na Formação Camocim, quando não superposicionada por outras unidades (proximidades de Morada Nova).

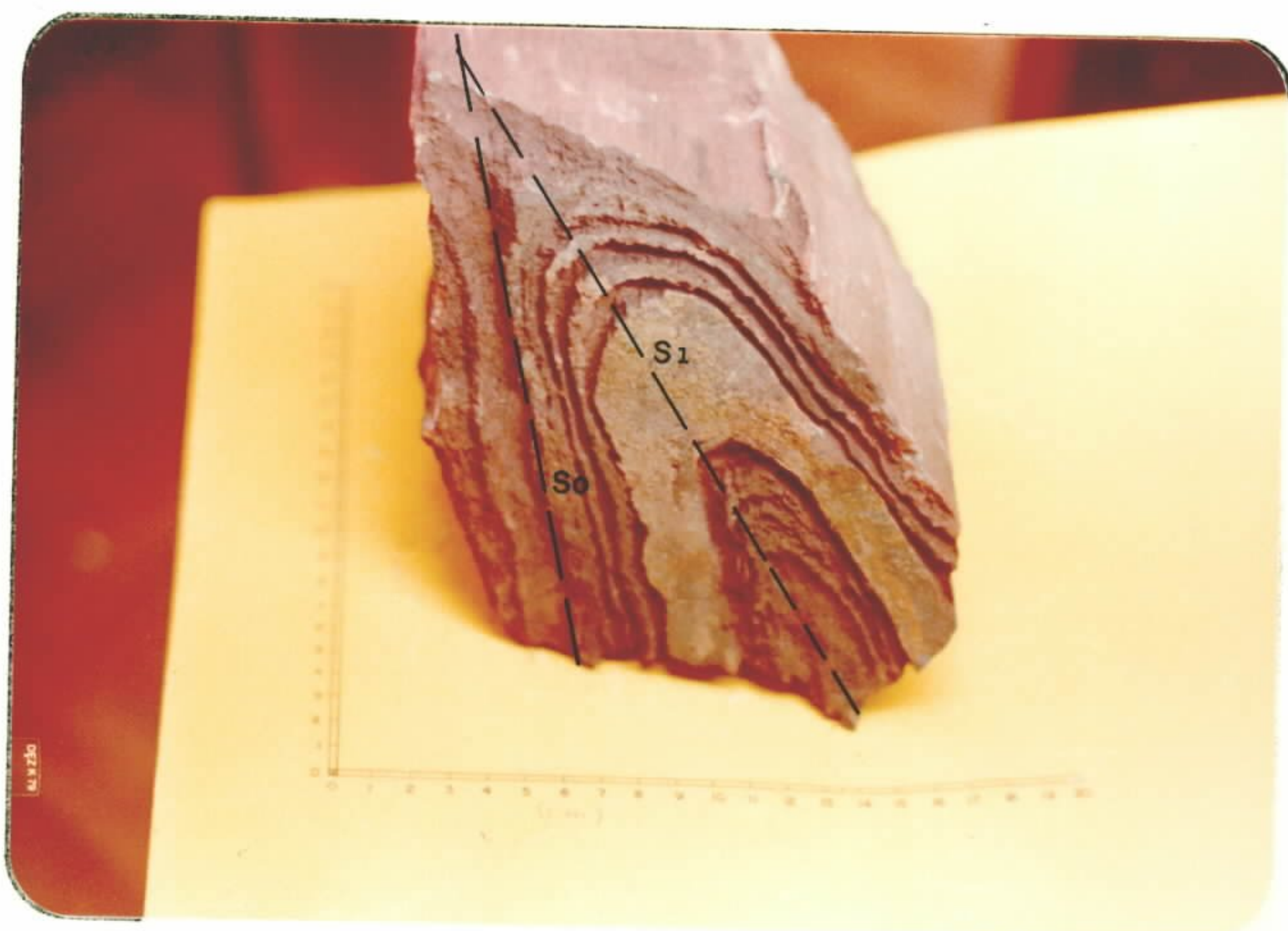


FOTO 23 - metachert ferrífero do Grupo São José, apresentando superfície S_0 e uma fase de deformação, imposta através da superfície S_1 (localidade de São José).

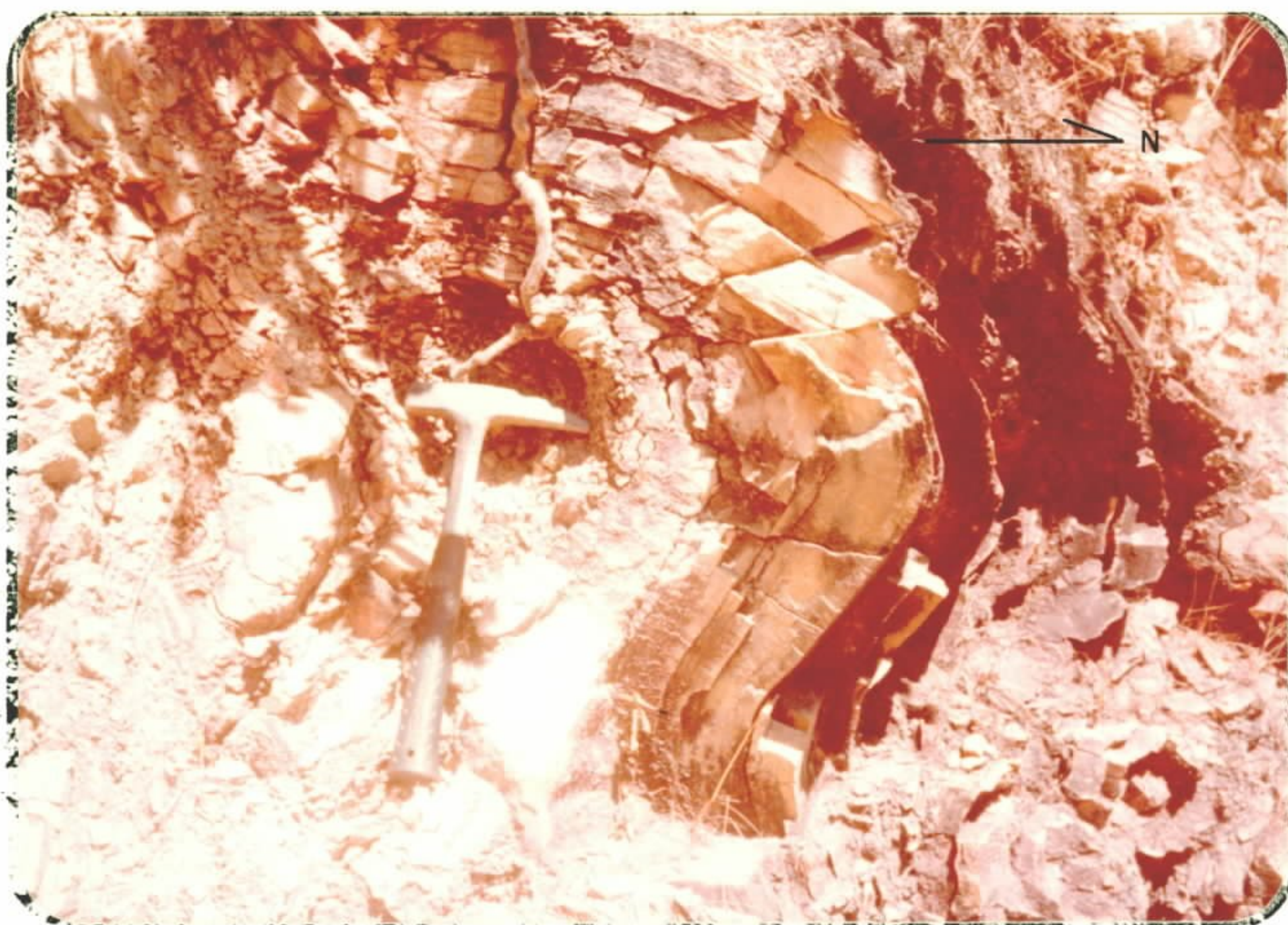


FOTO 24 - dobramento em "flexural slip" contendo clivagens plano-axiais, representando zona de charneira anticlinal, desenvolvidas nas camadas quartzíticas da Formação São Joaquim próximo ao empurrão de Itacolomy (norte de Paula Pessoa).



FOTO 25 - dobras recumbentes de planos-axiais horizontalizados, desenvolvidas em quartzito-xistos, próximo à zona de empurrão de Itacolomy (norte de Paula Pessoa).

FOTO 26 - calcário cristalino com intercalações psamito - pelíticas, dobrado desarmonicamente, mostrando a porção dos planos axiais (Grupo São José).

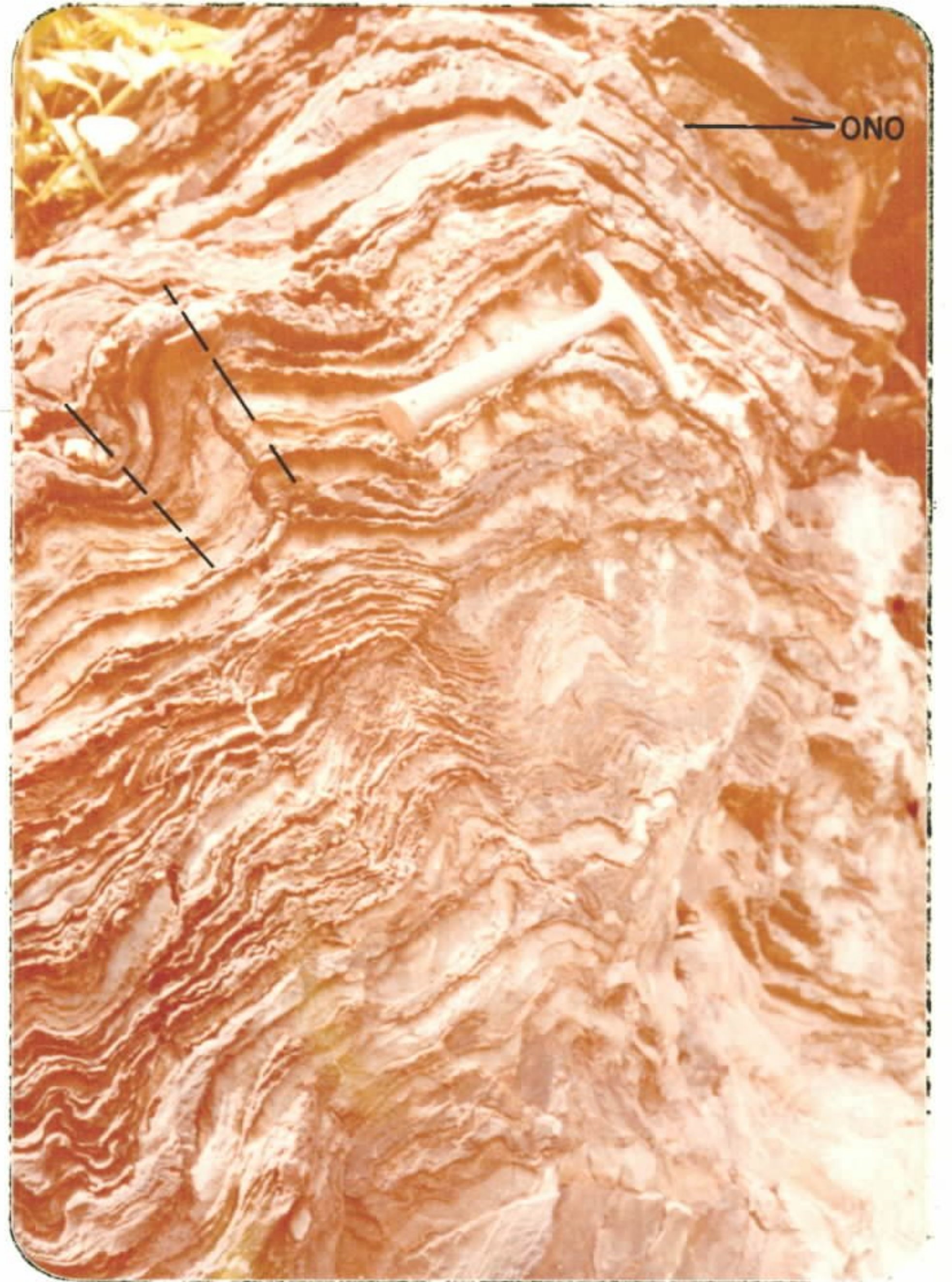


FOTO 27 - metachert do Grupo São José, dobrado, mostrando as porções das superfícies axiais, que localmente confundem-se com clivagens ardosiana. Pelo formato da zona com dobras em "W", deduz-se a posição de charneira sinclinal (Serra de S. José).



FOTO 28 - Quartzitos cataclásticos da Formação São Joaquim na zona do empurrão de Itacolomy, mostrando clivagens plano-axiais sub-horizonta lizadas (norte de Paula Pessoa).



FOTO 29 - milonito verticalizado, resultante do movimento transcorrente observado na Falha Uru oca-Tucunduba (Fazenda Nova Vida).



FOTO 30 - metapelito arenoso do Grupo São José, cataclasado e algo milonitizado, resultante do movimento transcorrente ao longo da Falha de Xixás (Morrinho - Folha Martinópolis).

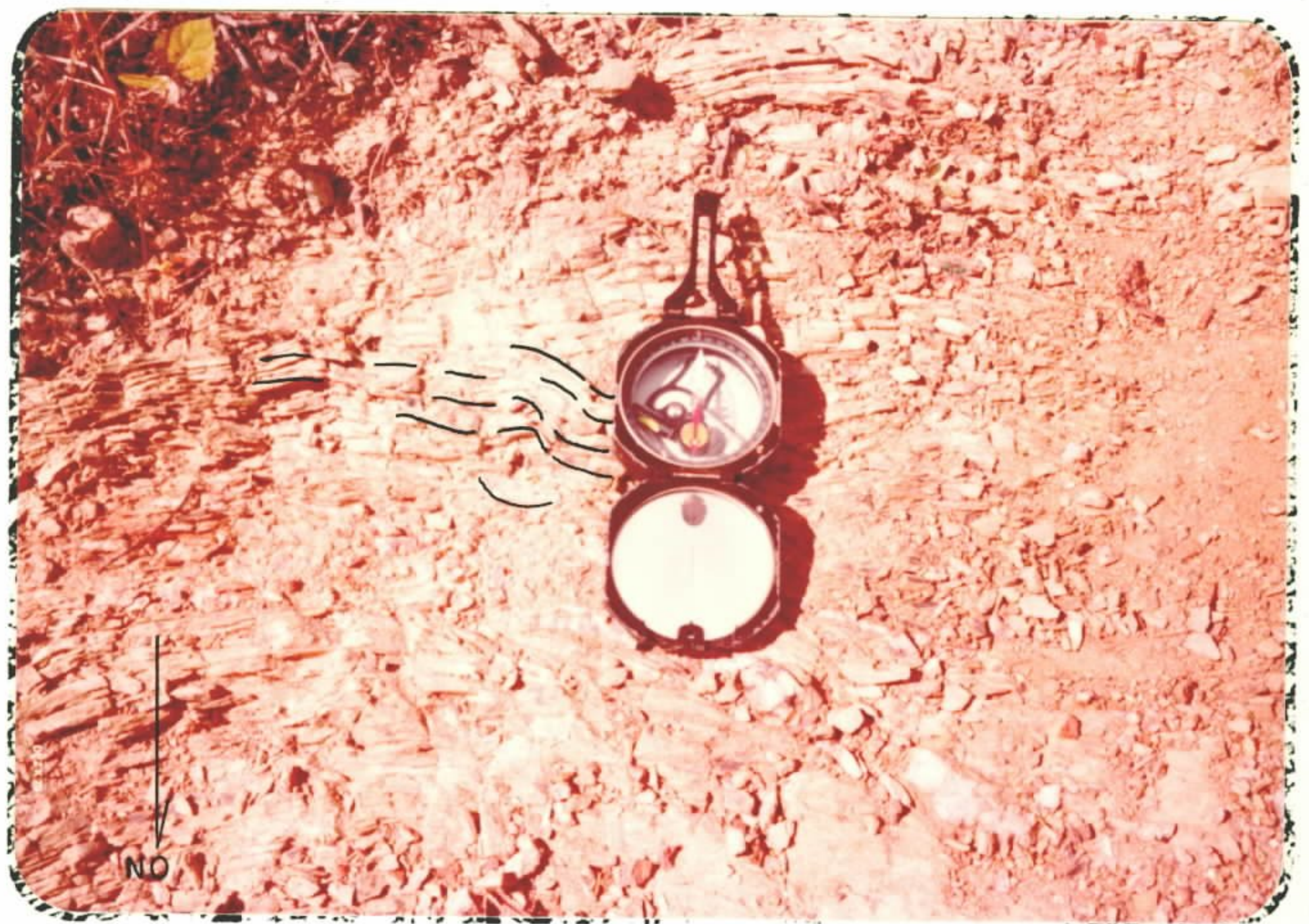


FOTO 31 - desenvolvimento de micro "drags" de trais em metapelitos cataclásticos do Grupo São José, nas proximidades do falhamento transcorrente de Xixás (Morrinhos - Folha Martinópolis).



FOTO 32 - panorâmica do bloco situado a norte da falha de Martinópolis, virtualmente abatido (sudeste da Vila de Paracuruá).



FOTO 33 - panorâmica do bloco sul da falha de Martinópolis. Quase não se sente a quebra topográfica (sudeste de Paracuruá).



FOTO 34 - panorâmica da topografia em perfil transversal à estrutura, notando-se nítida quebra topográfica provocada pelo movimento de gravidade da falha de Jaguarapi (CE - 071).

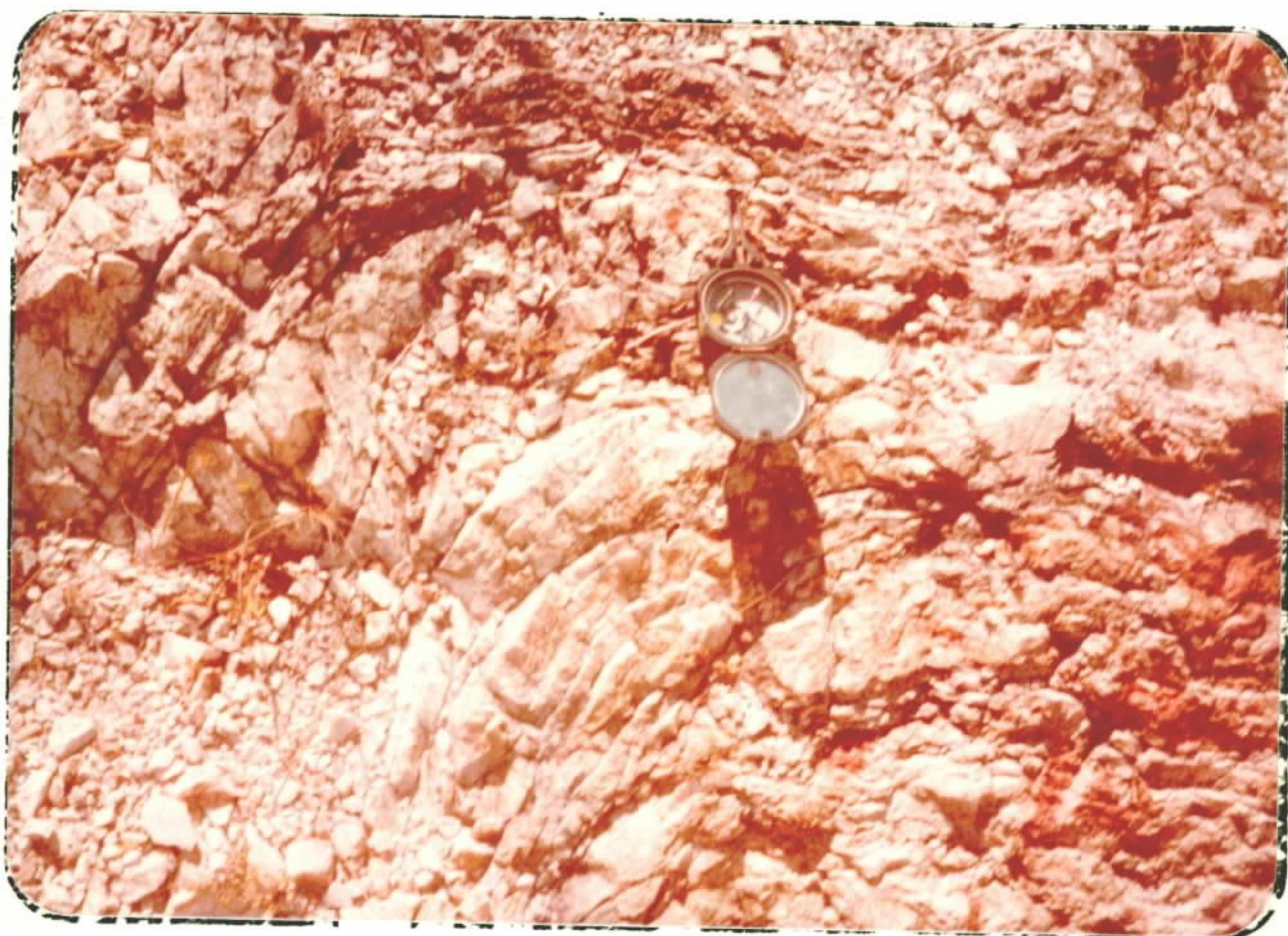


FOTO 35 - aspecto de dobra atectônica desenvolvida nos arenitos da Formação Pacujá, resultante de reativação da Falha de Jaguarapi (porção norte da Folha Santa Terezinha).

FOTO 36 + calcário cris-
talino do Grupo São Jo-
sé, aflorante no leito
do rio Coreaú mostrando
microdobramentos (ocor-
rência de Estreito).



FOTO 37 - entrada da galeria da jazida de co-
bre de Pedra Verde (município de Viçosa do Cea-
rá).



FOTO 38 - sondagens realizadas pelo Departamento de Pesquisa Própria da CPRM, na fazenda Boa Vista para pesquisa de sulfetos de Cu, Pb e Zn.